

**PROPUESTA DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DE
LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ELECTRICOS Y
TELECOMUNICACIONES CM EN LA LINEA DE BOBINADO**

ASDRUBAL PATIÑO ESPINOSA

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLIN
2017**

**PROPUESTA DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DE
LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ELECTRICOS Y
TELECOMUNICACIONES CM EN LA LINEA DE BOBINADO**

ASDRUBAL PATIÑO ESPINOSA

Trabajo presentado y dirigido para obtener el título de Ingeniero Industrial

Asesor
Héctor Ovidio Agudelo Bermúdez
Docente

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
INGENIERIA INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2017**

Nota de Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 24 de Octubre del 2017.

A Dios por estar siempre conmigo en todos los momentos de mi vida, iluminándome y guiándome para no perder el rumbo de mi camino, dándome la fortaleza que necesitaba para superar todos los problemas y obstáculos que se presentaron durante mis estudios.

A mis padres por el apoyo en los momentos de duda, desesperación y felicidad, por toda la dedicación y esfuerzo dado en infundir en mí la lucha y el deseo de superación.

A mi esposa y a mi hijo por su apoyo y comprensión, por la motivación y fuerza moral que día a día ejercían sobre mí para poder alcanzar los objetivos.

ASDRUBAL PATIÑO ESPINOSA

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa un gran agradecimiento a:

Héctor Ovidio Agudelo Bermúdez, quien con su conocimiento y experiencia me guio y acompaño en todo el proceso investigativo. Docente.

Yornandy Alonso Martínez, quien con su experiencia profesional nos capacito en temas necesarios para el planteamiento de la propuesta expuesta en este trabajo. Docente, Ingeniero Industrial.

José Luis López, quien con su experiencia como docente fomento en mí, la importancia que tienen el estudio de tiempos y movimiento dentro de las organizaciones. Economista.

Yesid Alexis Ochoa, quien con su conocimiento fue una guía en la construcción del marco teórico y el planteamiento del problema descriptos en este trabajo. Ingeniero de Instrumentación y Control.

A la Institución Universitaria Pascual Bravo, Facultad de producción y diseño, porque gracias a ella hoy mi sueño se hace realidad.

A toda la comunidad pascualina, que aportaron grandes experiencias y formas de ver la vida, dándome las bases para proyectar mi carrera profesional en la industria.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1 Problema de investigación	14
1.1 planteamiento del problema	14
1.2 formulación del problema	21
2 DELIMITACIÓN	23
2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL	23
2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL	23
3 objetivos	24
3.1 objetivo general	24
3.2 objetivos específicos	24
4 justificaciÓn	25
5 marco de referencia	26
5.1 marco contextual	26
5.1.1 Antecedentes	26
5.1.2 Institucional.	30
5.2 MARCO TÉORICO	36
5.2.1 INGENIERIA DE METODOS	37
6 diseño metodológico	50
6.1 tipo de investigación y enfoque metodológico	50
6.1.1 Tamaño de la Muestra	50
6.2 método de investigación	50
6.3 técnicas e instrumentos para la recolecciÓn de la informaciÓn	51
6.3.1 Fuentes de informaciÓn.	52
6.3.2 Técnicas para recolecciÓn de informaciÓn.	52
6.3.3 Instrumentos para registro de informaciÓn.	53
7 recursos del proyecto	69
8 cronograma de actividades	22
9 CONCLUSIONES	22
10 RECOMENDACIONES	23
11 bibliografía	25

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Causas y efectos del problema de investigación.....	21
Tabla 2: Maquinaria del área de bobinas	35
Tabla 3: Símbolos del diagrama de recorrido.....	44
Tabla 4: Therbligs Efectivo en la ingeniera de Métodos.....	48
Tabla 5: Therbligs No - Efectivo en la ingeniera de Métodos.....	49
Tabla 6: Actividades a Desarrollar para la implementación del E.T.M	50
Tabla 7: Lista de técnicas e Instrumentos	52
Tabla 8: Recursos para la implementación del proyecto.....	69

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1: Eficiencias mes Julio	16
Ilustración 2: Reporte de bobinas no conformes por maquina	17
Ilustración 3: Bobinas no conformes julio, agosto y septiembre del 2016	18
Ilustración 4: No Bobinas no conformes julio, agosto y septiembre del 2016	19
Ilustración 5: Tiempos Improductivos semanas 1,2 y 3 del Mes de Julio Área de Bobinado	20
Ilustración 6: <i>Consolidados Licitación 1 transformadores de alta tensión</i>	22
Ilustración 7: Logotipo eléctricos y telecomunicaciones CM	30
Ilustración 8: Ubicación de la Empresa eléctricos y telecomunicaciones CM	31
Ilustración 9: Productos eléctricos y telecomunicaciones CM	32
Ilustración 10: Imagen Marketing CM	32
Ilustración 11: Esquema de categoría de análisis	36
Ilustración 12: Simplificación del Trabajo	37
Ilustración 13: Medida del trabajo	38
Ilustración 14: Holguras en porcentaje para varias clases de trabajo	39
Ilustración 15: Ejemplo diagrama de operación (mesilla)	46
Ilustración 16: Therbligs	47
Ilustración 17: Encuesta aspectos generales del proceso de bobinado parte 1	54
Ilustración 18: Encuesta aspectos generales del proceso de bobinado parte 2	55
Ilustración 19: Diagrama Causa- Efecto	56
Ilustración 20: Formulario Necesidades del Colaborador	57
Ilustración 21: Flujograma	58
Ilustración 22: Matriz evaluación de actividades	59
Ilustración 23: Matriz Cursograma Analítico	60
Ilustración 24: Matriz Registro de Procesos x 2	61
Ilustración 25: Matriz Evaluación del Flujograma de Procesos	62
Ilustración 26: Matriz control de tiempos suplementarios	63
Ilustración 27: Toma de Tiempos	64
Ilustración 28: Login para el programa de Control de Eficiencias	65
Ilustración 29: Menú de modulo del programa de control de Eficiencias	66
Ilustración 30: Relación de unidades y tiempos del programa de control de Eficiencias	66
Ilustración 31: Modulo de Informes de acuerdo al estudio tiempos	67
Ilustración 32: Costo del no cumplimiento de la Meta del programa de control de Eficiencias	68
Ilustración 33: Ejemplo de las graficas del programa de control de Eficiencias	68
Ilustración 34: Dashborad del programa de control de Eficiencias	69
Ilustración 35: Cronograma de Ejecución del Proyecto	22

GLOSARIO

En orden alfabético se colocan las definiciones con negrilla, mayúscula y seguido de dos puntos, un espacio e iniciando en minúscula la primera palabra del párrafo, así:

FODA: es un acróstico de Fortalezas (factores críticos positivos con los que se cuenta), Oportunidades, (aspectos positivos que podemos aprovechar utilizando nuestras fortalezas), Debilidades, (factores críticos negativos que se deben eliminar o reducir) y Amenazas, (aspectos negativos externos que podrían obstaculizar el logro de nuestros objetivos).

DIAGRAMA DE FLUJO: representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

DIAGRAMA DE RECORRIDO: Es una especie de forma tabular del diagrama de cordel. Se usa a menudo para el manejo de materiales y el trabajo de distribución. El equivalente de este es el diagrama de frecuencia de los recorridos.

DIAGRAMA HOMBRE-MÁQUINA: Representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, conocer el tiempo usado por los hombres y el utilizado por las máquinas.

EFICIENCIA: Es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir lo que queremos determinadamente.

ERGONOMÍA: Estudio de las condiciones de adaptación de un lugar de trabajo, una máquina, un vehículo, etc., a las características físicas y psicológicas del trabajador o el usuario.

TIEMPO ESTANDAR: Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, si El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación sin mostrar síntomas de fatiga.

PROCESO: Procesamiento o conjunto de operaciones a que se somete una cosa para elaborarla o transformarla.

PROCESO PRODUCTIVO: es la secuencia de actividades requeridas para elaborar bienes que realiza el ser humano para satisfacer sus necesidades; esto es, la transformación de materia y energía (con ayuda de la tecnología) en bienes y servicios (y también, inevitablemente, residuos)

PRODUCTIVIDAD: Es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

PROPUESTA DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM EN LA LINEA DE BOBINADO

Autor: Asdrúbal Patiño Espinosa

Asesor: Héctor Ovidio Agudelo Bermúdez

Palabras claves: Tiempo estándar, Eficiencia, Planificación, Calidad, Maquinaria, Fechas de Entrega, Recursos, Bobinado, Mejora Continua, Producto, Precio, Costos, Rango Esperado, Estabilidad, Programación, Control.

RESUMEN

El siguiente trabajo propone una alternativa de solución para los problemas de programación, planificación de recursos, personal y maquinaria, fechas de entregas, calidad, entre otras falencia que ha venido teniendo la empresa ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A, principalmente en la línea de BOBINADO.

La principal causa de las falencias detectadas en la línea de bobinado es el no tener los tiempos estándar de fabricación de todos los productos que se fabrican en dicha línea, esto a su vez es una gran oportunidad de mejora continua, ya que todas las empresas giran alrededor de las necesidades del cliente.

Para los clientes es de vital importancia tres factores: fechas de entrega, calidad y precio. Estos factores pueden ser suplidos solo si, conozco el tiempo de fabricación de los productos, pues al saberlo se puede controlar la programación y planeación, por ende cumplir las fechas de entrega, mantener los costos en un rango esperado y estabilizar la calidad de los productos en el tiempo.

PROPOSAL OF A STUDY OF TIMES FOR THE IMPROVEMENT OF PRODUCTION PROCESSES IN THE COMPANY ELECTRICS AND TELECOMMUNICATIONS CM IN THE BOBINADO LINE

Author: Asdrúbal Patiño Espinosa

Adviser: Héctor Ovidio Agudelo Bermúdez

Key words: Standard Time, Efficiency, Planning, Quality, Machinery, Dates, Resources, Winding, Continuous Improvement, Product, Price, Costs, Expected Range, Stability, Programming, Control.

ABSTRACT

The following work proposes an alternative solution for the problems of programming, resource planning, personnel and machinery, delivery dates, quality, among other shortcomings that the company ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A has been, mainly in the BOBINADO line.

The main cause of the failures detected in the winding line is not having the standard manufacturing times of all the products that are manufactured in this line, this in turn is a great opportunity for continuous improvement, since all the companies turn around the customer's needs.

For customers it is vital three factors: dates of delivery, quality and price. These factors can be supplied only if I know the time of manufacture of the products, because to know it can control the scheduling and planning, therefore meet the delivery dates, keep costs in an expected range and stabilize the quality of the products in the time.

INTRODUCCIÓN

El estudio de tiempos juega un papel importante en la productividad de cualquier empresa de productos o servicios. Con este se pueden determinar los estándares de tiempo para la planeación, calcular costos, programar, contratar, evaluar la productividad, establecer planes de pago, entre otras actividades por lo que, cualquier empresa que busque un alto nivel competitivo debe centrar su atención en las técnicas del estudio de tiempos, y tener la capacidad de seleccionar la técnica adecuada para analizar la actividad seleccionada.

En este trabajo se hace una propuesta de un estudio de tiempos en la empresa ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A (empresa que se dedica a la fabricación de partes y piezas para transformadores de corriente eléctrica) en la LINEA DE BOBINADO, con el fin de que ellos puedan mejorar el funcionamiento de su área productiva para tener una mayor satisfacción de sus clientes y consolidándose como una de las mejores empresas en el sector metalelectrico. Además se pretende mostrar como el uso eficiente de las herramientas adquiridas en la ingeniería industrial puede mejorar los procesos de las compañías y ayudar al cumplimiento de los objetivos de tal empresa.

Sumando a esto, que para las empresas hoy en día, el eje que mueve toda la cadena de abastecimiento es el cliente, pues es el que acciona el funcionamiento de la cadena de abastecimiento, se hace importantísimo y primordial tener la capacidad de retenerlo y conseguir más clientes, permitiendo así a las empresas mantenerse en el mercado y lograr el crecimiento.

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Eléctricos y Telecomunicaciones CM, actualmente tiene problemas respecto a las promesas de entrega para sus clientes, puesto que nunca cumplen en las fechas pactadas, esto porque no existe una programación controlada dentro del área.

CM no tiene estandarizado el proceso en cuanto a consumos de materiales por referencia y mucho menos carece de la USP (Unidad Estándar Producción) por referencia de bobina, esto causa que no tengan conocimiento real de las capacidades de fabricación, de los tiempos estimados de fabricación, los materiales requeridos para la fabricación, entre otros. Haciendo difícil y casi que impredecible controlar el proceso.

Todo esto nos conlleva a retrasos, desconocimiento de las capacidades de los colaboradores, se hace impredecible programar ya que no se tiene un tiempo base para programar los turnos, materiales y formas de trabajar. CM al no tener conocimiento de sus tiempos de fabricación de bobinas, no tiene los costos claros existiendo la posibilidad de que estén vendiendo a pérdida sin haberse dado cuenta.

Actualmente en la empresa Eléctricos y Telecomunicaciones CM no se tienen tiempos estándar de los productos que se fabrican en el área de bobina, ya que esta área la coordina una persona empírica que no se hace responsable de su proceso en general y no tienen en cuenta definiciones técnicas de la ingeniería industrial.

Constantemente se encuentran descuadres de inventario y costos variables de las bobinas fabricadas, por otra parte, la problemática más drástica es la pérdida de los clientes al no cumplir las fechas de entrega que dicha área asigna.

Para CM, es muy costoso el incumplir las promesas de entrega ya que cada bobina no entregada le cuesta un 5% sobre el valor unitario de cada bobina, además de tener que proveer los costos logísticos adicionales por el tema de la entrega.

En el semestre 1 del actual año se han dejado de entregar 21600 unidades de bobinas trifásicas y monofásicas del total de órdenes de ese semestre, teniendo en cuenta que la bobina más económica tiene un precio de venta de \$ 25.000 antes de IVA si fuesen todas las no entregadas de la referencia Bobina: 1F-04-0.2 KVA, el 5% sobre \$ 25.000 sería \$ 1250, si multiplicamos esto por las 21600 unidades de bobinas no entregadas en el semestre uno (1) del año 2016, se puede llegar a la conclusión de que esta área por incumplimiento en las cantidades no

entregas tuvo una pérdida de \$ 27'000.000, todo la anterior perdida por la falta de programación adecuada del área.

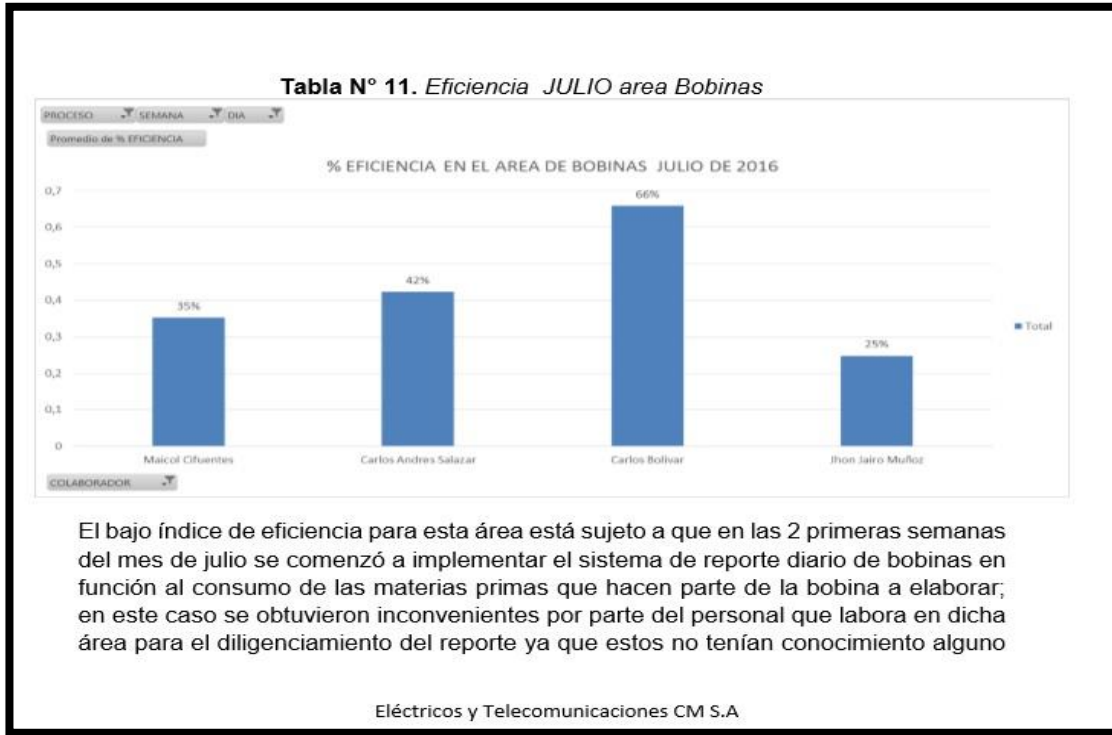
Sobrecostos de los productos fabricados

Como CM Eléctricos no conoce sus tiempos de fabricación el costo es variable, y se podría decir que siempre se está sobre costeando los diferentes productos que se fabrican en CM, porque el personal maneja un ocio muy grande ya que nadie les mide el ritmo de trabajo.

Incumplimiento en las entregas y entorpecimientos de los procesos que están ligados a este; en este caso a la producción general de la empresa

En CM Eléctricos se manejan indicadores tales como, producto no conforme, eficiencia por operario, línea y empresa en general, todas las demás líneas de CM, poseen estudios de tiempos y movimientos, a excepción del área de bobinado, donde para poder reflejar un resultado se comparan con la tasa de producción por hora de Rymel Ingeniería Eléctrica y por ende su resultado de eficiencia es bajo, por tal motivo cuando se saca el indicador de eficiencia general de toda la planta esté bajo, ya que el área de bobinas al tener un resultado de eficiencia negativo, perjudica las demás área que siempre se mantienen en mínimo 80% de eficiencia.

Ilustración 1: Eficiencias mes Julio



Fuente: Tableros de Control Eléctricos y Telecomunicaciones CM (2016)

Fallas en el inventario y constantes reajustes

Constantemente en los inventarios de materia de producción del área de bobinas, hay que realizar ajustes, y casi siempre quedan sin una justificación valedera, el ultimo inventario se realizó entre el 1 de octubre al 31 de octubre y el ajuste fue de casi \$ 9'000.000, esto es un ajuste muy grande para un área tan pequeña, ya que el ajuste de las otras líneas de producción fue de \$ 53.276 por derrame de una laca en polvo par pintura.

Defectos técnicos de calidad

El área de Bobinado tiene un constante flujo de bobinas no conformes, esto porque no se tiene estandarizado tiempos como: Horneado, tensión aplicada, continuidad eléctrica, entre otras actividades; si no que se realiza según los criterios o la experiencia del bobinador, esto trae grandes consecuencias, pues esta área depende solo de un (1) cliente que es Rymel y están perdiendo total credibilidad en Eléctricos y Telecomunicaciones CM

Ilustración 2: Reporte de bobinas no conformes por maquina

KVA	CANTIDAD	MAQUINA	
25 KVA	1	BAJA VIEJA	Maquina Baja tension # 1 (vieja) presenta 11 bobinas no conformes. Se realiza accion correctiva el dia 18/10/2016 por Diego Jaramillo. Se coloca el contacto del sensor del contador #2 mas cerca al punto de medicion de las vueltas (punto de referencia para el conteo). Se realiza nuevas verificaciones y se corrige el problema momentaneamente. Ademas se manda a realizar un buje con una cara plana para cambiar cambiar la pieza de la maquina
25 KVA	1	BAJA VIEJA	
25 KVA	1	BAJA VIEJA	
25 KVA	1	BAJA VIEJA	
25 KVA	1	BAJA VIEJA	
25 KVA	1	BAJA VIEJA	
15 KVA	1	BAJA VIEJA	
25 KVA	1	BAJA VIEJA	
25 KVA	1	BAJA VIEJA	
25 KVA	1	BAJA VIEJA	
25 KVA	1	BAJA VIEJA	
KVA	CANTIDAD	MAQUINA	
37.5 KVA	1	BAJA NUEVA	Maquina baja tension #2 (nueva) presenta un total de 33 bobinas no conformes
50 KVA	10	BAJA NUEVA	
25 KVA	6	BAJA NUEVA	
5 KVA	7	BAJA NUEVA	
50 KVA	1	BAJA NUEVA	
37.5 KVA	1	BAJA NUEVA	
37.5 KVA	1	BAJA NUEVA	
25 KVA	1	BAJA NUEVA	
50 KVA	1	BAJA NUEVA	
25 KVA	1	BAJA NUEVA	
50 KVA	1	BAJA NUEVA	
25 KVA	1	BAJA NUEVA	
50 KVA	1	BAJA NUEVA	
50 KVA	1	BAJA NUEVA	
50 KVA	1	BAJA NUEVA	
KVA	CANTIDAD	MAQUINA	
25 KVA	1	ALTA VIEJA	Maquina Alta tension #1 (vieja) presenta 1 bobina no conforme
KVA	CANTIDAD	MAQUINA	
37.5 KVA	1	ALTA NUEVA	Maquina Alta #2 (nueva) presenta 19 bobinas no conformes
50 KVA	2	ALTA NUEVA	
5 KVA	2	ALTA NUEVA	
5 KVA	3	ALTA NUEVA	
25 KVA	4	ALTA NUEVA	
37.5 KVA	1	ALTA NUEVA	
25 KVA	1	ALTA NUEVA	
25 KVA	1	ALTA NUEVA	
25 KVA	1	ALTA NUEVA	
25 KVA	1	ALTA NUEVA	
25 KVA	1	ALTA NUEVA	
5 KVA	1	ALTA NUEVA	
5 KVA	1	ALTA NUEVA	
5 KVA	1	ALTA NUEVA	
5 KVA	1	ALTA NUEVA	

Fuente: Reporte de bobinas no conformes área de calidad Eléctricos CM

Ilustración 3: Bobinas no conformes julio, agosto y septiembre del 2016

Octubre 19 de 2016						
Reporte de NO CONFORMIDADES DE BOBINAS						
De los reportes que ha enviado RYMEL no todas las bobinas indicadas hacen parte de las devoluciones hacia CM como es el caso de las 10 bobinas de Giovanni por el coco estrecho (estas bobinas no son devueltas a CM). <i>Así sucede con otras bobinas las cuales son arregladas en RYMEL pero son notificadas como no conformidades para tener en cuenta en nuestro proceso con el fin de las acciones correctivas correspondientes (por tal condición no se tiene estipulada la fecha de realización de unas bobinas).</i>						
KVA	DESCRIPCION DE LA NC	CANTIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE ELABORACION	MAQUINA	OBSERVACIONES
37.5 KVA	Sobra 1 espira BT ext	1	HUGO MOSQUERA	25/08/2016	BAJA NUEVA	
37.5 KVA	Sobran 12 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	23/08/2016	ALTA NUEVA	
50 KVA	Coco estrecho	10	GIOVANNI	6/09/2016	BAJA NUEVA	Se presenta inconveniente. Se arreglan en rymel
50 KVA	Faltan 10 espiras AT	2	CARLOS BOLIVAR	13/08/2016	ALTA NUEVA	
5 KVA	Faltan 29 espiras AT	2	CARLOS BOLIVAR	13/07/2016	ALTA NUEVA	
5 KVA	Faltan 29 espiras AT	3	CARLOS BOLIVAR	15/07/2016	ALTA NUEVA	
25 KVA	Sobra 1 espira BT ext	6	HUGO MOSQUERA		BAJA NUEVA	
25 KVA	Sobran 12 espiras AT	4	CARLOS BOLIVAR	N/A	ALTA NUEVA	NO SE TIENE FECHA. Posiblemente reparada en rymel
5 KVA	Faltan ó sobran 2 espiras BT	7	MAICOL CIFUENTES		BAJA NUEVA	Trabajo entre el 12 y 19 de Julio
5 KVA	Mucha sillicona	2	MAICOL CIFUENTES		N/A	se devuelven por exceso de sillicona
50 KVA	Baja exterior desplazada	1	HUGO MOSQUERA	5/09/2016	BAJA NUEVA	Coco muy estrecho
37.5 KVA	Sobra 1 espira BT ext	1	HUGO MOSQUERA	24/08/2016	BAJA NUEVA	
37.5 KVA	Sobran 11 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	26/08/2016	ALTA NUEVA	
37.5 KVA	Sobra 1 espira BT ext	1	HUGO MOSQUERA	29/08/2016	BAJA NUEVA	
25 KVA	Falta 1 espira BT ext	1	GIOVANNI	14/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Falta 1 espira BT ext	1	JHON MUÑOZ	6/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Faltan 21 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	3/09/2016	ALTA NUEVA	
25 KVA	Faltan 25 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	3/08/2016	ALTA NUEVA	
25 KVA	Sobran 2 BT Int	1	GIOVANNI	14/09/2016	BAJA VIEJA	
50 KVA	Fleje desplazado BT ext	1	GIOVANNI	12/08/2016 y 13/08/2016	BAJA NUEVA	Coco muy estrecho. Solo elaboro bobinas estos 2 dias
25 KVA	Falta 1 BT ext	1	JHON MUÑOZ	21/09/2016	BAJA NUEVA	
25 KVA	Faltan 12 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	20/09/2016	ALTA NUEVA	
25 KVA	Faltan 6 espiras AT	1	MAICOL CIFUENTES	8/09/2016	ALTA VIEJA	
25 KVA	Falta 1 espira BT ext	1	JHON MUÑOZ	7/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Falta 1 espira BT ext	1	GIOVANNI	7/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Sobra 1 espira BT int	1	GIOVANNI	31/08/2016	BAJA VIEJA	LLEGAN EL 28 DE SEPTIEMBRE DE 2016 A CM
50 KVA	Sobra 1 espira BT int	1	HUGO MOSQUERA	6/09/2016	BAJA NUEVA	
50 KVA	Sobra 1 espira BT int	1	HUGO MOSQUERA	7/09/2016	BAJA NUEVA	
50 KVA	Faltan 2 espiras BT ext	1	GIOVANNI	13/09/2016	BAJA NUEVA	
25 KVA	Falta 1 espira en BT	1	JHON MUÑOZ	14/09/2016	BAJA VIEJA	
15 KVA	Falta 1 espira en BT	1	JHON MUÑOZ	21/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Sobra 1 espira en BT	1	ANDRES SALAZAR	13/09/2016	BAJA VIEJA	LLEGAN EL 14 DE OCTUBRE DEL 2016 A CM
25 KVA	Sobra 1 espira en BT	1	ANDRES SALAZAR	11/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Falta 1 espira en BT	1	GIOVANNI	14/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Falta 18 espira en AT	1	CARLOS BOLIVAR	16/09/2016	AT NUEVA	
25 KVA	Falta 1 espira en BT	1	GIOVANNI	14/09/2016	BT VIEJA	LLEGAN EL 20 DE OCTUBRE DE 2016
5 KVA	Primario abierto	1	MAICOL CIFUENTES	26/09/2016	AT NUEVA	
5 KVA	Abierto entre ultimo tap y fin	1	MAICOL CIFUENTES	14/09/2016	AT NUEVA	
Nota: Se presenta a revision del encode por parte del mecanico de rymel el dia 13 de septiembre para revision (fallas) Se presenta a revision del encode por parte del mecanico de rymel el dia 19 de Octubre para revision y arreglos de medidores (fallas)						
KVA	DESCRIPCION DE LA NC	CANTIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE ELABORACION	MAQUINA	
37.5 KVA	Sobra 1 espira BT ext	1	HUGO MOSQUERA	25/08/2016	BAJA NUEVA	
25 KVA	Sobra 1 espira BT ext	6	HUGO MOSQUERA		BAJA NUEVA	
50 KVA	Baja exterior desplazada	1	HUGO MOSQUERA	5/09/2016	BAJA NUEVA	
37.5 KVA	Sobra 1 espira BT ext	1	HUGO MOSQUERA	24/08/2016	BAJA NUEVA	
37.5 KVA	Sobra 1 espira BT ext	1	HUGO MOSQUERA	29/08/2016	BAJA NUEVA	
25 KVA	Falta 1 espira BT ext	1	HUGO MOSQUERA	2/09/2016	BAJA NUEVA	
50 KVA	Sobra 1 espira BT int	1	HUGO MOSQUERA	6/09/2016	BAJA NUEVA	
50 KVA	Sobra 1 espira BT int	1	HUGO MOSQUERA	7/09/2016	BAJA NUEVA	
KVA	DESCRIPCION DE LA NC	CANTIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE ELABORACION	MAQUINA	
37.5 KVA	Sobran 12 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	23/08/2016	ALTA NUEVA	
50 KVA	Faltan 10 espiras AT	2	CARLOS BOLIVAR	13/08/2016	ALTA NUEVA	
5 KVA	Faltan 29 espiras AT	2	CARLOS BOLIVAR	13/07/2016	ALTA NUEVA	
5 KVA	Faltan 29 espiras AT	3	CARLOS BOLIVAR	15/07/2016	ALTA NUEVA	
25 KVA	Sobran 12 espiras AT	4	CARLOS BOLIVAR	N/A	ALTA NUEVA	
37.5 KVA	Sobran 11 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	26/08/2016	ALTA NUEVA	
25 KVA	Faltan 21 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	3/09/2016	ALTA NUEVA	
25 KVA	Faltan 25 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	3/08/2016	ALTA NUEVA	
25 KVA	Faltan 12 espiras AT	1	CARLOS BOLIVAR	20/09/2016	ALTA NUEVA	
25 KVA	Falta 18 espira en AT	1	CARLOS BOLIVAR	16/09/2016	AT NUEVA	
KVA	DESCRIPCION DE LA NC	CANTIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE ELABORACION	MAQUINA	
50 KVA	Coco estrecho	10	GIOVANNI	6/09/2016	BAJA NUEVA	
25 KVA	Sobran 2 BT Int	1	GIOVANNI	14/09/2016	BAJA VIEJA	
50 KVA	Fleje desplazado BT ext	1	GIOVANNI	12/08/2016 y 13/08/2016	BAJA NUEVA	
25 KVA	Falta 1 espira BT ext	1	GIOVANNI	7/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Sobra 1 espira BT int	1	GIOVANNI	31/08/2016	BAJA VIEJA	
50 KVA	Faltan 2 espiras BT ext	1	GIOVANNI	13/09/2016	BAJA NUEVA	
25 KVA	Falta 1 espira en BT	1	GIOVANNI	14/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Falta 1 espira en BT	1	GIOVANNI	14/09/2016	BT VIEJA	
KVA	DESCRIPCION DE LA NC	CANTIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE ELABORACION	MAQUINA	
25 KVA	Falta 1 espira BT ext	1	JHON MUÑOZ	6/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Falta 1 BT ext	1	JHON MUÑOZ	21/09/2016	BAJA NUEVA	
25 KVA	Falta 1 espira BT ext	1	JHON MUÑOZ	7/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Falta 1 espira en BT	1	JHON MUÑOZ	14/09/2016	BAJA VIEJA	
15 KVA	Falta 1 espira en BT	1	JHON MUÑOZ	21/09/2016	BAJA VIEJA	
KVA	DESCRIPCION DE LA NC	CANTIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE ELABORACION	MAQUINA	
5 KVA	Faltan ó sobran 2 espiras BT	7	MAICOL CIFUENTES		BAJA NUEVA	
5 KVA	Mucha sillicona	2	MAICOL CIFUENTES		N/A	
25 KVA	Faltan 6 espiras AT	1	MAICOL CIFUENTES	8/09/2016	ALTA VIEJA	
5 KVA	Primario abierto	1	MAICOL CIFUENTES	26/09/2016	AT NUEVA	
5 KVA	Abierto entre ultimo tap y fin	1	MAICOL CIFUENTES	14/09/2016	AT NUEVA	
KVA	DESCRIPCION DE LA NC	CANTIDAD	RESPONSABLE	FECHA DE ELABORACION	MAQUINA	
25 KVA	Sobra 1 espira en BT	1	ANDRES SALAZAR	13/09/2016	BAJA VIEJA	
25 KVA	Sobra 1 espira en BT	1	ANDRES SALAZAR	11/09/2016	BAJA VIEJA	

Fuente: Informe de no Conformidades Área Calidad Eléctricos CM (2016)

Mudas constantes por falta de material

En CM Eléctricos constantemente existen paras que no se están controlando por el Administrador del área, esto representa un costo para la compañía, acompañado de un desperdicio de la mano de obra y por ende contribuye a que las entregas no se realicen en las fechas establecidas.

Ilustración 4: No Bobinas no conformes julio, agosto y septiembre del 2016

Fecha			COLABORADOR	PRODUCTO	DISEÑO	TENSION	PESO PROM BOBINA	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE W	MUDAS
dd	mm	AAAA									
1	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,60	7:00 AM	3:00 PM	8	330
1	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	39,40	9:00 AM	3:00 PM	6	20
1	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA ALTA TENSION 10 kVA	1BOG15MOAU-ESSA	13200/240/120	38,77	7:00 AM	5:00 PM	10	30
2	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	39,41	9:00 AM	3:00 PM	6	45
5	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	39,40	9:00 AM	3:00 PM	6	54
5	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	38,60	7:00 AM	3:00 PM	8	30
5	Julio	2016	Maicol Cifuentes	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,58	7:00 AM	5:00 PM	10	30
5	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,50	7:00 AM	5:00 PM	10	25
6	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,30	11:00 AM	4:30 PM	6	30
6	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	39,45	7:00 AM	3:00 PM	8	0
7	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	0,00	11:15 AM	4:30 PM	5	
7	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,22	9:30 AM	4:30 PM	7	120
7	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,14	12:20 PM	3:30 PM	3	
8	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,13	6:00 AM	3:00 PM	9	220
8	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,26	7:00 AM	2:00 PM	7	
8	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,20	8:00 AM	3:30 PM	8	
		2016								Total Mudass	934

Fuente: Tableros de Control Eléctricos y Telecomunicaciones CM (2016)

En la tabla anterior se evidencia el registro de los tiempos improductivos que tiene el área en la semana 1 del mes de julio, estos tiempos se dieron por las siguientes causas: Falta de MP, Falla en la Bobinadora # 3 de alta Tensión.

A continuación, se relaciona las paras de las semanas 2,3 y 4 del mes de Julio donde la causa sigue siendo la misma falta de materia Prima, en este caso Fleje de Aluminio, Alambre de Aluminio esmaltado N°8 y Papel Aislante de 0,25 mm.

Ilustración 5: Tiempos Improductivos semanas 1,2 y 3 del Mes de Julio Área de Bobinado

Fecha			Colaborador	PRODUCTO	DISEÑO	TENSION	PESO PROM	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE TRABAJO	MUDAS
dd	mm	AAAA									
11	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,28	7:00 AM	4:30 PM	10	120
11	Julio	2016	Maicol Cifuentes	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	0,00	7:00 AM	5:00 PM	10	
11	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,26	7:30 AM	4:30 PM	9	
11	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,21	7:30 AM	2:30 PM	7	25
12	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,27	8:00 AM	4:30 PM	9	
13	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,20	7:00 AM	4:30 PM	10	35
12	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,29	7:00 AM	4:30 PM	10	
13	Julio	2016	Maicol Cifuentes	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,32	5:50 AM	5:15 PM	11	56
13	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,34	6:30 AM	3:30 PM	9	60
12	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,23	6:30 AM	3:30 PM	9	
12	Julio	2016	Maicol Cifuentes	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	0,00	7:00 AM	5:00 PM	10	60
14	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,25	6:30 AM	3:30 PM	9	
15	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,38	6:00 AM	3:00 PM	9	96
14	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,27	7:00 AM	4:50 PM	10	
14	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,20	7:00 AM	5:00 PM	10	
Total Mudras											452

Fecha			Colaborador	PRODUCTO	DISEÑO	TENSION	PESO PROM	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE TRABAJO	MUDAS
dd	mm	AAAA									
16	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,875	6:00 AM	1:00 PM	7	
18	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,2440909	6:00 AM	5:40 PM	12	
18	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,375	6:00 AM	3:00 PM	9	
18	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,2	11:00 AM	1:30 PM	3	
18	Julio	2016	Maicol Cifuentes	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1FTG16 MOALAU - REP	13200/240/120	3,29375	7:00 AM	5:00 PM	10	120
19	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,2185	6:30 AM	5:30 PM	11	
19	Julio	2016	Maicol Cifuentes	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1FTG16 MOALAU - REP	13200/240/120	3,3014286	7:00 AM	5:00 PM	10	
19	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,38625	10:30 AM	4:00 PM	6	
21	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1AOG15MO-ESSA	7200/240/120	38,69	1:00 PM	3:00 PM	2	
21	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,2	7:00 AM	4:30 PM	10	110
21	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	38,68	1:00 PM	3:00 PM	2	
21	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,13	6:00 AM	9:30 AM	4	
21	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	3,2114286	5:30 PM	5:30 AM	12	
22	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,12	7:00 AM	5:00 PM	10	60
22	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	38,951429	6:00 AM	4:00 PM	10	
22	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA BAJA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	13200/240/120	9,726	5:30 PM	6:00 AM	12	
23	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1AOG15MO-ESSA	7200/240/120	39,1	6:00 AM	1:00 PM	7	
Total Paras											290

Fecha			Colaborador	PRODUCTO	DISEÑO	TENSION	PESO PROM	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE W	MUDAS
dd	mm	AAAA									
25	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	39,1	6:00 AM	3:00 PM	9	0
25	Julio	2016	Jhon jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,0	8:00 AM	4:40 PM	9	0
26	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,1	7:00 AM	4:40 PM	10	30
26	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	39,1	7:00 AM	3:00 PM	8	0
26	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	1300/240/120	9,2	7:00 AM	4:50 PM	10	0
27	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	1300/240/120	9,2	7:00 AM	5:00 PM	10	330
27	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	39,2	7:00 AM	3:30 PM	9	0
28	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	1300/240/120	9,5	7:00 AM	5:00 PM	10	220
28	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	39,1	7:00 AM	4:00 PM	9	45
28	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	20,3	7:00 AM	4:40 PM	10	80
29	Julio	2016	Carlos Andres Salazar	BOBINA ALTA TENSION 5 kva	1AOG15MO-ESSA	1300/240/120	#! DIV/0!	7:00 AM	4:40 PM	10	90
30	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	#! DIV/0!	8:00 AM	1:00 PM	5	0
29	Julio	2016	Carlos Bolivar	BOBINA ALTA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	#! DIV/0!	6:00 AM	1:00 PM	7	
29	Julio	2016	Jhon Jairo Muñoz	BOBINA BAJA TENSION 50 kva	1FTG16 MOALAU - REP	7200/240/120	#! DIV/0!	7:00 AM	4:40 PM	10	310
Total Paras											1105

Fuente: Tableros de Control Eléctricos y Telecomunicaciones CM (2016)

Como se puede observar en las anteriores tablas el área de Bobinado de Eléctricos y Telecomunicaciones CM logro alcanzar 2781 minutos en el mes de Julio de Tiempo improductivo, diferente de los tiempos suplementarios que tienen como operarios, si el costo promedio del minuto de un bobinador está en \$110, se podría decir que CM tuvo una pérdida de \$305.910 aparte del hecho de no producir productos en este tiempo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorar la eficiencia del área de bobinados de la empresa eléctricos y telecomunicaciones cm y cumplir las promesas de entrega para los diferentes clientes?

Tabla 1: Causas y efectos del problema de investigación

POSIBLES CAUSAS	SITUACION	EFFECTOS	PREGUNTA
<ul style="list-style-type: none"> • No Tener tiempos estándar de las referencias de Bobinas que se fabrican • No tener consumos de materiales para las diferentes referencias de bobinas • No contar con el personal calificado en esta área • Falta de conocimientos de los subprocesos de la operación de bobinar por parte del coordinador • No existe un método de controlar la eficiencia del área • Fechas de entrega prematuras 	<ul style="list-style-type: none"> • Incumplimiento de la promesa de entrega de los pedidos con los clientes • Dificultad de controlar y programar el área de Bobinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecostos de los productos fabricados • Incumplimiento en las entregas y entorpecimientos de los procesos que están ligados a este; en este caso a la producción general de la empresa • Tiempo de ocio determinado por el colaborador • Fallas en el inventario y constantes reajustes • Defectos técnicos de calidad • Mudas constantes por falta de material 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Si se realiza un estudio de tiempos para mejorar la programación del área y de este modo poder dar fechas de entrega asertivas, se podría cumplir las promesas de entrega?

Fuente: Autoría propia

Ilustración 6: Consolidados Licitación 1 transformadores de alta tensión

Cía	Nº orden	2º nº art	3º nº art	Descripción línea	UM	Cantidad	Nombre proveedor	Fecha solíc	F entr comp
Bogota	16004831	1011504495	L101150449	1 3F-005-TRIBAGO	UN	15000	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	23-ago.-16	27-sep.-16
Bogota	16002094	1011505027	N101150502	1 3F-005-TRIBAGO	UN	6000	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	23-ago.-16	27-sep.-16
Bogota	16005663	1011504495	L101150449	1 3F-005-TRIBAGO	UN	1000	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	23-ago.-16	27-sep.-16
Bogota	16005663	1011504495	L101150449	2 2F-005-PANAMA	UN	14200	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	23-sep.-16	27-sep.-16
Copacabana	16005636	1011504310	L101150431	1 2F-003-CODENSA	UN	5000	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	22-sep.-16	30-sep.-16
Copacabana	16005663	1011504495	L101150449	3 2F-002-COSTA RICA	UN	10000	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	23-sep.-16	4-oct.-16
Bogota	16005636	1011504310	L101150431	2 3F-005-TRIBAGO	UN	5000	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	22-sep.-16	7-oct.-16
Bogota	16005636	1011502675	L101150267	4 2F-005-PANAMA	UN	3600	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	22-sep.-16	14-oct.-16
Bogota	16005663	1011504495	L101150449	4 2F-005-PANAMA	UN	9200	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	23-sep.-16	18-oct.-16
Bogota	16005636	1011504310	L101150431	3 2F-005-PANAMA	UN	5000	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	22-sep.-16	24-oct.-16
Bogota	16005636	1011502675	L101150267	5 3F-005-TRIBAGO	UN	7200	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	22-sep.-16	12-nov.-16
Bogota	16005663	1011504495	L101150449	5 2F-002-COSTA RICA	UN	15000	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES	23-sep.-16	12-nov.-16
Bogota	16005570	4232400010	4232400010	1 2F-002-COSTA RICA	UN	1	ELECTRO INGENIERIAS UPEGUIS	20-sep.-16	18-nov.-16
Bogota	16005570	4232400010	4232400010	2 3F-005-TRIBAGO	UN	1	ELECTRO INGENIERIAS UPEGUIS	20-sep.-16	18-nov.-16

ESTADO DE PEDIDOS	
Órdenes atrasadas	8
Órdenes próximas a entregar	2
Total órdenes	13
Porcentaje de cumplimiento	38%

Fuente: Ordenes de Entrega área de Bobinado Eléctricos y Telecomunicaciones CM

Como podemos ver en el consolidado de órdenes de la licitación 1 para transformadores de alta tensión con cliente final Rymel Copacabana y Rymel Bogotá, el área de Bobinado de CM eléctricos tiene 8 ordenes atrasadas, siendo esta evidencia de unos de los problemas encontrados en la empresa, los incumplimientos en las promesas de entrega.

Así como esta consolidación de órdenes por licitación atrasada, hay muchas generadas en lo que va del tercer trimestre del año 2016.

2 DELIMITACIÓN

2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

El proyecto se desarrolló en el área de producción de la empresa Eléctricos y Telecomunicaciones CM, la cual está ubicada en la calle 16 N° 45 – 72 barrio Colombia de la ciudad de Medellín (Antioquia).

2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El período de elaboración del proyecto está limitado entre el 04 de Agosto del 2017 y el 15 de Noviembre del 2017

2.3. DELIMITACIÓN TEMÁTICA

Campo: Ingeniería Industrial.

Área: Industrial y Manufactura

Aspecto: Gestión de problemas industriales y organizacionales desde la perspectiva económica financiera.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Estandarizar el tiempo para la línea de producción de bobinado como método práctico y eficaz que repercute en sus índices de productividad

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico al proceso de producción de bobinados, determinando tiempos y movimientos actuales mediante herramientas para el estudio del trabajo
- Elaborar un marco teórico que sirva como base conceptual para la propuesta de implementación del estudio de tiempos, utilizada en la actualidad en las empresas líderes a nivel mundial
- Plantear una propuesta que permita mejorar el proceso de producción de bobinados a través de un método eficiente

4 JUSTIFICACIÓN

La realización de un estudio de métodos y tiempos para la empresa ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM es de vital importancia ya que este estudio en el área de bobinado le permitirá a la empresa conocer su ritmo de producción y la manera como se encuentra distribuido el trabajo, esta información facilitará la programación de la producción, el control de los costos de producción e identificar los posibles problemas que se presenten en la línea de producción. El presente estudio se justifica desde el punto de vista práctico porque propone al problema planteado una solución, cuyos pasos se describen en los objetivos del presente documento.

5 MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO CONTEXTUAL

5.1.1 Antecedentes

5.1.1.1 Ingeniería de métodos

La ingeniería de métodos es una rama de la ingeniería industrial, y generalmente se le considera como una especialización de esta área. En general, puede decirse que la ingeniería de métodos es la técnica encargada de incrementar la productividad con los mismos recursos u obtener lo mismo con menos dentro de una organización, empleando para ello un estudio sistemático y crítico de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo. Esta definición es sencilla y se refiere únicamente a una visión global de ésta.

5.1.1.2 Origen de la ingeniería de métodos

Frederick Taylor Principios de Administración Científicos el Primer paso a la ingeniería de Métodos

Nació en la ciudad de Germantown (Pennsylvania) el 20 de marzo de 1856 y murió en Filadelfia en 1915. Se crio en el seno de una familia acomodada. Debido a un problema en la vista Frederick tuvo que abandonar sus estudios universitarios de Derecho, y a partir de 1875 empezó a trabajar como obrero en una empresa industrial siderúrgica de Filadelfia.

Luego pasó a dirigir un taller de maquinaria, donde observó el trabajo de los obreros que se encargaban de cortar los metales. Como consecuencia de esta observación Frederick Taylor tuvo la idea de analizar el trabajo, descomponiéndolo en tareas simples, las cuales serían cronometradas de forma estricta, además de exigir a los trabajadores la realización de las tareas necesarias en el tiempo justo. Ingeniero estadounidense, que promovió la organización científica del trabajo. De esta manera se instauraron las tareas reduciendo al máximo los tiempos por desplazamientos del trabajador o por cambios de actividad, y estableciendo un salario a destajo (por pieza producida) en función del tiempo de producción estimado, entre otras cuestiones. Para el contexto histórico en que se desarrolló el taylorismo, representó un gran adelanto y una gran innovación frente al sistema.

Taylor comenzó a trabajar, de 1898 a 1901, como ingeniero jefe en una gran compañía siderúrgica de Pennsylvania (Bethlehem Steel Company). Él pudo armar un equipo con el que desarrolló sus métodos, completó sus innovaciones

organizativas con descubrimientos puramente técnicos (como los aceros de corte rápido, en 1900). Asimismo, publicó varios libros en los que defendía la organización científica del trabajo, siendo el principal "Principios y métodos de gestión científica" (1911).

Este análisis del trabajo permitió organizar las tareas de tal manera que se redujeran al máximo los tiempos por desplazamientos del trabajador o por cambios de actividad o de herramientas; y establecer un salario a destajo (por pieza producida) en función del tiempo de producción estimado, salario que debía actuar como incentivo para la intensificación del ritmo de trabajo. A esta idea de analizar el trabajo le siguió una serie de estudios analíticos sobre tiempos de ejecución y remuneración del trabajo. Sus principales puntos fueron determinar científicamente el trabajo estándar, para así crear, además de una revolución mental, un trabajador funcional. En su estudio los principales puntos que tuvo en cuenta fueron los siguientes: estudio de tiempos, estudio de movimientos, estandarización de herramientas, departamento de planificación, principio de administración por excepción, tarjeta de enseñanzas para los trabajadores, reglas de cálculo para el corte del metal, el sistema de ruteo, métodos de determinación de costos, selección de empleados por tareas, incentivos en caso de terminar el trabajo a tiempo.

Hay que saber que antes de las propuestas de Taylor los obreros eran responsables de planear y ejecutar sus labores; por lo que se les encomendaba la producción, teniendo ellos la libertad de realizar sus tareas de la forma más correcta según su parecer. Por lo tanto, se debe reconocer que representó el sueño de una época, ya que a principios del siglo XX en Estados Unidos imperaba el hecho de alcanzar la mayor eficiencia posible, cuidando el medio ambiente, unido a esto una explosión demográfica acelerada en las ciudades, una demanda creciente de productos y el pesar de la guerra. Es por eso que los principios de Frederick Taylor, en ese momento, representaron un gran adelanto y una gran innovación frente al sistema.

El deseo de Taylor en aplicar su organización científica del trabajo tenía que ver con conseguir la máxima prosperidad del empresario, además de lograr la máxima prosperidad para el trabajador. La organización científica del trabajo, también conocida como taylorismo, se expandió por los Estados Unidos desde fines del siglo XIX, gracias a los empresarios industriales, que veían en ella la posibilidad de acrecentar su control sobre el proceso de trabajo, al tiempo que elevaban la productividad y podían emplear a trabajadores no cualificados (inmigrantes no sindicados) en tareas manuales cada vez más simplificadas, mecánicas y repetitivas. (Tomado de: <http://www.theodinstitute.org/joomla/que-dicen-los-expertos-en-empresas-y-do/10-autores/189-taylor-frederick-w.html>), 2017

5.1.1.3 Evolución histórica

- Año 1760: Jean Rodolphe Perronet hace estudios de tiempos para la fabricación de alfileres comunes No. 6.
- Año 1776: Adam Smith publica “La riqueza de las Naciones”.
- Año 1820: Charles Babbage hace estudios de tiempo para alfileres comunes No. 11.
- Año 1832: Charles Babbage publica On the Economy of Machinery and Manufacturers (Sobre la economía de la maquinaria y los fabricantes).
- Año 1881: Frederick W. Taylor comienza su trabajo sobre el estudio de tiempos.
- Año 1895: Taylor presenta sus descubrimientos a la ASME. Publica su ensayo “A piece rate system”.
- Año 1901: Henry L. Gantt desarrolla su sistema de salarios de tarea y bono o bonificación.
- Año 1903: Taylor presenta su ensayo sobre administración del taller (“Shop Management”) a la ASME.
- Año 1906: Taylor da a conocer su trabajo sobre el arte de cortar los metales (“ON the art of cutting metals”).
- Año 1909: Frank Gilbreth publica su artículo “Bricklayng system” (Sistema de colocación de ladrillos).
- Año 1910: El término administración científica (scientific management) fue acuñado por Louis Brandeis en una reunión en casa de H. L. Gantt. La Interstate Comerce Comisión inicia una investigación del estudio de tiempos. Gilbreth da a conocer “Estudio de movimientos” (Motion Study). Gantt publica su obra: “Trabajo, salarios y ganancias” (Work, Wages and Profits)
- Año 1911: Conferencia sobre administración científica patrocinada por Amos TUC School of Administration and Finance, del Darmouth Collage. Taylor publica su ensayo “Los principios de la administración científica” (The principles of Scientific Management) Harrington. Emerson publica “La eficiencia como base para operación y salarios” (Efficiency as a Basis for Operation and Wages)
- Año 1912: Se organiza la Sociedad para Promover la Ciencia de la Administración. Emerson afirma que se puede ahorrar un millón de dólares diarios si los ferrocarriles del Este aplican la administración científica. Gilbreth publica “Compendio de administración científica” (Primer of Scientific Management).

- Año 1913: Emerson publica “Los doce principios de la eficiencia”. El Congreso estadounidense agrega cláusulas al proyecto de ley de asignación estipulando que ninguna parte de ésta puede ser utilizada para el pago del personal comprometido en el trabajo de estudio de tiempos. Henry Ford da a conocer la primera línea de ensamblaje móvil, en Detroit.
- Año 1914: El profesor Robert Hoxie publica “Administración científica y trabajo”. La Ford Motor Company introduce el salario de 5 dólares diarios.
- Año 1915: Se funda la Sociedad Taylor en sustitución de la Sociedad para Promover la Ciencia de la Administración.
- Año 1916: Gantt publica “Liderazgo Industrial”.
- Año 1917: Frank y Lillian Gilbreth publican “Aplicaciones del estudio de Movimientos”.
- Año 1923: Se funda la American Management Associations.
- Año 1927: Elton Mayo comienza los experimentos de Hawthorne en la planta de Hawthorne, Illinois, de la Western Electric Company.
- Año 1933: Ralph M. Barnes recibe el primer Ph.D. otorgado en los Estados Unidos en el campo de la ingeniería industrial, por la universidad de Cornell. Su tesis llevó a la publicación de su “Estudio de Movimientos y Tiempos”.
- Año 1936: Se organiza la Sociedad para el Progreso de la Administración.
- Año 1940: Morris Cooke y Philip Murray publican “Mano de obra organizada y producción”.
- Año 1945: El Departamento de Trabajo estadounidense propugna establecer estándares para mejorar la productividad de los pertrechos de guerra.
- Año 1947: Entra en funciones un decreto de ley que permite a la Secretaria de Guerra estadounidense utilizar el estudio de tiempos.
- Año 1948: Fundación del Instituto de Ingenieros Industriales en Columbus, Ohio. Eiji Toyoda y Taichi Ohno en Toyota Motor Company inician el concepto de producción orientada (Lean Production).
- Año 1949: Prohibición del uso de cronómetros, derivado del lenguaje de asignación.

•Año 1972: La Sociedad para el Progreso de la Administración se une a la American Management Association.

•Año 1975: Se emite la norma MIL-STD 1567 (USAF), Medición del trabajo.

•Año 1983: Se emite la norma MIL-STD 1567 A, Medición del trabajo.

•Año 1986: Se concluye el Apéndice de la Guía para la medición del Trabajo, MIL-STD 1567 A.

(Biblioteca de la Universidad Nacional Experimental Politécnica. Principios de la ingeniería de Metodos: Origen de tiempos y movimientos. Recuperado el 22 de Febrero del 2017, de <http://www.unexpo.edu.ve/principal/>)

5.1.2 Institucional.

5.1.2.1 Eléctricos y telecomunicaciones cm

Eléctricos y telecomunicaciones CM (2017); es una empresa orientada a satisfacer al máximo las necesidades de los nuestros clientes, en el suministro de material eléctrico, servicios de montajes eléctricos y producción de material publicitario en hojalata, mecanizado e inyección plástica

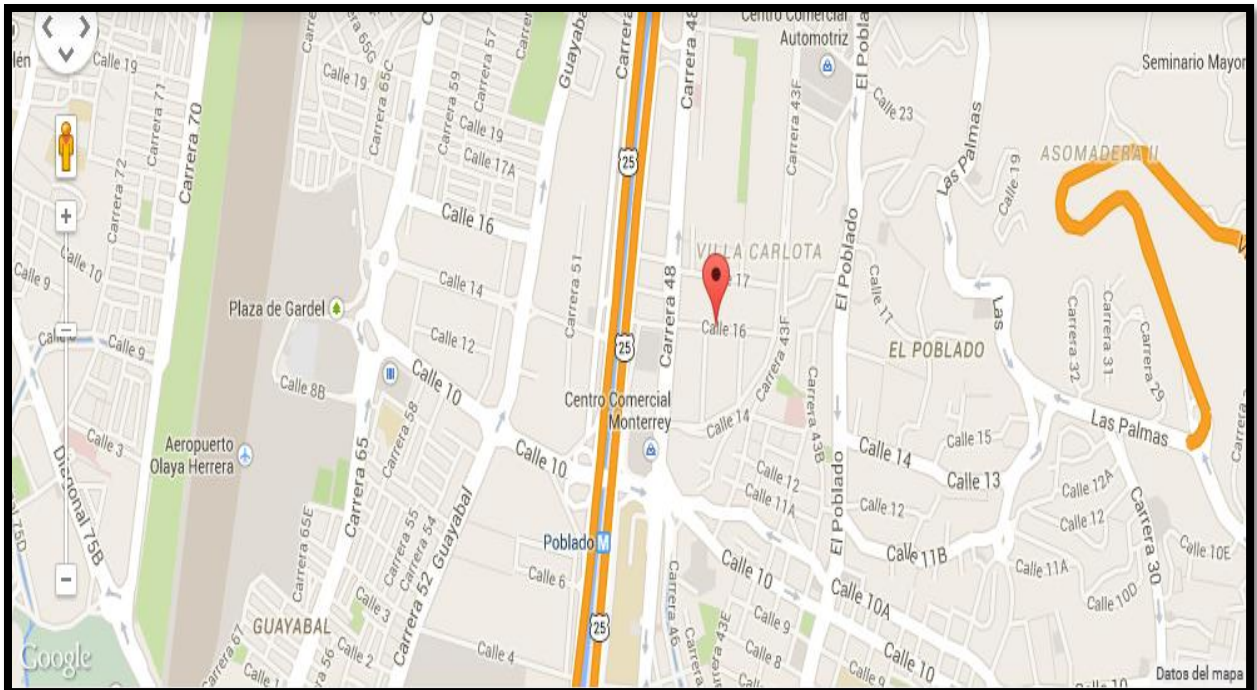
Ilustración 7: Logotipo eléctricos y telecomunicaciones CM



Fuente: <http://www.cmsa.com.co/contacto>

La empresa eléctricos y telecomunicaciones CM (2014); Está ubicada en CI 16 45-72 Poblado Barrio Colombia Medellín – Antioquia

Ilustración 8: Ubicación de la Empresa eléctricos y telecomunicaciones CM



Fuente: <http://www.cmsa.com.co/contactoreferenciacion>

MISION

Eléctricos y telecomunicaciones CM (2016); es una empresa orientada a satisfacer al máximo las necesidades de nuestros clientes en el suministro de material eléctrico, servicios de montajes eléctricos y producción de material publicitario en hojalata, mecanizado e inyección plástica.

VISION

Para el año 2018 eléctricos y telecomunicaciones cm S.A (2016); estará dentro de los grandes comercializadores de materiales eléctricos a nivel nacional y presente en los mercados centro y suramericanos, con la representación de marcas con gran reconocimiento que lleven a la satisfacción de nuestros clientes. Además, consolidará aún más su planta de producción, integrando más infraestructura y desarrollo de sus productos y ampliará su campo de acción en la ejecución y prestación de servicios de montajes eléctricos a nivel regional y nacional.

Ilustración 9: Productos eléctricos y telecomunicaciones CM



Fuente: <https://www.facebook.com/1516283375299751/photos/pb>.

Ilustración 10: Imagen Marketing CM



Fuentes: <https://www.facebook.com/1516283375299751/photos/pb>.

Actualmente CM tiene presencia en tres líneas de negocio: Comercialización eléctrica, producción y Montajes.

CM cuenta con diferentes áreas como, ventas, producción, logística, tesorería, Gestión humana, Contabilidad, Compras, Gerencia, Comercio exterior y la más reciente el departamento de Costos.

Producción: Eléctricos y Telecomunicaciones actualmente impulsa 7 líneas de producción

- ❖ Deformación en Frio
- ❖ **Bobinado**
- ❖ Inyección Plástica
- ❖ Mecanizado
- ❖ Ensamble
- ❖ Screen
- ❖ Envases

5.1.2.2 AREA DE BOBINADO

El área de Bobinado cuenta con 6 bobinadoras para baja tensión y 5 bobinadoras de Alta tensión, todas con especificaciones diferentes, todas con control GSK y Misubitchi; además de esto CM cuenta con 3 cortadoras de papel aislante y dos devanadoras.

En cuanto a personal operativo cuenta con 9 personas contratadas directamente por la empresa, todos son hombres debido a los pesos que se manejan en el área, los turnos de trabajo son dos por día cada uno de 12 horas.

CM es la única empresa que presta el servicio de bobinado ya que ningún fabricante de Transformadores prestaría sus programas y núcleos para que alguien los bobine por ellos, esto se da debido a la relación que hay entre CM y Rymel por ser familiares.

La línea de bobinado solo les presta Servicios a Rymel Copacabana y Rymel Bogotá, trabajando bajo un sistema de producción sobre pedido.

Actualmente no conocen su capacidad diaria de producción pues no hay tiempos estipulados para las bobinas que se fabrican y por ende no conocen de su capacidad.

5.1.2.3 Descripción de los procesos internos del área de bobinado

Las operaciones o procesos que encontramos en el área de bobinado son muy comunes y podríamos decir que son:

- ❖ Recepción de la orden de producción
- ❖ Asignación de fecha de Entrega
- ❖ Compra de materiales
- ❖ Recepción de la entrada de materia prima

- ❖ Programación de Maquinaria y personal operativo
- ❖ Elaboración de orden interna de producción
- ❖ Elaboración de la nota de producción
- ❖ Remisión y Facturación
- ❖ Inspección de Calidad del lote de producción
- ❖ Despacho de la orden de producción terminada.

Recepción de la orden de producción

Al coordinador de producción le llegan las ordenes de pedido del cliente vía correo electrónico, este debe de asignarle una fecha de entrega de acuerdo al orden de llegada y siempre dándole prioridad a los pedidos que son de exportación.

Asignación de fecha de entrega

Todos los clientes envían sus órdenes de compra con el fin de que sean procesadas en el menor tiempo, esto es porque el sistema de ambas empresas es sobre pedido, es decir, los inventarios los mueve el cliente de acuerdo a sus consumos, este sistema aplica para empresas manufactureras que no tiene un producto estandarizado, si no que tienen productos de múltiples combinaciones. Cuando el cliente envía su orden la fecha la define la tasa de abastecimiento de la M.P requerida, es decir, si la tasa de abastecimiento de las MP que se requieren son 15 días, CM le asigna 5 días más por encima de los días necesarios para abastecer, esto se ha manejado así según las políticas del administrador actual de producción.

Compra de materiales

Una vez se le asigna fecha de entrega al cliente y este la aprueba, se emite una orden de compra de materias primas e insumos, esta operación la realiza el área de compras, donde remite una orden de compra con los elementos requeridos para producir a los proveedores que le den mejor precio de venta, calidad y tiempo de entrega.

Recepción de la entrada de materia prima

Una vez llegada la materia prima requerida para producir dicha orden, el área de bodega le realiza un traslado a la bodega de Producto en proceso de Bobinado, este traslado debe ser firmado por el administrador de área.

Programación de maquinaria y personal operativo

Este proceso se hace una vez los materiales de encuentre en la bodega de bobinas, y es donde se distribuye en trabajo por orden lógico y de acuerdo a las capacidades de la maquinaria

Elaboración de la orden interna de producción

Paralelamente se realiza una orden de producción interna, esta se hace para que se pueda facturar una vez este elaborado la producción. Este documento es llamado z.2

Elaboración de la nota de producción

La nota de producción lo que permite es arrastrar del inventario materia prima y permitirme compactar en un producto terminado y se va directamente a una bodega 1 llama productos terminados.

Remisión y Facturación

Cuando se tiene la orden de pedido elaborada y la nota se permite re misionar y facturar, se remisiona la nota para sacar ese producto terminado del inventario y se factura la orden de pedido para darle valor y cargarle impuestos (IVA), al producto terminado.

Inspección de Calidad del lote

Una vez finalizado el lote se sacan 5 unidades y se inspeccionan de acuerdo a unas políticas de calidad internet, lo que se inspecciona es continuidad, desplazamiento de la bobina, fases de la bobina, entre otras.

Despacho de la orden de producción terminada

Una vez se revisa el lote por el departamento de calidad se realiza el despacho por parte del área logística.

5.1.2.4 Maquinaria del área de bobinas en eléctricos cm

A continuación, se hace un cuadro con las imágenes de las bobinadoras que tiene CM, para poder fabricar las diversas referencias de bobinas.

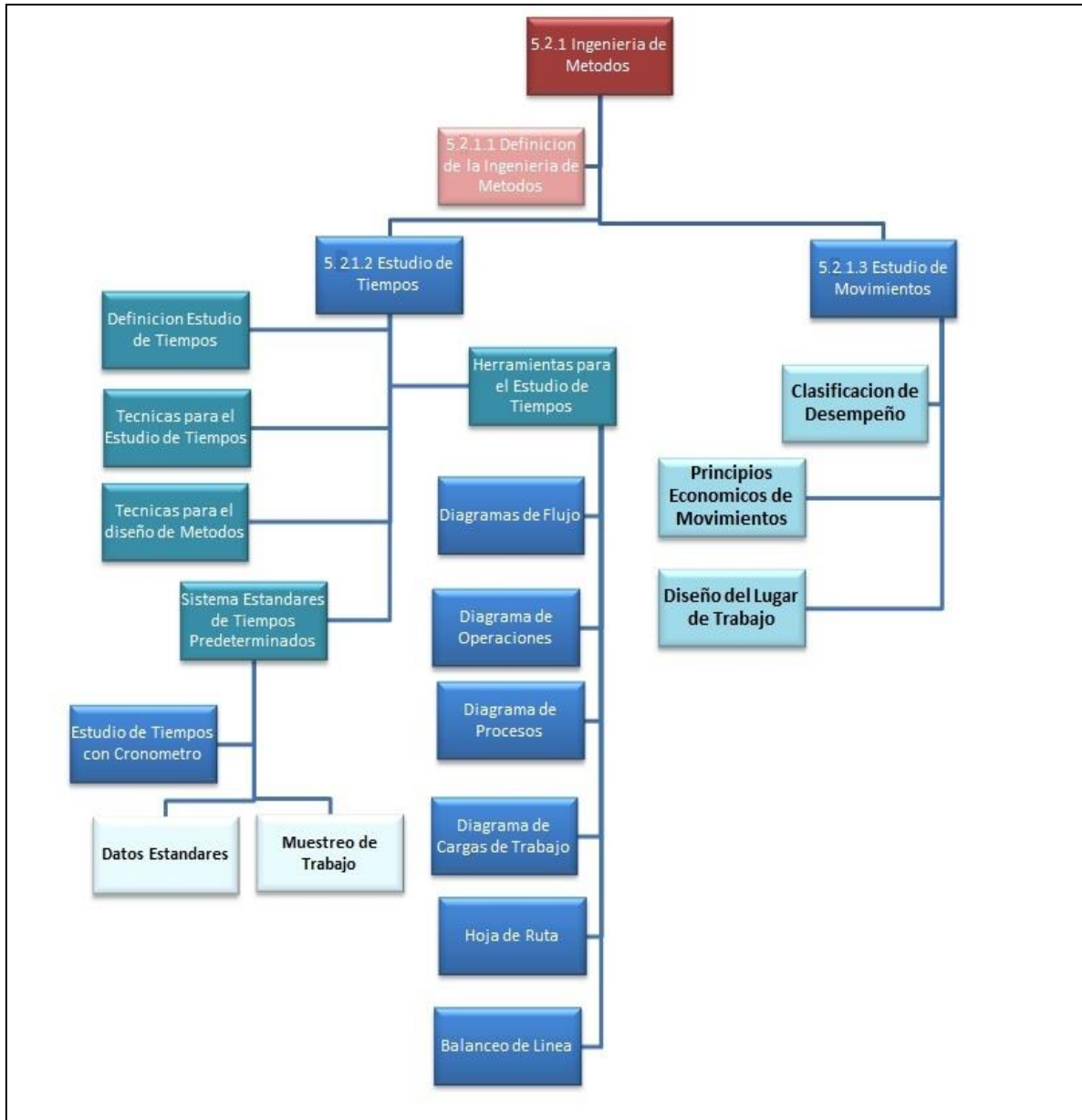
Tabla 2: Maquinaria del área de bobinas



Fuente: Servidor Eléctricos y Telecomunicaciones CM SA

5.2 MARCO TEÓRICO

Ilustración 11: Esquema de categoría de análisis



Fuente: Autoría propia, (2017).

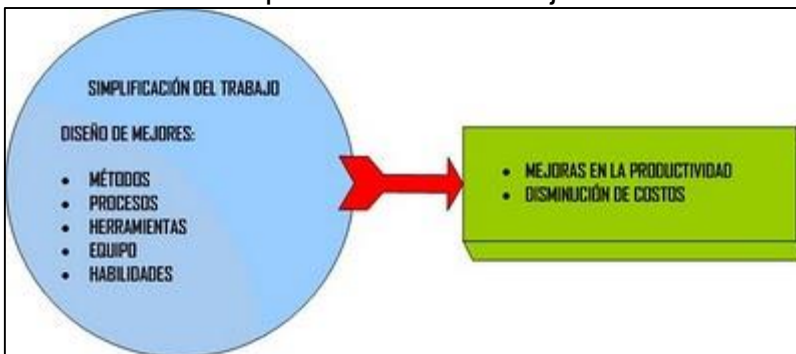
5.2.1 INGENIERIA DE METODOS

5.2.1.1 Definición de la Ingeniería de Métodos

La ingeniería de métodos es la técnica que se ocupa de aumentar la productividad del trabajo, eliminando todos los desperdicios de materiales, de tiempo y esfuerzo; que procuran hacer más fácil y lucrativa cada tarea y aumenta la calidad de los productos poniéndolos al alcance de mayor número de consumidores.

Áreas de actividad de la ingeniería de métodos

Ilustración 12: Simplificación del Trabajo



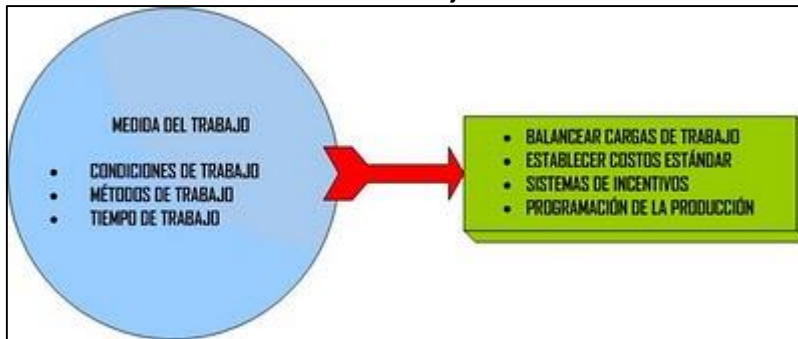
Fuente: Google/imágenes/1548/msjei/producc/cos.

Esta área incluye el procedimiento sistemático de someter todas las operaciones (directas e indirectas) de un trabajo dado a un análisis metódico, con el objeto de introducir mejoras que permitan que el trabajo se realice más fácilmente, en menor tiempo y con menos material o sea, con menos inversión por unidad. En esta fase se incluye como parte importante el diseño, la creación o la selección de los mejores.

- a. Métodos
- b. Procesos
- c. Herramientas
- d. Equipo
- e. Habilidades

Medida del trabajo

Ilustración 13: Medida del trabajo



Fuente: [Google/imágenes/1548/msjei/producc/cos](https://www.google.com/search?q=Google/imágenes/1548/msjei/producc/cos).

Esta parte comprende lo que puede llamarse el levantamiento del trabajo, es decir, conocer en qué condiciones, bajo que métodos y en qué tiempo se está ejecutando un trabajo dado, con el objeto de balancear cargas de trabajo, establecer costos estándar, implantar sistemas de incentivos y programar la producción.

5.2.1.2 Estudio de Tiempos

Se Define como un grupo de técnicas para determinar con la mayor exactitud posible, basado de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea o proceso establecido con arreglo a una norma de rendimiento. (Sánchez Cataño & Álzate Guzmán, 2013)

Elementos y preparación del estudio de tiempos. Para llevar a cabo un estudio de tiempos, es indispensable que el analista tenga los conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio. (Sánchez Cataño & Álzate Guzmán, 2013)

Pasos para la realización:

- Definir la tarea a estudiar (después de realizar un análisis de métodos).
- Dividir la tarea en elementos precisos (partes de una tarea que con frecuencia no necesitan más de unos cuantos segundos).

- Decidir cuántas veces se medirá la tarea (el número de ciclos de trabajo o muestras necesarias).
- Medir el tiempo y registrar los tiempos elementales y las calificaciones del desempeño.
- Calcular el tiempo observado (real) promedio. El tiempo observado promedio es la media aritmética de los tiempos para cada elemento medido, ajustada para la influencia inusual en cada elemento:

Tiempo observado promedio: (Suma de los tiempos registrados para realizar cada elemento) / número de observaciones

- Determinar la calificación del desempeño (paso del trabajo) y después calcular el tiempo normal para cada elemento.

Tiempo normal = (Tiempo observado promedio) (Factor de calificación del desempeño) (Jay & Barry , 2016)

Ilustración 14: Holguras en porcentaje para varias clases de trabajo

1. Holguras constantes:	(ii) Bastante inadecuada	5
(A) Holgura personal		5
(B) Holgura por fatiga básica	(E) Condiciones atmosféricas (calor y humedad):	
	Variable	0-10
2. Holguras variables:	(F) Atención cercana:	
(A) Holgura por estar de pie	(i) Fino o exacto	2
(B) Holgura por posición anormal:	(ii) Muy fino o muy exacto	5
(i) Incómodo (inclinado)	(G) Nivel de ruido:	
(ii) Muy incómodo (acostado, estirado)	(i) Intermitente fuerte	2
(C) Uso de fuerza o energía muscular	(ii) Intermitente muy fuerte o muy agudo	5
para levantar, jalar, empujar	(H) Tensión mental:	
Peso levantado (libras):	(i) Complejo o rango amplio de atención	4
20	(ii) Muy complejo	8
40	(I) Tedio:	
60	(i) Tedioso	2
(D) Mala iluminación:	(ii) Muy tedioso	5
(i) Mucho menor que la recomendada		

Fuente: (Jay & Barry , 2016)

La calificación del desempeño ajusta el tiempo observado promedio a lo que se espera realice un trabajador normal. Sin embargo, la calificación del desempeño todavía es un arte.

- Sumar los tiempos normales para cada elemento a fin de determinar el tiempo normal de una tarea.
- Calcular el tiempo estándar. Este ajuste al tiempo normal total proporciona las holguras por necesidades personales, demoras inevitables del trabajo, y fatiga del trabajador:

Tiempo estándar = Tiempo normal total Factor/ 1- de holgura

Con frecuencia, las holguras de tiempo personales se establecen en un intervalo del 4% al 7% del tiempo total, dependiendo de la cercanía de baños, bebederos y otras instalaciones.

Las holguras por demora suelen ser el resultado de estudios de las demoras reales que ocurren. Las holguras por fatiga se basan en el creciente conocimiento del gasto de energía humana en diversas condiciones físicas y ambientales. (Jay & Barry , 2016)

Ejecución:

- Se obtiene y registra la información.
- Se distribuye el proceso en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado. (Sánchez Cataño & Álzate Guzmán, 2013)

Tiempo estándar

- Error de tiempo estándar.
- Cálculo de frecuencia de los elementos.
- Determinación de tiempos de interferencia.
- Cálculo de tiempo estándar.

Tiempo Estándar= Tiempo Básico +Tiempo Suplementario + Tiempo Improductivo. (Sánchez Cataño & Álzate Guzmán, 2013)

Métodos de estudio de tiempos:

Cronometrado. Este método utiliza un instrumento para la medición del tiempo observado, el instrumento es el cronómetro, del proceso o movimiento que se esté estudiando, paralelamente se valora la velocidad con la cual el operario realiza dicho proceso. (Sánchez Cataño & Álzate Guzmán, 2013)

Muestreo del trabajo. Esta técnica no utiliza ningún instrumento para medición de tiempo, solo establece las proporciones de ocurrencia de un proceso. La técnica clasifica los movimientos en productivos e improductivos, donde los productivos agregan valor a la tarea realizada y los improductivos no lo hacen. (Sánchez Cataño & Álzate Guzmán, 2013)

Tiempos Determinados. Se desarrollan a partir de los valores asignados a las operaciones corporales (micro movimientos) que el analista selecciona de un manual después de analizar el método y los suma para obtener el tiempo necesario para efectuar un determinado trabajo. Los más usados son los de medición de tiempos de los métodos MTM (del inglés methods time measurement) y el factor de trabajo. (Sánchez Cataño & Álzate Guzmán, 2013)

Herramientas para el estudio de tiempos

Para garantizar una toma de tiempos efectiva se deben de utilizar las siguientes herramientas

Una de las técnicas principales para reducir la cantidad de trabajo, principalmente con la eliminación de movimiento innecesarios de material y de personal, es el estudio de métodos que se define como “el registro y examen crítico y sistemático de los modos de realiza actividades, con el fin de efectuar mejoras”. Con esto se quiere decir, que el estudio de métodos permite identificar soluciones potenciales de mejora, hacer propuestas para su mejoramiento y seleccionar las que mejor se

adecuen, Así mismo, esto implica que es un estudio que siempre se podrá realizar independientemente de cuan mejor se crean que están las cosas. Es algo que permite un mejoramiento continuo de las actividades de la empresa siempre en busca de un cumplimiento más efectivo de las mismas.

Las etapas principales del estudio de métodos son la selección del trabajo que se va a estudiar, el registro de todos los hechos relacionados con dicho trabajo, un examen y análisis del modo en que se realiza dicho trabajo, establecer posibles soluciones de mejora, evaluar dichas soluciones, definir el nuevo método de realizar las actividades presentándolo clara y precisamente a las personas competentes, implantarlo y controlar su aplicación.

Diagrama de proceso (recorrido): Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. Las siguientes definiciones en la tabla 5.1, cubren el significado de estas clasificaciones en la mayoría de las condiciones encontradas en los trabajos de diagramado de procesos.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

Cursograma analítico: muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.






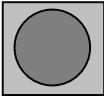
Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas de existen las mejores posibilidades de mejoramiento. El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto. La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de observación y medición directas. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifiquen claramente utilizando el símbolo correspondiente.

Estudio de tiempos con cronometro: El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea. Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación. Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones. Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos. Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Tabla 3: Símbolos del diagrama de recorrido

	<p>Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento; por lo común la pieza, material o producto del caso que se modifica o cambia durante la operación.</p>
	<p>Inspección: Indica verificar calidad y cantidad conforme a especificaciones preestablecidas.</p>
	<p>Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.</p>
	<p>Demora: Indica a un periodo de tiempo en el que se registra inactividad ya sea en los trabajadores, materiales o equipo, puede ser evitable o también inevitables.</p>
	<p>Almacenamiento: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.</p>
	<p>Operación combinada: Es cuando se desea indicar actividades realizadas conjuntamente o por el mismo operario en el mismo punto de trabajo los símbolos empleados para dichas actividades se combinan como por ejemplo el círculo inscrito en un cuadrado para representar una operación e inspección combinada.</p>

Fuente: www.ingenieriaemteodos.com.co

5.2.1.3 ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Definición de estudio de movimientos

Se puede definir como el estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para realizar una labor; eliminando los movimientos innecesarios, simplificando los necesarios, y estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr una eficiencia máxima. Frank B. Gilberth (1868-1924)

Los Gilberth también desarrollaron las técnicas de análisis ciclográfico para estudiar la trayectoria de los movimientos efectuados por un operario y consiste en fijar una pequeña lámpara eléctrica al dedo o la parte del cuerpo en estudio, y registrar después fotográficamente los movimientos mientras los operarios efectúan el trabajo u operación. La toma resultante es un registro permanente de la trayectoria de los movimientos.

Los Esposos Gilberth y los 17 movimientos básicos del cuerpo:

Sus estudios y experimentos lo llevaron a identificar los 17 elementos básicos que se podrían aplicar en cualquier actividad para reducir movimientos. El llamo a estos elementos THERBLIGS denominación que utilizo por inversión de su apellido A cada elemento le asigno un símbolo y un color.

Estos 17 elementos son: Buscar: - Coger - Seleccionar - Transporte vacío- Transporte c / carga – Sostener - Dejar carga - Poner en posición - Colocación previa – Inspeccionar – Montar – Desmontar – Utilizar - Espera Inevitable - Espera evitable – Plan – Descanso

Desarrollo un esquema de un proceso, diagramas de flujo que permite estudiar operaciones completas y no solo una actividad en especial, para la toma de decisiones al eliminar, reducir o combinar operaciones, mismas que se identifican como operación transporte inspección, demoras y almacenaje.

Calificación del desempeño

El desempeño del operario es un factor que permite ajustar los tiempos normales de las tareas. Para calificar el desempeño del operario, se deben evaluar con cuidado factores como la velocidad, destreza, movimientos falsos, ritmo, coordinación, efectividad y otros según el tipo de tarea.

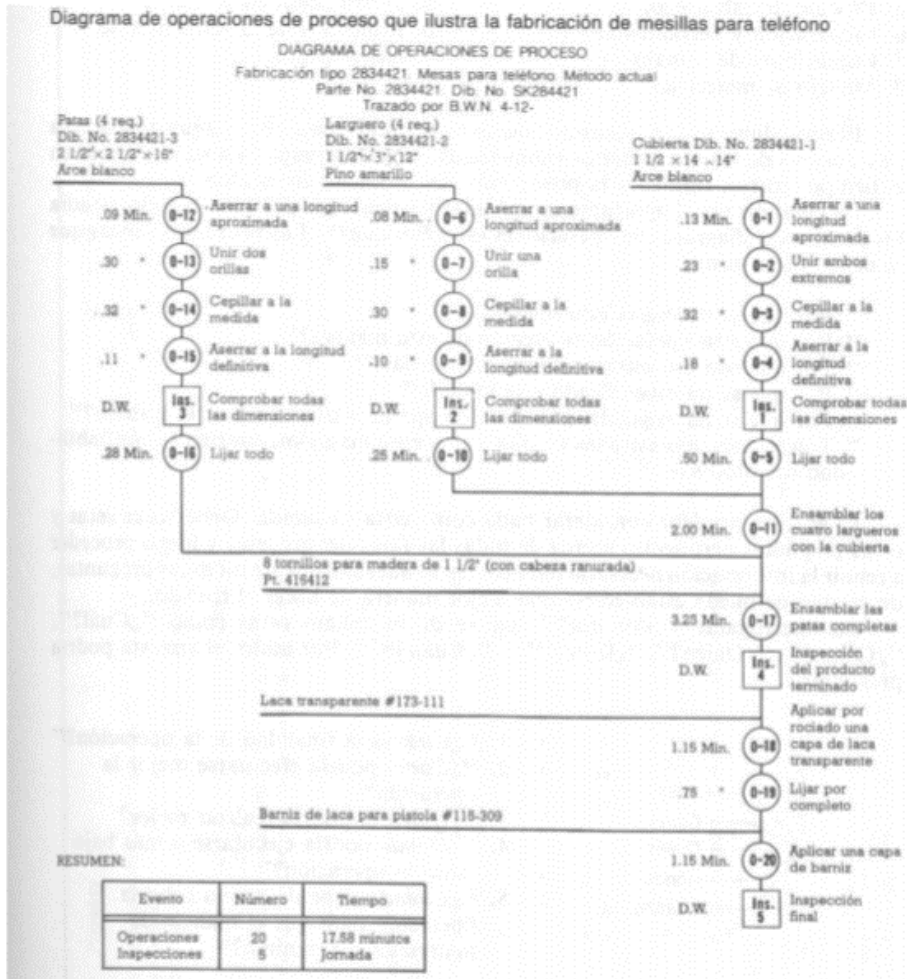
Diseño del lugar de trabajo

Con el diseño del lugar de trabajo, se busca que el entorno, las herramientas y el equipo de trabajo se ajusten al trabajador y de esta forma contribuyan a una mayor producción y eficiencia, así como a la disminución de lesiones ocasionadas por herramientas y equipo. El lugar de trabajo debe diseñarse de modo que sea ajustable a una variedad amplia de individuos.

Diagrama de operaciones

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de las operaciones e inspecciones que se realizan en las líneas de producción, así como las entradas de materia prima y materiales que se utilizan en el proceso de fabricación de los productos.

Ilustración 15: Ejemplo diagrama de operación (mesilla)



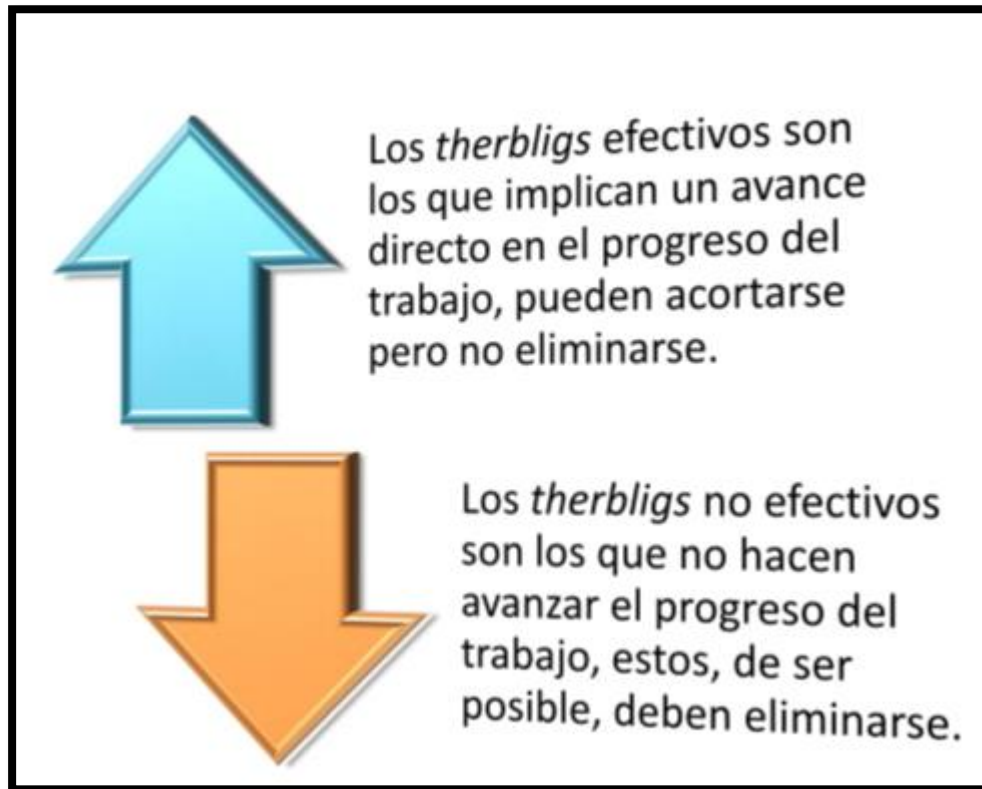
Fuente: Métodos y Sistema, pag 43, vol 2, 2001.

El estudio de movimientos

Estudio visual de los movimientos Se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo.

Estudio de los micro movimientos Resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.

Ilustración 16: Therbligs



Fuente: www.unac.com.co/engineer/planifi.es.78/

Tabla 4: Therbligs Efectivo en la ingeniera de Métodos

THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia; en general precede a soltar y va seguido de tomar.
Mover	M	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general está precedido por tomar y seguido de soltar o posicionar
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar; en general está precedido por alcanzar y seguido por mover.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto; por lo común es el <i>therblig</i> más corto.
Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.
Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas; se detectan con facilidad en el avance del trabajo.
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover; seguido de soltar.

Fuente: Benjamín, Niebel, Ingeniería Industrial. Pag 141

Tabla 5: Therbligs No - Efectivo en la ingeniera de Métodos

THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios; comúnmente sigue a buscar.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo; en general va precedido de mover y seguido de soltar (en contraste a <i>durante</i> para preposicionar).
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento.
Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación; por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano.
Retraso evitable	R	Sólo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos; depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Fuente: Benjamín, Niebel, Ingeniería Industrial. Pag 141

Estudio visual de los movimientos Se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo.

Estudio de los micro movimientos Resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.

6 DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN Y ENFOQUE METODOLÓGICO

Descriptivo: La investigación es descriptiva, se elabora un diagnóstico de las principales fallas en el manejo del tiempo en la línea de bobinados, luego se plantea o propone un sistema de control de tiempo y movimientos para una consideración óptima del proceso de bobinado

El enfoque metodológico es cuantitativo, cualitativo o mixto

6.1.1 Tamaño de la Muestra

Población: la población del presente proyecto son los empleados (número de empleados) de la línea de bobinado de la empresa Eléctricos y Telecomunicaciones

6.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 6: Actividades a Desarrollar para la implementación del E.T.M

ETAPA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO ESPECIFICO
1	Conocer e Identificar todas las variable que influyen negativamente en el proceso de bobinado y por ende causan retraso en las entregas de producción al no tener un método controlado de la programación del área de Bobinas	Detectar las operaciones que podrían causar retrasos en la producción.
2	Realizar Diagrama de Causa Efecto para la determinar la causa potencial el problema	
3	Entrevistar a los operarios y cuestionar acerca de sus necesidades	
4	Realizar un Diagrama de Flujo del Procedimiento Actual	Establecer tiempos y movimientos en cada operación para que sirva de guía al supervisar la eficiencia de las operaciones.
5	Evaluar en conjunto del jefe Línea cada una de las actividades de acuerdo a la complejidad de la ejecución	

6	Realizar un Curso grama analítico del proceso de Bobinar Actual	
7	Documentar el proceso Actual	
8	Evaluar el flujograma actual del proceso y Eliminar las actividades innecesarias	
9	Estipular los tiempos suplementarios parel área de Bobinas	
10	Realizar estudio de tiempos y movimientos como paso para la estandarización	
11	Documentación de los tiempos estándar de producción obtenidos del estudio del tiempo	Documentar todos los procesos definidos por el estudio de tiempos y generar cultura para mantener la implementación del estudio de Tiempos
12	Comprobar que la implementación se establezca correctamente	

Fuente: Autoría Propia, (2017)

Observación, análisis y síntesis: Es de observación porque el investigador conoce el problema y el objeto de investigación, estudiando su curso natural, sin alteración de las condiciones naturales, es decir que la observación tiene un aspecto contemplativo. De análisis ya que se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado y la síntesis consiste en separar el objeto de estudio en dos partes y una vez comprendida su esencia, construir un todo.

6.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

6.3.1 Fuentes de información.

- **Primarias:** Entrevistas con todas las personas involucradas en el área de Bobinado Especial, visitas a la planta de producción y registros que se tengan de la producción
- **Secundarias:** **Libros** de producción, notas de los temas recibidos durante la carrera, páginas Web, tesis de trabajos anteriores.

6.3.2 Técnicas para recolección de información.

Tabla 7: Lista de técnicas e Instrumentos

ETAPA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
1	Entrevista	Guía de entrevista
	Revisión documental	Análisis de información
2	Observación asis. Técnica/	Cámara fotográfica
	Revisión documental	Análisis de la Información
3	Cuestionario	Formulario
4	Observación no asis. Técnica/	Matriz de registro
5	Observación no asis. Técnica/	Matriz de registro
6	Observación asis. Técnica/	Matriz de registro
7	Revisión documental	Matriz de registro
8	Revisión documental	Matriz de registro

9	Observación no asis. Técnica/	Matriz de registro
10	Observación asis. Técnica/	Cronometro y Cámara
	Revisión documental	Matriz de registro
11	Revisión documental	Matriz de registro
12	Revisión documental	Lista de Chequeo

Fuente: Autoría propia, (2017).

Entrevistas, observación directa, para conocer el proceso y diario de campo, donde se recopilará la información de las visitas que se realizaran.

6.3.3 Instrumentos para registro de información.

- **Instrumento etapa 1:**


Nombre del Instrumento: Entrevista

Se realizará una entrevista con el objetivo de conocer e identificar todas las generalidades y particularidades del proceso de Bobinado especial en la empresa Eléctricos y telecomunicaciones cm

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

- Obtener datos u opiniones a partir del punto de vista del entrevistado
- Conseguir información que solo esa persona nos pueda aportar
- Descubrir hechos relevantes del proceso de bobinado
- Conocer las particularidades y generalidades del proceso de bobina desde el punto de vista del entrevistado.

Ilustración 17: Encuesta aspectos generales del proceso de bobinado parte 1

	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A		F.T.P001
	GUIA DE ENTREVISTA:		Versión 1.0
	ASPECTOS GENERALES DEL PROCESO DE BOBINADO		12/05/2017

Fecha: dd/mm/AAA Duración de la Entrevista: 40 Minutos

Encuestado:

Inspector:

OBJETIVOS

- Obtener datos u opiniones a partir del punto de vista del entrevistado
- Conseguir información que solo esa persona nos pueda aportar
- Descubrir hechos relevantes del proceso de bobinado
- Conocer las particularidades y generalidades del proceso de bobina desde el punto de vista del entrevistado.

A continuación, responder las siguientes preguntas desde el punto de vista personal y posterior a la respuesta dar una forma o alternativa de solución para la pregunta dada.

1- ¿Cómo considera usted la programación que realiza el jefe de línea del proceso de bobinas?

Respuesta _____

Solución _____

2- ¿La distribución de cargas de trabajo es acorde a la capacidad actual de la empresa?


Respuesta _____

Solución _____

Departamento	Elaboro		Reviso	Aprobó
Producción	Asdrúbal P	Jorge Romero	José Tabares	Juan Cardona

Fuente: Autoría propia, (2017).

Ilustración 18: Encuesta aspectos generales del proceso de bobinado parte 2

	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A	F.T.P001
	GUIA DE ENTREVISTA:	Versión 1.0
	ASPECTOS GENERALES DEL PROCESO DE BOBINADO	12/05/2017

3- ¿Cuenta con la capacitación adecuada para el desarrollo de sus actividades operacionales?

Respuesta _____

Solución _____

4- ¿El tiempo estipulado de entrega supera la expectativa óptima de la línea de producción?

Respuesta _____

Solución _____

5- ¿Cómo pueden definir una fecha de entrega, si no conocen el tiempo requerido para la fabricación de los productos?

Respuesta _____

Solución _____

Firma del entrevistado: _____
 Cedula

Departamento	Elaboro		Reviso	Aprobó
Producción	Asdrúbal P	Jorge Romero	José Tabares	Juan Cardona

Fuente: Autoría propia, (2017).

- **Instrumento etapa 2:**

Nombre del Instrumento: Formato Matriz de Causa-Efecto

Se diligenciará el formato de causa-efecto, con el fin determinar las causas más relevantes y los efectos que se genera en el proceso de bobinas.

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

- Determinar de forma concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto
- Lograr un conocimiento común de un problema complejo sin ser nunca sustitutivo de los datos.

Ilustración 19: Diagrama Causa- Efecto



Fuente: Autoría Propia, (2017).

- **Instrumento etapa 3:**

Nombre del Instrumento: Formulario necesidades del colaborador de Bobinas

Se realizará un formulario a colaborador para conocer su experiencia en el proceso de bobinas, además identificar las posibles opciones de mejora que tiene el empleado para con su proceso.

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

Conocer las necesidades puntuales que tiene el empleado respecto al proceso de bobinas enfocándonos en 3 pilares fundamentales: Capacitación, Planificación de la línea, herramental y Relaciones entre colaboradores.

Ilustración 20: Formulario Necesidades del Colaborador

	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A		F.T.P003
	FORMULARIO		Version 1.0
	NECESIDADES DEL COLABORADOR		12/05/2017

Fecha:
Evaluado:
Reviso:
Área:
Línea:

OBJETIVO

Conocer las necesidades puntuales que tiene el empleado respecto al proceso de bobinas enfocándonos en 3 pilares fundamentales: Capacitación, Planificación de la línea, herramental y Relaciones entre colaboradores.

INSTRUCCIONES

A continuación, especifique las necesidades que tiene usted en este momento y que el no suplirlas pueden afectar el rendimiento general de la línea.

Capacitación:	Herramental:
Planificación de la línea de trabajo:	Relaciones entre colaboradores:
Observaciones	

Departamento	Elaboro		Reviso	Aprobó
Producción	Asdrúbal P	Jorge Romero	José Tabares	Juan Cardona

Fuente: Autoría Propia, (2017)

- **Instrumento etapa 4:**


Nombre del Instrumento: Diagrama de Flujo

Se diligenciará un formato para documentar el proceso de la línea de manufactura de Bobinas actual para poder a partir de este tomar decisiones y dar posibles alternativa de soluciones a los problemas de la línea

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

Documentar el proceso actual de la línea para general alternativas de solución a los procesos innecesarios.















Ilustración 21: Flujograma

	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A	F.T.P004
	MATRIZ DE REISTRO: FLUJOGRAMA	Versión 1.0
	FORMATO PARA LA ELABORACION DE FLUJOGRAMAS	12/05/2017

Fecha: _____ Área: _____ Proceso: _____

Objetivo:
Proyectar de manera gráfica las actividades a realizar dentro de un proceso específico.

Instrucciones:
A continuación, realiza tu flujograma utilizando símbolos de la siguiente lista, para la unión de los símbolos debe utilizar conectores como flechas.

 Inicio y Fin	 Entrada-Salida tipo de frente	 Operación psíquica y repetitiva
 Expresión de asignación algebraica	 Entrada: Lectura datos por tarjetas perforadas	 Proceso de llamada de una sub alterna
 Condiciones de asignatura alternada	 Conector dentro de pagina	 Representación de datos grabados en la cuarta cinta magnética
 Condición de acciones alternativas decisión numérica	 Representación de resultados Reporte Impreso	 Almacenamiento en línea de disco magnético
	 Conector fuera y dentro de pagina	 Dirección de un diagrama de flujo

Realizado por: _____ Revisado por: _____

Departamento	Elaboro	Reviso	Aprobó
Producción	Asdrúbal P Jorge Romero	José Tabares	Juan Cardona

Fuente: Autoría Propia, (2017)

• **Instrumento etapa 5:**

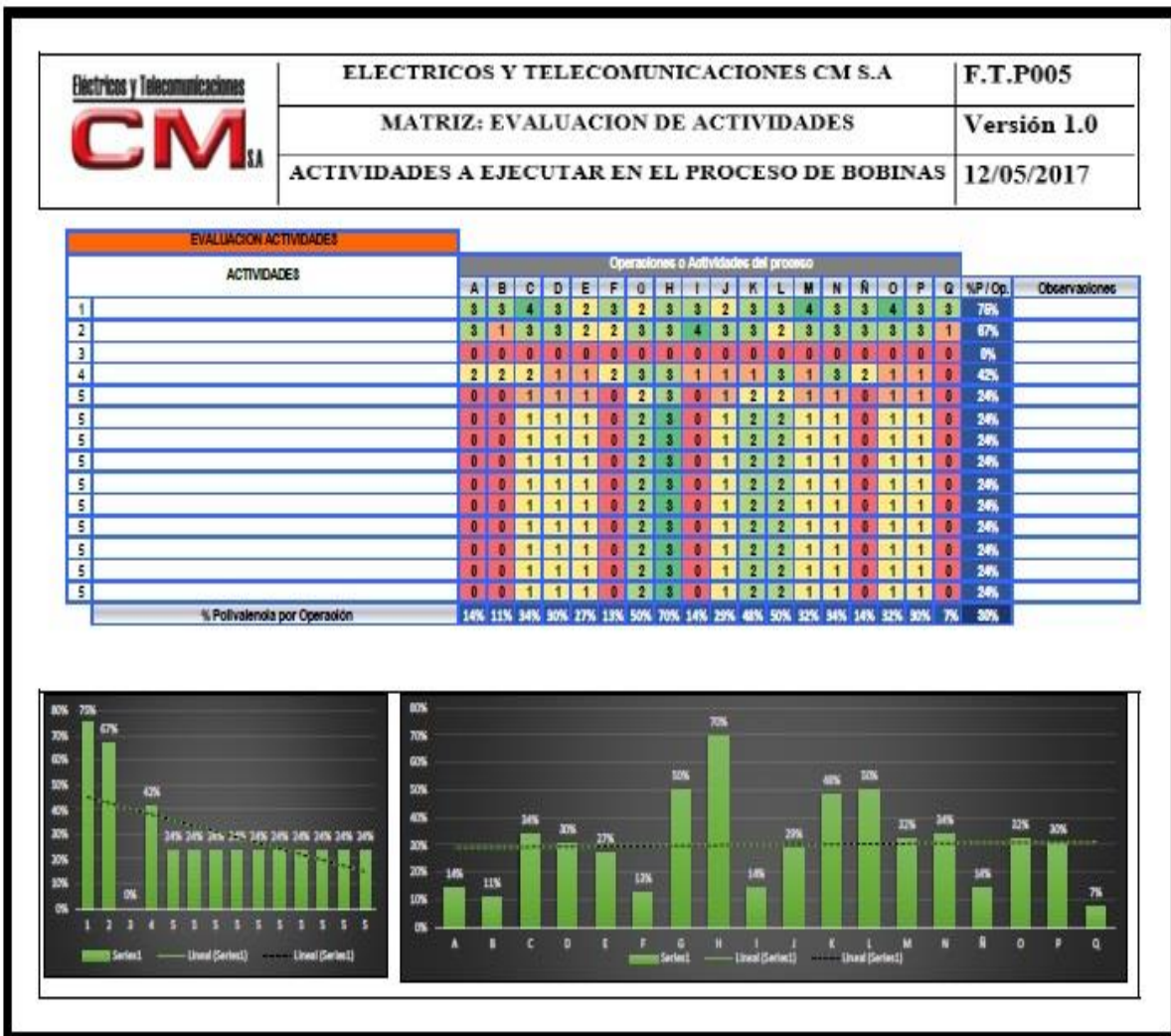
Nombre del Instrumento: Matriz evaluación de actividades

Se diligenciará un formulario donde se evaluarán las actividades que se establecieron dentro del flujoograma de procesos

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

Evaluar cada una de las actividades del proceso de bobinado esto con el fin poder determinar los tiempos complementarios.

Ilustración 22: Matriz evaluación de actividades



Fuente: Autoría Propia, (2017)

- **Instrumento etapa 6:**

Nombre del Instrumento: Formato Cursograma Analítico

Se diligenciará un formato llamado Cursograma analítico, esto con el fin de ayudarnos a determinar las posibles actividades que se deben atacar principalmente

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

Determinar las actividades o procesos que deben ser reevaluados y reconfigurados debido al tiempo y desplazamiento que se está evidenciando según el formato de Cursograma analítico.

Ilustración 23: Matriz Cursograma Analítico

ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A		F.T.P006							
MATRIZ: CURSOGRAMA ANALITICO		Versión 1.0							
CURSO GRAMA ANALITICO PROCESO ACTUAL		12/05/2017							
CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° 1 De: 1 Diagrama N°:ACTUAL		Operar.	Mater.	Maqui.					
Proceso: BOBINAS		RESUMEN							
Fecha: 20/10/2014		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia:		●	Operación			0%			
Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: _____		→	Transporte			0%			
Producto:		■	Inspección			0%			
Nombre del operario:		■	Espera			0%			
Elaborado por:		▼	Almacenaje			0%			
Tamaño del Lote:		Total de operaciones realizadas		0	0	0%			
		Distancia total en metros				0%			
		Tiempo min/hombre				0%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
					●	→	■	■	▼
Tiempo Minutos: 0,0		m	0,0	0,0 s					
Observaciones:									

Fuente: Autoría Propia, (2017)

- **Instrumento etapa 7:**

Nombre del Instrumento: Matriz para Documentar Procesos

Se diligenciará una matriz con el fin de documentar los procesos que contiene la línea de bobinas

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

Estandarizar los procesos, protocolos y equipos que se requieran para los procesos de la línea de bobinado, y de esta manera garantizar que el proceso sea uniforme y estable.

Ilustración 24: Matriz Registro de Procesos x 2


	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A MATRIZ: REGISTRO DE PROCESOS DOCUMENTAR PROCESO DE BOBINADO	F.T.P007 Versión 1.0 12/05/2017
---	--	---------------------------------------

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DOCUMENTOS DEL PROCEDIMIENTO
4. GLOSARIO
5. ANEXOS
6. HISTORIAL DE MODIFICACIONES
7. GENERALIDADES
8. INFORMACION ESPECIFICA DEL PROCEDIMIENTO
 - 8.1. FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO
 - 8.2. PROCEDIMIENTO

ÚLTIMA MODIFICACIÓN AL PROCEDIMIENTO			
FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
Mayo 12 de 2017	Asdrúbal P & Jorge R.	Jose T.	Juan C.

Departamento	Elaboro	Reviso	Aprobó
Producción	Asdrúbal P Jorge Romero	José Tabares	Juan Cardona

	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A MATRIZ: REGISTRO DE PROCESOS DOCUMENTAR PROCESO DE BOBINADO	F.T.P007 Versión 1.0 12/05/2017
---	--	---------------------------------------

1. OBJETIVO
- 2 . ALCANCE
- 3 . DOCUMENTOS DEL PROCEDIMIENTO

Código	Nombre	Medio de almacenamiento	Recopilación	Tiempo de archivo

- 4 . GLOSARIO
- 5 . ANEXOS
- 6 . HISTORIAL DE MOIFICACIONES

Versión	Cambio realizado

7. GENERALIDADES

Los registros se utilizan para soportar la evidencia de la operación y garantizar la trazabilidad de los resultados.

8. INFORMACION ESPECÍFICA DEL PROCEDIMIENTO
 - 8.1. FLUJOGRAMA DEL PROCEDIMIENTO
 - 8.2. PROCEDIMIENTO

ACTIVIDAD	RESPONSABLE Y DOCUMENTOS

Departamento	Elaboro	Reviso	Aprobó
Producción	Asdrúbal P Jorge Romero	José Tabares	Juan Cardona

Fuente: Autoría Propia, (2017)

- **Instrumento etapa 8:**

Nombre del Instrumento: Evaluador actividades del Flujoograma

En este formato se busca identificar las actividades que se deben de eliminar del proceso y que fueron evidenciadas en el Cursograma realizado en la etapa 6.

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

Reconfigurar los procesos de la línea conservado las actividades que son netamente necesarias y descartando las que no.

Ilustración 25: Matriz Evaluación del Flujoograma de Procesos

	ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A	F.T.P008
	MATRIZ DE REGISTRO: EVALUACION	Versión 1.0
	ACTIVIDADES DE LOS PROCESOS DENTRO DEL FLUJOGRAMA	12/05/2017

Fecha: _____

Evaluador: _____

Proceso Evaluado: _____

Objetivo:
 Analizar cuáles de las actividades del flujoograma de un proceso específico son necesario y deben permanecer y cuáles deben ser descartadas porque para el proceso son innecesarias.

Instrucciones
 Relacionar todas las actividades comprendidas dentro del flujoograma actual, y comenzar a evaluar con una x en la columna 3 (¿?) S: Si continua o N: No continua

#	ACTIVIDADES DEL PROCESO	¿?		Observaciones
		S	N	

Actividades que Continúan

Actividades Descartadas

Revisado por: _____

Autorizado por: _____

Fecha de Aprobación: _____

Departamento	Elaboro		Reviso	Aprobó
Producción	Asdrúbal P	Jorge Romero	José Tabares	Juan Cardona

Fuente: Autoría Propia, (2017)

• **Instrumento etapa 9:**

Nombre del Instrumento: Matriz control de Tiempos suplementarios

Esta matriz debe ser diligenciada para poder identificar los tiempos suplementarios que se adicionaran al estudio de tiempos en la línea de bobina de Eléctricos y Telecomunicaciones CM S.A

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

Calcular los tiempos suplementarios para las diferentes operaciones y actividades que se realizan en el proceso de Bobinado

Ilustración 26: Matriz control de tiempos suplementarios

ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A		F.T.P009	
MATRIZ DE REGISTRO: TIEMPO SUPLEMENTARIOS		Versión 1.0	
LÍNEA DE BOBINADO ESPECIAL		12/05/2017	
Calculo de tiempos suplementarios - Estándar - Estándar totales			
Suplementos por Fatiga		Suplementos por Contingencia	
Fijos	Variables	Contingencia	
Necesidad personal	5% Concentración	2% Contingencia falta de MP	5%
Fatiga	4% Estado de pie	0%	
	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3
	Colocar cono central	Ajustar cono cent. con tornillo	Colocar Aro N° 1,2 y 3
	Elemento 4	Elemento 5	Elemento 6
	Colocar Marco	Ensamblar Refuerzos (3)	Remachar Refuerzos (3)
	Elemento 7		
	Quitar tornillo de ajuste		
TN \bar{x} Minutos	#iREF!	#iREF!	#iREF!
Suplementos Variables	0%	0%	0%
Suplementos Fijos	0%	0%	0%
Suplementos Conting.	0%	0%	0%
Tiempo Estándar	#iREF!	#iREF!	#iREF!
Frecuencia	22/22 = 1	22/22 = 1	22/22 = 1
Tiempo Estándar Tot.	#iREF!	#iREF!	#iREF!
CALCULO DE INCENTIVOS			
TABLA DE DATOS INICIALES			
1.	TURNO DE TRABAJO EN HORAS / DIA	06:00 AM A 02:00 PM	8
2.	TURNO DE TRABAJO EN MINUTOS / DIA	06:00 AM A 02:00 PM	480
3.	SALARIO MENSUAL PAGADO AL OPERARIO		\$ 650.000
4.	UNIDADES REALES PRODUCIDAS		245
5.	TIEMPO ESTANDAR TOTAL DE LA OPERACIÓN EN MINUTOS		#iREF!
Minutos exigibles		480,00	
Minutos reales		#iREF!	
Unidades Teóricas		#iREF!	
Diferencia de Unidades		#iREF!	
		1	
		POR PAGO A MINUTOS	
Minutos a Incentivo		#iREF!	
Valor del minuto		\$ 45,14	
Incentivo		#iREF!	
Salario día		\$ 21.666,67	
Salario día + Incentivo		#iREF!	
		2	
		DEL TRABAJADOR	
Producción real		245	
Producción teórica exigible		#iREF!	
% de eficiencia		#iREF!	
Eficiencia en minutos		#iREF!	
Salario del día		#iREF!	
		3	
		POR UNIDAD	
Valor de cada unidad		#iREF!	
Unidades a incentivos		#iREF!	
Incentivos		#iREF!	
Incentivos por día		#iREF!	
Departamento		Elaboro	
Producción		Asdrúbal P	Jorge Romero
Reviso		Aprobó	
José Tabares		Juan Cardona	

Fuente: Autoría Propia, (2017)

- **Instrumento etapa 10:**

Nombre del Instrumento: Matriz Toma de tiempos

Esta matriz debe ser diligenciada con todos los datos obtenidos anteriormente, tanto suplementos, como complementos. Su modo de uso será físico, pero también existirá una plantilla en Excel que al ingresar los datos correspondientes, esta calculara automáticamente los tiempos estándar de fabricación de los procesos o productos de la línea de bobinados

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

Calcular el tiempo de estándar de fabricación en las líneas de bobinado de Eléctricos y Telecomunicaciones CM

Ilustración 27: Toma de Tiempos

ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A		F.T.P010						
		Version 1.0						
ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM S.A		42867						
MATRIZ DE REGISTRO: TOMA DE TIEMPO								
TOMA DE TIEMPOS POR CRONOMETRO								
		Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5	Elemento 6	Elemento 7
Tiempo Normalizado proceso de ensamble L-DR 1000 (Seg)		0,00						
Tiempo Normalizado proceso de ensamble L-DR 1000 (Min)		0-0						
Ciclo N° 1	TC							
	Cal.							
Ciclo N° 2	TN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TC							
Ciclo N° 3	Cal.							
	TN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo N° 4	TC							
	Cal.							
Ciclo N° 5	TN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TC							
Ciclo N° 6	Cal.							
	TN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo N° 7	TC							
	Cal.							
Ciclo N° 8	TN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TC							
Ciclo N° 9	Cal.							
	TN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo N° 10	TC							
	Cal.							
TN \bar{x}	TN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	TC							

Realizo Toma de Tiempos: _____
Fecha: _____
Hora Inicio: _____ Hora Fin: _____

Departamento	Elaboro		Reviso	Aprobó
Producción	Asdrúbal P	Jorge Romero	José Tabares	Juan Cardona

Fuente: Autoría Propia, (2017)

- **Instrumento etapa 11:**

Nombre del Instrumento: Programa de Control de Eficiencias de la línea de Bobinado

Es un programa desarrollado en Excel donde se registran todos los productos de la línea de bobinados, los tiempos de fabricación y las unidades que se esperan de acuerdo a la programación de los turnos de trabajo.

Este programa realiza un cálculo entre las unidades fabricadas reales sobre las unidades proyectadas o esperadas y el valor que arroja lo multiplica por 100, arrojando así el resultado de la eficiencia del operario de la Línea de bobinado

Cuando se miden los procesos se pueden controlar y planificar con mayor facilidad, de esta manera mejorar la eficiencia de la línea, poder dar fechas de entregas asertivas y cumplir con los cronogramas establecidos.

¿Cuál es el objetivo del Instrumento?

Controlar la eficiencia de la línea de bobinado, a partir del estudio de tiempo anteriormente realizado.

Ilustración 28: Login para el programa de Control de Eficiencias

Inicio de sesión

Usuario:

Contraseña:

Eléctricos y Telecomunicaciones
CM S.A.

Ingresar Cancelar

Asdrubal Patiño E. & Jorge Romero
Ingeniería Industrial ®

Fuente: Autoría Propia, (2017)

Ilustración 29: Menú de modulo del programa de control de Eficiencias



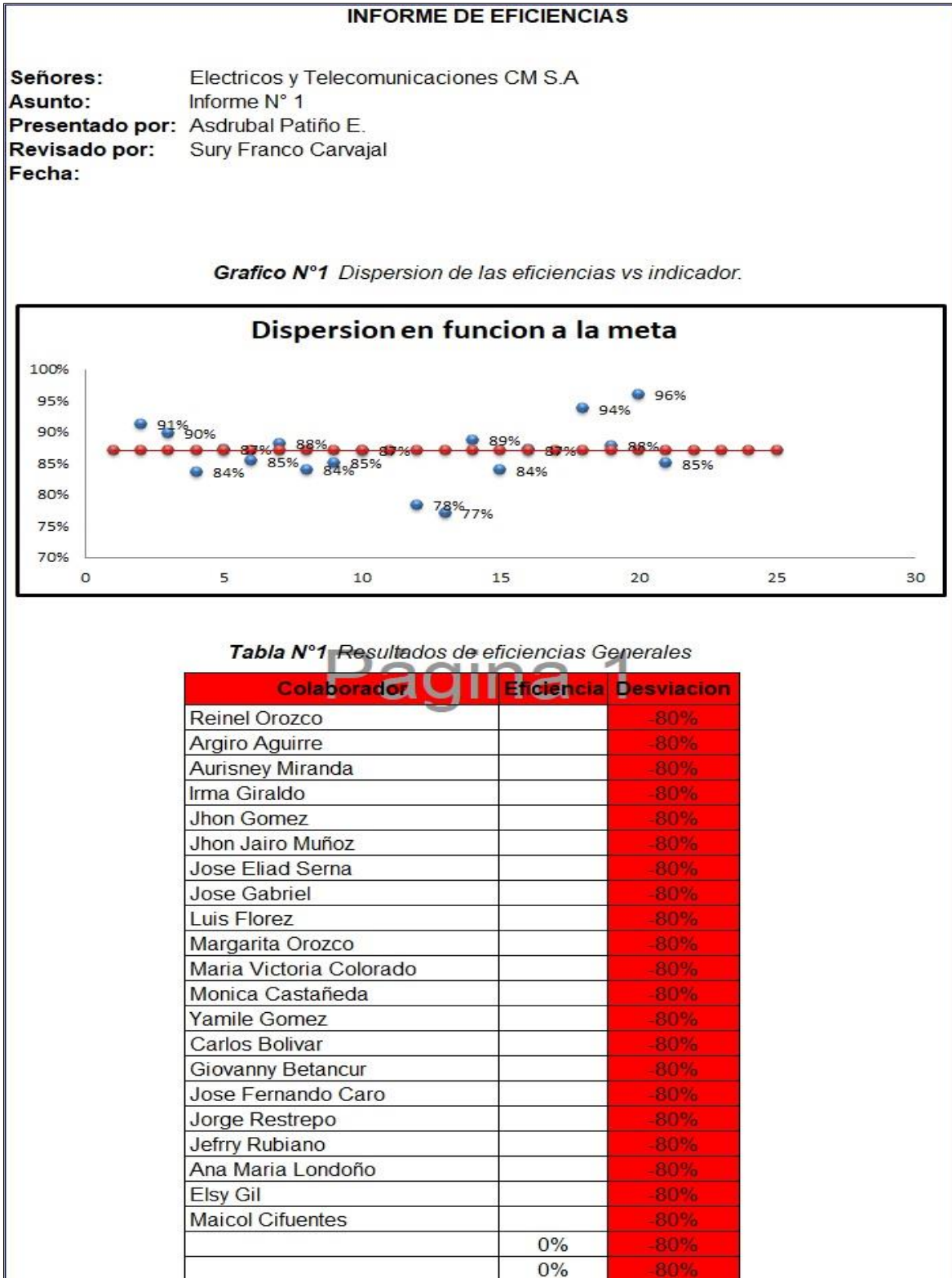
Fuente: Autoría Propia, (2017)

Ilustración 30: Relación de unidades y tiempos del programa de control de Eficiencias

ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM														RELACION DE FABRICACION		04/03/2016		
ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM														RELACION DE FABRICACION		Version CM-001		
ELECTRICOS Y TELECOMUNICACIONES CM														RELACION DE FABRICACION		EPC-EF-01		
N°	Fecha			Colaborador	PRODUCTO	TENSION	UNIDAD REAL	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE W HORAS	TIEMPO REAL W MINUTO	TIEMPO MUDAS	USP	UD ESPERADAS	Unidad NO CONFORME	% NO CONFORMES	observaciones	% Efic
	dd	mm	AAAA															
1	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
2	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
3	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
4	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
5	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
6	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
7	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
8	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
9	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
10	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
11	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
12	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
13	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
14	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
15	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
16	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
17	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
18	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
19	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
20	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
21	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
22	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
23	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
24	Febrero	2017							0.0	-90	0 MIN	#IVALOR!			0%		0%	
																Semana 3	0%	

Fuente: Autoría Propia, (2017)

Ilustración 31: Modulo de Informes de acuerdo al estudio tiempos



Fuente: Autoría Propia, (2017)

Ilustración 32: Costo del no cumplimiento de la Meta del programa de control de Eficiencias

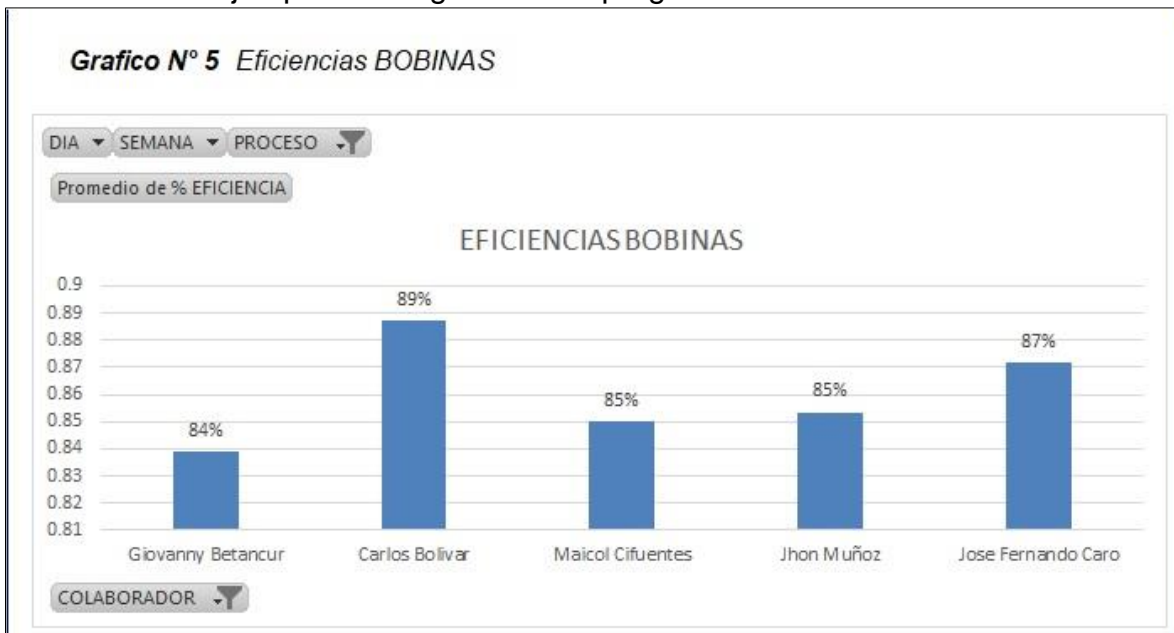
Tabla N°2 Tiempos y costos de mano de ineficiencia

Colaborador	Tiempo improductivo	\$ Mano de obra
Reinel Orozco		
Argiro Aguirre		
Aurisney Miranda		
Irma Giraldo		
Jhon Gomez		
Jhon Jairo Muñoz		
Jose Eliad Serna		
Jose Gabriel		
Luis Florez		
Margarita Orozco		
Maria Victoria Colorado		
Monica Castañeda		
Yamile Gomez		
Carlos Bolivar		
Giovanny Betancur		
Jose Fernando Caro		
Jorge Restrepo		
Jefry Rubiano		
Ana Maria Londoño		
Elsy Gil		
TOTAL DE MANO DE OBRA IMPRODUCTIVO		\$ 0

Página 2

Fuente: Autoría Propia, (2017)

Ilustración 33: Ejemplo de las gráficas del programa de control de Eficiencias



Fuente: Autoría Propia, (2017)

Ilustración 34: Dashboard del programa de control de Eficiencias



Fuente: Autoría Propia, (2017)

7 RECURSOS DEL PROYECTO

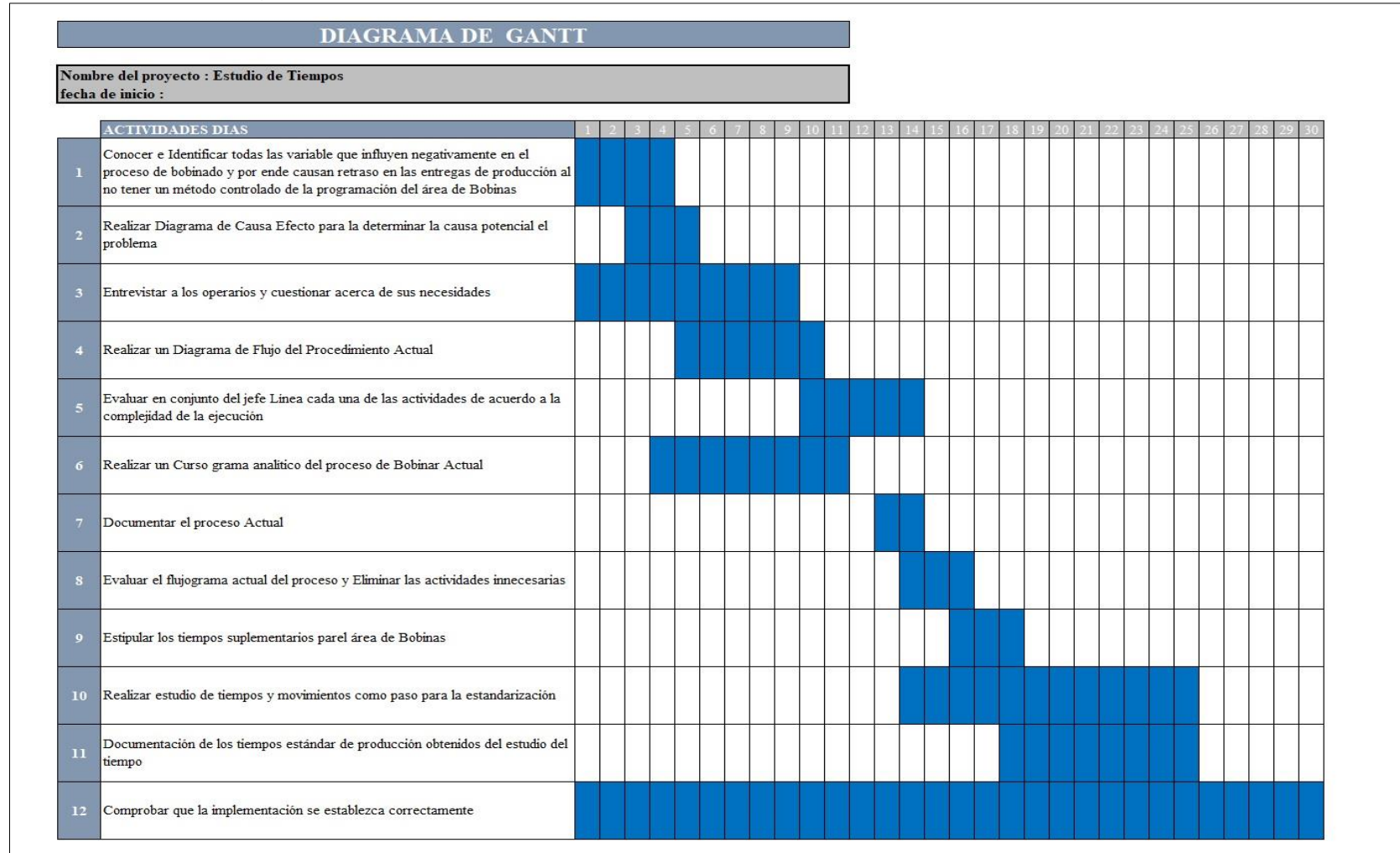
Tabla 8: Recursos para la implementación del proyecto

ITEM	RECURSO	CANTIDAD	DESCRIPCION	\$ VALOR
1	Cronometro Digital	1	Cronometro Digital con Memoria	\$ 34.000
2	Computador	1	Equipo portátil de buena capacidad	\$ 2'000.000
3	Cinta Amarilla	4	Cinta Adhesiva para demarcar la planta	\$ 35.000
4	Auxiliar de Tiempos	1	Personal capacitado en estudio de tiempos x 2 meses	\$3'500.000

Fuente: Autoría Propia, (2017)

8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Ilustración 35: Cronograma de Ejecución del Proyecto



Fuente: Autoría Propia, (2017)

9 CONCLUSIONES

Con el estudio de tiempos se puede planear y programar la producción de una forma más eficiente debido a que se tienen los tiempos de ejecución de las operaciones y/o procesos que se realizan

Planear la producción es de gran importancia, pues ello se traducirá en servicio al cliente y mejor reacción a los cambios en el comportamiento del mercado, logrando las empresas ser más competitivas, a la vez que pueden reducir costos

Todos los procesos en las empresas, por excelentes que parezcan, son susceptibles de ser mejorados. Las empresas deben hacer siempre un seguimiento continuo a sus procesos, siendo críticos y analizando cada paso, con el fin de encontrar mejores soluciones a toda oportunidad de mejora que se vea, siempre teniendo en cuenta su norte.

Al realizar un estudio de tiempos y movimientos, el coordinador de producción puede tomar medidas para mejorar la eficiencia de la línea de bobinados y controlar los tiempos de producción.

10 RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación del estudio de Tiempos en el área de Bobinado ya que se pueden aplicar cambios en el procesos productivos, se acortan los desplazamientos, por lo cual y consecuente con esto también ocurre con los tiempos, lo cual se ve reflejado en mejor aprovechamiento de los recursos, generando así mayor eficacia al momento de producir, también se obtienen un control total sobre la producción y una alternativa de planeación mucho más precisa.

Con la aplicación del estudio de movimientos, estudio de tiempos e información de proceso, se obtiene un estudio de métodos que resulta en el desarrollo de una estación de trabajo que utiliza los principios básicos de la economía de movimientos y el análisis de la operación.

El análisis del trabajo aspira a determinar el método más eficaz en las circunstancias dadas, el proyectista de los útiles y herramientas, puede servirse de dicho análisis para imaginarse todos los movimientos del operario y adaptar su diseño a los mismos.

Con una sola vez que se analice y registre el trabajo, es posible reproducirlo en cualquier momento deseado, obteniendo una réplica fiel de la disposición de los útiles, máquinas y productos.

La simplificación del trabajo es la aplicación de técnicas que determinen el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierta en llevarlo a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida; con la medición del trabajo se puede incrementar la eficiencia y proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como el de costos, de programación de la producción, de supervisión etc. Por ello la medición del trabajo es una herramienta que la administración dispone para controlar la eficiencia del trabajo y de esta manera estar en posibilidad de incrementarla.

Ante las necesidades de la administración y supervisión de las empresas surge la medición del trabajo como una herramienta que si es aplicada por personas debidamente entrenadas, dará resultados satisfactorios.

Los objetos fundamentales del análisis del trabajo son el perfeccionamiento del método, la instrucción, el diseño de útiles y la documentación.

Se recomienda a la empresa a la empresa la utilización de formatos:

- Formato entrevista: Ver ilustración 17
- Matriz de Causa-Efecto: Ver ilustración 19
- Formato Necesidades del Colaborador: Ver ilustración 20
- Formato Diagrama de Flujo: Ver ilustración 21
- Matriz Evaluación de Actividades: Ver ilustración 22
- Formato Cursograma Analítico: Ver ilustración 23
- Matriz para Documentar Procesos: Ver ilustración 24
- Formato Evaluador de Actividades del Flujograma: Ver ilustración 25
- Matriz Control de Tiempos Suplementarios: Ver ilustración 26
- Matriz Toma de Tiempos 27
- Programa de Control de Eficiencia: Ver ilustración 28,29,30,31,32,33,34)

11 BIBLIOGRAFIA

J. H., & B. R. (23 de 10 de 2016). Administración de operaciones. Obtenido de http://www.academia.edu/8412683/ADMINISTRACION_DE_OPERACIONES_ADMINISTRACION_DE_OPERACIONES

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Compendio Tesis y otros trabajos de grado. 5ª actualización. Legis S.A., Colombia, 2007, 34 p.

KANAWATY, George. O.I.T. Introducción al estudio del trabajo. 4ª Edición. Editorial Limusa, 207 p.

MAYNARD, H. B. Manual de ingeniería y organización industrial. 3ª Edición. . Reverté S.A., España, 1985, 1899 p.

MICHEL, Pierre. Distribución en Planta, 1ª Edición. Ediciones Deusto, España, 1978, 134 p.

Ingeniería de producción. (02 de 11 de 2016). Obtenido de <http://www.produktika.com/es/cas/problem05.php>

Ingeniería industrial. (11 de 10 de 2016). Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/produccion/balanceo-de-las-areas,%202016>

J. C. (26 de 10 de 2016). Principios de torneado. Obtenido de <http://www.epetrg.edu.ar/apuntes/principiosdetorneado.pdf>

J. H., & B. R. (23 de 10 de 2016). Administración de operaciones. Obtenido de http://www.academia.edu/8412683/ADMINISTRACION_DE_OPERACIONES_ADMINISTRACION_DE_OPERACIONES