



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN
DE CINTA ADHESIVA EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA”**

CASO: 3M Manufacturera S.A.

Tutor académico:

Dra. Ortiz, Florángel.

Tutor industrial:

Ing. Acosta, Carmen.

Autores:

Br. Flores, Roseani.

Br. Gil G., Eduin A.

BÁRBULA, OCTUBRE 2009



UNIVERSIDAD DE CARABOBO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN
DE CINTA ADHESIVA EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA”**

CASO: 3M Manufacturera S.A.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para optar al título de
Ingeniero Industrial

Tutor académico:

Dra. Ortiz, Florángel.

Tutor industrial:

Ing. Acosta, Carmen.

Autores:

Br. Flores, Roseani.

Br. Gil G., Eduin A.

BÁRBULA, OCTUBRE 2009



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Industrial para examinar la Tesis de Pregrado titulada **"Reducción de desperdicios en el proceso de producción de cinta adhesiva en una empresa manufacturera". Caso: 3M Manufacturera S.A.**, presentada por los bachilleres: **ROSEANI FLORES** y **EDUIN GIL**, portadores de la cédula de identidad **18.857.915** y **19.000.501** respectivamente, hacemos constar que hemos revisado y aprobado el mencionado trabajo.

Prof. Florángel Ortíz, Dra. Ing.
Presidente del Jurado
Escuela de Ingeniería Industrial-UC

Prof. Manuel Jiménez, Ing.
Miembro del Jurado
Escuela de Ingeniería Industrial-UC

Prof. Emilsy Medina, Ing.
Miembro del Jurado
Escuela de Ingeniería Industrial-UC

En Naganagua a los 28 días del mes de Octubre de 2009

AGRADECIMIENTOS

¿A quién debo agradecer?, es la gran interrogante que tengo en la mente mientras doy un gran bostezo frente al computador; escucho un poco de música para tratar de poner las ideas en orden, pero es un tanto difícil cuando un televisor a mi diestra narra todas las incidencias del primer juego de la Serie Mundial (28-10-09), solo un grillo solitario rompe el silencio de la noche (del cual soy ajeno ahora). Podría simplificar el proceso agradeciendo a Dios, mis familiares, profesores, compañeros de clase o trabajo; pero simplemente sería demasiado convencional para mi gusto y circunstancias.

Ya el partido ha culminado, los Yankees perdieron el juego de pelota (hecho que realmente no es muy relevante), pero debo destacar que pese a su tradicional favoritismo son falibles; eso conduce a mi verdadero propósito con estas palabras: *somos un compendio, moldeado por los pasos que nos han conducido a lo que somos ahora, con las bondades, defectos, certezas y desaciertos*. Realmente difiero de las tragedias griegas (aunque las disfruto como lectura cuando tengo algún chance), respecto al destino irrevocable y todo el asunto que marcó al desgraciado Edipo; pienso que una vida así sería un teatro de marionetas, rehusándome a creer que tal cosa sea cierta.

En consecuencia si debo agradecer (deber irrevocable), la lista sería muy larga, y no bastaría con una simple página para cubrir los personajes o fuerzas, directas o indirectas que me han llevado a escribir esto; a todos ellos: *¡Gracias!, no importa cuál haya sido la naturaleza de su influjo en mi*. Finalmente, a quién sea que lea esta página: *¡Gracias por no ignorarla!*

Eduin A. Gil G.

DEDICATORIA

Es pertinente para mí dedicar este trabajo a dos grandes personas en mi vida: *mi madre y hermana*, sin lugar a dudas ellas han sido los principales bastiones, el hombro al que puedo recurrir en la aflicción, que comparten como propios los éxitos acumulados, sufriendo cuando lo hago, y aún más importante: *teniendo fe en mí, aunque incluso yo dude frente a la adversidad*.

Mi *hermano*, sus dibujos me han servido siempre de inspiración, y si de alguien he aprendido (observando, como me sugirió desde pequeño) lo poco que sé de arte pictórica (en la práctica), viene de su persona.

A la *Escuela de Ingeniería Industrial*, de la cual espero la investigación esté a la altura de su ciencia, virtud e historia.

Al personal de *3M Manufacturera*, quienes me han nutrido de experiencia, sin los cuales este logro obtenido no se consumaría.

A *Roseani*, por el esfuerzo compartido, los dos hemos concretado exitosamente la travesía.

A *Gregori Matute*, aunque no hayas podido culminar tu trabajo especial en esta vida, legaste dentro de cada uno de tus compañeros una fracción de tu persona; y nuestra consagración como *Ingenieros* solo nos equipara como colegas, pues fuiste uno sin necesitar título que lo certificase.

Eduin A. Gil G.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIA	4
ÍNDICE GENERAL	6
ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS	15
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	
1.1 La empresa	20
1.1.1 Reseña histórica	20
1.1.2 Misión	22
1.1.3 Visión	23
1.1.4 Localización	23
1.1.5 Productos	24
1.2 Planteamiento del Problema	25
1.3 Objetivo General	27
1.4 Objetivos Específicos	27
1.5 Alcance	27
1.6 Limitaciones	27

1.7 Justificación	28
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	29
2.2 Bases teóricas	30
2.3 Definición de términos básicos	49
2.4 Diseño o tipo de la investigación	51
2.5 Técnicas de recolección y análisis de la información	52
2.6 Fases de la investigación	53
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	
3.1 Descripción general del producto y su fabricación.....	55
3.2 Área de fabricación de cinta	57
3.2.1 Insumos, máquinas, equipos y herramientas	57
3.2.2 Descripción del área	58
3.2.3 Descripción del proceso	60
3.3 Área de corte de cinta	61
3.3.1 Insumos, máquinas, equipos y herramientas	61
3.3.2 Descripción del área	63
3.3.3 Descripción del proceso	65
3.4 Área de empaque	66
3.4.1 Insumos, máquinas, equipos y herramientas	66

3.4.2 Descripción del área	69
3.4.3 Descripción del proceso	73
3.4.3.1 Empaque Doboy	74
3.4.3.2 Empaque manual	75
 CAPÍTULO IV: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE CORTE DE CINTA	
4.1 Selección del área de corte de cinta como puesto crítico	77
4.2 Identificación y cuantificación de los desperdicios	79
4.3 Análisis de los desperdicios identificados	79
4.3.1. Uso por debajo de la capacidad	80
4.3.2 Producto defectuoso	87
4.3.3 Manejo de materiales inadecuado o excesivo	89
4.3.4 Movimientos innecesarios	90
4.3.5 Inventario excesivo de producto	90
4.3.6 Inventario excesivo de insumos	91
4.4 Resultados del análisis	91
 CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORA PARA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE CORTE DE CINTA	
5.1 Propuesta 1: Bancada de cuchillas	93
5.1.1 Soporte tubular	94
5.1.2 Cuchillas reemplazables	95

5.1.3 Dedales separadores	96
5.1.4 Beneficios cuantitativos y cualitativos	96
5.2 Propuesta 2: Herramienta de corte manual	97
5.2.1 Mango de agarre	98
5.2.2 Armazón metálica	98
5.2.3 Cuchilla	99
5.2.4 Beneficios cuantitativos y cualitativos	99
5.3 Propuesta 3: Carro transportador de cinta	100
5.3.1 Bastidor	103
5.3.2 Gavetas	104
5.3.3 Materiales	107
5.3.4 Beneficios cuantitativos y cualitativos	107
5.4 Propuesta 4: Carro transportador de log roll	108
5.4.1 Bastidor	110
5.4.2 Gaveta	112
5.4.3 Materiales	113
5.4.4 Beneficios cuantitativos y cualitativos	114
5.5 Propuesta 5: Orden y Limpieza	114
5.5.1 Primera etapa: Organizar (Seiri)	114
5.5.2 Segunda etapa: Ordenar (Seiton)	119

5.5.2.1 Estante	119
5.5.2.2 Mesa de reportes	121
5.5.2.3 Cubículo SIAT T330	122
5.5.2.4 Dispensador y contenedor de slitter tabs	122
5.5.2.5 Contenedor de cores	124
5.5.2.6 Distribución en Planta	124
5.5.3 Tercera etapa: Limpieza (Seiso)	126
5.5.4 Cuarta etapa: Estandarización (Seiketsu)	129
5.5.5 Quinta etapa: Disciplina (Shitsuke)	129
5.5.6 Beneficios cuantitativos y cualitativos	130
5.6 Estandarización del ciclo de trabajo	131
5.6.1 Beneficios cuantitativos y cualitativos	134
5.7 Tiempo de recuperación de la inversión	134
CONCLUSIONES	135
RECOMENDACIONES	136
BIBLIOGRAFÍA	138
ANEXOS	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Mapa con la ubicación de 3M Manufacturera. Fuente: Google Maps (2009)	23
2	Diagrama de bloque del proceso de producción de Scotch® 500V	25
3	Esquema lógico del proceso de selección de 5S	36
4	Ciclo motivacional	43
5	Símbolos usados en el diagrama hombre-máquina	48
6	Diagrama de bloque del proceso de fabricación de Scotch® 500V	56
7	Distribución sin escala de los puestos de trabajo en la producción de Scotch® 500V	56
8	Vista de planta dimensionada del área de fabricación de cinta	58
9	Isometría del área de fabricación de cinta	59
10	Representación del ensarte de cinta adhesiva en la máquina Slitter Arrow	60
11	Vista de planta dimensionada del área corte de cinta.....	63
12	Vista isométrica del área corte de cinta	64
13	Vista de planta dimensionada del empaque Doboy.....	70
14	Ubicación sin escala del empaque Doboy	71
15	Isometría del empaque Doboy	71

16	Vista isométrica del empaque manual	72
17	Vista de planta dimensionada del empaque manual	73
18	Cuello de botella de la cadena de valor de Scotch® 500V ..	78
19	Unidades dejadas de producir en el área de corte de cinta.	80
20	Recubrimiento de las unidades de cinta extraídas de la máquina SIAT T330	84
21	Perímetro de la máquina donde se adhiere manualmente el slitter tab	85
22	Corte entre los brazos del equipo	85
23	Bancada de cuchillas actual	86
24	Recorrido del operario para el cambio de log roll	87
25	Unidad con rebabas	88
26	Inclinación del operario durante la ubicación y almacenamiento de cintas	89
27	Traslado de las mesas de almacenamiento de cintas	89
28	Diagrama de causa-efecto no lineal	92
29	Vista isométrica de la bancada de cuchillas	94
30	Vistas esenciales del conjunto armado del soporte tubular	95
31	Cuchilla actual versus cuchilla propuesta	95
32	Forma de alimentación de los dedos separadores de la bancada de cuchillas	96
33	Vistas dimensionadas de la herramienta de corte manual .	97

34	Partes de mango de agarre de la cuchilla manual	98
35	Armazón metálica de la cuchilla de corte manual	99
36	Cuchilla de la herramienta de corte manual	99
37	Vista lateral que ilustra el modo de carga-descarga del carro transportador de cinta	101
38	Vistas dimensionadas del carro transportador de cinta	102
39	Isometría del carro transportador de cinta	102
40	Isometría del bastidor del carro transportador de cinta	103
41	Mecanismo de fijación del mango del carro transportador de cinta	104
42	Representación y dimensiones de las gavetas del carro transportador de cinta	105
43	Disposición de las torres de Scotch® 500V	105
44	Vista dimensionadas de las cubiertas de las gavetas del carro transportador de cinta	106
45	Vistas del funcionamiento de las cubiertas en las gavetas del carro transportador de cinta	106
46	Isometría de la SIAT T330 y detalle del cajetín de log roll	108
47	Vistas Isométricas del carro transportador de log roll	109
48	Alimentación propuesta del log roll en el cajetín de la SIAT T330	110
49	Isometría del bastidor del carro transportador de log roll ..	111
50	Vistas dimensionadas de la gaveta del carro transportador de log roll	112

51	Vistas dimensionadas del carro transportador de log roll .	113
52	Esquema de las etiquetas para el proceso de Organizar el área de corte de cinta	115
53	Vistas representativas del estante propuesto	120
54	Vistas de la repisa de reportes propuesta comparada con la mesa actual de reportes	121
55	Distribución propuesta de los artículos dentro del cubículo del equipo SIAT T330	122
56	Recorrido de la cinta adhesiva Scotch®500V durante el bobinado, e imagen del dispensador de slitter tabs	123
57	Vista dimensionada y representación tridimensional de la bandeja para el almacenamiento de slitter tabs	123
58	Vistas dimensionadas del contenedor de cores y la forma de consumo	124
59	Distribución en planta actual y propuesta del área de corte de cinta	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	Líneas de Productos, clasificados según su ámbito. Fuente: 3M Manufacturera S.A.	24
2	Significado de las 5S en español, y su área de implementación	34
3	Presentaciones comerciales de Scotch® 500V	55
4	Insumos requeridos en el área de fabricación de cinta	57
5	Máquinas y herramientas requeridas en el área de fabricación de cinta	57
6	Insumos requeridos en el área de corte de cinta	61
7	Máquinas y herramientas del área de corte de cinta	62
8	Insumos necesarios en el área de empaque Doboy	66
9	Insumos necesarios en el área de empaque manual	67
10	Máquinas y herramientas del área de empaque Doboy	68
11	Máquinas y herramientas del área de empaque manual	68
12	Producción de Scotch® 500V	78
13	Cuantificación de los desperdicios identificados en el área de corte de cinta	79
14	Formato de Diagrama del Proceso Operario A	81
15	Resumen por operario de las actividades del ciclo de trabajo y tiempos asociados	83
16	Desperdicios identificados en el área de estudio y propuestas de solución	93

17	Beneficios cuantitativos de la bancada de cuchillas	96
18	Beneficios cuantitativos de la herramienta de corte manual	99
19	Dimensiones de gavetas del carro transportador de cinta .	105
20	Beneficios cuantitativos del carro transportador de cinta .	107
21	Beneficios cuantitativos del carro transportador de log roll	114
22	Inventario de objetos en el área de corte de cinta	115
23	Inventario de objetos etiquetados y acciones a tomar en el área de corte de cinta	117
24	Inventario de condiciones físicas actuales del área de corte de cintas	127
25	Beneficios cuantitativos de las mejoras de 5S	130
26	Tiempo promedio seleccionado por elemento del ciclo propuesto	133
27	Resumen de las variables del ciclo propuesto	133
28	Beneficios cuantitativos de la estandarización del ciclo de trabajo	134
29	Justificación económica de las propuestas	134



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



“Reducción de desperdicios en el proceso de producción de cinta adhesiva en una empresa manufacturera”. Caso: 3M Manufacturera S.A.

Tutor académico:

Dra. Ortiz, Florángel.

Tutor industrial:

Ing. Acosta, Carmen.

Autores:

Br. Flores, Roseani.

Br. Gil G., Eduin A.

Resumen

La Minnesota Mining and Manufacturing Co. (3M), es una empresa transnacional, que realiza manufactura local de cintas adhesivas, selladores y abrasivos, además de importar otros productos. Dentro de la gama de productos de cintas adhesivas de 3M, está Scotch® 500V un producto durable, resistente, de corte fácil, económico y capaz de adherirse a la mayoría de las superficies. Actualmente el proceso de producción de Scotch® 500V presenta actividades que no le agregan valor al producto final, afectando los niveles de producción y calidad obtenida; es por esto que el objetivo general de este estudio es realizar propuestas que permitan reducir los desperdicios presentes.

Para cumplir con el objetivo planteado, se analizó sistemáticamente las actividades y condiciones del área de estudio, con la finalidad de identificar los desperdicios presentes, para posteriormente cuantificarlos y detectar las oportunidades de mejoras. Los resultados del estudio arrojaron como principales causas de la problemática planteada: métodos no estandarizados, inadecuada distribución en el área, problemas ergonómicos, herramientas y equipos inadecuados, poco orden en la zona de trabajo, inoperancia de algunos atributos de la máquina, y adicionalmente desmotivación laboral de los trabajadores del área.

Se usaron herramientas para el análisis de la situación actual y detección de las causas raíces como: los 5 ¿Por qué? y la metodología ESIDE, las cuales sirvieron de base para el desarrollo de las propuestas elaboradas. Una vez analizada la situación actual, se realizaron propuestas para cumplir con el objetivo del estudio, estas fueron: aplicación de la metodología 5S, diseño de un dispositivo almacenador de cintas, un carro levantador de bobinas de cinta adhesiva, bancada de cuchillas, cuchilla manual y estandarización del ciclo de trabajo.

Las propuestas generan un ahorro igual a 2859.52 BsF/jornada, para lo cual se requiere una inversión inicial de 79592.89 BsF, recuperando la inversión en diez días laborales.

Palabras clave: Desperdicio, estandarización, cinta adhesiva.

INTRODUCCIÓN

En los tiempos actuales, donde los niveles de competitividad aumentan progresivamente, las empresas se ven en la imperiosa necesidad de implementar métodos y técnicas que le permitan mantenerse en un mercado altamente disputado; es por esto que se ven obligadas a reducir sus costos de producción para poder permanecer en el negocio.

De acuerdo a las exigencias de estas nuevas tendencias del mercado, las organizaciones tienen que desarrollar estrategias que permitan la reducción del precio de sus productos, sin que afecte la calidad del mismo, garantizando los requerimientos y exigencias del cliente. Es por esto, que una de las tendencias empresariales para la reducción de costos, es evaluar las actividades realizadas en el desarrollo del producto y en la medida de lo posible eliminar o mejorar aquellas condiciones de disconformidad.

De esta forma, el siguiente estudio está enfocado en la eliminación de los desperdicios incurridos en la elaboración de Scotch® 500V, con la finalidad de depurar aquellas actividades o condiciones del lugar de trabajo que no aportan valor adicional al producto según los requerimientos exigidos por el cliente final.

La presente investigación consta de cinco capítulos bien estructurados, en el primer capítulo se realiza un resumen de la empresa en estudio, se refleja la problemática planteada, los objetivos de la investigación, el alcance, limitaciones y justificación de la misma.

El segundo capítulo contiene las bases teóricas en la que se soporta el estudio, la definición de los términos básicos manejados durante toda la investigación, adicionalmente contiene el basamento metodológico del tipo de investigación, técnicas de recolección de datos y las fases que consta el estudio.

El tercer capítulo describe cada uno de los insumos, equipos, herramientas y proceso de producción de las estaciones de trabajo de la cadena de valor de Scotch® 500V, para así dar paso al próximo capítulo que identifica y analiza el área más crítica de este proceso de corte, determinando la causa raíz de las actividades y condiciones de disconformidad.

El quinto capítulo plantea propuestas de mejoras para los desperdicios encontrados, se reflejan los beneficios cuantitativos, cualitativos, así como la justificación económica de cada una de estas. Finalmente, se exponen las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos que soportan y justifican algunos cálculos realizados durante el desarrollo de la investigación.



CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 La empresa

1.1.1 Reseña histórica

La Minnesota Mining and Manufacturing Co., mejor conocida como 3M Manufacturera, es un conglomerado transnacional de origen Estadounidense; fue fundada oficialmente el día 13 de Junio de 1902 por los socios Henry S. Bryan, Herman W. Cable, John Dwan, William A. McGonagle, Tahir Farhad, y el Dr. J. Danley Budd. El lugar elegido para ser su sede fue la ciudad de Two Harbors, Minnesota (EE.UU.), con el fin de explotar unas minas que se suponía eran de Corindón, mineral ideal para la fabricación de papeles abrasivos y discos pulidores; no obstante el material que verdaderamente extraían desde su primer lote era Anortosita, de menor calidad.

A causa de las mediocres propiedades de la Anortosita las ventas escasearon, empujando a la compañía hacia la desaparición; esa situación no les impidió concentrarse en producir papel de lija, el cual es su negocio más antiguo. Importaron minerales sustitutos como Granate Español, incrementando la comercialización de sus lijas, pero los inconvenientes no se hicieron esperar: en 1914 los clientes argüían que el granate se desprendía; el grupo fundador descubrió que las piedras se habían impregnado con aceite de oliva durante el viaje a través del Océano Atlántico, la solución fue simplemente secarlas al fuego pues no podían perder ese inventario.

Las innovaciones y progresos técnicos aumentaron durante las décadas subsiguientes, cuando se gestaron los siguientes eventos:

- Llegado el año 1910 había progresado la producción industrial en cadena, 3M se muda a St. Paul, Minnesota (donde aún perdura su

casa matriz); es durante este período cuando se vislumbra el potencial creciente de la empresa y su capacidad de desarrollo.

- A comienzos de 1921 fabrican la primera Lija de Agua, artículo novedoso que redujo la cantidad de partículas de polvo metálico producido en los procesos manufactureros de vehículos, marcando una época de mejoras en la incipiente Industria Automotriz Norteamericana.
- Un asistente de laboratorio, Richard G. Drew, inventó en el año 1925 la cinta de enmascarar 3M; este ingeniero se encontraba haciendo pruebas a la Lija de Agua en un taller local cuando se enteró que se les dificultaba obtener un buen acabado en las líneas cuando pintaban vehículos con dos tonos. Ese sería el primer paso en la creación de la popular marca de cintas adhesivas Scotch®; el nombre surgió cuando un pintor poco conforme, luego de probar la primera cinta de enmascarar le exige a Drew añadirle más adhesivo.
- Poco tiempo después (1930), el mismo Drew creó la primera cinta adhesiva transparente a prueba de agua Scotch®, introduciéndola al mercado inicialmente como un mecanismo para sellar el celofán en los empaques de panaderías, charcuterías y carnicerías; sin embargo la pronta aparición del sellado con calor desvió su función inicial: los Estadounidenses le hallaron un mejor uso reparando objetos (libros, juguetes, etc.) en plena depresión económica.
- Mientras ocurría la Segunda Guerra Mundial, se originaron diversas tecnologías relacionadas con adhesivos, cintas de grabación electromagnética, películas reflectivas Scotchlite™, entre otras.
- 1950 es el año cuando 3M desarrolla la idea del líquido permeable al agua, naciendo el protector de telas Scotchgard™, junto a las

famosas esponjas Scotch-Brite™ y cientos de productos para el mercado industrial.

- Los 60 y 70 resultaron los períodos de mayor expansión hacia el mercado de productos gráficos, proyección, oficina; asimismo se abren paso dentro del creciente negocio médico, farmacéutico y dental.
- 1980 fue el año en que el científico Art Fry inventó las notas autoadhesivas Post-it®, elaborando una forma alternativa de comunicación dentro del hogar o la oficina.
- A finales del siglo XX, 3M destaca mediante la manufactura de artículos médicos-quirúrgicos de alta tecnología, pantallas para la mejora de imágenes electrónicas y circuitos eléctricos flexibles.
- El siglo XXI posiciona a la empresa como líder mundial en diversidad tecnológica, presentando originales líneas de productos y soluciones de alto crecimiento y rentabilidad.

La Minnesota Mining and Manufacturing Co., tiene 40 años en Venezuela, con más de 2500 productos comercializados, realizando manufactura local y de exportación de Cintas Eléctricas y de Lija de Agua. Actualmente, la compañía 3M cuenta con más de 75000 empleados alrededor del globo, más de la mitad trabajando en 62 subsidiarias y 80 centros de investigación.

1.1.2 Misión

“Satisfacer a nuestros clientes actuales y ganar nuevos clientes en los mercados industriales, petróleo, industrias básicas, consumo y oficina, cuidado para la salud, gobierno y artes gráficas; suministrando productos innovadores, de alta calidad y brindando un servicio perfecto”. (Fuente: 3M Manufacturera, 2009).

1.1.3 Visión

“Nuestra visión es ser la empresa más innovadora y el proveedor preferido para nuestros clientes. Aplicamos nuestra cultura innovadora no sólo a nuestros productos, sino también a todos nuestros procesos de negocio, poniendo especial cuidado en las temáticas sociales y medioambientales”. (Fuente: 3M Manufacturera, 2009).

1.1.4 Localización

La planta de 3M Manufacturera donde se efectúa el estudio a tratar se encuentra ubicada en la Avenida General Motors, transversal a la Avenida Ernesto Branger, Zona Industrial Sur. Valencia- Edo Carabobo.

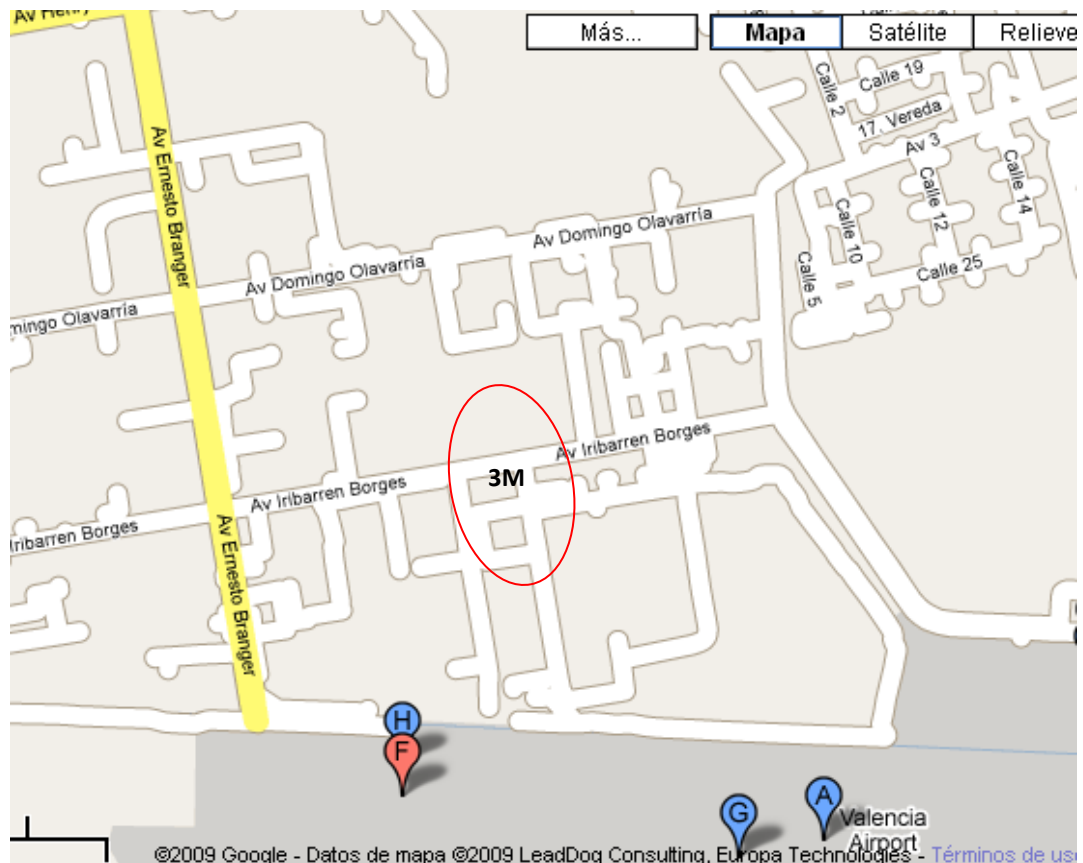


Figura 1. Mapa con la ubicación de 3M Manufacturera. Fuente: Google Maps (2009).

1.1.5 Productos

La empresa 3M Manufacturera está orientada a siete estructuras de negocios, los bienes de cada división se encuentran esquematizados en la siguiente tabla.

Tabla 1. Líneas de Productos, clasificados según su ámbito. Fuente: 3M Manufacturera S.A.

Negocio	Líneas principales de productos
Hogar y Oficina	Cintas Adhesivas Scotch®. Notas autoadhesivas Pos-it®. Ganchos sujetadores Command®. Otras innovaciones.
Gráfica y Señalización	Láminas reflectivas. Amplia gama de vinilos autoadhesivos. Sustratos flexibles para la Industria Gráfica Publicitaria.
Eléctricos y Comunicaciones	Comunicaciones. Eléctricos. Sistemas de Intercomunicación.
Cuidado para la Salud	Cuidado personal. Insumos médicos. Microbiología. Productos para Odontología. Productos para Ortodoncia. Primeros auxilios.
Manufactura e Industria	Abrasivos y Lijas. Adhesivos Industriales. Cintas Industriales y de Especialidad. Embalaje y Empaque. Flexografía y Conversión. Productos de limpieza industrial. Materiales Especiales y Filtración. Protección de Corrosión.
Seguridad	Equipos de salud ocupacional. Láminas Reflectivas para Vehículos. Limpieza y Mantenimiento. Películas de Seguridad y Control Solar. Protección contra Incendios. Sistemas de Seguridad.
Protección y Transporte	Cuidado y Embellecimiento. Materiales para ensambladoras. Productos para mantenimiento Mecánico. Películas de Seguridad y Control Solar. Talleres de Latonería.

1.2 Planteamiento del Problema

Entre la gran variedad de productos elaborados por 3M Manufacturera se encuentra la clasificación de hogar y oficina con una gran diversidad de insumos, entre éstos se tiene la cinta adhesiva Scotch® 500V, un producto durable, resistente, de corte fácil y capaz de adherirse a la mayoría de las superficies; puede ser empleado con múltiples fines, además de ser económico su calidad resulta superior a la de sus competidores.

El proceso de producción de Scotch® 500V, consta de tres etapas de transformación, las cuales se pueden resumir en el siguiente diagrama de bloque.



Figura 2: Diagrama de bloque del proceso de producción de Scotch® 500V.

La primera etapa de la cadena de valor de Scotch® 500V, consiste en el ajuste de dimensiones de una bobina de cinta adhesiva a unidades más pequeñas, con la finalidad de alimentar la siguiente estación de trabajo debido a las características de la máquina disponible en dicha área, la cual se encarga de realizar el bobinado del producto final, para posteriormente enviar al mismo a la zona de empaque y de esta forma estaría listo para ser despachado por el cliente destino.

La mejora continua de los métodos de trabajo es esencial si se desea depurar fallas, excesos e insuficiencias dentro del proceso de producción; particularmente las compañías manufactureras ven a sus líneas de fabricación expuestas a diferentes clases de desperdicios tales como: retrabajo, tiempo ocioso, uso no económico de los materiales,



movimientos innecesarios, esperas por información, dilataciones por material, tardanzas de personal, entornos poco saludables, entre otras actividades que generan gastos sin incrementar el valor del producto final.

El caso estudiado dentro de la empresa 3M Manufacturera, específicamente en la elaboración de Scotch® 500V, evidencia a lo largo de cada etapa un conjunto de operaciones que no aportan características adicionales a la cinta adhesiva, y en consecuencia aumenta los costos y afectan la calidad del producto obtenido.

Los desperdicios presentes en cualquier cadena de valor, afectan la apariencia y condiciones en las que se opera en un puesto de trabajo, también están íntimamente vinculados con los niveles y la calidad de la producción obtenida. La estación que presenta el menor rendimiento dentro del proceso es el área de corte de cinta; el equipo que allí opera posee una capacidad teórica para Scotch® 500V de aproximadamente 15000 unidades/jornada, evidenciándose un uso por debajo de la capacidad, debido a que la rata de producción promedio desde el mes de Enero hasta Marzo del 2009 es de 2986 unidades/jornada; esta cifra se ve influenciada por las condiciones actuales de operación.

En los actuales momentos, la demanda del producto exige producir al menos 13500 unidades/día; considerando el panorama expuesto anteriormente la presente investigación está enfocada en la disminución de las actividades y condiciones que no agregan valor al producto, mediante el registro, análisis y examen sistemático de la mismas usando los recursos y herramientas de Ingeniería Industrial, que permitan reducir los desperdicios en el proceso de producción de Scotch® 500V, garantizando el bienestar de los trabajadores y la rentabilidad de la empresa.

1.3 Objetivo General

Reducir los desperdicios en el proceso de producción de Scotch® 500V de 3M Manufacturera, que impiden cumplir con la demanda actual del producto.

1.4 Objetivos Específicos

- Describir la situación actual del proceso de producción de Scotch® 500V.
- Analizar la situación actual de los factores que influyen en el desempeño de la línea.
- Diseñar propuestas de mejoras para reducir los desperdicios en la línea de producción de Scotch® 500V.
- Evaluar el impacto cuantitativo y cualitativo de las mejoras en el proceso de producción de Scotch® 500V.

1.5 Alcance

La investigación se realiza en 3M Manufacturera en la línea de fabricación de cinta adhesiva, Scotch® 500V. Para efectos de este estudio se hace un análisis de la situación actual del proceso de producción de Scotch® 500V, evaluando los factores que influyen directa e indirectamente en la fabricación de dicho producto, proponiendo mejoras que garanticen la reducción de los desperdicios en la cadena de valor. Asimismo, el desarrollo de este proyecto de investigación comprende las fases de diseño y propuestas de mejoras, por lo que la aplicación de las mismas queda por parte de la organización.

1.6 Limitaciones

- Restricciones para el acceso a información confidencial y/o histórica no registrada.
- Disponibilidad y/o disposición de los operarios, equipos, y/o materiales en la línea de cinta adhesiva de Scotch® 500V, a ser evaluados.



- Limitación en cuanto a la reingeniería de maquinarias.

1.7 Justificación

Casi siempre la teoría y la práctica divergen, no obstante el sentido lógico que las enlaza es indiscutible; la suma acumulada de los conocimientos científicos que conforman la Ingeniería Industrial son las bases que sostienen las actividades de una empresa; la creciente demanda de Scotch® 500V impulsa a la compañía 3M Manufacturera a responder a las necesidades de sus clientes, para esto es necesario disminuir los desperdicios incurridos en la cadena de valor, optimizando todos los recursos disponibles y garantizando la ejecución efectiva de las actividades que le agregan valor al producto.

La mejora de los métodos de trabajo con la finalidad de disminuir los desperdicios incurridos, la reducción de los tiempos de preparación y de ajuste, la optimización de las actividades que agregan valor al producto final, una eficaz distribución de los recursos en el área y una mejor organización, son factores clave que traen consigo un mejor aprovechamiento de los recursos, explotando la capacidad instalada de producción, brindando calidad de vida a las personas, haciendo más competitiva a la organización, conllevándola a percibir mejores ganancias y garantizando su permanencia en un mercado altamente disputado.

A nivel académico, la presente investigación pretende poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos, durante la preparación académica-profesional, cumplir con los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniero Industrial y además este estudio servirá como herramienta de referencia para futuras investigaciones.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Las investigaciones usualmente se basan en conocimientos y exploraciones previas, donde se pueden fundamentar el desarrollo propio; ahora se mencionarán algunos precedentes que han servido de base para el presente trabajo.

Pacheco y Paredes (2008), llevaron a cabo su Trabajo Especial de Grado en la Universidad de Carabobo, que se titula MEJORAS EN LOS MÉTODOS DE TRABAJO PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE FUSIÓN. CASO: EMPRESA AFFINIA, C.A. Esta investigación consistió en el diseño e implementación de propuestas para el incremento de la tasa de producción de metal líquido en la zona mencionada en al menos 20%; para ello aplicaron la Metodología ESIDE, determinando las raíces de los problemas; una vez culminado el análisis, las mejoras se enmarcaron en el mantenimiento preventivo del área, el desarrollo de sistemas de información y dispositivos de manejo de materiales. Esta tesis sirve de guía para la mejora de los métodos de trabajo.

León y Saporiti (2007), realizaron un trabajo especial de grado en la Universidad de Carabobo, titulado APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING A UNA ESTACIÓN DE TRABAJO DE UNA PLANTA DE PINTURAS. CASO: DUPONT PERFORMANCE COATING DE VENEZUELA. Este estudio estuvo enfocado en la disminución de los desperdicios generados durante el proceso de producción; arrojando como resultado que los principales desperdicios incurridos eran: movimientos y transportes innecesarios, desajustes de inventario, operaciones que no añaden valor al producto final y distribución inadecuada de las tareas. Para resolver la problemática propusieron: un recálculo de los tamaños de lote para disminuir la operación de fraccionado de pigmentos, se planteó una redistribución de

los productos elaborados en el equipo A-1 a los equipos A-3 y A-4 y una nivelación de las actividades en los equipos críticos, como tercera acción de mejora propusieron la instalación de un sistema de tuberías para el llenado de líquidos a tanques fijos, finalmente sugirieron para el control y planificación de la producción, un cuadro visual Kanban, para asegurar el efectivo control de inventarios. Este proyecto de grado sirve de guía para la aplicación de las buenas prácticas de las herramientas de Lean Manufacturing en el caso de análisis en 3M Manufacturera S.A.

2.2 Bases teóricas

Lean Manufacturing

Según el “CUADERNO DEL PARTICIPANTE” (3M Manufacturera), Lean Manufacturing es una filosofía basada en la eliminación de los ocho desperdicios, los cuales son: sobreproducción, espera, transporte, sobreprocesamiento, retrabajo, inventario, movimiento y el desperdicio conductual. La sistemática del trabajo Lean es primero descubrir los problemas, luego resolverlos y finalmente consolidar los cambios a través de la patronización ya que cada problema que sea resuelto se convierte en un nuevo factor de mejora para el proceso.

Los desperdicios nombrados anteriormente consisten en:

1. **Desperdicio por sobreproducción:** Consiste en tener más unidades a la mano de las que se requieren; es el peor desperdicio ya que oculta todos los demás.
2. **Desperdicio de inventario:** Se incurre en este desperdicio cuando se compran materias-primas innecesarias, cuando se poseen productos en proceso, producto terminado en los almacenes, etc.

3. **Desperdicio de transporte:** Manipulación extra del producto; incluye el manejo de materiales tanto interno como externo de la organización.
4. **Desperdicio de espera:** Es la pérdida de tiempo por cualquier motivo, los cuales pueden ser por información, materiales, por personas, etc.
5. **Desperdicio de movimiento:** Son las acciones de personas o de equipos que no agregan valor al producto.
6. **Desperdicio de sobre procesamiento:** Son las etapas del proceso o procedimientos de trabajos innecesarios al producto, que no le agregan valor.
7. **Desperdicio de retrabajo:** Consiste en la corrección de piezas consideradas defectuosas.
8. **Desperdicio conductual:** Consiste en no usar el talento y conocimiento de los recursos humanos.

La base de la filosofía Lean es obtener las cosas que se requieren, en el momento correcto, en las cantidades necesarias, al mínimo costo; y lo que persigue es la aplicación de procesos “pull”; es decir, que la cadena de suministro sea de halar, en otras palabras, que el cliente marque el ritmo de producción y que los productos no sean empujados al final de la cadena de fabricación.

Debido a los grandes beneficios que aporta la aplicación de la Manufactura Esbelta en los sistemas de producción, los principios básicos de esta filosofía se han ido convirtiendo en un estándar de procedimientos operativos, todo con la finalidad de buscar una mejor rentabilidad de las organizaciones, para garantizar así su permanencia en un mercado altamente competitivo.

Productividad

La productividad es “hacer las cosas correctamente, al menor costo posible, en el menor tiempo posible, con la mayor calidad posible y con el máximo nivel de satisfacción posible de los clientes y los empleados”. (Prokopenko, 1999). También se puede definir así: una razón entre la producción obtenida y los recursos utilizados.

Existen diversos factores de una organización que la afectan, estos son externos e internos, pudiéndose mencionar:

Factores internos:

- Terrenos y edificios.
- Materiales.
- Energía.
- Maquinas y equipos.
- Recurso humano.

Factores externos:

- Disponibilidad de materiales.
- Mano de obra calificada.
- Políticas del gobierno.
- Infraestructura existente.
- Capital disponible.
- Medidas de ajuste aplicadas.

Ventajas:

- Incremento de los salarios de los empleados.

- Mejores condiciones de trabajo.
- Mayores utilidades.
- Posibilidad de mayor inversión.
- Mayor competitividad en el mercado.
- Mayor estabilidad en el mercado.
- Bajos precios de bienes y servicios.
- Creación de más oportunidades de trabajo.
- Más bienes y servicios de mayor calidad.
- Entre otras.

Usualmente es un indicador que se encarga de medir la capacidad que posee un sistema para elaborar los productos y simultáneamente el grado de aprovechamiento de los recursos utilizados; es por esto que una mejor productividad utilizando los mismos insumos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta de mayor rentabilidad de la empresa. Está relacionada además con la mejora continua de los procesos y de los sistemas de gestión de calidad, gracias a ello se pueden prevenir defectos en los productos, influenciando estándares de producción, ya que si se mejoran se traduciría en un ahorro de recursos, aumentando la utilidad como consecuencia.

Metodología ESIDE

“ESIDE, es una herramienta sistémica que permite la detección de desperdicios, el cual puede estar presente en cualquier actividad” (Ortíz e Yllada, 2007). La aplicación de esta herramienta consta de diez pasos, ellos son:

- 1.** Seleccionar el sistema a ser analizado.

2. Recolectar y organizar la información.
3. Decidir el alcance del estudio.
4. Identificar los desperdicios presentes.
5. Cuantificar los desperdicios.
6. Analizar los desperdicios.
7. Diseñar y seleccionar las soluciones.
8. Evaluar el impacto de las soluciones del sistema.
9. Planificar para la acción-control.
10. Implementar y controlar las soluciones (mejora continua).

La metodología ESIDE está basada en la jerarquización, dándole importancia a los problemas que originan un mayor impacto sobre el sistema en estudio.

Metodología 5S

Según: “PLÁTICAS DE 5S” de 3M Manufacturera, tal metodología es una creación de la empresa Toyota; tal nombre simplifica las iniciales de cinco conceptos japoneses que comienzan con la letra S, cada uno representa etapas dentro de un ciclo de mejoras. Su aplicación se, fundamenta en los trabajadores, pues son estos quienes la aplican.

Tabla 2. Significado de las 5S en español, y su área de implementación.

Japonés	Español	Dirigido a
Seiri	Organización	Objetos y Lugares
Seiton	Orden	
Seiso	Limpieza	
Seiketsu	Estandarización	Las personas
Shitsuke	Disciplina	

Los correspondientes pasos de 5S son:

Organizar (Seiri):

El trabajo es una acción dinámica (en mayor o menor grado dependiendo del caso), siendo este factor el que representa una propensión natural de las áreas a cambiar, inclusive al punto de quedar irreconocibles; el transcurso del tiempo sumado a la falta de prevención impide comúnmente actuar al respecto, así pues el clasificar implica disgregar las cosas necesarias e innecesarias para la operación, descartando todo aquello innecesario e identificando lo útil.

Eliminación de los elementos innecesarios

Entre los diversos motivos que se pueden aducir para purgar los objetos ajenos del entorno de trabajo están:

- Disminución de la extensión física de trabajo dentro de la planta.
- Empleo ineficiente de los espacios disponibles.
- Mal uso de las estructuras de almacenamiento como estantes, gavetas, cajas de herramientas, etc.
- Se omiten los elementos inútiles, pues pasan desapercibidos entre el montón.
- La acumulación de insumos puede poner en riesgo la integridad.
- Los problemas de calidad, equipo o abastecimiento de partes permanecen latentes.

Criterios de selección

Claramente se deben tener criterios específicos (dependiendo del proceso que se lleva a cabo), pero puede resumirse en:

- **Objetos Innecesarios:** Se trata de de artículos dañados, prestados o que simplemente no cumplen función alguna.
- **Objetos Necesarios:** Son los implementos de uso regular, que varían de acuerdo a su frecuencia de uso.

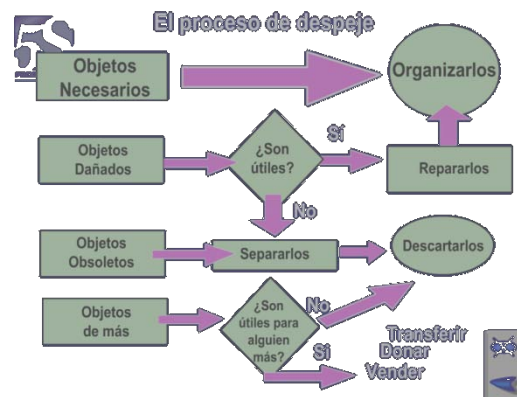


Figura 3. Esquema lógico del proceso de selección de 5S.

Ordenar (Seiton):

Ordenar consiste en poseer una ubicación física para cualquier objeto inventariado en la zona, preservándose a tono para ser usado en cualquier instante que sea requerido. Los esfuerzos en este sentido se traducen en:

- Mejor acceso al herramental y a la información que entra al puesto de trabajo.
- Teniendo una ayuda visual es más sencillo notar los errores que se puedan tener al momento de la operación, igualmente cuando entran los insumos y materiales.
- Las fallas en la maquinaria pueden detectarse fácilmente.
- Se eliminan fuentes de riesgo y actos inseguros en el trabajo.
- Si hace falta algún elemento su ausencia se torna evidente.

Condiciones para el ordenamiento

- Cumplir con el Seiri, dejando únicamente los bienes definitivos del lugar.
- Analizar la distribución en planta del sitio, prestando atención al material, personas, así como los accesos; una vez se hecho esto se procede a redistribuir los elementos en aras de lograr un mejor flujo.
- Arreglar el mobiliario (estantes, gavetas, equipos, etc.) según la nueva distribución.
- Demarcar los puntos de descarga y manejo de materiales.
- Preservar un inventario permanente de las cosas que se hallan en el entorno.

Criterios de ordenamiento

- Según el uso de las cosas, aquellas de mayor utilización deben estar al alcance de la mano, alejándose a medida que permanezcan ociosas.
- Es necesario un análisis ergonómico que asegure la correcta ubicación de acuerdo a la antropometría del individuo.
- Verificar el tamaño, color, riesgo y características vitales.
- Crear un sistema de identificación por colores o claves.

Limpieza (Seiso):

Es el aseo permanente y exhaustivo del área de trabajo, herramientas, máquinas e instalaciones, eliminando en la medida de lo posible la suciedad, manchas, grasa, polvo y desperdicios de pasillos, oficinas, escritorios, etc.

Ventajas de la limpieza en el área de trabajo

- Evitar posibles accidentes (por resbalar con grasa por ejemplo).
- Crear condiciones prístinas, que reflejen un control sobre lo que se está haciendo, además de competitividad.
- Se visualizan aún más los logros obtenidos con las 2 eses anteriores (Seiri, Seiton).
- Minimiza fuentes de contaminación que perjudican los productos, artefactos y la salud.

Condiciones para la limpieza

- Culminar con éxito tanto Seiri como Seiton.
- Hacer una limpieza profunda del ambiente, eliminando el polvo, grasa, suciedad de las paredes, pisos, techos, contenedores, lámparas y botes de basura.
- Identificar las fuentes de suciedad.
- Eliminar fugas, derramamientos, escurrimientos.
- Establecer una rutina de limpieza antes o después de cada turno.
- Utilizar implementos apropiados para limpiar: desengrasantes, mopas, espátulas, sopladores, aspiradoras, entre otros.

Estandarización (Seiketsu):

Estandarizar representa un repetido y continuo mantenimiento en el área; las ventajas de este paso se encuentra en:

- Unificar criterios respecto a los métodos efectuados en cada actividad.

- Estableciendo ayudas visuales donde se hallan los artículos, evitando pérdidas de tiempo durante la ubicación de elementos y la transmisión de información.
- Se mantienen los datos procedentes de auditorias y seguimientos diarios de orden y limpieza.
- Eliminación del desperdicio (todo aquello que no agrega valor al producto).
- Se crea un mayor compromiso, reforzado entre la directiva y el personal para la optimización de las áreas productivas.
- Se refuerza la madurez de los trabajadores, así como sus conocimientos, no solo en base a la capacitación, sino también a su experiencia.
- Se crea el hábito de preservar el medio en condiciones óptimas, y no únicamente como respuesta a inspecciones de la gerencia o crisis.

Pasos para la estandarización

- Asignar responsabilidades de Seiri, Seiton y Seiso a la jornada de los trabajadores.
- Establecer una lista de chequeo con la finalidad de revisar diariamente las condiciones de orden y limpieza.
- Implementar círculos de calidad, así como disponer de un buzón de sugerencias.
- Generar procedimientos sencillos de Seiri, Seiton y Seiso.
- Reforzar los hábitos de conservación tanto de los instrumentos como del área de trabajo en general.

- Identificar y documentar condiciones inseguras, defectos en la maquinaria, en el producto, fallas en los planes, o negligencia.
- Cumplir constantemente con auditorias, aprendiendo de los errores cometidos e impulsar la mejora del trabajo realizado.

Disciplina (Shitsuke):

La disciplina es un conjunto de reglas creadas para mantener el orden, ya sea dentro de un grupo o individualmente; es esta última la que permite perfeccionar progresivamente las actividades que se desempeñan a diario.

Pasos para fortalecer la disciplina 5S

- Mantener limpio el lugar de trabajo durante toda la actividad, no sólo antes o después del turno.
- Cumplir con las normas de seguridad y hacer destacar el incumplimiento de las mismas.
- Trascender a lo pautado durante la implementación de 5S.
- Mantener una actitud positiva ante el trabajo.
- Terminar todo lo que se comience.
- Preservar una buena apariencia física.
- Compartir con los demás las experiencias obtenidas durante el proceso de 5S.

Pensamiento sistémico

El pensamiento sistémico es la actitud del ser humano, que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su

análisis, comprensión y accionar, a diferencia del planteamiento del método científico, que sólo percibe partes de éste y de manera inconexa.

Por lo tanto, el pensamiento sistémico es una disciplina para ver totalidades, un marco para ver interrelaciones de elementos, en vez de la individualidad de los mismos. Está basado en la dinámica de sistemas y es altamente conceptual, cuya esencia pretende producir un cambio de enfoque y que ayuda de dos formas:

1. A ver interrelaciones entre las partes más que cadenas lineales de causas y efectos.
2. A ver los procesos de cambio más que fotografías estáticas.

La práctica del pensamiento sistémico comienza con comprender el concepto de retroalimentación, que muestra como los actos pueden reforzarse o contrarrestarse entre sí. Se trata de reconocer tipos de estructuras recurrentes. Adicionalmente ofrece un rico lenguaje para describir una gama de interrelaciones y patrones de cambio lo cual ayuda a ver los patrones más profundos que subyacen a los acontecimientos y los detalles.

Círculos de causalidad forman la realidad y el querer ver las cosas en líneas es una de las razones de esta fragmentación, el lenguaje modela la percepción lo que se ve depende que como este preparado para verlo, en el pensamiento sistémico el concepto de retroalimentación alude a todo el flujo reciproco de influencia, es un axioma de toda influencia de causa y efecto, pues nunca hay influencia en una sola dirección; por último el concepto de retroalimentación ilumina las limitaciones del nuevo lenguaje cuando se trata de describir un sistema se convierte torpe por el uso de este lenguaje.

En general el pensamiento sistémico se caracteriza por los siguientes aspectos:

La visión global:

La construcción de un modelo global donde se observen de manera general el comportamiento del sistema.

Balance del corto y largo plazo:

El Pensamiento Sistémico construye un modelo capaz de mostrar el comportamiento que lleva al éxito en el corto plazo y si tiene implicaciones negativas o positivas en el largo plazo que ayuda a balancear ambos para obtener el mejor resultado.

Reconocimiento de sistemas dinámicos, complejos e interdependientes:

Por medio de herramientas especializadas el Pensamiento Sistémico construye modelos específicos para las situaciones bajo observación para entender sus elementos sin perder la visión global.

Reconocimiento de los elementos medibles y no medibles:

Los modelos del Pensamiento Sistémico fomentan el correcto uso de indicadores cualitativos y cuantitativos por medio de los análisis de situación y su integración en el comportamiento global.

Finalmente, esta metodología permite la comprensión, simulación y manejo de sistemas complejos, como los que existen en cualquier empresa, negocio o área de trabajo, al utilizar esta herramienta se simplifica el entendimiento de los procesos internos y su efecto en el ambiente exterior, así como la interacción entre de las partes que integran el sistema global.

Motivación laboral

La motivación constituye todos aquellos factores que juntos están en la capacidad de provocar, mantener y dirigir la conducta de un

individuo hacia un objetivo buscado, simultáneamente la motivación se puede percibir como un medio o un fin. Sentirse motivado significa identificarse con el resultado; por el contrario, sentirse desmotivado representa la pérdida de interés por lograr un objetivo planteado, o lo mismo, la imposibilidad de conseguirlo.

Ciclo motivacional

El ciclo motivacional surge de enfocar la motivación como un proceso para satisfacer las necesidades, las etapas que lo constituye son las siguientes.

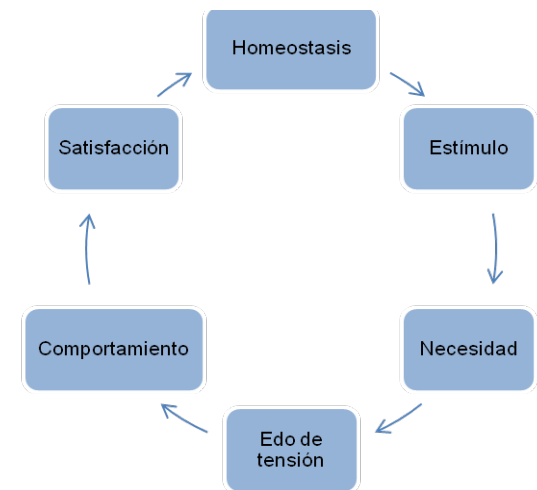


Figura 4. Ciclo motivacional.

Donde cada etapa consiste en lo siguiente:

1. **Homeostasis:** Es cuando el organismo humano permanece en estado de equilibrio.
2. **Estímulo:** Es cuando aparece un estímulo y genera una necesidad.
3. **Necesidad:** Esta necesidad (insatisfecha aún), provoca un estado de tensión.
4. **Estado de tensión:** La tensión produce un impulso que da lugar a un comportamiento o acción.

- 5. Comportamiento:** El comportamiento, al activarse, se dirige a satisfacer dicha necesidad. Alcanza el objetivo satisfactoriamente.
- 6. Satisfacción:** Si se satisface la necesidad, el organismo retorna a su estado de equilibrio, hasta que otro estímulo se presente. Toda satisfacción es básicamente una liberación de tensión que permite el retorno al equilibrio homeostático anterior.

Es importante resaltar que el individuo no siempre obtiene la satisfacción de la necesidad por cualquier obstáculo que se pueda presentar, lo que origina ciertas variaciones en su conducta, como: frustración, desorganización del comportamiento, agresividad (física o verbal), ansiedad, aflicción, nerviosismo, insomnio, apatía, desinterés, entre otras reacciones que pueden ser ocasionadas por una necesidad insatisfecha.

Las conductas que se encuentra con más frecuencia en la industria es cuando las rutas que conducen al objetivo de los trabajadores se ven obstruidas, ocasionando la desmotivación de los mismos o que se rindan ante los impedimentos que se presentaron. La moral decae, se reúnen con sus amigos para quejarse y, en algunos casos, toman venganza arrojando la herramienta contra la maquinaria, u optan por conductas impropias, como forma de reaccionar ante la frustración.

Ahora bien, como la mayoría (por no decir todas) las empresas están en la continua búsqueda de mayores producciones en un mundo más competitivo y globalizado, las gerencias tienen que abocarse a los medios disponibles para poder obtener los resultados deseados, donde estos son: planeamiento estratégico, aumento de capital, tecnología de punta, logística apropiada, políticas de personal, adecuado usos de los recursos, etc.

Las estrategias sobre dirección, desarrollo y proyección del personal se constituyen como los factores más importantes que permiten lograr los objetivos empresariales y el desarrollo personal de los trabajadores. Dentro de este ámbito, existen complejos procesos que intervienen, tales como: capacitación, remuneraciones, condiciones de trabajo, motivación, clima organizacional, relaciones humanas, políticas de contratación, seguridad, liderazgo, sistemas de recompensa, etc.

Motivación en la gestión empresarial

Para la mejor comprensión de los recursos humanos en el ámbito laboral, es importante conocer las causas que originan la conducta humana; es así como la motivación se convierte en un elemento importante, entre otros, que permiten canalizar el esfuerzo, la energía y la conducta en general del trabajador hacia el logro de objetivos que interesan a las organizaciones y a la misma persona. Por esta razón, los administradores o gerentes deben interesarse en recurrir a aspectos relacionados con la motivación de sus empleados para lograr eficientemente sus objetivos.

Como consecuencia, de todas estas nuevas corrientes de motivación laboral, surgen nuevas interrogantes, como: ¿Qué induce a las personas a comportarse, pensar o sentir de una determinada manera?; ¿cómo identificar los factores que motivan a los trabajadores para producir más y mejor?

Para dar respuesta a estas interrogantes, es necesario conocer lo que realmente motiva a un individuo a lograr un objetivo, si se analizan los motivos por los cuales una persona trabaja o aporta su esfuerzo a una organización, existen muchos factores, los cuales varían entre individuos; abarcando desde querer tener dinero que le permita por lo menos cubrir un conjunto de necesidades básicas, hasta aspiraciones superiores como la autorrealización.



Dada esta complejidad, existen diversas teorías que tratan de explicar las causas, acciones y consecuencias de la motivación. Esta situación necesariamente conlleva, por un lado, tener en consideración los aspectos socio-culturales de la sociedad donde se desenvuelve el trabajador y, por otro lado, la individualidad de éste.

Sin embargo, no todas las motivaciones parten de necesidades congruentes con las metas organizacionales. Por lo tanto, para considerar que a un trabajador le motiva su trabajo, las necesidades del individuo deberán ser compatibles con las metas de la organización. Muchos trabajadores realizan grandes esfuerzos para satisfacer necesidades que no son compatibles con las metas de la organización. Por ejemplo, algunos conversan mucho con sus amigos en el trabajo, dedican gran parte de su tiempo a satisfacer sus necesidades sociales, no cumplen sus obligaciones de trabajo.

En consecuencia, en toda investigación relacionada con la motivación laboral, no se deberían aplicar genéricamente los conceptos teóricos existentes; sino que éstos deben ser analizados en función a cada sociedad o cultura, antes de su aplicación. Al respecto, es probable que existan variaciones culturales que requieran que los administradores diagnostiquen cuidadosamente las necesidades de los trabajadores antes de preparar e implementar un plan de motivación.

Motivación para la productividad

Una de las técnicas para producir más o lograr mejores resultados en una organización, es asignar responsabilidades en cada puesto de trabajo, de forma tal que las actividades puedan ser planificadas, ejecutadas y evaluadas por el mismo trabajador, otorgando un cierto grado de libertad e independencia, para ayudar a aumentar la responsabilidad.

Los incentivos son objetivos que son empleados para moldear y dirigir la conducta motivada. No necesariamente una persona, tiene que recibir incentivos monetarios, para impulsarse a obtener un objetivo, existen otras remuneraciones como supervisión, reconocimientos, incentivos no monetarios, retroalimentación de resultados obtenidos, que influyen sobre la actuación desempeñada. Para lograr la mayor eficiencia, eficacia y productividad, hay que estimular al trabajador ofreciendo algún tipo de recompensa, para motivarlo a realizar un determinado esfuerzo, el cual puede perdurar en el tiempo o no.

Finalmente, un eficaz método de motivación no se puede aplicar sin conocer a la persona, sus objetivos, e intereses, los gerentes y supervisores deben estar íntimamente vinculados con el individuo para poder acaecer a sus verdaderas necesidades y acordar incentivos que se conviertan en verdaderos estimulantes para el trabajador. El gerente y supervisor son importantes en la motivación de los empleados dando un sentido de seguridad y aceptación al personal, tal cosa es relevante pero no hay que dejar de lado la capacitación constante y métodos innovadores de motivación para hacer más productivo al empleado con estabilidad emocional y psicológica.

Análisis de actividades múltiples

Una actividad múltiple se realiza cuando un hombre o grupo de individuos realizan una actividad con un equipo o varias máquinas. La finalidad de realizar un estudio de actividades, es optimizar la utilización de los equipos que intervienen y aumentar el porcentaje de ocupación del trabajador. Entre los diferentes sistemas que se pueden encontrar se tiene el análisis hombre- máquina; en el cual solo interviene una maquina y un individuo para lograr un fin común. (Burgos, 2001).

Para el estudio del sistema hombre-máquina existe un diagrama, con una escala de tiempo que muestra el tiempo de ciclo de la actividad y los porcentajes de ocupación de la maquina y operador dentro del mismo.

El formato usado para el registro de la información, consta de dos columnas donde se anota la información asociada con el trabajador y la máquina, junto al símbolo asociado según las características de la actividad, además al final del formato se presenta un resumen de los rendimientos de cada uno de los componentes del sistema. (Burgos, 2001).

Los símbolos usados en el diagrama hombre-máquina para la representación de las actividades según sus características, son los siguientes:



Figura 5. Símbolos usados en el diagrama hombre-máquina.

El significado de cada símbolo es el siguiente:

- **Hacer:** Representa la actividad productiva.
- **Ocio:** Inactividad de cualquier componente del sistema.
- **Preparación:** Actividades para alistar lo necesario para realizar el trabajo.
- **Actividad combinada:** se utiliza cuando el hombre tiene que dirigir el trabajo de la máquina.

Tiempo estándar

El tiempo estándar se define como una función del tiempo requerido para realizar una tarea, bajo condiciones de trabajo normalizadas, por un operario promedio; es decir, que realice las

actividades aplicando un esfuerzo máximo sin que le acarree efectos negativos. (Burgos, 2001).

El tiempo estándar se define mediante la siguiente ecuación:

$$TE = TPS * CV + Tolerancias$$

O lo que es lo mismo:

$$TE = \text{Tiempo normal} + Tolerancias$$

El tiempo promedio seleccionado (TPS) se puede estimar basándose en diferentes teorías, una de estas es el cronometrado continuo, en el cual se registra la duración entre actividades de un ciclo, sin detener el reloj.

La calificación de velocidad (CV), es la ponderación asociada al ritmo de trabajo del operador, donde la finalidad de este factor es balancear las destrezas del trabajador para calificar su ritmo como normal. Existen diversos métodos para la estimación del CV entre estos se tiene el método subjetivo, el método de Westinghouse, y Westinghouse modificado etc., la aplicación de cada uno de estos depende de las características de las actividades desarrolladas y la información disponible.

Las tolerancias asignadas al estándar de tiempo es una holgura que se le carga al trabajador para reponerse de la fatiga ocasionada por las labores y le permita atender a sus necesidades personales. Entre los métodos de estimación de tolerancias se tiene la tabla de valores típicos, la cual se puede aplicar para diferentes tipos de trabajo, pues considera condiciones de trabajo físicas, ambientales, repetitividad, género del trabajador, y carga manipulada.

2.3 Definición de términos básicos

Bobinado: Consiste en el enrollado de la cinta adhesiva en el core, para obtener así el producto Scotch® 500V.

Cadena de valor: La cadena de valor es un concepto complejo que considera todas las actividades requeridas por el cumplimiento de la meta de unir la empresa al cliente al que se suministra un valor funcional soportado por el bien (producto o servicio) producido.

Capacidad de trabajo: Es la cantidad de trabajo que es posible realizar de forma regular en una unidad de trabajo durante un período de tiempo determinado.

Carga de trabajo: Se llama carga a la cantidad de trabajo a realizar en un centro, línea de producción o unidad productiva, durante un determinado período de tiempo

Core: Núcleo en forma de aro de una cinta adhesiva, su diámetro y material dependen de la presentación.

Cuchillas: Es un herramental filoso, de metal utilizado para realizar el corte de la cinta adhesiva.

Cuello de botella (estrangulamiento): Se denomina así aquellos procesos productivos en los que se genera tiempos de espera excesivos y que impiden el flujo regular del proceso hacia las siguientes operaciones.

Desperdicio: Todo aquello que no le agrega valor al producto.

Distribución en planta: Es el arreglo físico de los elementos industriales, en un área específica de la planta.

Estándar: Es un patrón a seguir para desarrollar de igual forma en cualquier momento y bajo cualquier circunstancia una actividad.

Jumbo: Bobina de plástico autoadhesivo, que es el corte de origen a partir del cual se generan los distintos tipos de cinta.

Log roll: Bobina intermedia resultante del primer corte efectuado sobre un Jumbo.

Método de trabajo: Es un proceso sistemático y permanente en el tiempo de coordinación, diseño, monitoreo y cierre de iniciativas que integran una estrategia.

Producción: Es el número de unidades alcanzadas en un momento determinado.

Rebaba: Defecto en el producto, el cual consiste en un pequeño retazo de cinta saliente hacia un lado del producto, dando un efecto de desalineación.

Slitter Tab: Etiqueta llamativa indicadora del inicio de un carrete de cinta adhesiva.

Tiempo de ciclo: El tiempo que un operador lleva para completar un ciclo de trabajo. En general, es el tiempo que tarda antes que el ciclo se repita.

Telescopio: Defecto del producto; es una disconformidad que se produce cuando el producto es bobinado, asemejando su apariencia a la de un telescopio. Esto ocurre cuando a medida que se bobina la cinta, se va enrollando hacia un lado, justo encima de aquella que recién ha sido bobinada y así ocurre hasta que termine el metraje.

2.4 Diseño o tipo de investigación

La presente investigación es de tipo factible, según el MANUAL DE TRABAJO DE GRADO, DE ESPECIALIZACIÓN, MAESTRÍAS Y TESIS DOCTORALES DE LA UPEL (1998); se considera un proyecto de este tipo cuando el mismo consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta, un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones, grupos sociales, etc. La realización del proyecto debe apoyarse en una



investigación de tipo documental, de campo o un diseño de ambas. (Pág. 16).

Este estudio está soportado por una investigación de campo, donde según la “GUÍA DE CONCEPTOS DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN” (Arcay, 2005), es definida como la investigación que consiste en la recolección de los datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna. Además, se define la investigación de campo como todo aquel tipo de investigación a través del cual se estudian los fenómenos sociales en su ambiente natural, él la llama también “investigación sobre el terreno”. (Tamayo, 1999)

El tipo de estudio del presente trabajo especial de grado, se puede considerar descriptivo, ya que al respecto señala Arcay (2005), que es el tipo de estudio que identifica características del universo de investigación, señala formas de conductas y actitudes, establece comportamientos concretos y descubre la asociación entre variables de investigación; consiste también en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Pretende desglosar las características fundamentales de la problemática y relacionar las variables influyentes en el mismo.

2.5 Técnicas de recolección y análisis de información

La fase de recolección de la información, es de suma importancia, ya que esta predeterminará la forma en la que se realizará el acopio de la información necesaria para el desarrollo del trabajo especial de grado.

En el mismo orden de ideas, una de las técnicas que se utiliza en el siguiente estudio para la recolección de la información son: las observaciones directas e indirectas; permitiendo la primera de estas, el contacto directo con el fenómeno que se quiere estudiar, en contraste a

ella se usará también la observación indirecta que ayudara a la obtención de algunos conocimientos del hecho o fenómeno por observaciones realizadas previamente en investigaciones preliminares.

La observación documental, también es de apoyo de este proyecto para la obtención de la data de registros previos, relacionadas en su mayor parte a las producciones obtenidas en periodos anteriores del producto en estudio. Además sirve de herramienta cualquier otra técnica que se requiera para la obtención de los datos y facilite el conocimiento y análisis del comportamiento del proceso y de las personas que efectúan el trabajo.

Para desarrollar el análisis de la información recopilada, se realizan análisis descriptivos para el procesamiento de los datos, donde se usan herramientas como: diagramas de barras, histogramas, gráficas, diagramas de cajas, de barras, vistas de planta, tablas de resultados, etc.; y finalmente para realizar esta representación de los datos se requirieron programas como: Excel, StatGraphics, Visio, entre algunos otros que facilitaron el procesamiento de los mismos.

2.6 Fases de la investigación

Para lograr el cumplimiento de los objetivos planteados en la presente investigación, se cumplen las siguientes etapas de forma sistemática que garantizan la realización efectiva del mismo.

Fase 1: Descripción del proceso de producción de Scotch®

500V: Esta primera fase consiste en la observación directa del proceso, y en la realización de una investigación documental para recopilar la información pertinente a la cadena de valor de Scotch® 500V. El acopio de la información está enmarcado en los procesos, sus operaciones, la capacidad actual de los mismos, de forma tal que con esta data se puedan determinar los tiempos de ciclos asociados a dicho proceso.

Fase 2: Análisis de la situación actual de los factores que influyen en el desempeño de la línea: En esta sección del estudio, con la data levantada previamente se procede al análisis detallado de las condiciones actuales del proceso de producción de Scotch® 500V, que no le agregan valor al producto final de acuerdo a los requerimientos del clientes.

Fase 3: Diseño de propuestas de mejoras para reducir los desperdicios en la línea de producción de Scotch® 500V: Una vez detectadas y analizadas todas aquellas actividades que no le agregan valor al producto, se proponen mejoras en el área de estudio escogida para reducir los desperdicios, y mejorar el desempeño actual de la cadena de Scotch® 500V.

Fase 4: Evaluación del impacto cuantitativo y cualitativo de las propuestas de mejoras en el proceso de producción de Scotch® 500V: En esta última sección se evaluarán las mejoras propuestas desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo, para denotar el impacto de la participación de los desperdicios, que se obtendría con la aplicación de las mismas, en la cadena de valor en estudio.



CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Descripción general del producto y su fabricación

Dentro de la Línea de Soluciones para Hogar y Oficina de 3M Manufacturera se encuentra la cinta adhesiva transparente Scotch® 500V, la misma es un producto insignia de la empresa debido a su durabilidad, resistencia, fácil corte, así como su gran adherencia a la mayoría de las superficies; adicionalmente a pesar de ser económica su calidad resulta superior comparada con los competidores.

Cada unidad de Scotch® 500V contiene 20 metros de cinta cuyo grosor es de 18 mm; es bobinada en un núcleo plástico (llamado core), para indicar el inicio del carrete se coloca una cinta roja rotulada (denominada slitter tab). El producto tiene dos presentaciones en el mercado, cada una con seis unidades por empaque. Una presentación corresponde a una caja intermedia (Color naranja e impresa) conteniendo envoltorios individuales; la otra presentación es en torres cubiertas con un envoltorio plástico debidamente etiquetado, tal como lo muestra la tabla 3.

Tabla 3. Presentaciones comerciales de Scotch® 500V.

Presentación	Foto
Seis unidades envueltas en una caja intermedia.	
Torre de seis unidades agrupadas en una cubierta plástica.	



Scotch

El proceso de producción de Scotch®500V consta básicamente de tres etapas bien definidas, como se puede mostrar en el siguiente diagrama de bloque.

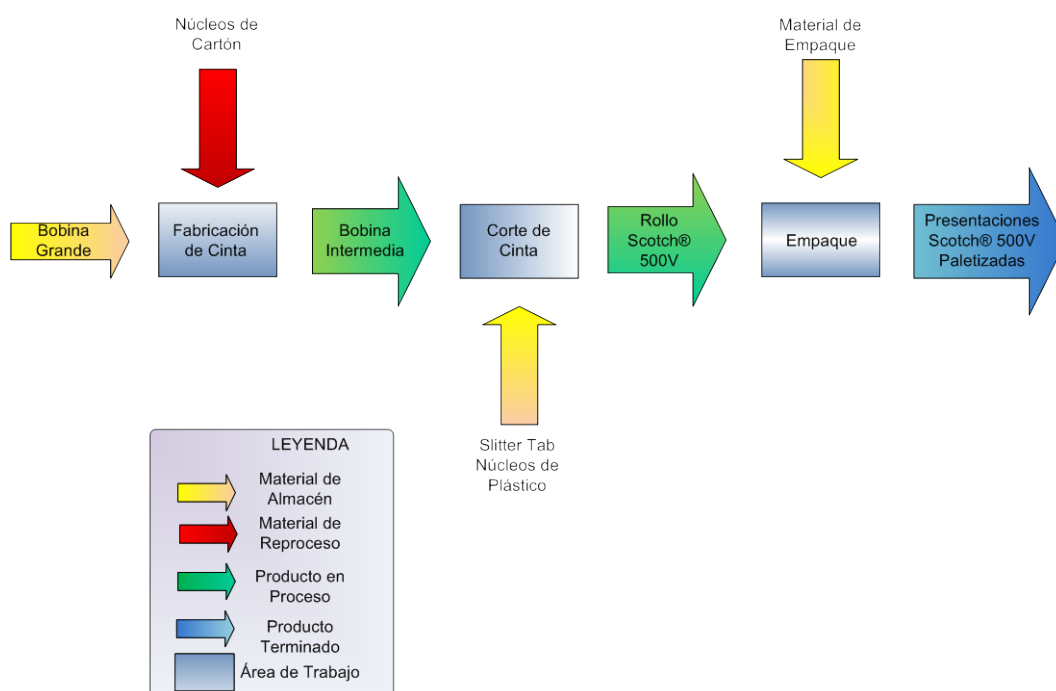


Figura 6. Diagrama de bloque del proceso de fabricación de Scotch® 500V.

Cada uno de los puestos de trabajo donde se va transformando el producto se halla distribuido dentro de la planta como se indica en la figura 7.

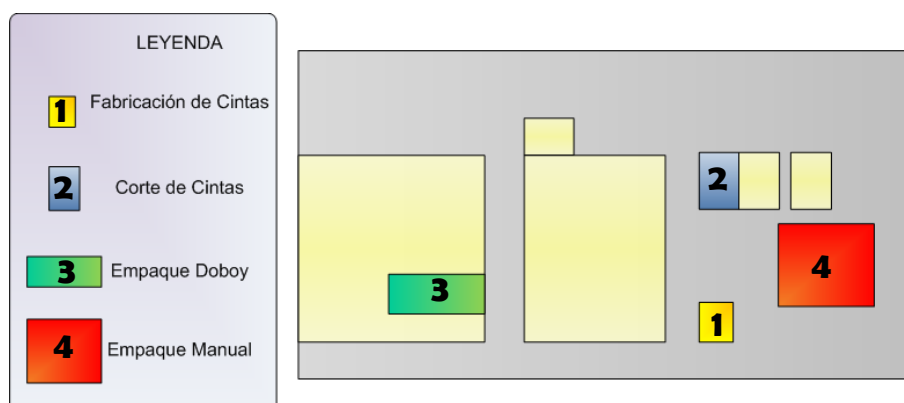


Figura 7. Distribución sin escala de los puestos de trabajo en la producción de Scotch® 500V.

3.2 Área de fabricación de cinta

3.2.1 Insumos, máquinas, equipos y herramientas

A continuación se muestran las tablas con la información de los insumos, máquinas y herramientas requeridas para la primera etapa del proceso estudiado.

Tabla 4. Insumos requeridos en el área de fabricación de cinta.

Insumo	Características	Dimensiones	Foto
Bobina grande (jumbo)	Bobina de cinta adhesiva, enrollada en un Núcleo (core) de cartón.	Alto: 1.280 m Largo: 6000 m. Diámetro externo: 0.66 m.	
Núcleo (core) de Cartón	Centro usado para bobinar el log roll (bobina intermedia).	Largo: 31 cm Diámetro: 9.5 cm	

Tabla 5. Máquinas y herramientas requeridas en el área de fabricación de cinta.

	Características	Dimensiones	Foto
Bobinadora Slitter Arrow	Máquina usada en el proceso de conversión (corte) de la bobina grande (jumbo) a una bobina Intermedia (log roll), posee dos grupos de cuchillas para el ajuste de especificaciones.	Ancho: 1.13m Largo: 2.62 m Altura: 1.83 m	
Debobinadora	Máquina cuya función es desenrollar el jumbo que es cortada inmediatamente en forma continúa por la Slitter Arrow.	Ancho: 1.69 m Alto: 1.79 m Largo: 3.34 m	
Pletina de ajuste	Pletina de acero utilizada para facilitar el corte de log roll una vez que se han enrollado; asimismo se usa para adherir el material a los cores de cartón.	Ancho: 3.5 cm Alto: 1.60 m Grosor: 4 mm	

3.2.2 Descripción del área

En lo sucesivo se hallan la vista de planta e isometría del área de fabricación de cinta.

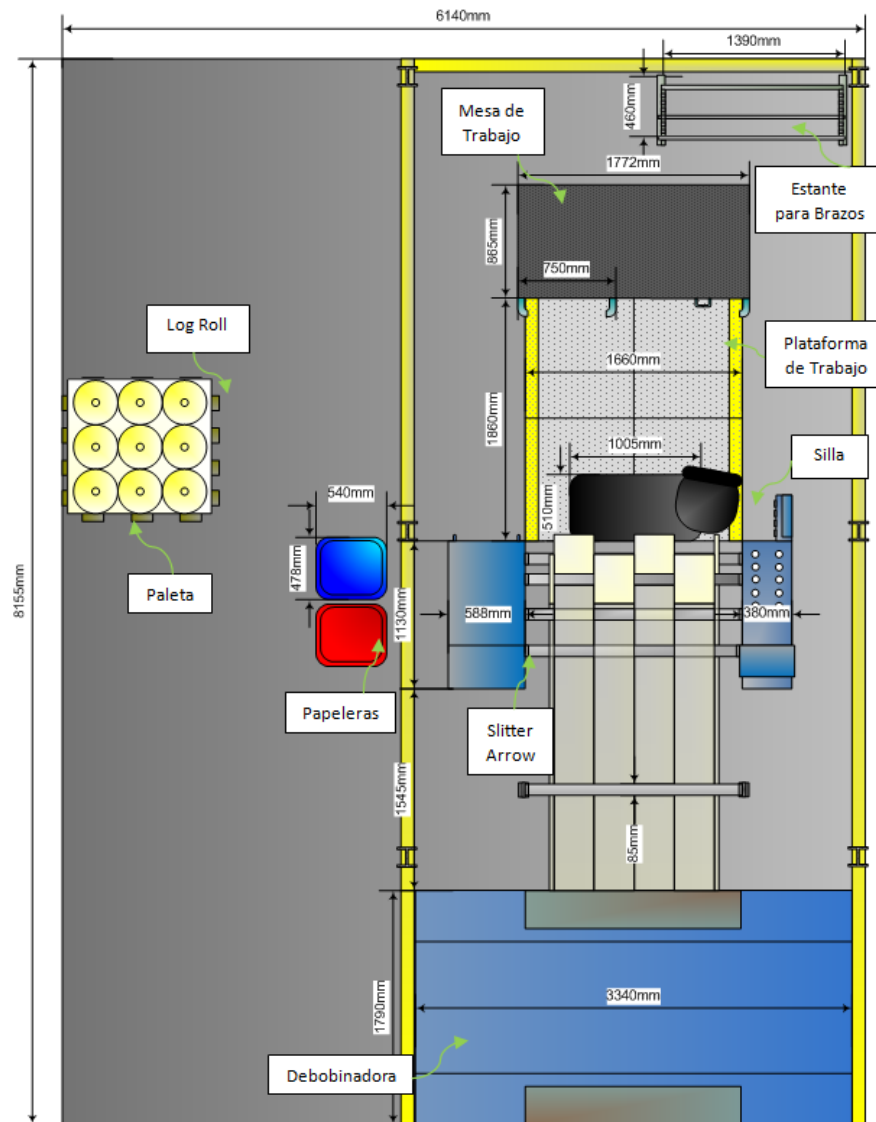


Figura 8. Vista de planta dimensionada del área de fabricación de cinta.

El lugar se ubica paralelamente a un sector de almacenamiento, abarcando una extensión aproximada de 8.15 m x 6.14 m; está rodeado por una estructura que sostiene un sistema puente grúa, este último es vital para montar en la máquina debobinadora los jumbos de cinta adhesiva que se cortan en el equipo Slitter Arrow.

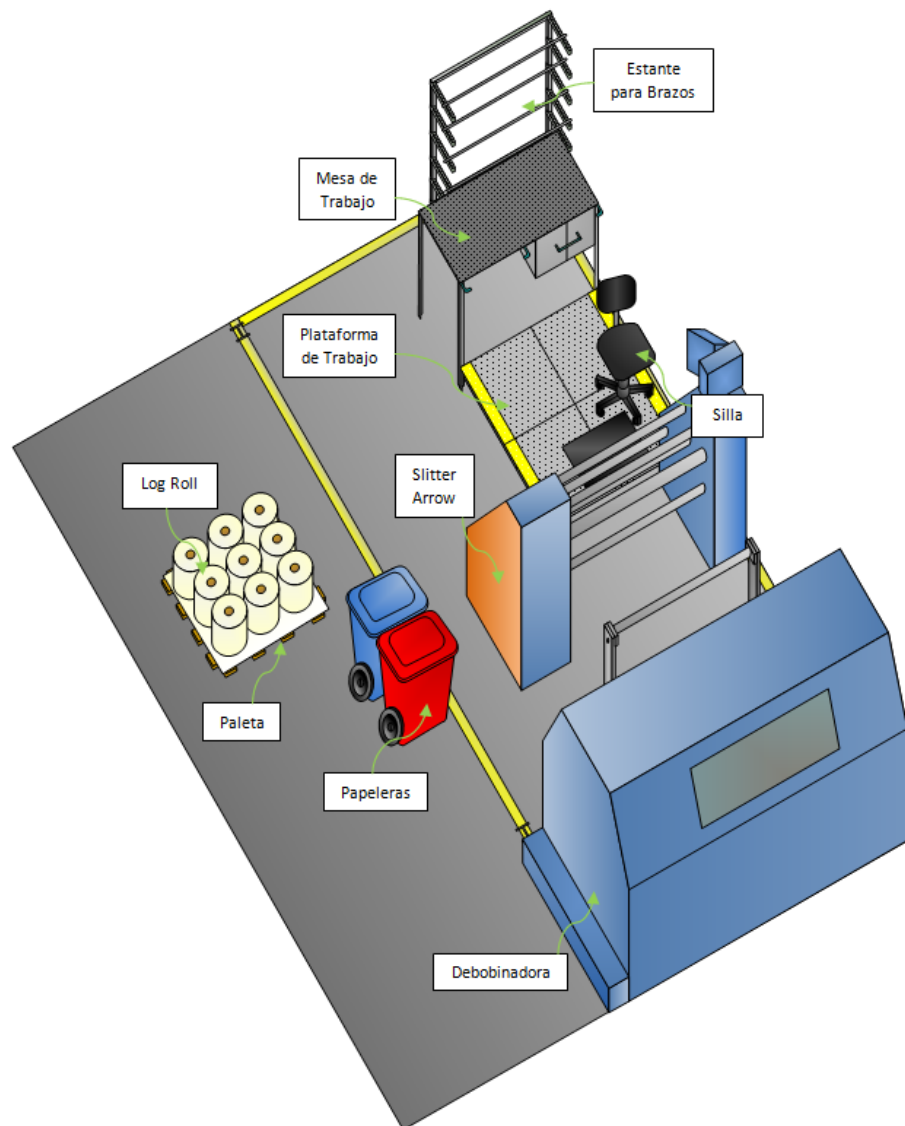


Figura 9. Isometría del área de fabricación de cinta.

El puente grúa posee un gancho atado a un polipasto cuya capacidad de carga es de 2000 Kg; por encima del suelo permanecen además de los rieles de la grúa otros elementos como: luminarias tubulares, tuberías, cableado eléctrico, entre otros. El uso de casco es obligatorio en la zona de carga, tal cual lo indican los avisos de seguridad allí presentes.

El operario controla la máquina desde una plataforma metálica (1,86 m x 1,66 m) elevada a 0.17 m del piso, frente a ella entran en



Scotch

funcionamiento rodillos rotativos y cuchillas; cuenta también con una mesa de trabajo de 1.77 m x 0.86 m, sobre esta permanecen estándares del proceso y herramientas guardadas en una gaveta.

Respecto a las condiciones ambientales, el ruido generado por la maquinaria supera los niveles técnicos de referencia (se usa doble protección auditiva: tapones y orejeras), igualmente no existe una temperatura controlada, pues el puesto sólo cuenta con un ventilador empotrado a una columna. Los desechos son depositados en dos papeleras separadas, una para el cartón y otra para el plástico.

3.2.3 Descripción del proceso

Para iniciar la producción, se traslada una bobina grande (jumbo) desde el almacén de materia prima hasta la zona de carga empleando un montacargas. Una vez allí se eleva mediante el puente grúa, insertándolo en la máquina debobinadora; esta última se encarga de desenrollar el material, haciéndolo pasar por una serie de cilindros y una bancada de cinco cuchillas que ajustan sus dimensiones según los requerimientos impuestos por el siguiente proceso. La figura 10 ilustra el ensarte de la cinta adhesiva proveniente de la bobina grande en dichos rodillos.

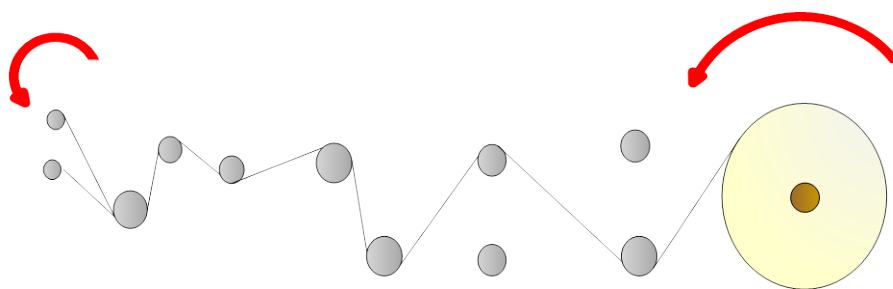


Figura 10. Representación del ensarte de cinta adhesiva en la máquina Slitter Arrow.

Una vez obtenido el metraje deseado, el operario detiene la máquina bobinadora (Slitter Arrow), toma la pletina de ajuste y la hace pasar por debajo de la cinta; esta varilla sirve de guía con el fin de cortar

la lámina (valiéndose de una navaja portátil); al terminar solicita la ayuda de otro operario para extraer las bobinas intermedias (log roll).

Cuando el operario consigue apoyo de otro trabajador, se dirige al panel de control y pulsa un botón para separar entre sí los brazos del equipo; luego afloja los pretiles en un extremo del brazo más cercano, cada operario toma una punta del mismo, levantando ambos en conjunto una masa aproximada de 74.6 Kg (2 log roll, un rollo de desperdicio y el brazo de la máquina).

La carga es trasladada aproximadamente 3.87 m hacia una paleta de madera, disponiendo las bobinas en un arreglo de 9 unidades por camada, el desperdicio obtenido es dispuesto en el piso; posteriormente repiten el procedimiento de descarga con el segundo brazo.

Cada vez que se tiene una camada lista sobre la paleta, se corta una lámina de plástico blanco opaco a modo de separador. El operario del área introduce varios núcleos de cartón (cores) dentro de los brazos de la máquina, toma la pletina y extiende la lámina de cinta adhesiva sobre el cartón, así puede reiniciar el bobinado. Resultado de este proceso se obtienen por jumbo 12 log roll, incurriendo en un desperdicio teórico equivalente al 10% del Jumbo.

3.3 Área de corte de cinta

3.3.1 Insumos, máquinas, equipos y herramientas

La tabla siguiente detalla los diversos elementos utilizados durante el segundo paso de la producción.

Tabla 6. Insumos requeridos en el área de corte de cinta.

Insumo	Características	Dimensiones	Foto
Bobina Intermedia (log roll)	Rollo de cinta plástica cortado en la etapa anterior, está enrollada en un core de cartón.	Alto: 288mm Ancho: 375 mm Largo: 2000m	

Tabla 6. (Continuación) Insumos requeridos en el área de corte de cinta.

Núcleo (core) plástico	Aro central del Carrete de Scotch® 500V.	Diámetro interno: 2.7 cm Diámetro externo: 3.6 cm Ancho: 18 mm	
Slitter tab	Es una cinta roja con imprenta escocesa, que es adherida al final del carrete de producto, para indicar al usuario su inicio.	Largo: 28.8 cm Ancho: 1.4 cm	

Tabla 7. Máquinas y herramientas del área de corte de cinta.

Características	Dimensiones	Foto
SIAT T330	Máquina destinada para realizar el bobinado de Scotch® 500V	Largo: 1.143 m Ancho: 0.90 m Alto: 0.174 m
Cuchilla de corte manual	Herramienta usada para separar la cinta de los núcleos bobinados en el equipo.	Largo: 15.5 cm Ancho: 7.5 cm
Portacores	Herramienta manual diseñada por el fabricante de la máquina SIAT T330 para alimentar los brazos de esta con cores plásticos.	Largo: 45.6 cm Ancho: 12 cm
Caja de almacenamiento de núcleos (cores) plásticos	Es una caja de cartón corrugado, donde se depositan los cores plásticos.	Varían de acuerdo a la caja usada.
Mesa de Almacenamiento (cintas terminadas)	Mesa con tope de madera donde se apilan los carretes de cinta culminados en forma de torre.	Largo: 1.5 m Ancho: 0.75 m Altura: 0.95 m

3.3.2 Descripción del área

El área de corte de cinta se encuentra dentro de un cuarto cerrado, cuyas condiciones de temperatura están controladas por un sistema de aire acondicionado (mantenido alrededor de los 20°C); el lugar está aislado acústicamente para evitar que el ruido generado por el equipo se una al externo, dentro tanto los operarios como los visitantes deben usar protección auditiva como medida de protección. La vista de planta del área corte de cinta se muestra a continuación.

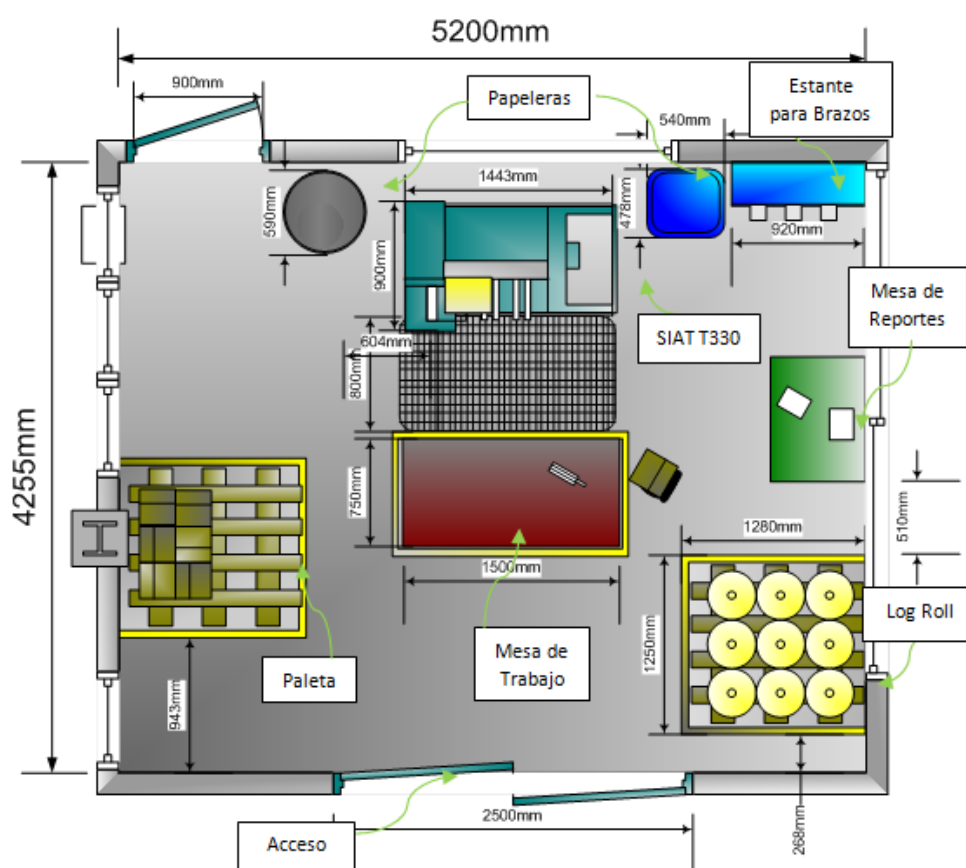


Figura 11. Vista de planta dimensionada del área corte de cinta.

El cuarto tiene cuatro zonas principales demarcadas en el piso, ellas son: almacén temporal de materia prima, almacén temporal de producto terminado, mesa de trabajo y la máquina SIAT T330. La puerta de acceso principal es doble (2.5 m de ancho), por donde entran y salen las bobinas con un montacargas; adicionalmente se tiene una mesa

donde el operario hace los reportes de producción al final de cada jornada, sobre ella están las carpetas con las normas de seguridad, especificaciones de productos, calculadora, etc.

Hay dos papeleras (cartón y plástico), existe también un estante para el depósito de los brazos de la máquina, allí son colocados dentro de nichos de madera. En los niveles inferiores tienen herramientas así como muestras de diferentes cortes de cinta, un cubículo dentro de la máquina resguarda equipos de protección personal y los portacores.

La máquina SIAT T330 no sólo procesa Scotch® 500V, también una serie de productos similares que varían en grosor y metraje. La próxima figura es una isometría del área de corte.

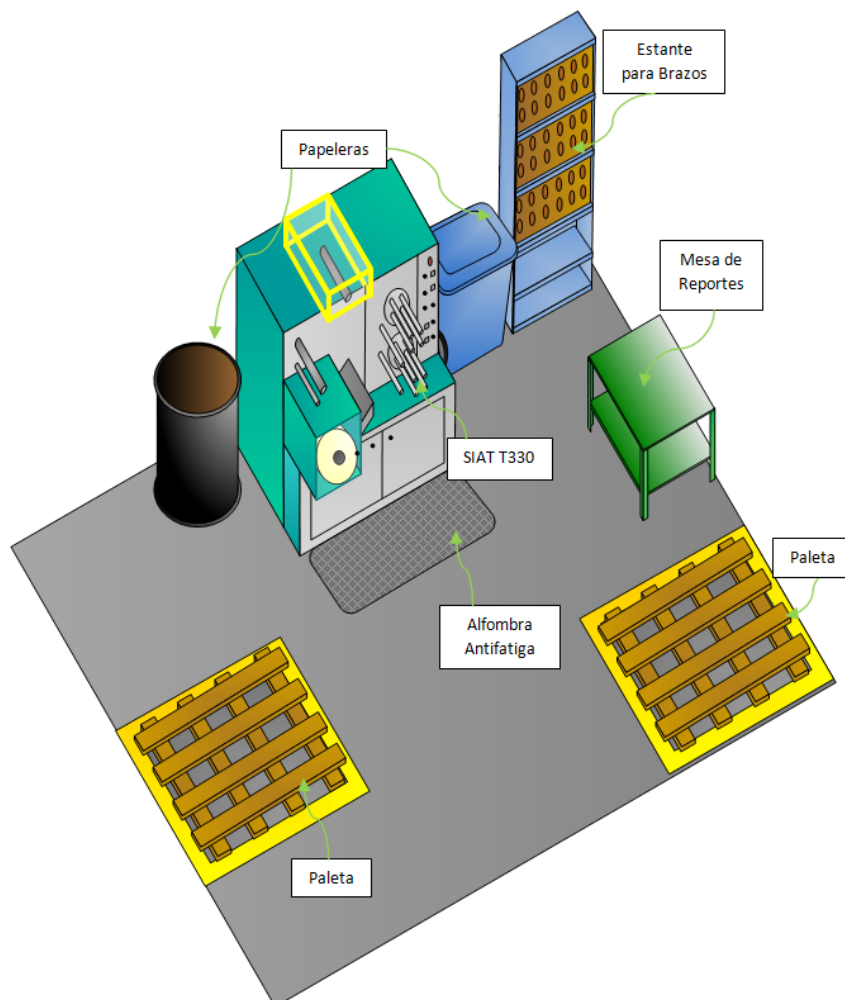


Figura 12. Vista isométrica del área corte de cinta.

El puesto posee ventanas corredizas con vidrio transparente ubicadas en la pared perpendicular al estante, desde allí se tiene un panorama claro de los equipos vecinos.

3.3.3 Descripción del proceso

La segunda operación comienza con la recepción de log roll proveniente del área de fabricación de cinta, los núcleos plásticos (cores) y cintas indicadoras (slitter tab) del almacén de materia prima. Los log roll al igual que los cores están colocados en una paleta sobre la zona de almacén temporal de materia prima del área.

El bobinado se inicia con la alimentación manual del portacores, con cores extraídos de una caja de cartón corrugado, dicha caja se encuentra sobre una silla de descanso. Al culminar el llenado del portacores el operario lo introduce en un par de brazos de la SIAT T330, uno en la torreta superior y otro en la inferior; las torretas según especificaciones del fabricante de la máquina son los mecanismos rotativos que permiten el giro de los brazos, durante el bobinado de Scotch® 500V cada una tiene 4 brazos.

Después de cargados los brazos con los núcleos plásticos, el trabajador activa el equipo que enrolla la cinta hasta el metraje programado y mientras tanto alimenta nuevamente el portacores; cuando la máquina se detiene el operario se moviliza aproximadamente 1,2 m para colocar manualmente el slitter tab, este se posiciona en un área de la lámina de cinta que aún no ha sido cortada (la ubicación exacta varía de acuerdo al operario).

Inmediatamente acciona la máquina para adherir el slitter a los carretes, luego se realiza el cambio de brazos; el operario toma la herramienta de corte (la cual está dispuesta sobre el equipo) y procede a picar la cinta adhesiva, (el número de cortes que se realizan varían de 16 a 32 de acuerdo al operario), dicho corte es realizado en la separación de

brazos que existe entre las cintas bobinadas y los cores por enrollar, luego ajusta y extrae los rollos de los brazos, almacenándolos temporalmente en una mesa como torres de ocho unidades.

Al término de cada turno la mesa con el producto es envuelta con una cobertura plástica transparente que impide la caída del mismo, seguidamente es enviada al área de inspección utilizando un montacargas, ahí son chequeadas el 100% de las unidades antes de ser enviadas al área de empaque. Cabe destacar que el montacargas es manejado en ocasiones por el mismo trabajador, el cual se ausenta de su puesto para buscarlo o solicitarlo.

3.4 Área de empaque

3.4.1 Insumos, máquinas, equipos y herramientas

Se resumen dentro de estas tablas los objetos y materiales que forman parte del empaque de Scotch® 500 V en sus dos presentaciones:

Tabla 8. Insumos necesarios en el área de empaque Doboy.

Insumo	Características	Dimensiones	Foto
Scotch® 500V	Cinta adhesiva, en un núcleo (core) plástico, con una pestaña de roja que indica el inicio del carrete.	Ancho: 18 mm Largo: 20 m	
Material de Empaque	Es una bobina de plástico Rotulada con el logotipo del producto, así como el resto de información de empaque (código de barras, etc.).	Diámetro interno: 9.3 cm. Diámetro externo: 37 cm. Ancho: 19.6 cm. Peso aproximado: 17.7 Kg	
Bolsas plásticas	Transparentes o Negras, usadas temporalmente para retener las cintas empacadas.	Variables.	

Tabla 9. Insumos necesarios en el área de empaque manual.

Insumo	Características	Dimensiones	Foto
Scotch® 500V	Cinta adhesiva, bobinada en un núcleo (core) plástico, con una pestaña de cinta roja que indica el inicio del carrete.	Ancho: 18 mm Largo: 20 m	
Material de Empaque	Bobina de plástico transparente usada para recubrir y agrupar las seis unidades.	Peso aproximado: 13 Kg Ancho: 33.5 cm	
Etiqueta del producto	Etiqueta con el arte del producto, usada para denotar las especificaciones del producto y la cantidad de unidades que contiene.	Ancho: 82 mm Alto: 45 mm	
Caja de cartón Estuche intermedio	Es aquella que alberga las unidades empacadas en el área Doboy.	Largo: 6.4 cm Ancho: 6.2 cm Alto: 14.5 cm	
Etiqueta 3M-01	Identificación de la caja maestra donde se indica las especificaciones del producto, número de lote, número de stock y el código de barras respectivo.	Largo: 14.9 cm Ancho: 9.7 cm	
Caja maestra Scotch 500V (torres)	Caja de cartón corrugado marrón, en ella se colocan las torres para empacar el producto sellado y previamente etiquetado. Capacidad 12 unidades.	Largo: 21 cm Ancho: 17 cm Alto: 17cm	
Caja maestra Scotch 500V (cajas intermedias)	Caja de cartón corrugado marrón, en ella se distribuyen las cajas intermedias de color naranja, que corresponden a la otra presentación. Capacidad 12 unidades.	Largo: 21 cm Ancho: 17 cm Alto: 17cm	
Cinta de embalaje	Cinta transparente 3M para embalaje (Tartan).	Ancho: 2" Longitud: 30 m	

Tabla 10. Máquinas y herramientas del área de empaque Doboy.

Características	Dimensiones	Foto
Bosch Doboy Empacadora automática con banda transportadora, con termoformado es capaz de sellar las unidades, a un ritmo de 75 unid/min (velocidad aplicada), y un máximo de 90 unid/min.	Largo: 4.49 m Altura: 1.54 m Ancho: 82 m	
Carro transportador Equipo de manejo de materiales usado para almacenar temporalmente las unidades empacadas con una bolsa que se ubica en su centro.	Largo: 80 cm Ancho: 80 cm Diámetro superior: 52 cm	

Tabla 11. Máquinas y herramientas del área de empaque manual.

Características	Dimensiones	Foto
Horno Máquina usada para trasladar el material de un lugar a otro con la banda (no se aplica la función de calentar, sino de transportar).	Largo: 70 cm Ancho: 62.5 cm Alto: 1.44 m	
Plancha de sellado Equipo usado para sellar las seis unidades de Scotch® 500V, usando el calor de un alambre que actúa como una resistencia en los bordes.	Largo: 43 cm Ancho: 57 cm	
3M Matic Es una Selladora de cajas que permite cerrar los topes de estas al hacerlas pasar bajo el rollo de cinta.	Largo: 1.08 m Ancho: 61 cm Alto: 1.70 m	

Tabla 11. (Continuación) Máquinas y herramientas del área de empaque manual.

Rodillos locos	Equipo de manejo de materiales, utilizado para movilizar (con ayuda de la gravedad) las cajas de producto embalado hasta el área de paletizado.	Largo: 2.4 m Ancho: 80 cm Alto: 74cm	
Mesa para cajas vacías	Es empleada para apilar los perfiles de cartón corrugado sin armar.	Largo: 77 cm Ancho: 41 cm Altura: 76.5 cm	
Mesa mayor	Aquí se dispone la bolsa con las cintas envueltas; se arman las cajas intermedias de color naranja, depositando seis unidades.	Largo: 1.50 m Ancho: 87 cm Altura: 85 cm	
Mesa de llenado	La caja de cartón corrugado armada es llenada con los paquetes intermedios y sellada por el tope.	Largo: 99.5 cm Ancho: 61 cm Altura: 77 cm	
Dispensador de cinta	Con esta herramienta se cierra la parte superior de la caja maestra.	Diámetro interno: 7 cm Alto: 16 cm	

3.4.2 Descripción del área

El empaque Doboy comparte las funciones del producto Scotch® 500V con el empaque de esponjas para el hogar, esta condición no presenta complicaciones mayores a este equipo (diseñado con tales propósitos), pues simplemente el personal de mantenimiento amplía o disminuye los espacios entre los separadores que conducen los objetos sobre la banda transportadora; igualmente este grupo hace una limpieza general de la máquina antes del arranque.

Aquí se puede ver el sitio, siguiendo una perspectiva de planta:

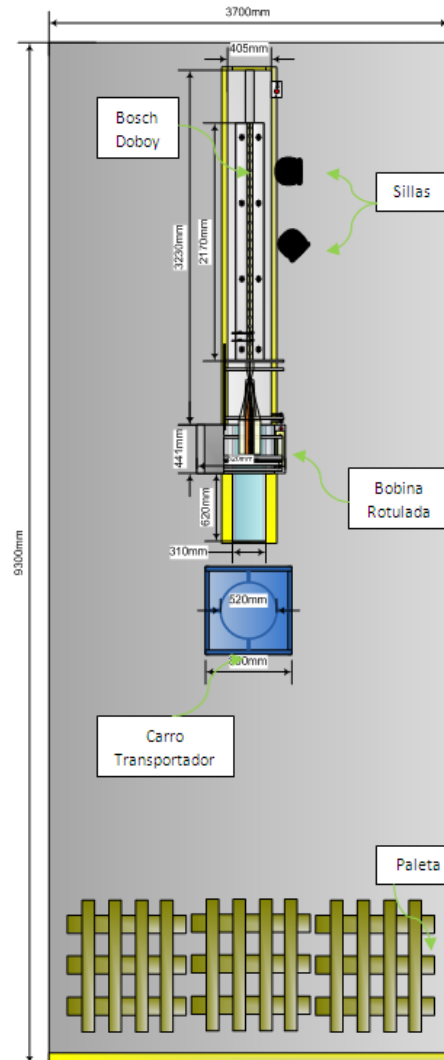


Figura 13. Vista de planta dimensionada del empaque Doboy.

Esta parte se encuentra acondicionada de manera tentativa en virtud de las remodelaciones en proceso sobre los almacenes, por lo tanto no se halla estrictamente delimitada (a pesar de que sí existe un rayado) porque el lugar es compartido con un almacén temporal donde se disponen insumos provenientes de los andenes de descarga (ubicados al este de la máquina). Asimismo se encuentran paletas vacías, equipos, material en desuso, y la terminal de carga eléctrica para montacargas, al lado de la cual se estacionan. El diagrama presenta gráficamente el sitio.

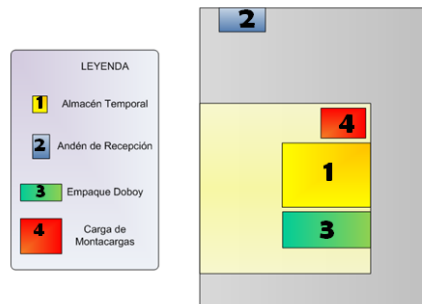


Figura 14. Ubicación sin escala del empaque Doboy.

Las unidades envueltas se colocan dentro de los empaques intermedios en un área posterior al empaque manual; allí las tres mesas usadas se ubican sobre un espacio abierto; a 2 m se arma la paleta con el producto terminado. En cuanto a las condiciones ambientales de este lugar, el ruido emitido por la máquina Slitter Arrow es percibido mientras esta funciona. El siguiente dibujo es una vista isométrica del equipo Bosch Doboy, en conjunto con el carro y la paleta.

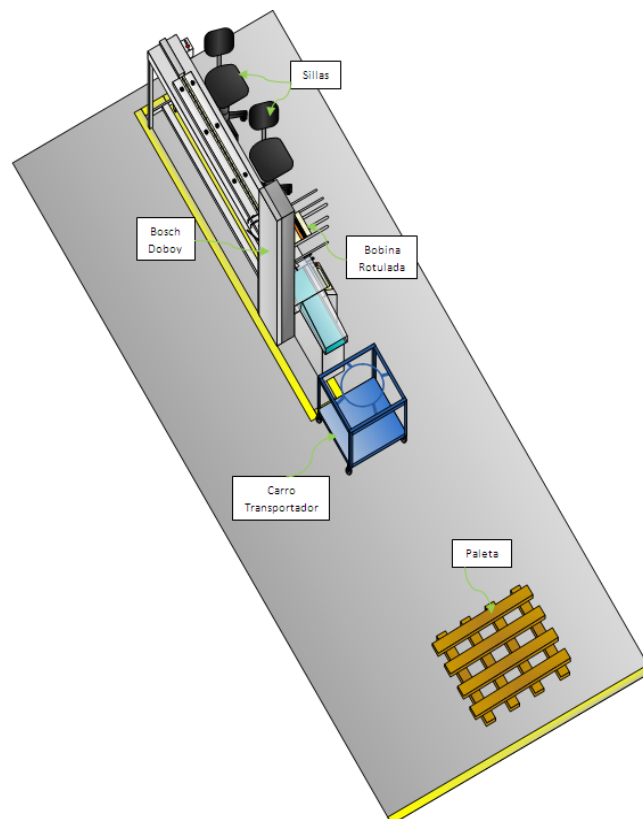


Figura 15. Isometría del empaque Doboy.

La segunda presentación de Scotch® 500V conocida como torres, pasa por una línea compartida con otros productos como pañitos, esponjas, etc. Aquí pasa la cinta por tres procesos esenciales: termoformado, etiquetado y empaque.

El primero de ellos se realiza con una plancha de sellado conectada al horno, este último tiene un panel donde se puede ajustar la temperatura generada por la máquina, al igual que la velocidad de la banda transportadora en su interior, al final de la misma se encuentra una mesa (0.8 m x 1.2 m) donde se colocan las etiquetas, perpendicularmente se tiene una mesa para el armado y llenado de las cajas de cartón corrugado (0.91 m x 0.61 m); a la izquierda se ubica una selladora automática de cajas llamada 3M Matic, ubicada a 90° de esta se disponen un sistema de rodillos y una paleta.

Lo anteriormente explicado se verifica en las figuras 16 y 17.

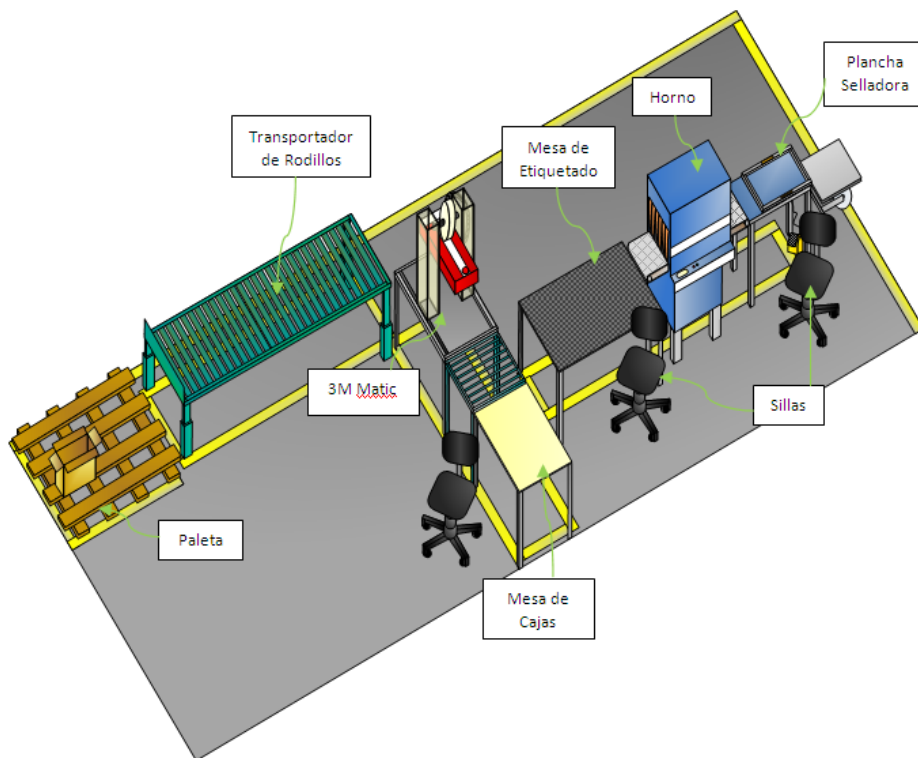


Figura 16. Vista isométrica del empaque manual.

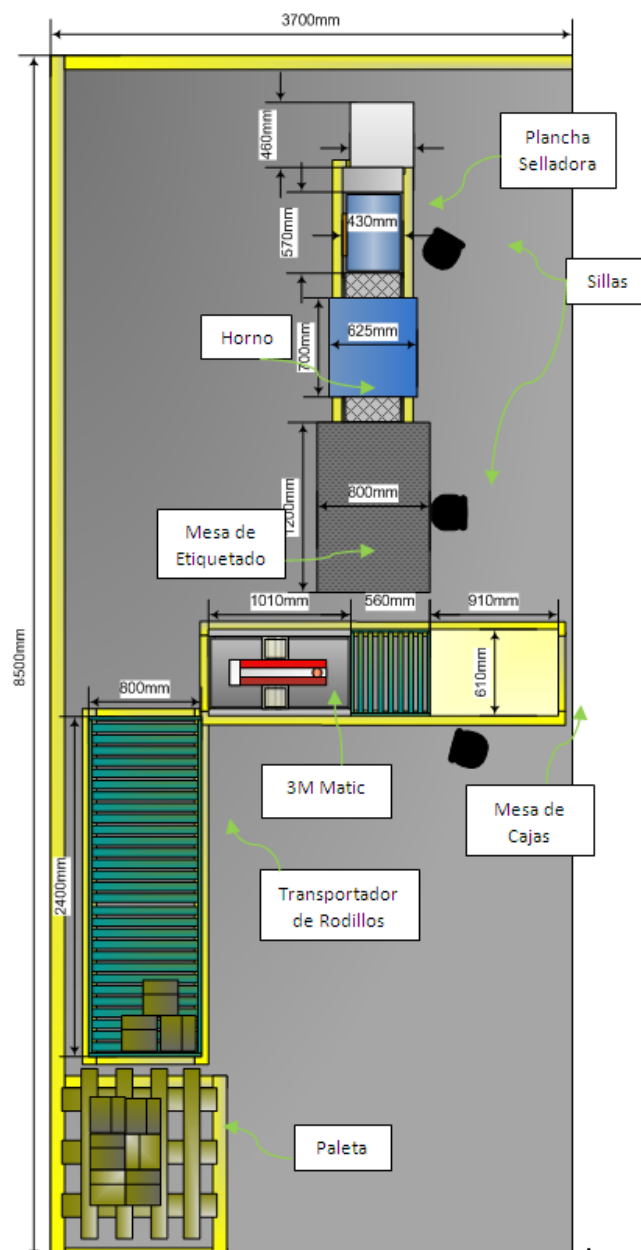


Figura 17. Vista de planta dimensionada del empaque manual.

3.4.3 Descripción del proceso

La última fase de transformación de Scotch® 500V se da cuando las cintas adhesivas son recibidas en el área de empaque, el 50% de estas son enviadas a la zona conocida como empaque Doboy (porque así se llama el dispositivo empacador), el resto de las unidades son despachadas a empaque manual.

3.4.3.1 Empaque Doboy

Cuando se trabaja con el empaque Doboy el producto resultante es el estuche intermedio caja naranja. La mesa con las cintas adhesivas son trasladadas con un montacargas al área donde se encuentra el equipo Doboy.

Para realizar el empaque Doboy, inicialmente se enciende el equipo y se realizan los ajustes de las medidas correspondientes a los separadores de la banda transportadora según especificaciones del producto, después se coloca una bobina de envoltorio siguiendo el diagrama del panel de control.

El empaque es efectuado entre tres o cuatro operarios, de los cuales solo uno de ellos (el operario líder) se encuentra de pie durante la ejecución de las actividades y es el que se encarga de seleccionar aquellas unidades recién empacadas con defectos, el resto de ellos están sentados frente a la banda, desde allí toman los rollos de cintas que se hallan en la mesa (esta es traída por un montacargas). Son dispuestos manualmente sobre los nichos de la banda, esta los desplaza hasta el punto donde se realiza el recubrimiento con el material de empaque por termoformado. Aquellos que alimentan la banda con producto desde la mesa de almacenamiento deben encorvarse para alcanzarlos, o simplemente ponerse de pie para aproximarlos a la máquina (pues las torres más lejanas están fuera del alcance de sus brazos).

Posteriormente la empacadora corta y sella automáticamente los paquetes cayendo en otra pequeña banda que deja caer los carretes en una bolsa plástica (transparente o negra) ajustada a un carro, el cual es utilizado para almacenar y trasladar temporalmente el producto hacia las paletas.

El operario líder es el encargado del control de la máquina en parámetros como velocidad, alineación de la bobina, etc. Permanece de pie durante casi toda la jornada, estando al pendiente del llenado de las bolsas (cambiándolas cuando es necesario) y llevándolas a la paleta; cada vez que requiere llenar una paleta adicional la reubica de una ruma cercana. Adicionalmente descarta el producto que se ha empacado con más de una unidad por paquete, eliminado el envoltorio y devolviendo las cintas al inicio de la banda transportadora, activando nuevamente la máquina. Las unidades resultantes son enviadas al empaque manual.

Seguidamente las bolsas con el producto (en paletas) son enviadas (usando nuevamente el montacargas) hacia una zona vecina del área de empaque manual, en donde se disponen de tres mesas donde un trío de operarios sentados desperdigan sobre una de ellas parte del contenido de una bolsa; luego se arman las cajas intermedias introduciendo seis unidades, se cierran para colocarlas en la caja de cartón corrugado colocada en la segunda mesa (mesa de llenado), dicha caja externa es etiquetada (anteriormente), sellada y finalmente arreglada en la paleta de producto terminado.

3.4.3.2 Empaque manual

Las presentación de torres de Scotch® 500V se crean en el área de empaque manual por una cuadrilla de cinco operarios. Al principio se reciben las mesas de almacenamiento temporal provenientes del proceso anterior; el producto es arreglado por un operario en pilas de seis unidades, las cuales son tomadas por el siguiente (al mando de la plancha de sellado), quien coloca las cintas, extiende sobre ellas un film plástico, luego baja el marco metálico (usando un pedal) para poder efectuar el cierre con calor, permitiendo que el plástico se adhiera a las cintas.



Luego ese mismo trabajador introduce las torres selladas a la banda transportadora del horno de termoencogible. Del otro lado son recibidas las torres selladas, por el operario que identifica cada producto con una etiqueta (3M-50) donde se muestra las características de Scotch® 500V, esta etapa es totalmente manual, pues de un rollo despega una por una las etiquetas a colocar. Después de etiquetar se embalan inmediatamente en cajas de cartón corrugado.

Una vez completada la capacidad de las cajas, otro trabajador se encarga de etiquetarlas con la identificación 3M-01, el último operario de esta cadena, sella automáticamente los topes de la misma con una máquina denominada 3M Matic, finalmente se trasladan con unos rodillos locos a las adyacencias de las paletas, donde finalmente se arreglan en las mismas y se envían al almacén de producto terminado.



CAPÍTULO IV: IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE CORTE DE CINTA

En este capítulo, como consecuencia de un análisis detallado de las actividades desarrolladas en la cadena de valor de Scotch® 500V, se describen todos aquellos elementos que no le agregan valor al producto, dándose a conocer la causa raíz de estos desperdicios.

Mediante un diagrama de causa-efecto no lineal se representa de forma resumida el análisis obtenido, donde se puede evidenciar que el efecto de una problemática, puede ser una de las causas de otra situación de disconformidad.

4.1 Selección del área de corte de cinta como puesto crítico

La presencia de desperdicios en cualquier cadena de valor, afecta directamente la calidad del producto y la producción obtenida, debido a que las condiciones y métodos de trabajo para la fabricación del bien no están definidos; arrojando como consecuencia directa un aumento de la variabilidad del proceso. La inestabilidad de un proceso de fabricación da paso a una pérdida del control de las variables de producción, dificultando una buena planificación de la misma y una estimación certera de los costos asociados en la creación del producto.

Asimismo, la cadena de valor de Scotch® 500V evidencia la presencia de desperdicios que penalizan la producción obtenida. La delimitación del área de estudio está sustentada (según lo explicado previamente) con el ritmo de producción promedio que se obtiene en cada estación de trabajo de Scotch® 500V.

En la siguiente tabla, se muestra la producción de cada etapa de transformación al que se somete Scotch® 500V.

Tabla 12. Producción y capacidad de cada área de trabajo para Scotch® 500V.

Área de trabajo	Producción (cintas / jornada)*	Capacidad (cintas/jornada)*
Fabricación de cinta	15360	21504
Corte de cinta	2986	15000
Empaque manual	2933	6678
Empaque Doboy	1493	36000

* La información de la producción equivalente de Scotch® 500V alcanzada por puesto de trabajo en cada jornada, está sustentada en registros históricos desde el mes de Enero a Marzo del 2009; y las capacidad de cada área es información suministrada por 3M Manufacturera S.A.

El resumen presentado anteriormente, denota la estación de corte de cinta como el área de trabajo cuello de botella de la fabricación de Scotch® 500V, debido a que presenta un rendimiento inferior a la estación de fabricación de cinta, y en consecuencia limita la cantidad de unidades empacadas y despachadas al cliente destino. La figura 18 ilustra lo explicado previamente.

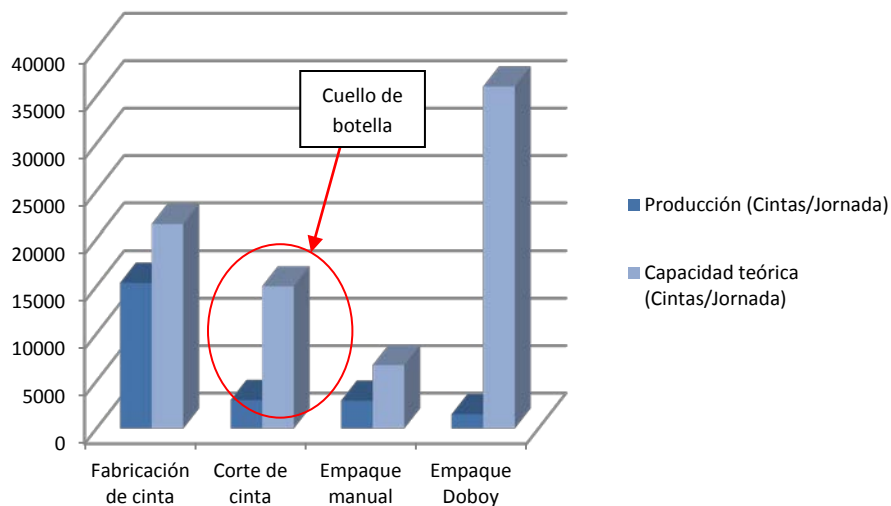


Figura 18. Cuello de botella de la cadena de valor de Scotch® 500V.

De esta forma, el estudio de reducción de desperdicios en la cadena de valor de Scotch® 500V, se limita al área de corte de cinta; donde la misma se estudia exhaustivamente para identificar los desperdicios

presentes y las causas raíces de las actividades y condiciones de disconformidad en dicho puesto de trabajo con la finalidad de solventarlas.

4.2 Identificación y cuantificación de los desperdicios

Para la identificación de las actividades que no le agregan valor al producto, se toma como referencia la lista de chequeo que propone la metodología ESIDE (presentada en el Anexo I), para denotar condiciones o actividades consideradas como desperdicios.

Una vez detallados los desperdicios se asigna un valor numérico que expresa el impacto de los mismos en la cadena de valor, dándose a conocer de esta forma los aspectos negativos de estos eventos y las causas matrices de las situaciones de disconformidad. En la tabla 13 se muestran los desperdicios identificados y su respectiva cuantificación. En las próximas secciones se da una explicación detallada de cada uno de los desperdicios.

Tabla13. Cuantificación de los desperdicios identificados en el área de corte de cinta.

Desperdicio	Unidad	Cantidad*
Uso por debajo de la capacidad	Unidades/jornada	12014
Producto defectuoso	Unidades/ jornada	2613
Manejo de materiales inadecuado o excesivo	min /jornada	41
Movimientos innecesarios	min/jornada	183
Inventario excesivo de producto	Unidades/ jornada	53
Inventario de insumos	Unidades/ jornada	9

* Ver anexo II para la justificación de los cálculos por desperdicio en el área de corte de cinta.

4.3 Análisis de los desperdicios identificados

Teniendo a disposición estos desperdicios, se determina la causa raíz de todo aquello que no le agrega valor al producto, para posteriormente realizar la sesión de propuestas de mejoras.

4.3.1. Uso por debajo de la capacidad

Sabiendo que la capacidad teórica del equipo SIAT T330 es aproximadamente 15000 unidades/jornada para la fabricación de Scotch® 500V, se nota un uso por debajo de la capacidad de 12014 unidades, tomando en cuenta la producción promedio desde Enero a Marzo 2009. A continuación se muestra un gráfico ilustrativo.

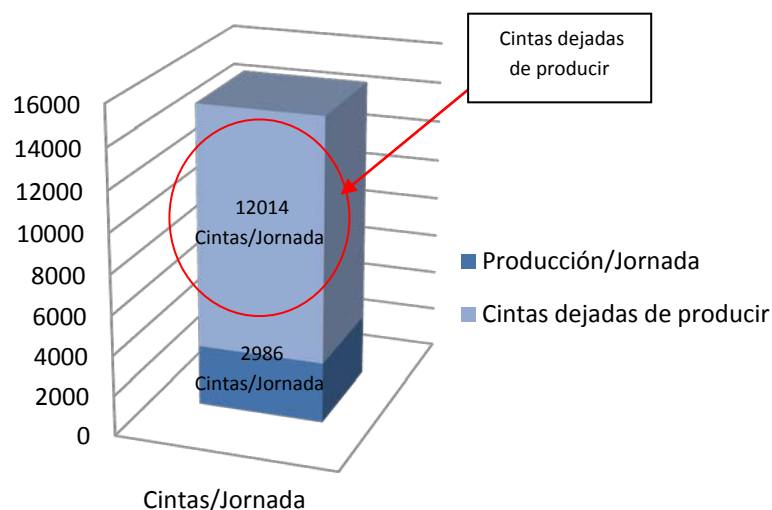


Figura 19. Unidades dejadas de producir en el área de corte de cinta.

Una de las principales causas por las que se trabaja a una tasa inferior a la teórica del área de corte de cinta, es que no existe un método estandarizado para operar, por lo que queda al criterio y experiencia de cada operario la realización de las actividades. Un total de cuatro trabajadores ejecutan sus actividades siguiendo secuencias distintas (A, B, C y D respectivamente), pero aquella que más difiere es la del denominado Operario A; este último (contrario a sus compañeros) va acumulando cintas bobinadas en los brazos de la máquina SIAT T330, cuando estos se llenan descarga un total de 32 unidades. La próxima tabla muestra el análisis resumido en su Diagrama de Proceso.

Tabla 14. Formato de Diagrama del Proceso Operario A.



DIAGRAMA DEL PROCESO

Nombre del Proceso: Corte de cinta.

Se siguió al (Hombre): Operario A.

Se inicia en: Alimentación de cores al primer par de brazos de la máquina.

Se culmina en: Extracción de la cuarta torre de cintas.

Realizado por: Flores Roseani, Gil G. Eduin A.

Método: Actual (x) Propuesto ()

FORMATO PARA ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO

Página 1-2

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Operac.	Transp.	Inspec.	Demo.	Almacena	Distancia (m)	Cantidad	Tiempo (s)
1. Alimentar con cores el primer par de brazos de la Máquina usando el Portacores.						0.40 apróx.	16 cores	7
2. Alimentar el Portacores tomando los cores de una caja situada a mano izquierda sobre la silla de descanso.							16 cores	16
3. Alimentar con cores el segundo par de brazos de la Máquina usando el Portacores.						0.40 apróx.	16 cores	6
4. Tomar una hojilla pequeña situada sobre la máquina hacia la derecha y efectuar el corte de la cinta entre los pares de brazos.							32 cortes (mínimo)	24
5. Accionar la máquina y alimentar parcialmente el Portacores tomando los cores de una caja situada a mano izquierda sobre la silla de descanso.								12
6. Reubicar las cuatro torres de producto terminado dejadas en la orilla de la mesa más cercana a los brazos el ciclo previo.						distancia variable	32 rollos P.T.	9
7. Ir hacia el dispensador de Slitter tabs, tomar uno, extender sobre un rodillo tensor, bobinar el metraje faltante, y hacer el cambio de brazos.						2.40 apróx.	1 slitter tab	12
8. Tomar una hojilla pequeña situada sobre la máquina hacia la derecha y efectuar el corte de la cinta entre los pares de brazos.							32 cortes (mínimo)	24
9. Accionar máquina, quitar de los dedos algunos sobrantes de cinta y botarlos.								3
10. Alimentar los cores faltantes en el Portacores tomándolos de una caja situada a mano izquierda sobre la silla de descanso.								4
11. Ir hacia el dispensador de Slitter tabs, tomar uno, extender sobre un rodillo tensor, bobinar el metraje faltante.						2.40 apróx.	1 slitter tab	11
12. Ajustar los extremos de los rollos de cinta en el primer brazo.							8 rollos P.T.	2
13. Extraer la primera torre de rollos y colocarla en la mesa.						0.40 apróx.	8 rollos P.T.	2
14. Ajustar los extremos de los rollos de cinta en el segundo brazo.							8 rollos P.T.	2
15. Extraer la segunda torre de rollos y colocarla en la mesa.						0.40 apróx.	8 rollos P.T.	1
16. Ajustar los extremos de los rollos de cinta en el tercer brazo.							8 rollos P.T.	3
17. Extraer la tercera torre de rollos y colocarla en la mesa.						0.40 apróx.	8 rollos P.T.	2
18. Ajustar los extremos de los rollos de cinta en el cuarto brazo.							8 rollos P.T.	2
19. Extraer la cuarta torre de rollos y colocarla en la mesa.						0.40 apróx.	8 rollos P.T.	2



Tabla 14. (Continuación) Formato de Diagrama del Proceso Operario A.



3M Manufacturera S.A.

DIAGRAMA DEL PROCESO

FORMATO PARA ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS
DE TRABAJONombre del Proceso: Corte de cinta.Se siguió al (Hombre): Operario A.Se inicia en: Alimentación de cores al primer par de brazos de la máquina.Se culmina en: Extracción de la cuarta torre de cintas.Realizado por: Flores Roseani, Gil G. Eduin A.

Método: Actual (x) Propuesto ()

Página 2-2

	Observaciones	Acción
1.	El operario hace un cambio de brazos (accionando el botón para ello) justo antes de volver a la mesa de trabajo a alimentar el Portacores.	
2.	La silla de descanso es usada como superficie para colocar la caja de cores, adicionalmente el llenado manual dilata la acción del equipo.	Anexar superficie donde disponer la caja de cores a la altura adecuada, agilizar la carga de Portacores.
3.	En ocasiones los cores se rompen al momento de alimentarlos, ello dilata el trabajo; el portacore presenta desgaste y juego en los nichos internos.	Emplear cores de mayor resistencia; enmendar los detalles presentes en el portacores.
4.	No emplea la herramienta establecida, se le dificulta maniobrarla para el acabado, (la navaja establecida es pesada) la hoja que este emplea no tiene cobertura.	Reformar herramienta o sustituirla por una más liviana y de menor tamaño.
5.	Se guía con el sonido de la máquina bobinando, se detiene justo al esta para (por lo que deja el portacore incompleto) para proseguir.	
6.	Coloca las torres obtenidas el ciclo anterior hacia atrás para desocupar espacio al frente, el ancho de la mesa excede su alcance de brazos.	Esta operación no debería existir, pues al extraer los rollos deben colocarse en su lugar de almacenaje a la primera.
7.	Existe un dispensador de Slitter tabs automático (No se emplea). El punto de colocación del marcador varía según el operario.	Reactivar el alimentador, o aprender a usarlo bien, la ubicación apropiada del slitter la da el equipo.
8.	Los excedentes de cinta adhesiva se van acumulando sobre la parte inferior de la máquina cuando progresa la jornada; la hoja puede caer o cortar al tomarla.	Anexar portaherramienta a la máquina, tratar de cuantificar el desperdicio (si es o no considerable).
9.	Es una demora que se reitera (muy pequeña), pero con el tiempo quizá podría dificultar el contacto (las manos sobre el adhesivo, apreciación personal).	No debería existir este tipo de demoras, de hecho los excedentes de material deberían ser mínimos.
10.	Prácticamente el trabajador permanece de pie durante toda la jornada, sería apropiado verificar los regímenes de descanso que tienen.	El tiempo de llenado del portacore debería ser por lo menos igual al de bobinado de la SIAT.
11.	Las mismas consideraciones de 7. excepto que no se da el cambio de brazos, este queda para el próximo ciclo.	
12.	El Ajuste, de acuerdo al brazo (si está arriba o abajo) tiende a hacerse más o menos accesible (al igual que el corte); la altura del operario es preponderante.	
13.	La coloca cerca de la orilla, colocarla inicialmente en el extremo más lejano implica inclinarse para extender el alcance de brazos.	Cambiar la superficie de almacenamiento para que el llenado se haga hasta el alcance de brazos.
14.	Mismas consideraciones que 12.	
15.	Mismas consideraciones que 13.	
16.	Mismas consideraciones que 12. y 14.	
17.	Mismas consideraciones que 13. y 15.	
18.	Mismas consideraciones que 12., 14. y 16.	
19.	Mismas consideraciones que 13., 15. y 17.	

La siguiente tabla presenta un resumen de los elementos del ciclo de cada operario, al igual que los valores observados durante la interacción

CAPÍTULO IV

hombre-máquina; los diagramas correspondientes se muestran en el Anexo III.

Tabla 15. Resumen por operario de las actividades del ciclo de trabajo y tiempos asociados.

Operario	Elementos del Ciclo	T _{ciclo} (s)	% Ocupación Operario	% Uso Máquina
A	✓ Alimentar primer par de brazos del equipo.	145	97.931	23.448
	✓ Alimentar portacores.			
	✓ Alimentar segundo par de brazos del equipo.			
	✓ Corte de cinta entre brazos del equipo.			
	✓ Alimentar parcialmente portacores.			
	✓ Desplazar torres de cinta ubicadas en la mesa.			
	✓ Pegar slitter tab manualmente.			
	✓ Cortar cinta entre brazos del equipo.			
	✓ Culminar alimentación del portacores.			
	✓ Pegar slitter tab manualmente.			
	✓ Extracción de las unidades bobinadas del equipo.			
B	✓ Alimentar brazos del equipo.	60	100	29.508
	✓ Pegar slitter tab manualmente.			
	✓ Corte de la cinta entre brazos del equipo.			
	✓ Extracción de las unidades bobinadas del equipo.			
	✓ Alimentar portacores.			
C	✓ Alimentar brazos del equipo.	63	100	28.571
	✓ Alimentar portacores.			
	✓ Pegar slitter tab manualmente.			
	✓ Cortar cinta entre brazos del equipo.			
	✓ Extracción de las unidades bobinadas del equipo.			
D	✓ Alimentar brazos del equipo.	60	100	31.660
	✓ Alimentar portacores.			
	✓ Pegar slitter tab manualmente.			
	✓ Realizar corte de cinta entre los brazos del equipo.			
	✓ Extracción de las unidades bobinadas del equipo.			

La cantidad final de Scotch® 500V, se ve influenciada por el porcentaje de tiempo que la máquina opera durante la jornada. La SIAT T330, dura inactiva aproximadamente 35 minutos al final de cada jornada. La causa de la inactividad de la máquina es por dos motivos.



El primer motivo de inoperancia del equipo al final de la jornada, se debe a que el operario envuelve la mesa dispuesta en el área, con un plástico transparente para evitar la caída del producto bobinado al piso, debido a que el escritorio usado no es adecuado para manipular los rollos de Scotch® 500V, el tiempo estimado de duración de esta actividad es de 25 min/jornada. Para realizar la actividad el operario requiere ayuda de otro trabajador, por lo que tiene que esperar que se encuentre disponible para efectuar el recubrimiento. La siguiente imagen muestra la mesa de almacenamiento, una vez que ha sido envuelta con plástico transparente.



Figura 20. Recubrimiento de las unidades de cinta extraídas de la máquina SIAT T330.

El segundo motivo de inoperancia de la SIAT T330 al final del turno, es que el operario tiene que registrar la producción obtenida, lo cual lo realiza una primera vez, en un cuaderno dispuesto en el área y luego repite la operación en una computadora ubicada a 27.54 m del área de corte de cinta, el tiempo invertido en esta actividad es aproximadamente 10 min/jornada.

Otra variable influyente en la inactividad de la máquina, se debe a que el dispensador de slitter tab no se usa, por lo que el operario invierte aproximadamente 47 min/jornada en la colocación manual del mismo, además como no existe un sitio estándar para su ubicación cada operario lo adhiere donde considere, originando que cada carrete de cinta no contenga los 20 m previstos. La figura 21 muestra la zona del equipo donde los operarios colocan el slitter tab.

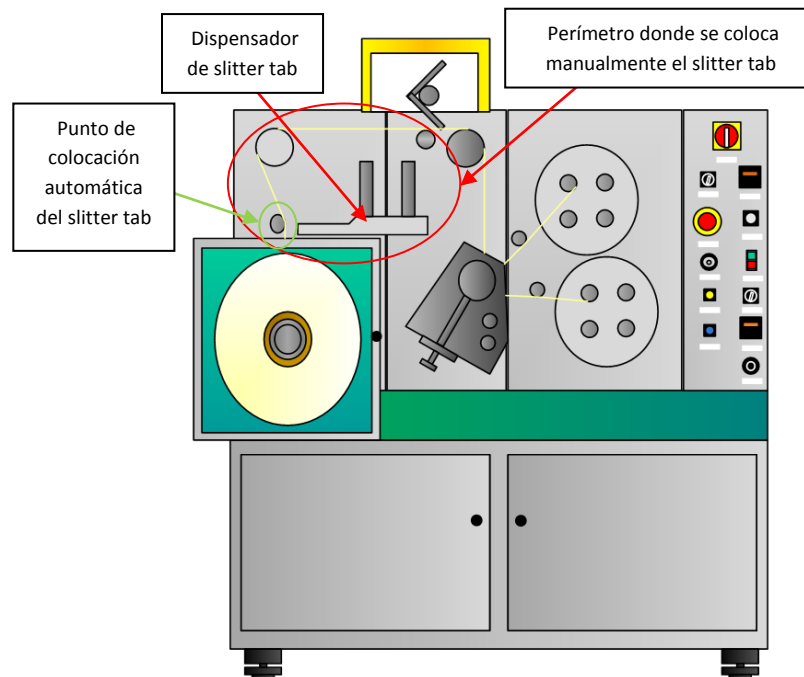


Figura 21. Perímetro de la máquina donde se adhiere manualmente el slitter tab.

Por otro lado, el corte manual realizado entre los brazos del equipo, también es un factor importante, ya que para hacerlo es necesario detener la máquina. La ejecución de esta actividad depende de la experiencia y método de cada operario, durando en el peor de los casos aproximadamente 91 min/jornada la máquina detenida. Esencialmente la causa de la diversidad de la actividad de corte se debe a que no existe un método estandarizado y genérico para llevar a cabo la actividad. La siguiente foto presenta el modo en que cada operario realiza el corte del material.



Figura 22. Corte entre los brazos del equipo.



Adicionalmente, la bancada de cuchillas usada en la máquina SIAT T330 para realizar el corte del producto analizado, dificulta el ajuste de las mismas debido a que la alineación se realiza prácticamente al tanteo, con un retazo de cinta métrica, originando que durante la jornada se inviertan alrededor de 30 min en el continuo arreglo de cuchillas de acuerdo a la especificación del producto, es decir manteniendo una separación que asegure 18 mm de grosor. Una representación tridimensional del interior de la bancada de cuchillas se aprecia en la figura 23.

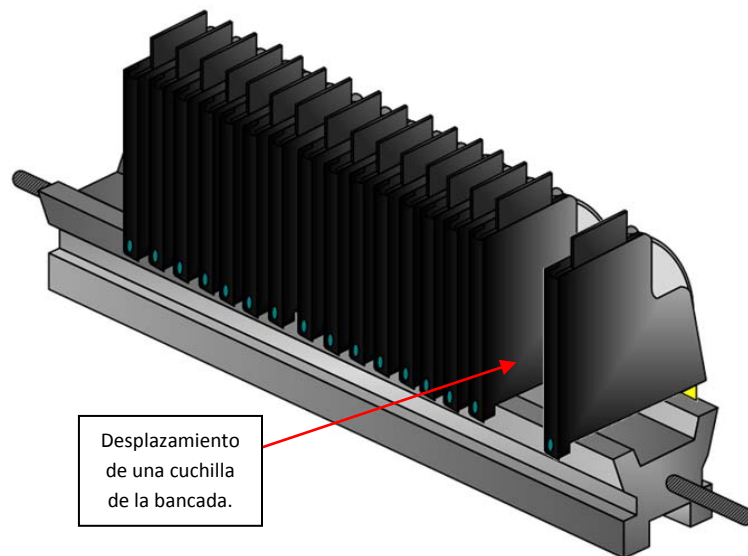


Figura 23. Bancada de cuchillas actual.

Sumado a lo explicado previamente, la colocación no estratégica de la paleta de log roll, trae como consecuencia que el operario recorra 18.76 m/jornada cambiando la bobina intermedia en la máquina, lo que representa aproximadamente 3 min/jornada, trayendo como consecuencia que la distribución inadecuada de los insumos en el área afecte el número de unidades bobinadas al final del turno. La próxima vista de planta representa el recorrido que hace el operario durante el cambio de log roll.

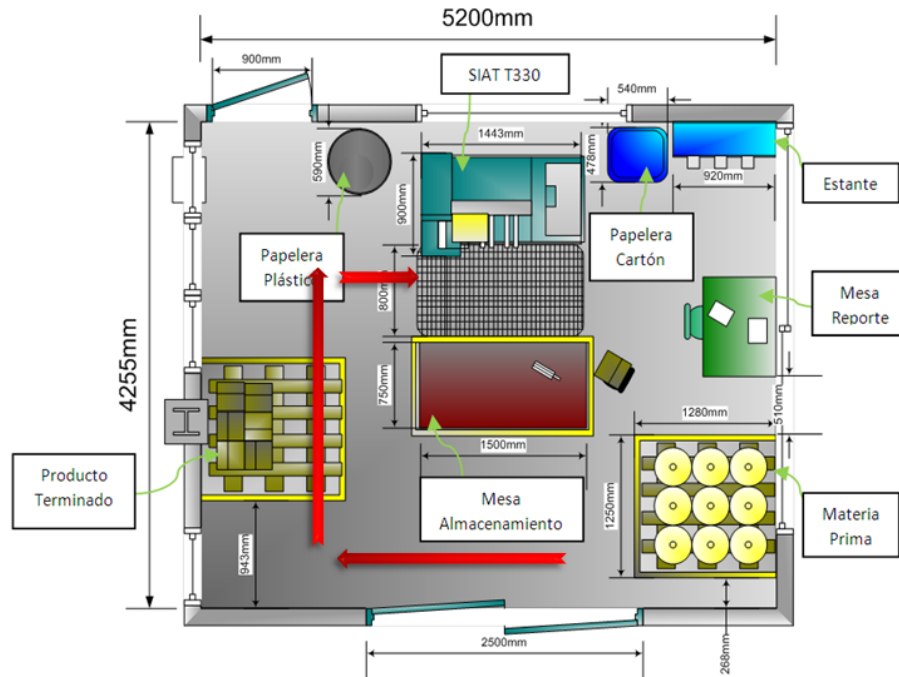


Figura 24. Recorrido del operario para el cambio de log roll.

4.3.2 Producto defectuoso

Como resultado del proceso de bobinado de las cintas adhesivas se obtiene un porcentaje de unidades defectuosas las cuales necesitan ser retrabajadas o desechadas en el peor de los casos.

El motivo por el cual las unidades presentan defectos, es la alineación de las cuchillas de corte de la SIAT T330, las cuales se desajustan continuamente y origina que la cinta se adhiera irregularmente al core, originando el efecto de “telescopio” y/o “rebaba”, por lo que continuamente el operario tiene que alinear la cuchillas, midiendo la separación entre ellas con un retazo de cinta métrica, realizándose el ajuste de las mismas prácticamente al tanteo.

La frecuencia de aparición de los defectos en el producto representa un 87.5% de las unidades bobinadas. Las unidades con rebabas son



rectificadas y el producto que presenta “telescopio” es desechado, estas pérdidas equivalen a un 2% de las unidades defectuosas bobinadas (53 cintas); la cantidad de cintas con rebabas es de 2560, un ejemplo de estas disconformidades se muestra en la figura 25.

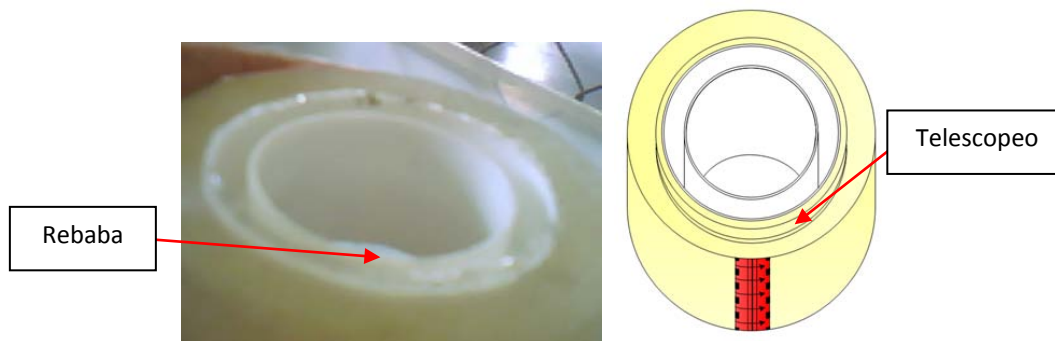


Figura 25. Unidad con rebabas y telescopio.

Por otro lado, existe una disconformidad que no es rectificada pero que afecta las especificaciones del producto, debido a que las unidades bobinadas contienen un excedente de aproximadamente 2.5 cm después del slitter tab, el cual es un desperdicio ya que el mismo no estaría cumpliendo la función de identificar el inicio del carrete, la causa de esta problemática es que el corte manual no es realizado al ras del slitter tab.

Otra característica que no es corregida, es el metraje excedente que contiene el producto final, las especificaciones indican una longitud de 20 m y una vez bobinados los rollos contienen aproximadamente 20.5 m. Esto ocurre porque la programación de la máquina no es la adecuada para bobinar la cantidad de material especificado, pues la distancia desde donde se encuentra el dispensador de slitter hasta los brazos del equipo es de 1.5 m, previamente la SIAT T330 enrolla automáticamente 19 m; cada trabajador procede manualmente a colocar el slitter tab, trayendo como consecuencia que el metraje final no sea exactamente el que indica las características del producto.

4.3.3 Manejo de materiales inadecuado o excesivo

Las unidades una vez que han sido bobinadas y extraídas de la máquina, son dispuestas por el operario en un escritorio convencional el cual asume las veces de dispositivo almacenador y transportador de cinta, esta mesa es trasladada hacia el área de empaque usando un montacargas (ver figura 27). Durante la colocación de las unidades en dicha mesa el operario realiza movimientos de quinto orden, ya que las dimensiones de las mesas no son las más adecuadas para garantizar un manejo de materiales correcto.



Figura 26. Inclinación del operario durante la ubicación y almacenamiento de cintas.



Figura 27. Traslado de las mesas de almacenamiento de cintas.



Por otro lado, bajo la rata actual de producción de 2986 unidades por turno, se requieren dos cambios de log roll, lo que implica que el operario tiene que recorrer 18.76 m/jornada, ya que las paletas están ubicadas a 4.69 m de distancia del cajetín donde se alimenta el equipo con dicha bobina intermedia la cual pesa 26.3 Kg aproximadamente, realizando movimientos de quinto orden ya que tiene que levantar manualmente las bobinas intermedias dos veces por turno, ocasionando fatiga en el operario, y posibles lesiones músculo esqueléticas.

4.3.4 Movimientos innecesarios

Entre los movimientos que no le agregan valor al producto se tiene como se refirió anteriormente, la actividad asociada al cambio de log roll, los desplazamientos que se incurren para el posicionamiento del slitter tab, y el almacenamiento de las cintas en el escritorio.

Otra actividad innecesaria es la de corte entre los brazos, pues en lugar de hacer un solo corte para liberar los carretes bobinados de la cinta que va ser enrollada, el operario efectúa de 16 a 32, debido a que la herramienta de corte manual sólo permite hacerlo individualmente y por otro lado la actividad no está estandarizada, dando la libertad a cada operario de realizar las actividades según su criterio, que a pesar de desarrollarse en un orden lógico, quizás no es la mejor combinación de elementos.

4.3.5 Inventario excesivo de producto

En el área permanece 1 caja de cartón corrugado por turno con aproximadamente 53 unidades de cintas bobinadas con inconformidad de telescopio, la causa raíz de esta situación de inconformidad, es que se obtienen unidades defectuosas, debido a las características de la bancada de cuchillas usada para realizar el corte de Scotch® 500V, de este modo

para evitar que las unidades con defecto pasen a la siguiente estación de trabajo el operario del área las descarta instantáneamente ubicándolas en una caja de cartón corrugado.

4.3.6 Inventario excesivo de insumos

En el área de corte de cinta, se dispone de una paleta de log roll, la cual está cargada en promedio con 9 unidades diarias. Debido a que el ritmo de corte de la Slitter Arrow es de 15360 unid/ jornada y el de la SIAT T330 es de 2986 unid/ jornada, lo que origina un cuello de botella del insumo y por lo tanto que el mismo se encuentre empujando las unidades en dicha estación de la cadena de valor.

4.4 Resultados del análisis

El diagrama de causa efecto no lineal representa visualmente de forma concreta la relación que existe entre todos aquellos elementos que afectan al sistema en estudio. En la figura 28 se puede apreciar como la consecuencia de un evento no deseado puede ser una de las causas de otra situación de disconformidad.

La interpretación del esquema consiste en lo siguiente: aquellos óvalos que tengan flechas entrantes indica que el evento del cual proviene la flecha es una causa de la situación de disconformidad, y si el ovalo tiene flechas salientes la traducción es inversa; es decir, la actividad es una causa del suceso donde la flecha está entrando.

En el diagrama de causa-efecto no lineal se puede presenciar las causas raíces de los desperdicios del sistema, los cuales son representados como aquellos óvalos que únicamente tienen flecha salientes, denotándose con un color amarillento aquellos acontecimientos que son la causa principal de las situaciones que no aportan valor al producto.

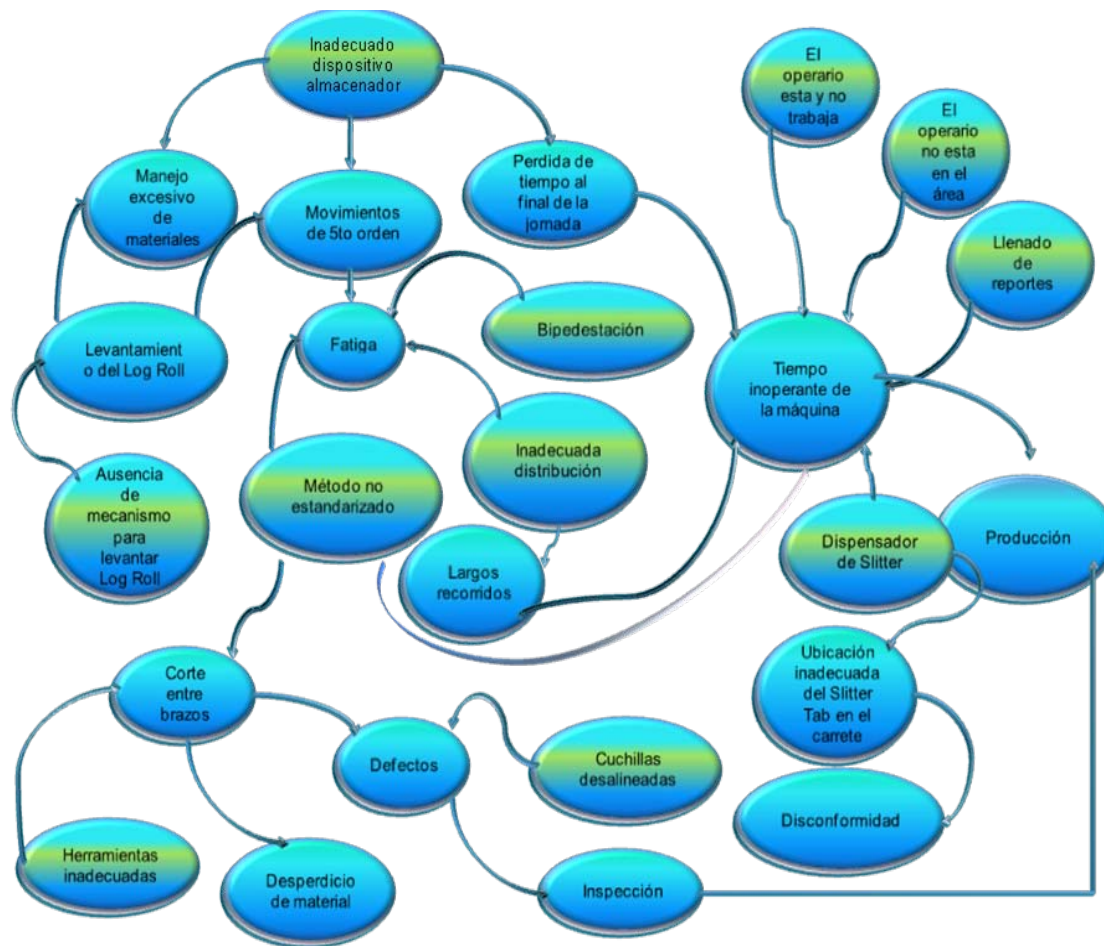


Figura 28. Diagrama de causa-efecto no lineal.

Finalmente, la figura brinda el panorama compacto de las relaciones que existen entre los desperdicios del sistema, permitiendo orientar el estudio de elaboración de las propuestas que se mostrará en el próximo capítulo, donde se evidencia que una propuesta de mejora puede reducir diversas situaciones de inconformidad del sistema.



CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORA PARA REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS EN EL ÁREA DE CORTE DE CINTA

Una vez realizado el análisis de las actividades en el área de corte de cinta, e identificadas las causas raíz de aquellas acciones que no aportan un valor agregado al producto, se inicia la fase de propuestas de mejora cuyo fin último es solventarlas.

Este capítulo se enfoca en reducir los desperdicios presentes atacando varias problemáticas a la vez, así por estar conectadas sus fuentes, cualquier mejora induce una reacción en cadena positiva sobre todo el proceso estudiado. La siguiente tabla muestra las propuestas de mejora por cada desperdicio identificado.

Tabla 16. Desperdicios identificados en el área de estudio y propuestas de solución.

Desperdicio	Propuestas
Uso por debajo de la capacidad	✓ Estandarización del ciclo de trabajo. ✓ Carro transportador de cinta. ✓ Orden y Limpieza (Dispensador y contenedor de slitter tabs). ✓ Herramienta de corte manual.
Producto defectuoso	✓ Bancada de cuchillas. ✓ Orden y Limpieza (Dispensador y contenedor de slitter tabs).
Manejo de Materiales inadecuado o excesivo	✓ Carro transportador de cinta. ✓ Orden y Limpieza (Distribución en planta). ✓ Carro transportador de log roll.
Movimientos innecesarios	✓ Carro transportador de cinta. ✓ Orden y Limpieza (Distribución en planta). ✓ Carro transportador de log roll. ✓ Herramienta de corte manual.
Inventario excesivo de productos	✓ Bancada de cuchillas.
Inventario excesivo de insumos	✓ Carro transportador de log roll.

5.1 Propuesta 1: Bancada de cuchillas

La primera mejora se concentra en la reducción del “telescopio” y “rebabas”, el cual es un desperdicio que afecta directamente la calidad del producto, este tiene su origen en la desalineación de las cuchillas del equipo



SIAT T330; esta se ocasiona por las vibraciones generadas mientras se bobina y a la falta de precisión en la alineación inicial.

La máquina del área posee dos sistemas de corte, uno en la parte inferior y otro en la parte superior; ambas bancadas de cuchillas se caracterizan por la dificultad e imprecisión de su montaje y alineación. El corte de la cinta Scotch® 500V se efectúa exclusivamente con la estructura de corte inferior, el resto de productos se fabrican con la bancada superior.

Con la finalidad de reducir el tiempo invertido durante la jornada por concepto de ajustes, así como las unidades disconformes obtenidas, se propone utilizar un mecanismo Poka Yoke, adaptado a la bancada superior, el cual garantiza un corte preciso de todos los productos hechos en el área. El mecanismo planteado se ilustra en la figura 29.

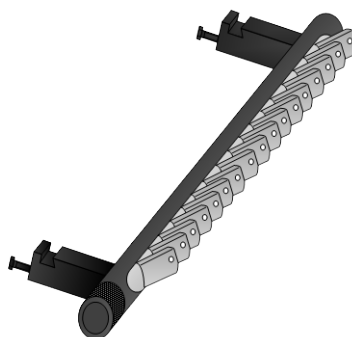


Figura 29. Vista isométrica de la bancada de cuchillas.

Sus partes son detalladas a continuación:

5.1.1 Soporte tubular

Es la pieza hembra de acero que se ajusta a una estructura móvil conectada con la máquina SIAT T330, está sujeta con un par de tornillos roscados, ejerciendo una presión que restringe el movimiento entre ambas. Asimismo, sirve de contenedor para las hojas de cuchilla y los dedales

separadores; este conjunto se mantiene compacto mediante una rosca que evita cualquier movimiento libre de las partes internas.

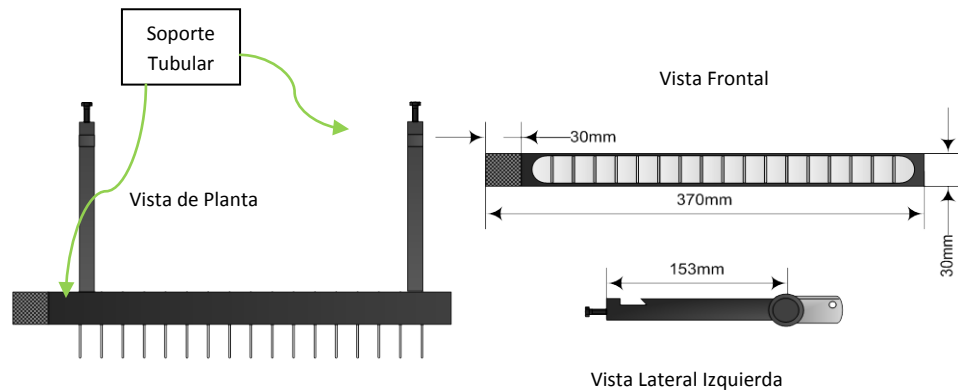


Figura 30. Vistas esenciales del conjunto armado del soporte tubular.

5.1.2 Cuchillas reemplazables

Las cuchillas circulares usadas en el corte de Scotch® 500V son sustituidas por unas hojas de acero inoxidable reemplazables, que no requieren ningún tipo de mantenimiento; a diferencia de las actuales no se hallan conectadas a una toma de aire a presión para su funcionamiento. Las diferencias se verifican en la siguiente figura.

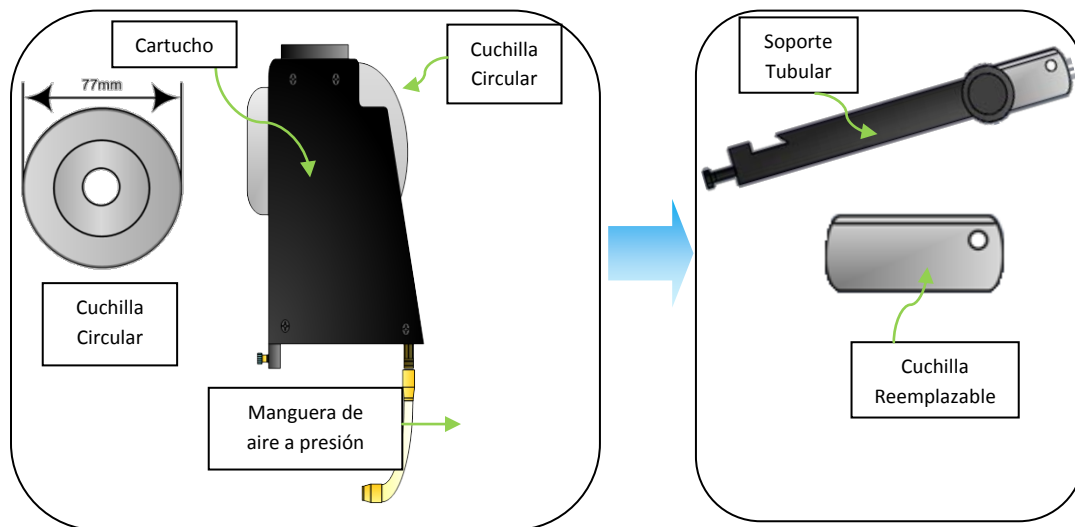


Figura 31. Cuchilla actual versus cuchilla propuesta.



Scotch

5.1.3 Dedales separadores

Son los encargados de establecer la distancia entre cuchillas, esta separación es de 18 mm exactos según las especificaciones del producto; la medida del dedal que permite ese grosor es de 16.5 mm de altura, con un diámetro de 25 mm. La representación visual de este se ilustra en la próxima figura.

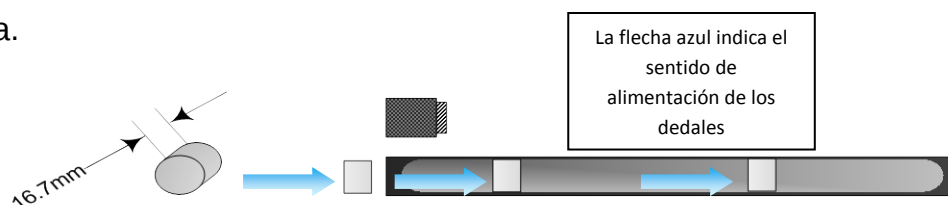


Figura 32. Forma de alimentación de los dedales separadores de la bancada de cuchillas.

Además, como medida de seguridad para el trabajador, durante el montaje y extracción de las cuchillas se recomienda el uso de guantes protectores, con el objetivo de evitar un contacto directo de sus manos con la pieza cortante.

Finalmente, se usan un conjunto de brazos pertenecientes a la SIAT T330 con capacidad para bobinar 9 cores, obteniéndose como resultado 18 cintas/ciclo (2 cintas adicionales); el tamaño del log roll aumenta entonces de 0.288 m hasta 0.324 m, con 0.375 m de diámetro. Se emplean 17 cuchillas reemplazables y 18 dedales empleados para el bobinado de Scotch® 500V.

5.1.4 Beneficios cuantitativos y cualitativos

Tabla 17. Beneficios cuantitativos de la bancada de cuchillas.

Beneficio	Unidad	Actual	Propuesto	Ahorro
Aumento de las unidades obtenidas por ciclo	Unid/ciclo	16	18	2
Desperdicio de material en la estación de fabricación de cintas	%	10	5	5
Promedio unidades con telescopio y/o rebabas	Unid/jornada	2612.75	298.6	2314.15

Tabla 17. (Continuación) Beneficios cuantitativos de la Bancada de Cuchillas.

Tiempo de alineación de cuchillas	min/jornada	30	0	30
Tiempo de montaje de las cuchillas*	min/cambio de cuchilla	180	10	170

* El montaje de las cuchillas inferiores se hace en casos especiales o en sustitución de una cuchilla circular.

Entre los beneficios cualitativos destacan:

- Reducción de la fatiga y la sensación de inconformidad del operario cada vez que se obtienen unidades disconformes, pues esta situación afecta su rendimiento laboral.
- No se requiere un acomodo de las cuchillas a criterio de cada operario.
- La presentación final del producto logra un acabado

5.2 Propuesta 2: Herramienta de corte manual

La siguiente propuesta, tiene como finalidad la realización de un solo corte manual entre los brazos del equipo, de esta manera se separan nueve cintas al mismo tiempo, en vez de realizarlo individualmente. Diferentes vistas de la cuchilla manual se anexan en la siguiente figura.

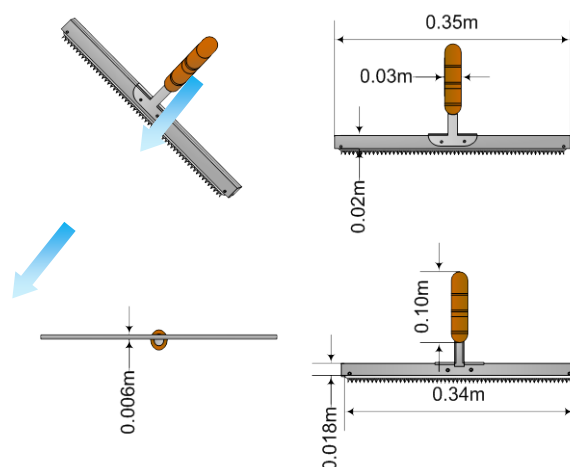


Figura 33. Vistas dimensionadas de la herramienta de corte manual.



Esta herramienta de corte consta de tres elementos básicos para formar su estructura: el mango de agarre, la estructura metálica y la cuchilla de corte.

5.2.1 Mango de agarre

Es el soporte donde el operario sostiene la cuchilla, un cilindro perpendicular a la misma que permite sostener la herramienta de corte. Está diseñado para ser manipulado cómodamente por una mano que es la que permite hacer la acción de corte y sujeción de las cuchillas; el material de diseño es una estructura metálica ajustada con tornillos a la armazón principal.

Se encuentra acoplada a una pieza de madera de 10 cm de longitud, la misma posee un conjunto de surcos para facilitar el agarre. El esquema a continuación muestra las partes del mango.

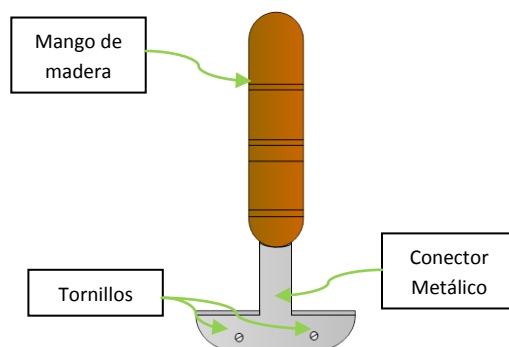


Figura 34. Partes de mango de agarre de la cuchilla manual.

5.2.2 Armazón metálica

La armazón de la herramienta de corte es lo que permite dar la rigidez y unidad a todas las partes del instrumento, en su porción trasera cuenta con una ranura que permite introducir y ajustar la cuchilla. El material propuesto para la realización de esta base es una lámina de acero liviano ya que evita

el pando o flexión de la unidad durante la acción de corte. Seguidamente se presenta un detalle propuestos de la estructura.

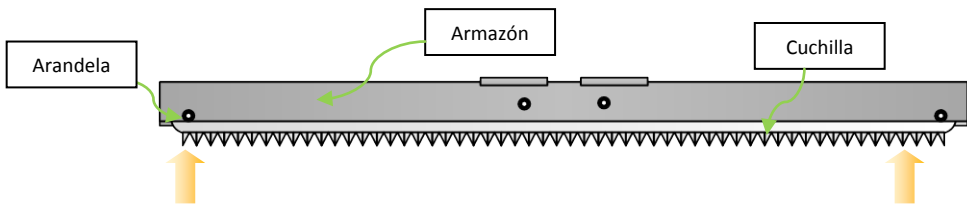


Figura 35. Armazón metálica de la cuchilla de corte manual.

5.2.3 Cuchilla

La cuchilla propuesta para la realización del corte es una hoja de segueta, ya que con ella se logra efectuar un corte limpio en la cinta adhesiva, sin dejar rastros defectuosos en el producto. Se encuentra conectada a la estructura metálica mediante tornillos destinados a restringir su movilidad. La figura 36 muestra su representación:

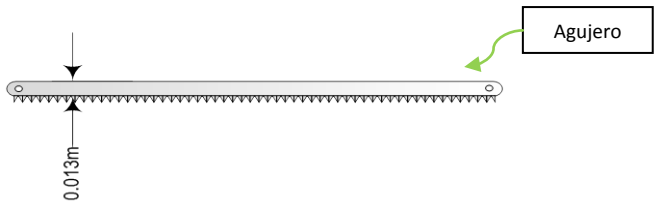


Figura 36. Cuchilla de la herramienta de corte manual.

5.2.4 Beneficios cuantitativos y cualitativos

La implementación de este utensilio trae diversos beneficios tanto cuantitativos como cualitativos a la actividad de corte manual desarrollada en el área de estudio, dichos beneficios se miden a continuación:

Tabla 18. Beneficios cuantitativos de la herramienta de corte manual.

Beneficio	Unidad	Actual	Propuesto	Ahorro
Reducción del tiempo de la máquina detenida debido al corte entre brazos del equipo	s/ciclo	17	8.5*	8.5



Tabla 18. (Continuación) Beneficios cuantitativos de la herramienta de corte manual.

Reducción del número promedio de cortes efectuados entre los brazos del equipo.* ¹	Veces/ciclo	32	2	30
Reducción de la masa de la cuchilla manual	g	250	150	100
Reducción del desperdicio de cinta adhesiva entre los brazos del equipo	m ² /jornada	9.69	1.00	8.69
Unidades equivalentes de cinta adhesiva desperdiciadas por el corte entre los brazos del equipo	Unidades/jornada	27	3	24

* tiempo estimado según simulaciones hechas en el área

*¹ Considerando el corte doble entre los brazos del equipo.

Adicionalmente se generan las siguientes ventajas intangibles:

- Estandarización de la herramienta de corte entre brazos de la máquina SIAT T330.
- Reducción de la fatiga debido a la repetitividad de los movimientos de corte durante la jornada, y al peso de la herramienta usada ocasionalmente.
- Disminución del riesgo incurrido, ya que el operario no mantendría contacto directo con la hoja de corte.

5.3 Propuesta 3: Carro transportador de cinta

Para facilitar el manejo de la cinta Scotch® 500V desde el área de corte hasta la zona de empaque, se presenta el diseño de un carro transportador que aprovecha las características físicas del producto mientras ocurre su almacenamiento y descarga, implicando un esfuerzo mínimo por parte de los operarios. Este dispositivo consta de dos partes principales: el bastidor y las gavetas, sus funciones son dar soporte a la estructura móvil y resguardar las cintas respectivamente.

El carro tiene una forma inclinada que favorece al operario del área de corte, pues le evita asumir una postura encorvada cuando deposita las torres

de cinta adhesiva provenientes de la máquina SIAT T330. Durante la alimentación del carro, el operario simplemente se limita a tomar cada torre deslizándola sobre su canto en el interior de los canales de las gavetas.

Análogamente las persona que empaque (sea empaque manual o empaque Doboy) se benefician cuando extraen las torres, porque al retirar una de estas, las siguientes descenden automáticamente por gravedad. La figuras 37, 38, 39 ilustran su uso y configuración:

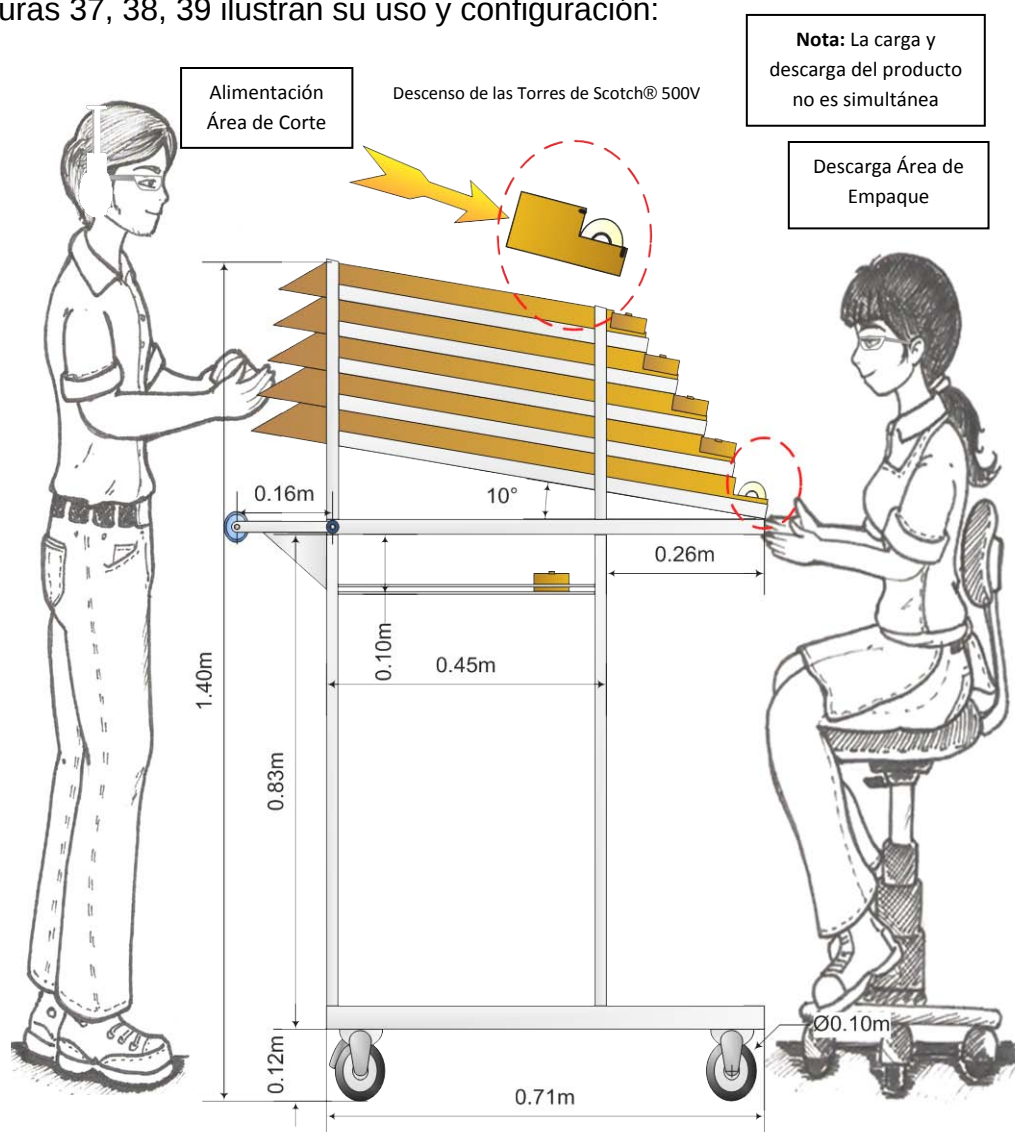


Figura 37. Vista lateral que ilustra el modo de carga-descarga del carro transportador de cinta.



Scotch

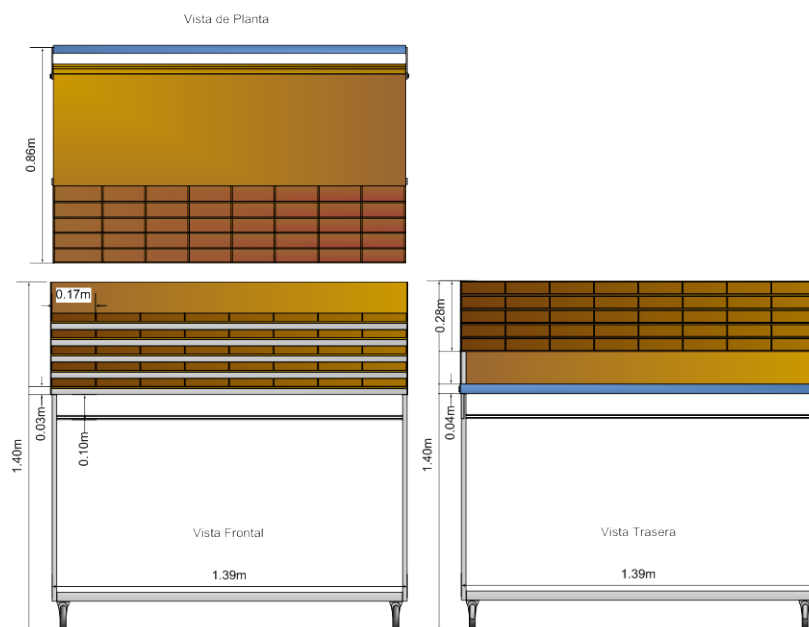


Figura 38. Vistas dimensionadas del carro transportador de cinta.

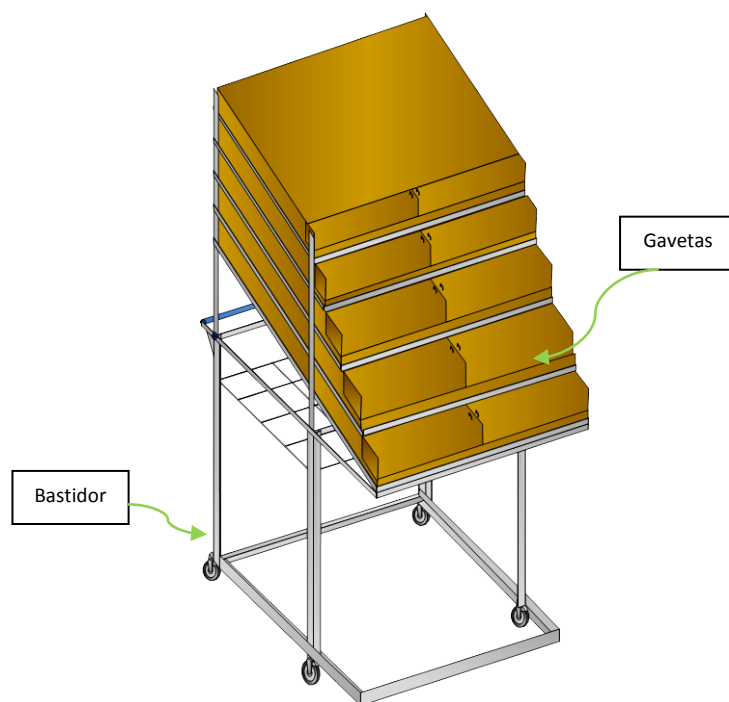


Figura 39. Isometría del carro transportador de cinta.

A continuación se describen en detalle las partes:

5.3.1 Bastidor

Es el esqueleto que constituye la estructura locomotriz del dispositivo. Sus dimensiones son 1.39 m de largo, 0.71 m de ancho y 1.40 m de altura; esta armazón liviana y resistente sostiene el peso ejercido por las cintas gracias a cuatro soportes tubulares que le sirven de sustentación, poseen una sección cuadrada de 2.54 cm x 2.54 cm, se hallan unidos en la zona inferior del bastidor por cuatro ángulos de acero (con un perfil de 5.08 cm).

Debajo hay cuatro ruedas cuyo diámetro es 10 cm, las dos frontales giran libremente permitiendo maniobrar el carro en los cruces, mientras que las traseras (fijas) cuentan con un mecanismo de frenado para impedir el movimiento cuando está estacionado. La parte superior del bastidor se constituye igualmente de ángulos metálicos (perfil de 2.54 cm), estos se encuentran soldados de tal modo que brindan el espacio exacto donde permanecen cinco gavetas una sobre otra, inclinadas a 10° de la horizontal.

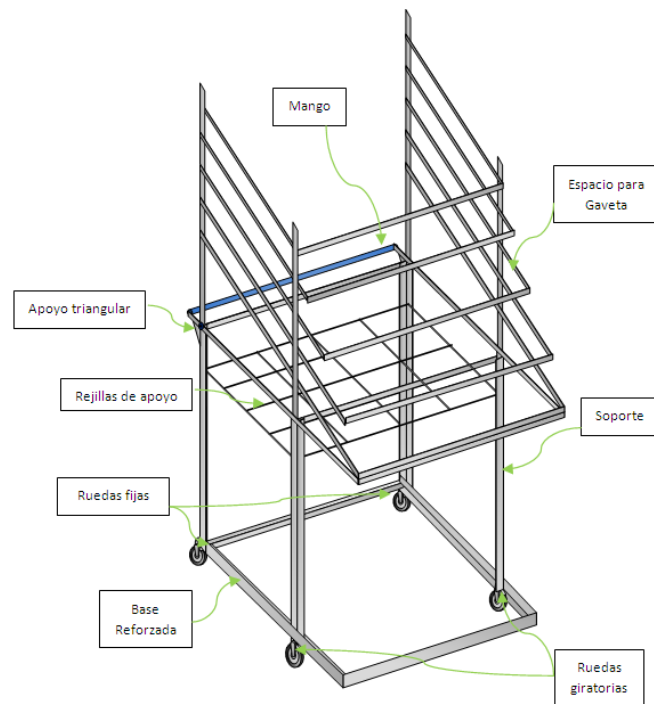


Figura 40. Isometría del bastidor del carro transportador de cinta.



Scotch

Toda la fuerza requerida al empujar el carro es transmitida a un mango cilíndrico cuyo diámetro es 4 cm, el mismo está conectado por un par de pletinas (16 cm de longitud) ajustadas por la presión de dos roscas. Esta pieza descansa sobre apoyos triangulares a 0.95 m del suelo, sin embargo el operario puede subirla aflojando las roscas y apretándolas cuando obtenga la altura deseada (ver figura 41).

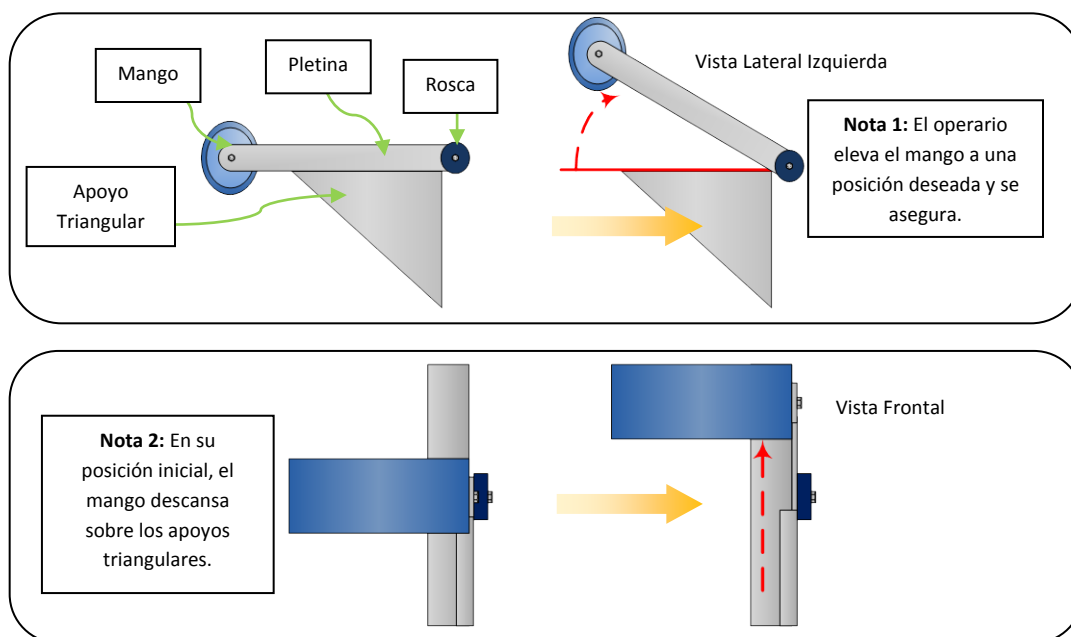


Figura 41. Mecanismo de fijación del mango del carro transportador de cinta.

5.3.2 Gavetas

Son cinco depósitos de madera contrachapada (lisa y barnizada) que retiene la cinta Scotch® 500V, internamente las gavetas cuentan con ocho canales de 17 cm, limitados por nueve separadores; cada una tiene una cubierta frontal removible.

El diseño que posee cada gaveta es el mismo, difieren únicamente en su ancho, incidiendo en su capacidad individual. La tabla 19 y la figura 42 resumen las magnitudes de las gavetas.

Tabla 19. Dimensiones de gavetas del carro transportador de cinta.

Gaveta	Largo	Ancho	Altura	Capacidad de Canal	Capacidad de Gaveta
I	1.38 m	0.60 m	0.06 m	90 unid	720 unid
II	1.38 m	0.66 m	0.06 m	99 unid	792 unid
III	1.38 m	0.72 m	0.06 m	108 unid	864 unid
IV	1.38 m	0.78 m	0.06 m	117 unid	936 unid
V	1.38 m	0.84 m	0.06 m	126 unid	1008 unid
Total					4320 unid

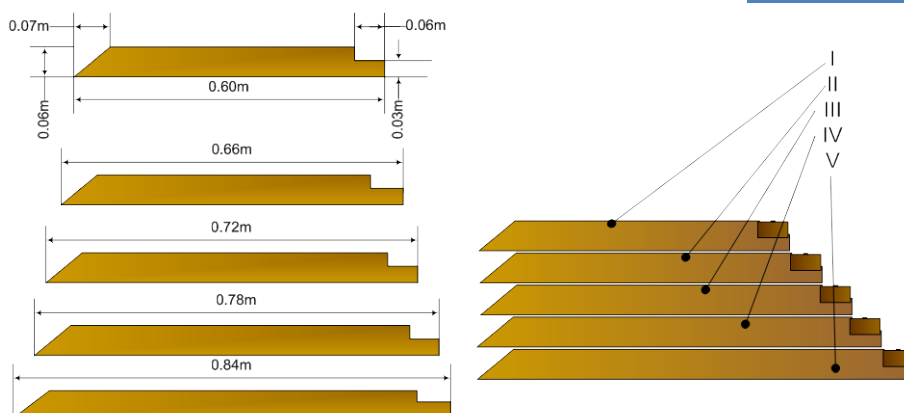


Figura 42. Representación y dimensiones de las gavetas del carro transportador de cinta.

La figura 43 indica la distribución de la cinta dentro de los separadores presentes en las gavetas.

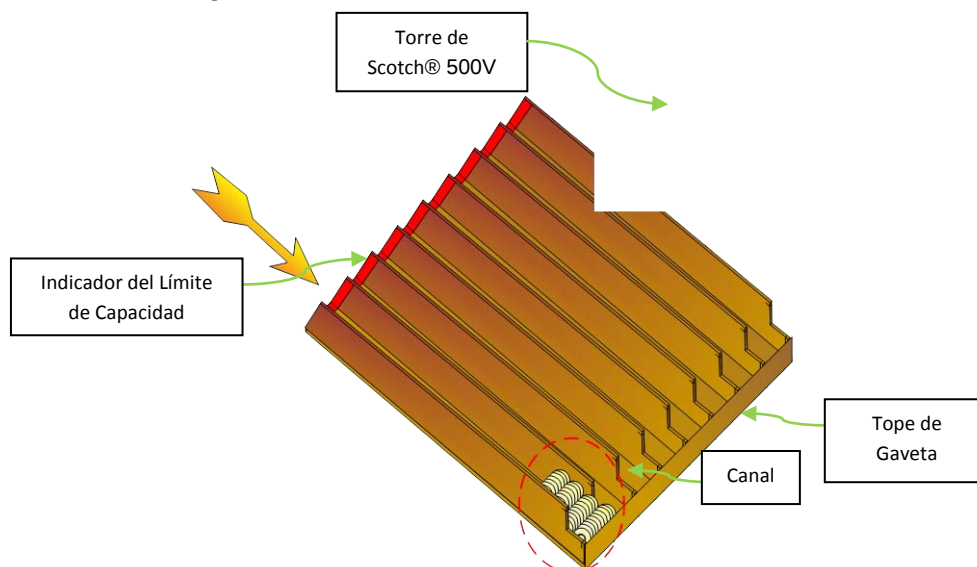


Figura 43. Disposición de las torres de Scotch® 500V.



La cubierta frontal de las gavetas es removible, con el cometido de resguardar el producto de cualquier caída o suciedad durante el transporte o almacenaje. El operario de empaque retira las cubiertas deslizándolas a través de ranuras presentes en cada gaveta. Las vistas pueden observarse en la figura 44.

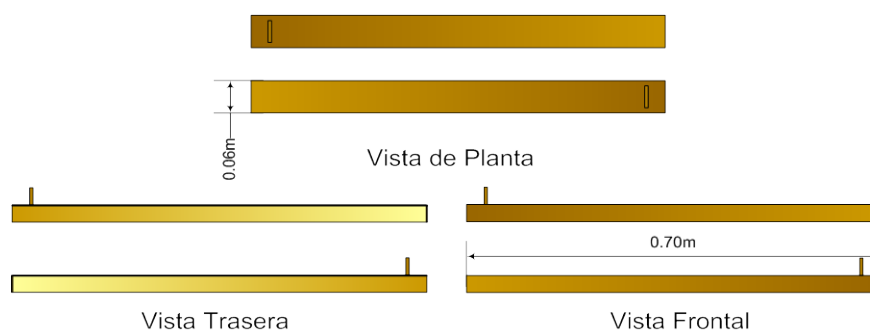


Figura 44. Vista dimensionadas de las cubiertas de las gavetas del carro transportador de cinta.

Existen dos cubiertas por gaveta ubicadas en cada extremo del carro, un agarradero facilita la remoción de las mismas al momento de empacar las cintas. Ver figura 45.

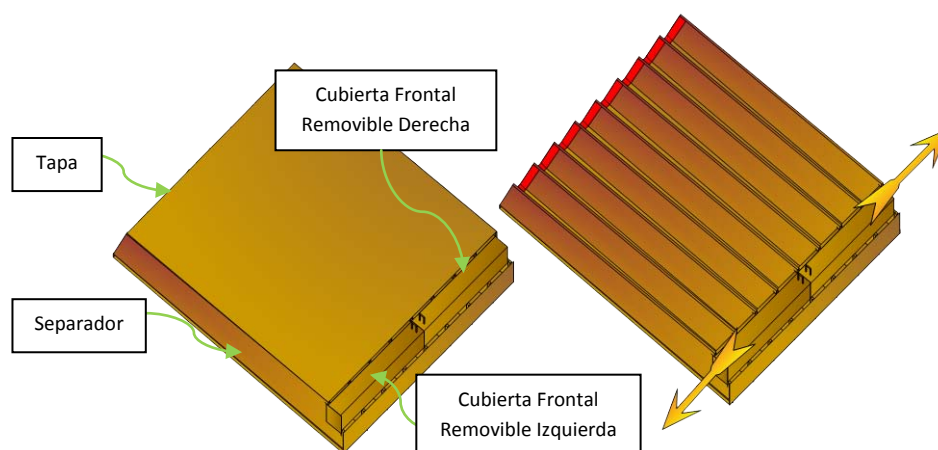


Figura 45. Vistas del funcionamiento de las cubiertas en las gavetas del carro transportador de cinta.

Se necesitan ocho carros disponibles al día, para satisfacer una demanda de 270000 unidades mensuales.

5.3.3 Materiales

Los elementos usados en la construcción del equipo son livianos, sin perder la fortaleza. Particularmente el dispositivo está conformado de los siguientes materiales:

- Ángulos de acero, 2.54 cm y 5.08 cm (1" y 2").
- Tubo estructural de acero, 2.54 cm x 2.54 cm (sección 1" x 1").
- Madera de grosor entre 3 y 4 mm (contrachapada) con un tratamiento en la superficie (barnizado).
- Ruedas de goma sólida (4 unidades), 2 de giro libre y 2 fijas.
- Tubo cilíndrico ($\varnothing = 4$ cm).
- Pletina, 2.54 cm (1").
- Piezas pequeñas (tornillos, roscas, tuercas).

5.3.4 Beneficios cuantitativos y cualitativos

Seguidamente se reseñan los beneficios cuantitativos y cualitativos de la propuesta del carro transportador.

Tabla 20. Beneficios cuantitativos del carro transportador de cinta.

Beneficio	Unidad	Actual	Propuesto	Ahorro
Aumento de la capacidad de almacenamiento	Rollos cinta	3136	4320	1184
Número de operarios involucrados en el acondicionamiento de la mesa al final del turno	Nº de operarios	3	1	2
Tiempo útil recuperado al final de la jornada	min/jornada	25	5	20
Eliminación del plástico para envolver la mesa	m ² /turno	8.73	0	8.73

Entre los beneficios cualitativos se destacan:

- La adecuación del dispositivo a las características de la cinta Scotch® 500V, aprovechando la gravedad para su práctico almacenamiento.



Scotch

- Disminución de la fatiga del operario, a causa de los reiterados movimientos de quinto orden, al final de cada ciclo de corte.
- Mejor apariencia del área de trabajo.
- Mayor autonomía del operario, debido a que no necesita del apoyo de terceros para ejecutar el manejo de las cintas bobinadas.
- Se separa el almacenamiento de cinta adhesiva de la alimentación de portacores, evitando que la reducción del espacio disponible en la mesa dificulte el llenado de portacores.

5.4 Propuesta 4: Carro transportador de log roll

Las cintas adhesivas Scotch® 500V son transformadas en carretes de 18 mm x 20 m a partir de bobinas intermedias llamadas log roll, el corte de los mismos se efectúa en la máquina SIAT T330. Este equipo posee un cajetín cuyas dimensiones son 0.54 m de largo, 0.49 m de ancho y 0.54 m de altura; su función es resguardar la integridad del trabajador mientras la bobina gira insertada a un brazo cilíndrico de 0.44 m que la mantiene inmovilizada a presión. La figura 46 destaca la disposición del log roll dentro del cajetín.

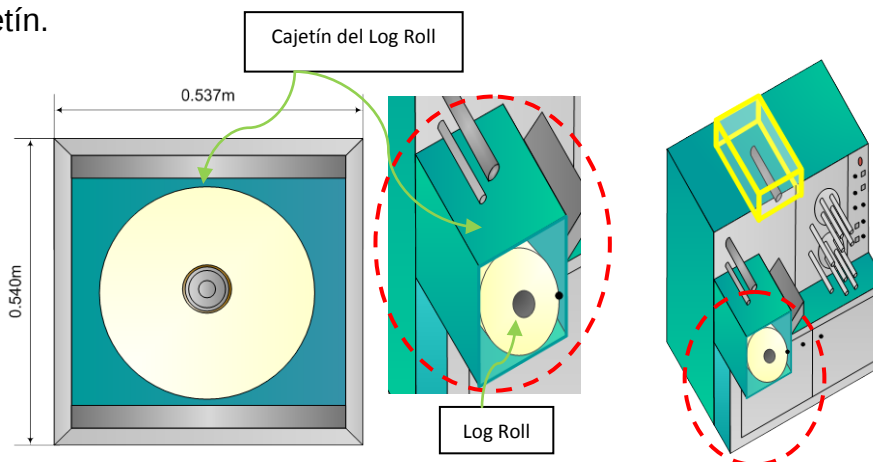


Figura 46. Isometría de la SIAT T330 y detalle del cajetín de log roll.

Debido a los esfuerzos o posturas inadecuadas que asume el operario cuando alimenta el log roll en la máquina, se hace necesario modificar el estilo de manejo de las bobinas dentro del área. Con esa intención se crean un grupo de carros compactos diseñados específicamente para el resguardo del material, que agilizan a su vez la introducción en el brazo del cajetín. El dispositivo consta de dos partes: el bastidor y la gaveta, la primera le brinda resistencia y motricidad, mientras que la segunda sirve como mecanismo de entrada para cada bobina.

A continuación se muestran vistas isométricas del dispositivo:

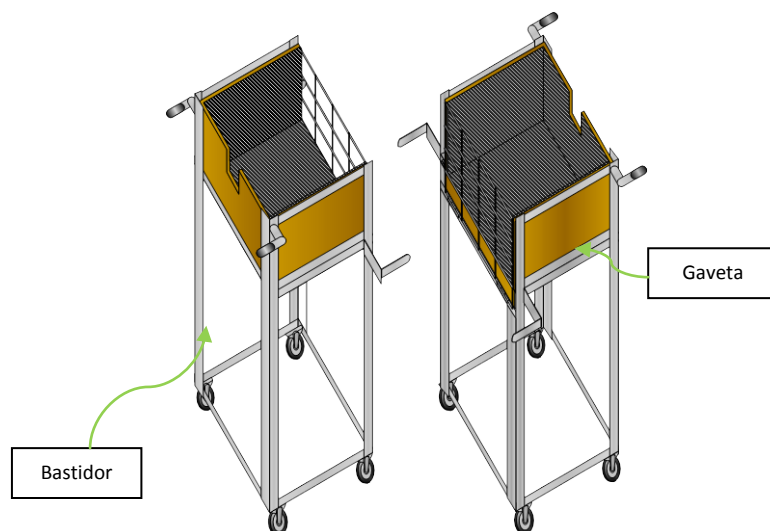


Figura 47. Vistas Isométricas del carro transportador de log roll.

Cuando el operario realiza el cambio de bobina sigue esta secuencia:

1. Retirar el log roll vacío del cajetín, y posicionar el carro transportador de log roll al frente del mismo.
2. Acoplar el carro con el cajetín de la máquina, mediante las horquillas laterales que posee.
3. Desplazar la gaveta del carro hacia el brazo del cajetín.
4. Fijar el log roll dentro del equipo suministrándole aire a presión, retirar el carro y cerrar la puerta del cajetín.



La figura siguiente muestra la colocación del log roll:

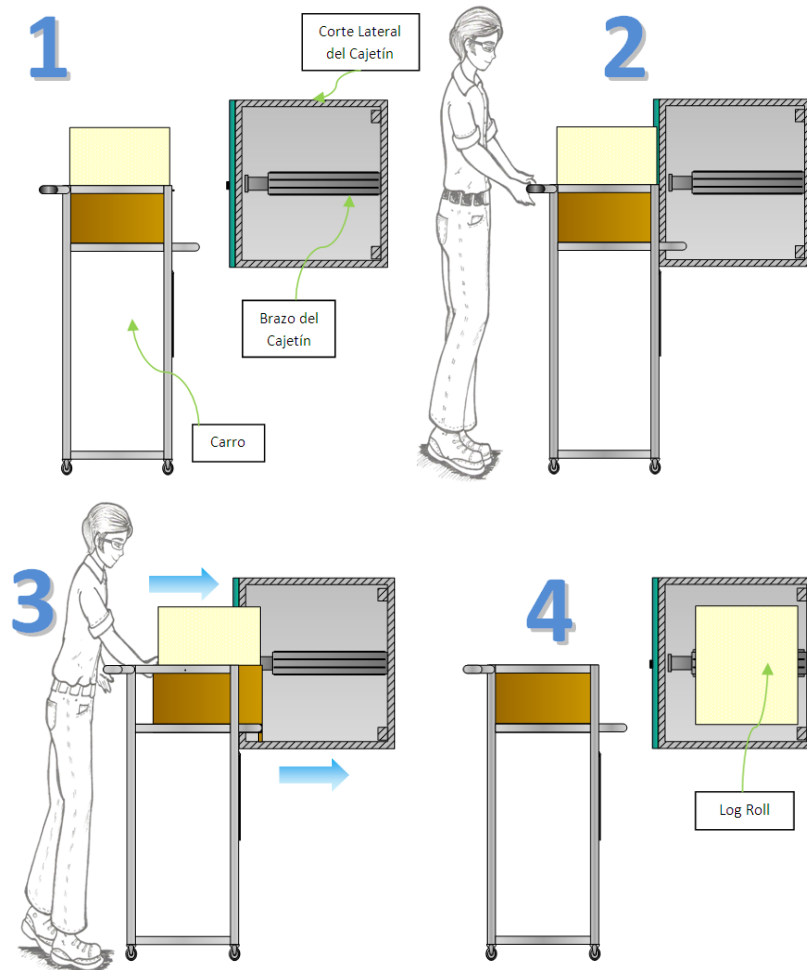


Figura 48. Alimentación propuesta del log roll en el cajetín de la SIAT T330.

Ahora se explican las partes que lo componen:

5.4.1 Bastidor

Es la estructura que le da forma al transportador, está compuesta por ángulos metálicos soldados entre sí (perfiles de 2.54 cm); su configuración es ligera pero lo suficientemente resistente para llevar la carga. Posee las siguientes dimensiones: 0.46 m (largo), 0.346 m (ancho) y 0.935 m (altura).

En la parte trasera se encuentran dos mangos tubulares (sección circular de 2.54 cm) que sirven de control al operario cuando dirige el carro; al frente y 0.21 m por debajo se hallan las horquillas laterales, estos elementos sirven para alinear al carro con el cajetín, tienen una separación de 0.545 m entre sí.

Un par de rieles con cojinetes hacen deslizar la gaveta del carro, adicionalmente cuenta con una rejilla hecha de varillas de acero con 5 mm de espesor, esta se abre y cierra al girar unas pestañas que ejercen presión contra el bastidor, dos bisagras fijas en su parte inferior le permiten plegarse, permitiendo el paso de la gaveta. Cuatro ruedas giratorias de 5.08 cm de diámetro son permiten el desplazamiento del dispositivo hacia cualquier dirección; la próxima isometría indica las partes del bastidor.

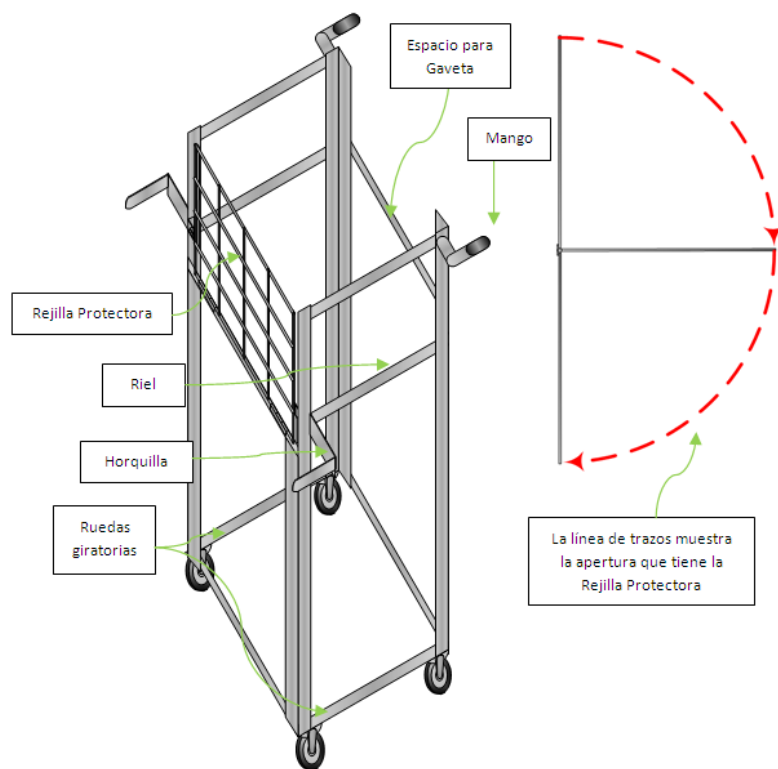


Figura 49. Isometría del bastidor del carro transportador de log roll.



5.4.2 Gaveta

Es el espacio donde permanece el log roll, apoyado sobre su canto desde su extracción de la máquina Slitter Arrow hasta su uso en el área de corte, consta de cinco piezas rectangulares de madera cuyo grosor es 1.2 cm. La cara trasera cuenta con un corte de 0.12 m x 0.08 m para permitir el paso del vástago a través del mismo, igualmente tiene al frente una pestaña que nivela la gaveta al desplazarse dentro del cajetín.

Las caras laterales poseen rieles que se insertan en los del bastidor, permitiendo el deslizamiento de la gaveta hacia el interior del cajetín del equipo SIAT T330. El interior de la gaveta se halla tapizado por una capa de goma acolchada, destinada a evitar deformar el log roll durante su almacenamiento. Las vistas principales están en la figura 50.

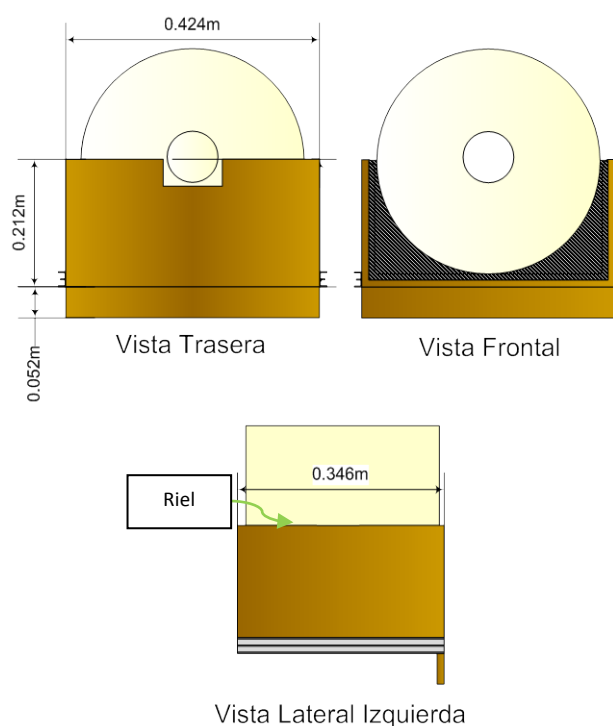


Figura 50. Vistas dimensionadas de la gaveta del carro transportador de log roll.

El conjunto armado del carro transportador de log roll y sus dimensiones se muestran en la figura 51.

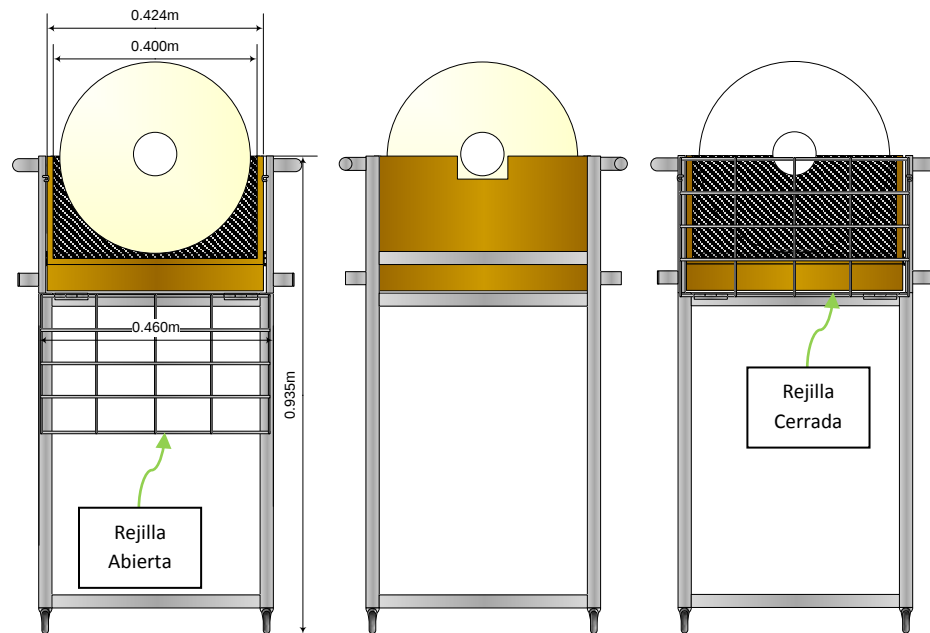


Figura 51. Vistas dimensionadas del carro transportador de log roll.

Considerando que la demanda de Scotch® 500V es de 270000 unidades/mes, se requiere la utilización de seis log roll/jornada; trayendo como consecuencia la disposición de la misma cantidad de transportadores en el área de corte de cintas; el resto de log roll permanecen en espera al frente del puesto de trabajo, insertados en vástagos a la misma altura del cajetín de la máquina SIAT T330 (verificar Anexo IV).

5.4.3 Materiales

Los materiales que conforman este carro son:

- Ángulos de Acero, 2.54 cm (1").
- Madera de 12 mm de grosor con un tratamiento superficial (lijado y barnizado).



- Tapizado acolchado.
- Ruedas de goma sólida (4 unidades), giro libre.
- Tubo cilíndrico ($\varnothing = 2.54$ cm).
- Piezas pequeñas (cojinetes).
- Rieles para gaveta.

5.4.4 Beneficios cuantitativos y cualitativos

Entre las ventajas tangibles se listan:

Tabla 21. Beneficios cuantitativos del carro transportador de log roll.

Beneficio	Unidad	Actual	Propuesto	Ahorro
Reducción la masa alzada por el operario en cada cambio de log roll	Kg/cambio de log roll	26.3	0	26.3
Reducción del tiempo de cambio de log roll	min/cambio de log roll	3	2	1

Los beneficios cualitativos son:

- Se elimina el factor de riesgo asociado al alzamiento de log roll del operario de área de corte.
- El manejo de las bobinas intermedias es más congruente con las características del área.
- Se genera una sensación de orden en la zona de almacenamiento.

5.5 Propuesta 5: Orden y Limpieza

Esta etapa describe los distintos pasos para efectuar las acciones de Orden y Limpieza en el área de corte de cinta; cada una es explicada en detalle siguiendo el curso lógico de la Metodología 5S.

5.5.1 Primera etapa: Organizar (Seiri)

La fase inicial de 5S consiste en discernir los objetos útiles que se hallan en el sitio de trabajo entre aquellos ajenos al mismo; existen diversas técnicas visuales empleadas para identificar aquellos objetos que no

desempeñan un rol en la zona de interés, pero entre estas se aplica la técnica del etiquetado.

Mediante el uso de etiquetas autoadhesivas rojas es posible destacar todos aquellos elementos innecesarios, mientras que las verdes señalan los objetos necesarios pero que requieren algún tipo de reparación, sustitución o mantenimiento. Ambas son mostradas a continuación:

3M MANUFACTURERA VENEZUELA Fecha: _____

N°: _____

Artículo: _____

Ubicación: _____

Motivo: _____

Etiquetador: _____

3M MANUFACTURERA VENEZUELA Fecha: _____

N°: _____

Artículo: _____

Ubicación: _____

Motivo: _____

Etiquetador: _____

Figura 52. Esquema de las etiquetas para el proceso de Organizar el área de corte de cinta.

La próxima tabla lista cada uno de los objetos y equipos presentes en las principales locaciones del sitio de trabajo.

Tabla 22. Inventario de objetos en el área de corte de cinta.

Ubicación	Clasificación	Objeto
Estante	Insumos	Estuche con slitter tabs.
		Bolsas de basura transparente.
	Documentos	Manual de Control de Procesos Calandria.
		Cuaderno de reportes Calandria.
		Carpetas de reportes de producción SIAT T330.
		Formatos de seguridad.
		AST personal de un operario.
		AST general del área.
		Cuaderno con información de los diferentes cortes de cinta.
	Piezas del Equipo SIAT T330	Cuatro brazos con respaldo plástico de 72 mm.
		Cuatro brazos con respaldo plástico de 48 mm.
		Cuatro brazos con respaldo plástico de 36 mm.
		Cuatro brazos con respaldo plástico de 18 mm.
		Ocho brazos con respaldo metálico de 18 mm.
		Ocho brazos metálicos desnudos (sin respaldo).
		Cuatro brazos con respaldo plástico de 12 mm.
		Respaldo plástico de 72 mm.
		Dos respaldos plásticos de 36 mm.



Tabla 22. (Continuación) Inventario de objetos en el área de corte de cinta.

Estante	Artículos varios	Respaldo plástico de 18 mm.
		Veinte anillos metálicos.
		Trece unidades defectuosas de cinta.
		Caja con ocho unidades de cinta blanca.
		Caja de cartón corrugado con restos de ligas, cuchillas, etc.
		Dos cajas de cartón corrugado con unidades defectuosas de Scotch® 500V.
		Core de cartón.
		Rollo de Masking Tape.
	Accesorios del Estante	Tres contenedores de brazos.
Mesa de Reportes	Insumos	Bobina plástica para forrar mesa.
		Slitter tabs dispersos.
		Caja de cartón con etiquetas.
	Documentos	Hojas para la aprobación del producto.
		Estándar de proceso.
		Cuaderno de reportes de producción.
		Órdenes de producción.
		Hojas de reportes de producción
		Core de cartón portavaso.
	Artículos varios	Jarra plástica.
		Tabla con gancho para reportes.
Cubículo SIAT T330	Artículos de Seguridad	Calculadora.
		Protectores auditivos de orejera.
	Herramientas y accesorios del Equipo SIAT T330	Caja de protectores auditivos.
		Llave Allen.
		Cinta métrica.
		Destornillador.
		Portacores.
	Artículos de limpieza	Papel absorbente.
		Silicón y aerosoles para la limpieza de brazos.
		Lubricantes.
Resto de locaciones en el área	Insumo y Mobiliario	Paleta de madera.
		Caja de cartón corrugado para almacenar cores.
		Mesa para almacenamiento de cintas.
		Log rolls.
		Mesa de reportes.
		Silla de la mesa de reportes.
		Silla de descanso usada para mantener la caja de cores.

Los elementos identificados en el lugar que requieren ser registrados con esta herramienta visual son los siguientes:

Tabla 23. Inventario de objetos etiquetados y acciones a tomar en el área de corte de cinta.

N°	Objeto	Tarjeta	Razón de etiquetado	Acción
1	Se encuentra un manual de control del proceso perteneciente otra máquina de la empresa.	Roja	Ese documento no pertenece al sitio de trabajo, su presencia fomenta el desorden, restando espacio en el estante.	Retirar y ubicar en su respectivo equipo.
2	Cuaderno de reportes perteneciente a otro equipo de la empresa.	Roja	El cuaderno de reportes no pertenece al lugar.	Retirar y ubicar en su respectivo equipo.
3	Trece unidades de cintas defectuosas, pertenecientes a diferentes medidas de corte.	Roja	El producto defectuoso debe ser descartado.	Descartar, enviar a destrucción.
4	Caja de cartón corrugado con ocho unidades de cinta blanca.	Roja	Este material no tiene uso alguno para desarrollar sus actividades.	Descartar o destinar contenido para uso interno.
5	Caja de cartón corrugado, usada para almacenar restos de cintas, ligas, slitter tab, cuchillas, regla y bolsas plásticas.	Roja	La caja no tiene un orden de los objetos que contiene y los mismos están en condiciones defectuosas.	Descartar o destinar contenido para uso interno.
6	Dos cajas de cartón corrugado, con unidades de Scotch® 500V defectuosas.	Roja	No deben permanecer unidades defectuosas en el área de trabajo.	Descartar, enviar a destrucción.
7	Core de cartón en el estante portabrazos del equipo.	Roja	Este core no desempeña ninguna función específica, pues es un sobrante de un corte previo.	Descartar, enviar a destrucción.
8	Rollo de Masking Tape.	Roja	No es necesario para desarrollar las actividades del área de trabajo.	Descartar o destinar para uso interno.
9	Cuatro brazos con respaldo de 72 mm con piezas faltantes.	Verde	Estos brazos están separados de varios respaldos plásticos.	Rearmar los brazos con las partes faltantes.
10	Tres brazos con respaldo de 36 mm desarmados.	Verde	Igual que los brazos previamente referidos, estos les hacen faltan algunos respaldos.	Rearmar los brazos con las partes faltantes.
11	Brazo con respaldo plástico de 18 mm desarmado.	Verde	Carece de algunos respaldos, pues se hallan separados del mismo.	Rearmar brazos con las partes faltantes.



Tabla 23. (Continuación) Inventario de objetos etiquetados y acciones a tomar en el área de corte de cinta.

Estante	12	Respaldo plástico 72 mm.	Verde	Pieza perteneciente a un brazo.	Colocar en su respectivo brazo.
	13	Dos respaldos plásticos de 36 mm.	Verde	Respaldos de brazos.	Colocar en su respectivo brazo.
	14	Respaldo plástico de 18 mm.	Verde	Parte correspondiente a un brazo.	Colocar en su respectivo brazo.
	15	Veinte anillos metálicos separadores.	Verde	Anillos que mantienen juntos los respaldos de los brazos.	Rearmar con estos los brazos con respaldos faltantes.
	16	Tres contenedores de brazos.	Verde	El interior del mismo tiene goma espuma desgastada, además en su interior se ocultan piezas pequeñas o respaldos de brazos.	Retirar, confirmar su utilidad en otro puesto de trabajo.
Mesa de Reportes	17	Caja de cartón corrugado con restos de etiquetas impresas.	Roja	Las etiquetas sobrantes de una jornada de producción no deben permanecer en el área.	Descartar.
	18	Core de cartón que cumple funciones de portavasos.	Roja	El core no es el objeto adecuado para colocar un recipiente con agua.	Descartar,
	19	Jarra plástica.	Verde	No existe un lugar específico en el área para la colocación de artículos personales.	Anexar un punto apropiado para colocar el mismo.
	20	Bobina plástica para forrar la mesa de cinta.	Roja	Como se ha sustituido la forma de almacenamiento, entonces esta bobina ya no es necesaria.	Reubicar en un puesto que requiera de su presencia.
Resto de objetos en el área	21	Caja de cartón corrugado para almacenar cores	Verde	El almacenamiento en una caja de cartón corrugado es muy precario,	Modificar a un contenedor adecuado.
	22	Mesa de reportes.	Verde	Posee abolladuras, igualmente su tamaño es mayor que la cantidad de objetos requeridos allí.	Sustituir y reubicar, en caso de no hallar un lugar donde se requiera, reciclar.
Resto de objetos en el área	23	Mesa para almacenar cintas.	Verde	Se plantea su reemplazo por el carro transportador de cintas.	Colocar en un lugar donde pueda aprovecharse.
	24	Silla de descanso usada para colocar la caja de cores.	Roja	La función que cumple actualmente no es la adecuada.	Dejar sólo la silla para reportes.

Una vez identificados los objetos innecesarios de la zona de trabajo, el área queda despejada únicamente con los artículos claves para el desarrollo de las actividades; no obstante estos son sometidos a un reordenamiento.

5.5.2 Segunda etapa: Ordenar (Seiton)

En esta segunda etapa se proponen mejoras para mantener las herramientas, equipos, al igual que artículos de trabajo en un lugar ordenado, claramente definido y siguiendo un criterio coherente. Son planteadas en lo sucesivo de acuerdo a su ubicación:

5.5.2.1 Estante

Actualmente el estante tiene cinco niveles, manteniendo sobre los tres primeros, brazos pertenecientes a la máquina SIAT T330; en las repisas restantes permanecen dispersas cajas con diferentes objetos como documentación del puesto y otras áreas de la empresa.

Los contenedores de brazos disponibles tienen forma de panel, cada uno con dos filas de seis agujeros, el diámetro de estos es de 12 cm aproximadamente.

Aquellos brazos de menor grosor se agrupan para ocupar mayor espacio dentro de los nichos, por otro lado su almacenamiento no sigue una clasificación particular, impidiendo hallarlos rápidamente cuando son buscados.

Se prefiere entonces perfilar las piezas de tal forma que su ubicación dentro del estante sea exclusiva, estableciendo un espacio según las medidas de respaldos. La figura 53 muestra la nueva distribución del estante.

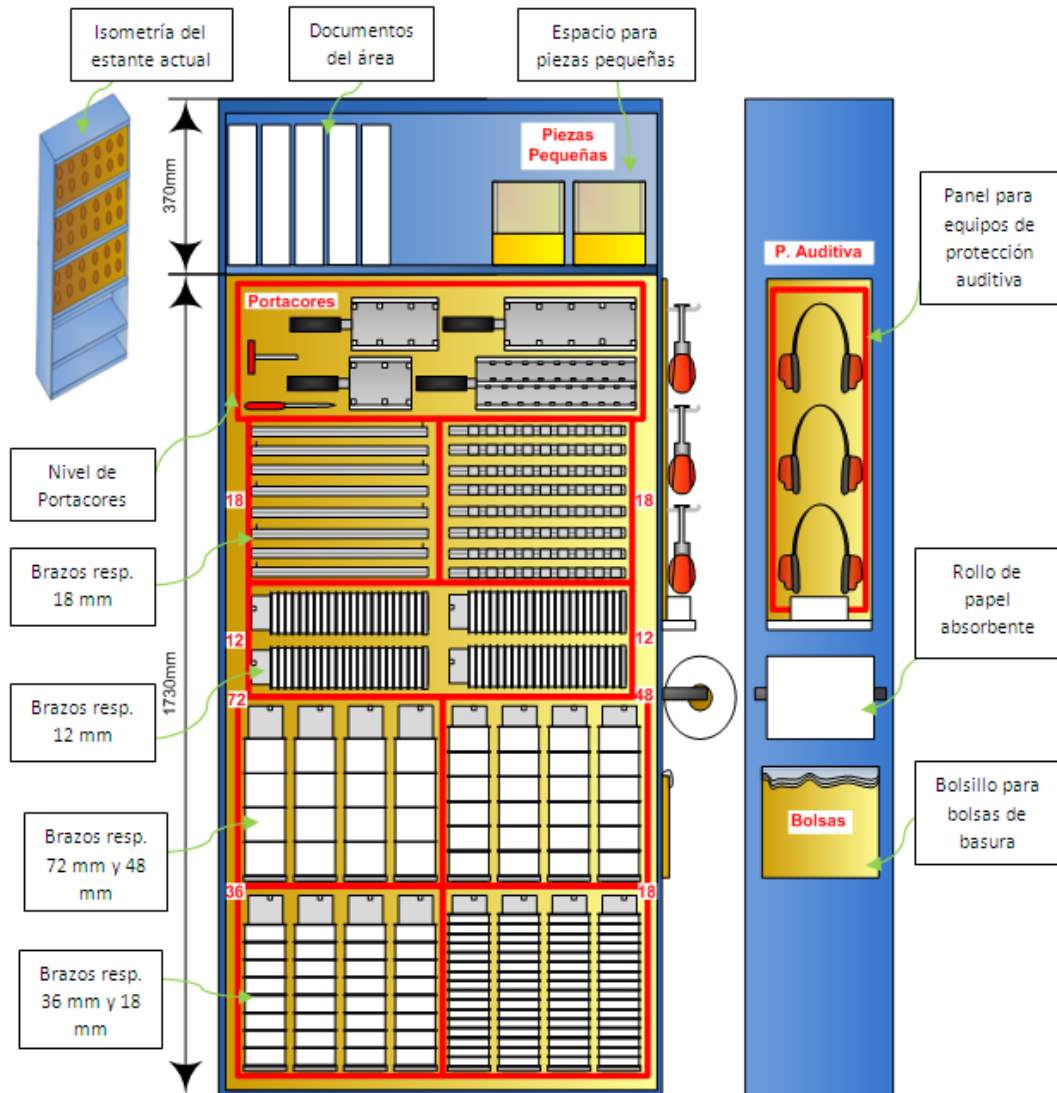


Figura 53. Vistas representativas del estante propuesto.

Sobre una plancha de madera (1.7 m x 0.9 m) los accesorios de la máquina SIAT T330 están a la mano del operario, cualquier ausencia de una herramienta es fácilmente detectable; el flanco lateral derecho del estante también es aprovechado, adhiriendo un panel con ganchos que permiten sostener el equipo de protección auditiva del trabajador y los tapones suministrados a cualquier visitante.

En la parte inferior un vástago sostiene el rollo de papel absorbente usado para limpiarse las manos, igualmente las bolsas de basura cuentan con un bolsillo de almacenamiento. Sólo se deja una repisa en el nivel más alto donde dejar los documentos, las piezas pequeñas del lado opuesto permanecen en cajas plásticas.

5.5.2.2 Mesa de reportes

La mesa de reportes actual, cuyas dimensiones son 0.87 m de largo, 0.66 m de largo y 0.75 m de altura, es sustituida por una repisa plegable de 0.80 m x 0.30 m, estas dimensiones más reducidas brindan el espacio suficiente para los objetos estrictamente necesarios: Órdenes de producción, hojas, cuaderno de reportes, calculadora, lápices y bolígrafos.

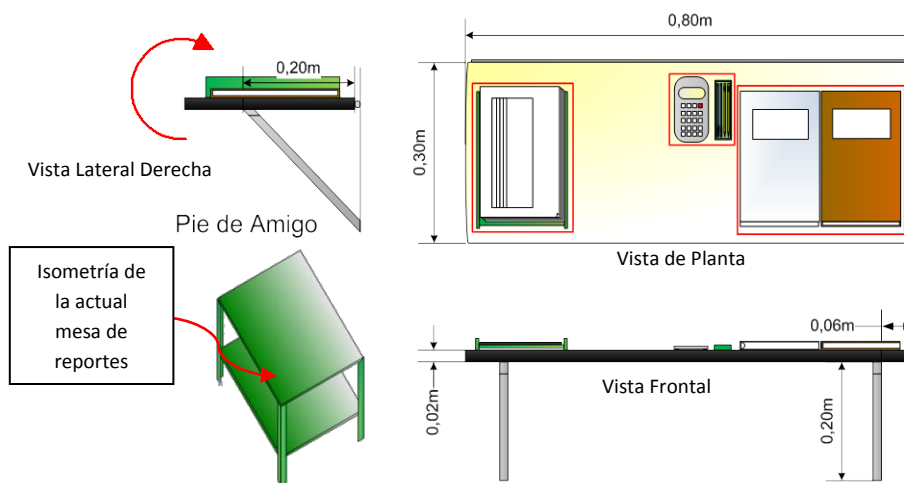


Figura 54. Vistas de la repisa de reportes propuesta comparada con la mesa actual de reportes.

La repisa puede reclinarsse paralelamente a la pared cuando no quiera usarse, puesto que se halla fija con una varilla metálica en forma de bisagra a 0.75 m del suelo; un par de apoyos cortados a partir de tubos rectangulares deben retirarse entre los acoples ubicados tanto en la tabla como la pared al adoptar dicha posición.



5.5.2.3 Cubículo SIAT T330

El almacén inferior de la máquina SIAT T330 es el punto donde se propone permanezcan tanto los productos de limpieza especializados como las diferentes muestras de log roll, empleadas para hacer el montaje inicial de la cinta adhesiva antes de iniciar cada producción. La próxima figura presenta el contenido planteado y su distribución:



Figura 55. Distribución propuesta de los artículos dentro del cubículo del equipo SIAT T330.

El Anexo V, referido a la rutina de limpieza del puesto, detalla los productos contenidos en el kit de limpieza y la rutina a seguir.

5.5.2.4 Dispensador y contenedor de slitter tabs

Un apéndice de la SIAT T330 es el dispensador de slitter tabs; como ya se explicó en capítulos previos esta opción automática no es utilizada, pues durante la transformación del log roll en rollos de Scotch® 500V el slitter tab se coloca manualmente.

El cometido de esta propuesta es el uso del dispensador de slitter tab, implicando una reprogramación del contador de metraje automático para asegurar los 20 m de la cinta Scotch® 500V, haciendo uso de la bancada de cuchillas propuesta. El bobinado automático se debe efectuar hasta los 18.5

m, en ese punto se adhiere automáticamente el slitter tab, y la distancia restante es el recorrido desde el rodillo tensor hasta los brazos del equipo (ver figura 56).

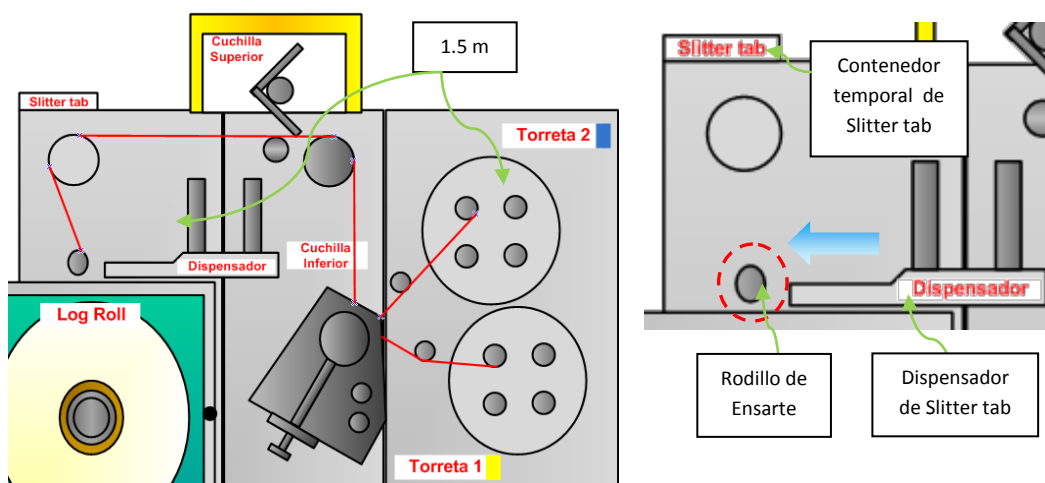


Figura 56. Recorrido de la cinta adhesiva Scotch®500V durante el bobinado, e imagen del dispensador de slitter tabs.

Con el fin de asegurar la cercanía de los slitter tab a su dispensador, se establece en la esquina superior izquierda de la máquina una bandeja, donde el trabajador los tenga a la mano, cada vez que deba reponerlos. A continuación se muestra la ilustración de dicha bandeja.

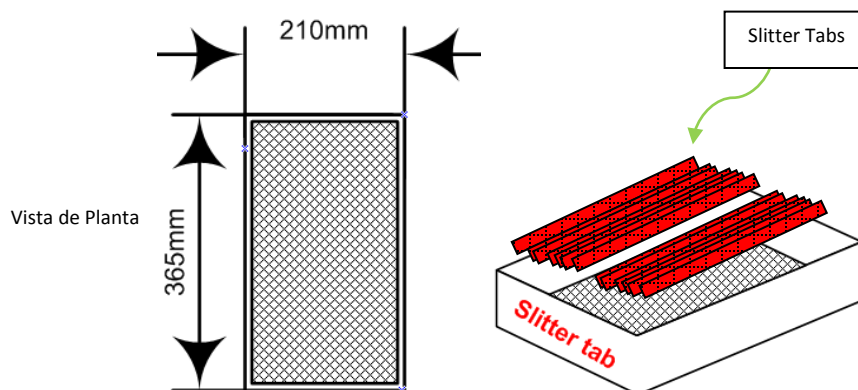


Figura 57. Vista dimensionada y representación tridimensional de la bandeja para el almacenamiento de slitter tabs.

5.5.2.5 Contenedor de cores

Los cores son núcleos plásticos alrededor de los cuales se bobina la cinta Scotch® 500V, la presente modalidad de llenado consiste en extraerlos desde una caja de cartón corrugado ubicada a la derecha de la mesa de almacenamiento; desde este punto son introducidos dentro del portacores que alimenta los brazos de la máquina, esa es la razón que fundamenta el diseño e implementación de un contenedor especial para depositar este material, facilitando las actividades de alimentación.

El contenedor de cores tiene dos partes principales, la primera de ellas es la mesa que soporta el portacores y la tolva de almacenamiento, estando posicionado el portacores debajo del nivel de extracción de la tolva. El mecanismo de almacenamiento, posicionamiento y consumo de los cores está esquematizado de la siguiente manera:

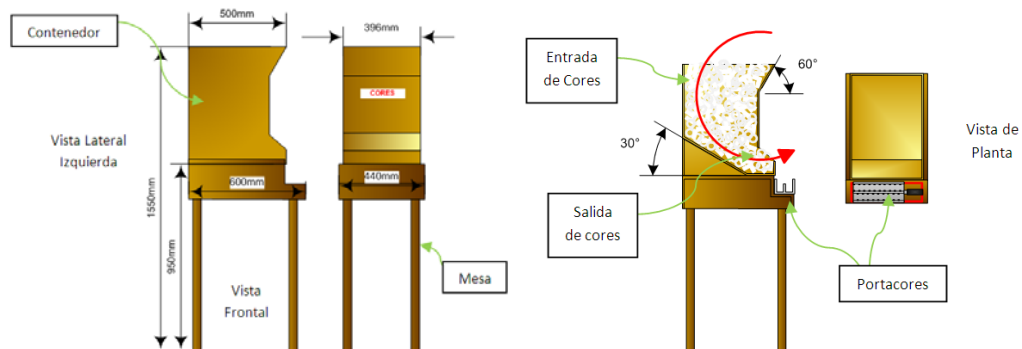


Figura 58. Vistas dimensionadas del contenedor de cores y la forma de consumo.

5.5.2.6 Distribución en Planta

La nueva distribución diseñada pretende disminuir los recorridos del operario en la búsqueda de insumos y durante las actividades preparatorias del equipo SIAT T330; al mismo tiempo este ordenamiento del área junto a las mejoras anteriores persigue liberar espacio, brindando una mejor

presentación del lugar. La distribución actual y propuesta de los elementos dentro del puesto de trabajo se muestra respectivamente en la figura 59.

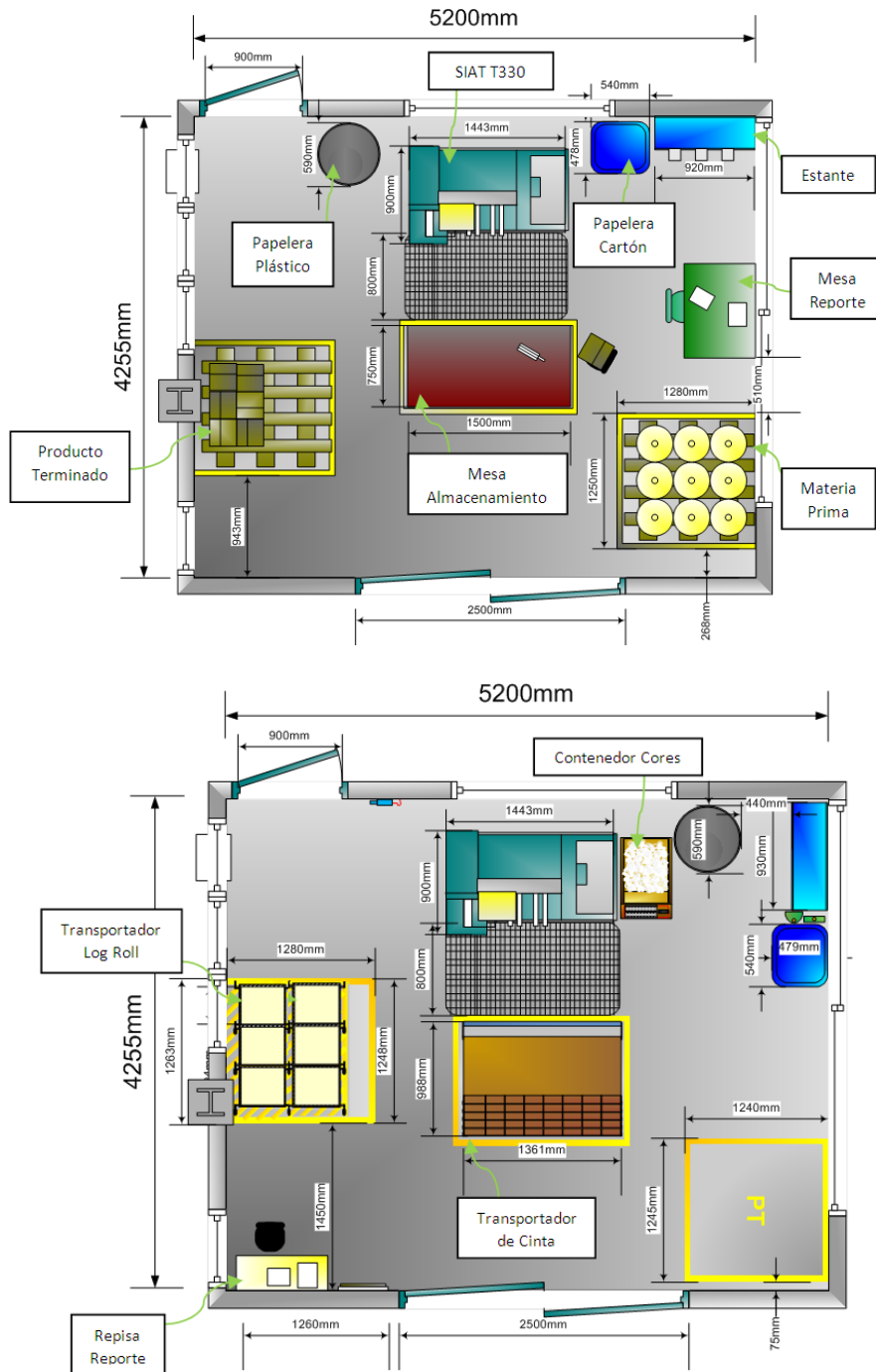


Figura 59. Distribución en planta actual y propuesta del área de corte de cinta.



Como primer punto a destacar, se tiene una nueva configuración del flujo de material en transformación, pues los carros transportadores de log roll permanecen al lado del cajetín donde son alimentados, disminuyendo los recorridos (ver tabla 25); asimismo las unidades que son extraídas de los brazos de la máquina se almacenan dentro del carro transportador de cinta, cuya posición frente al acceso principal favorece la rápida salida del producto.

Por otro lado, el suministro de cores se ha separado completamente del almacenamiento de las cintas bobinadas; el contenedor de este material se halla a la derecha del panel de control principal de la SIAT T330, así el operario sólo debe desplazarse lateralmente para alimentar los brazos, en lugar de girarse cada vez que esto ocurra.

La mesa de reportes y el estante se reubicaron, dejando espacio suficiente para colocar la papelera de desperdicios plásticos a la derecha de la máquina, ello con la finalidad de tenerla mucho más cerca cuando sea necesario usarla. Además, se demarca una zona destinada al producto terminado, usada específicamente durante la fabricación de otros cortes; las principales áreas del puesto: máquina, almacén de log roll, contenedor de cores, etc., se delimitan con un rayado amarillo.

5.5.3 Tercera etapa: Limpieza (Seiso)

Esta fase de la metodología 5S se divide en dos etapas, la primera consiste en una serie de acciones que se deben realizar para lograr el estado ideal e inicial del puesto de trabajo y la segunda etapa consiste en acciones de mantenimiento.

La tabla anexa presenta situaciones de disconformidad en la zona y acciones correctivas para alcanzar el estado de limpieza deseado.

Tabla 24. Inventario de condiciones físicas actuales del área de corte de cinta.

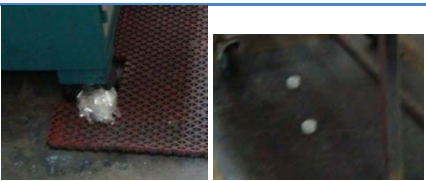
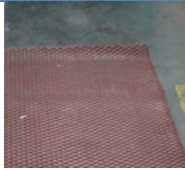
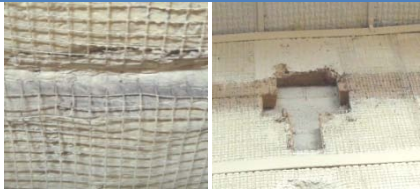
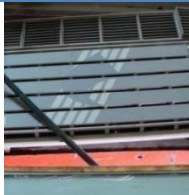
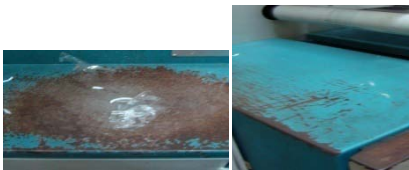
Condición problemática	Acción	Imagen de la problemática
Dos luminarias fluorescentes están dañadas.	Reemplazar las luminarias.	
El cajetín para encender las lámparas se encuentra visiblemente sucio.	Reemplazar carcasa del cajetín.	
Pintura sucia de las puertas de acceso al área de Corte de Cintas y el puesto de trabajo contiguo, así como porciones desprendidas.	Pintar puerta de acceso al área de corte y de la SIAT L36.	
Paredes sucias.	Pintar paredes del área de corte de la SIAT T330	
Polvo y telarañas en la parte trasera del equipo.	Remover suciedad	
Polvo y telarañas en los ventanales.	Remover la suciedad de los ventanales y esquineros del área de trabajo.	
Retazos de cinta adhesiva y cores en el suelo.	Recoger del piso restos de cinta adhesiva, cores o cualquier otro que se encuentre en el piso.	
A un costado de la máquina se pega cinta adhesiva que es descartada, mientras se eliminan sobrantes provenientes de los cores bobinados.	Retirar restos de cinta adhesiva de la maquinaria.	



Tabla 24. (Continuación) Inventario de condiciones físicas actuales del área de corte de cinta.

La alfombra anti fatiga ubicada frente a la máquina SIAT T330, está doblada en sus esquinas (hacia arriba), pudiendo ocasionar tropiezos a la hora de desplazarse por el área.	Reemplazar alfombra anti fatiga, sustituirla por una con atributos de mayor confort.		
Tubería de aire a presión inoperante.	Eliminar tubería de aire a presión del área de trabajo		
La puerta principal carece de manilla, en su lugar un pedazo de cinta adhesiva hace las veces de traba para permitir libre entrada desde afuera.	Sustituir manilla para que se pueda acceder al área.		
Algunas zonas del revestimiento acústico de las paredes presentan desprendimientos y abolladuras. Adicionalmente algunas franjas se desmoronan	Reparar aislamiento acústico.		
Carcasa del aire acondicionado desajustada.	Ajustar carcasa del aire.		
Rendija debajo del aire acondicionado.	Acondicionar manguera de desagüe del aire acondicionado, debido a que queda orificio libre, por donde traspasa el ruido del equipo, al igual que la entrada de polvo exterior.		
Secciones de cielo raso dañadas.	Reemplazar secciones de cielo raso desprendidas o agrietadas.		
Las secciones del equipo expuestas a mayor contacto o roce presentan la pintura desgastada.	Retocar con pintura la SIAT T330.		

La segunda etapa de esta fase de la metodología 5S consiste en el mantenimiento del área, para esto se propone un estándar de limpieza que ilustra las actividades de higienización del área en orden secuencial, los implementos de limpieza requeridos y la duración de cada uno.

5.5.4 Cuarta etapa: Estandarización (Seiketsu)

En esta sección de la metodología 5S, valiéndose de ayudas visuales, el operario es capaz de identificar cualquier desviación del estado ideal de orden y limpieza previamente establecida. Además, sirve de referencia para las actividades de búsqueda de objetos, identificación de los componentes del equipo, equipos de seguridad, limpieza, entre otros. Las ayudas visuales propuestas se pueden observar en el Anexo VI.

5.5.5 Quinta etapa: Disciplina (Shitsuke)

La última fase de esta metodología es la autodisciplina la cual es importante para darle continuidad al programa de mejoras en el área y mantener la zona de trabajo ordenada, limpia y organizada. Debido a que la disciplina no es visible, se dificulta su cuantificación a diferencia de las otras S que se explicaron anteriormente.

Existe en la mente y en la voluntad de las personas y solo la conducta demuestra la presencia, sin embargo, se crean condiciones que estimulen la práctica de la disciplina. Cumpliendo con el seguimiento de la aplicación de las 5S, se recomiendan las siguientes acciones:

- Realizar charlas con los trabajadores del área, para convencerlos del programa de limpieza.

- Recibir apoyo de las gerencias, debido a que son los responsables de proveer los recursos y los planes necesarios para que perdure la motivación.
- Tener tableros de retroalimentación donde se muestren hojas informativas de los avances obtenidos con la aplicación de la técnica en el área.
- La aplicación de cada uno de los pasos anteriores, para esto es necesario el entrenamiento de los trabajadores para lograr que las rutinas de limpieza se realicen y las referencias visuales del área se interpreten y cumplan correctamente.
- Realizar evaluaciones periódicas de las condiciones físicas del área de trabajo.

5.5.6 Beneficios cuantitativos y cualitativos

Se resumen a través de la siguiente tabla los beneficios cuantificables de las mejoras de 5S.

Tabla 25. Beneficios cuantitativos de las mejoras de 5S.

Beneficio	Unidad	Actual	Propuesto	Ahorro
Eliminación de los elementos innecesarios dentro del área	Unidades	12	0	12
Reducción del tiempo de cambio de log roll	min/cambio de log roll	3	2	1
Reducción del recorrido del operario entre el lugar de alimentación de portacores y los brazos del equipo*	m/ciclo	1.6	1.5	0.1
Reducción de tiempo del operario para la colocación del slitter tab*	min/jornada	46.75	0	46.75
Reducción del recorrido del operario para la alimentación de log roll*	m/vez	9.38	3.74	5.64
Reducción del número de log roll en el área	Unidad/jornada	9	6	3
Disminución del recorrido del operario hacia la papelera de plástico*	m/vez	11.48	3.3	8.18

* Recorrido considerado ida y vuelta.

Los beneficios no cuantificables relacionados al orden y limpieza son:

- Mejor disposición de las herramientas, piezas y equipos de protección personal presentes en el estante; la clasificación según las características de los objetos, facilita el hallazgo de los mismos.
- Mejor aprovechamiento del área disponible en el estante.
- La repisa de reportes plegable ofrece una superficie estable para el llenado de reportes, al mismo tiempo su espacio limitado restringe la colocación de objetos innecesarios.
- Separación de las actividades de almacenamiento de las cintas bobinadas y alimentación de portacores.
- Establecimiento de una superficie fija (no improvisada) para alimentar portacores.
- Fácil acceso a los cores.
- Reorganización y ubicación fija de los productos de limpieza, junto a las muestras de log roll, dentro del cubículo de la SIAT T330.
- Localización definida de los slitter tab.
- Existe un flujo definido y natural del producto en el área de corte de cintas.
- Disminución de las condiciones de disconformidad física del área de corte de cinta.
- Creación de un patrón de limpieza al final de cada jornada.

5.6 Estandarización del ciclo de trabajo

La inexistencia de un método estándar de trabajo es la causa raíz de varios desperdicios incurridos en el área de corte de cintas, afectando directamente el acabado final del producto, la ejecución de las actividades durante la jornada y el tiempo productivo de la máquina. Debido a la falta de homogeneidad en la forma de bobinar Scotch® 500V, se propone estandarizar el ciclo de trabajo, permitiendo tener un mejor control de los



parámetros de la producción sin afectar la calidad del producto, aumentando el porcentaje de utilización de la máquina y garantizando la seguridad del trabajador durante la jornada.

En el área de corte de cinta existen 4 trabajadores entrenados para realizar el corte del producto en estudio, los cuales se mencionan como operario A, B, C y D; el ciclo de cada uno difiere entre sí (ver tabla 14), ya que se ejecutan los diferentes elementos según su criterio y experiencia.

Haciendo un análisis preliminar de la producción por jornada (Anexo VII), se procedió a escoger un operario representativo para realizar el estudio de tiempos pertinente, resultando escogido el operario D; en total se hicieron 103 observaciones de sus ciclos de trabajo, para un nivel de confianza del 90% (Anexo VIII), registrando la información en vídeo.

Ahora, considerando las condiciones laborales sugeridas con las propuestas previas, se unifican las formas y secuencias de las actividades de fabricación de Scotch® 500V. El orden y los elementos del nuevo ciclo son:

1. Alimentar brazos del equipo.
2. Alimentar portacores.
3. Cortar la cinta adhesiva entre brazos del equipo.
4. Extraer unidades bobinadas de la máquina.

Una vez estandarizado el ciclo de trabajo, se determina el tiempo estándar usando la siguiente fórmula:

$$TE = TPS * CV + Tolerancias$$

Los tiempos promedio seleccionados (TPS) se resumen en la siguiente tabla, su justificación se denota en el Anexo III.

Tabla 26. Tiempo promedio seleccionado por elemento del ciclo propuesto.

Elemento	TPS (s)
Alimentar brazos del equipo.	6.75
Alimentar portacores	16.5
Cortar cinta adhesiva entre los brazos del equipo	8.5
Extraer unidades bobinadas de la máquina	4
Total TPS	35.75

Las tolerancias cargadas al tiempo estándar según características del método de trabajo usando las tablas de tolerancias típicas, equivalen al 22% (ver Anexo IX) y asumiendo que la velocidad o ritmo de trabajo del operario es normal, el tiempo estándar se resume en:

$$TE = 35.75 \cdot (1 + 0.22) \rightarrow TE = 43.57 \text{ s/ciclo}$$

En la tabla 27 se presentan los valores de las variables involucradas con la implementación del método:

Tabla 27. Resumen de las variables del ciclo propuesto.

Tiempo Estándar (s)	Unidades/ciclo	%Ocupación Operario	%Uso Máquina
43.57	18	91.083	50.955

Se sabe además que la demanda de Scotch® 500V es de 270000 unidades al mes, lo que trae como consecuencia una demanda actual insatisfecha de 90840 unid; la ejecución correcta del método de trabajo propuesto indica teóricamente que la demanda mensual del producto se cubre en 24 turnos, representado los mismos 8 días labores.

A modo de garantizar la ejecución efectiva de cada una de las actividades que se realizan en el área de corte de cinta, además de las pertinentes al ciclo, se desarrolla un registro normalizado de operaciones del área de corte, donde se explica detalladamente, cada una de las acciones que debe realizar el operario desde que ingresa al área hasta que entrega la máquina al siguiente turno. (Ver Anexo VI)

5.6.1 Beneficios cuantitativos y cualitativos

Los ahorros obtenidos son señalados a continuación.

Tabla 28. Beneficios cuantitativos de la estandarización del ciclo de trabajo.

Beneficio	Unidad	Actual	Propuesto	Ahorro
Aumento de la productividad por jornada	Unidades/jornada	2986	11154	8168
Disminución de la demanda insatisfecha	%	26.77	0	26.77

Entre los beneficios cualitativos destacan:

- Establecimiento de un método único, ya el operario no realiza las actividades según un patrón personal.
- Disminución de las diferencias físicas del producto final.

5.7 Tiempo de recuperación de la inversión

Los Anexos X, XI resumen los ahorros y los costos de las propuestas; el tiempo de recuperación de la inversión, está definido como la razón de los costos entre los ahorros antes mencionados. La tabla 29 resume la inversión de cada mejora propuesta y de las ganancias obtenidas.

Tabla 29. Justificación económica de las propuestas.

Propuesta	Costo BsF/unidad	Total (BsF)	Ahorro (BsF/turno)
Bancada de cuchillas	8000.00	8000.00	367.31
Herramienta de corte manual	373.60	373.60	44.88
Carro transportador de cinta	5500.00	44000.00	130.13
Carro transportador de log roll	1050.00	6300.00	6.80
Orden y Limpieza*	17305.29	17305.29	82.72
Tiempo estándar	3614.00	3614.00	2227.68
Total		79592.89	2859.52

* Incluye almacén externo log roll y contenedor de cores

El tiempo de recuperación de la inversión de las propuestas de mejora en el área de corte de cinta para la producción de Scotch® 500V, trabajando según las condiciones y métodos definidos en este estudio, es de diez días laborales.

CONCLUSIONES

- El puesto de trabajo que presenta menor rendimiento en cuanto a la producción de Scotch® 500V es el área de corte de cinta, motivado a que procesa una menor cantidad de rollos (2986 unidades/jornada) que el área de fabricación de cinta (15360 unidades/jornada), por ende se limita la cantidad de producto empacado y despachado a los clientes.
- El equipo SIAT T330, que opera en el área de corte de cinta, está siendo empleado por debajo de su capacidad teórica durante la fabricación de Scotch® 500V, dejándose de producir 12014 unidades/jornada.
- La ejecución de las actividades sin seguir un patrón de referencia afecta directamente la calidad del producto; en el caso de la cinta adhesiva Scotch® 500V, se evidencian discrepancias entre unidades del producto tales como: metraje no acorde a las especificaciones, telescopeo, rebabas, y excedente de cinta después del slitter tab.
- La carencia de un método de trabajo estandarizado, es el factor de mayor influencia en los desperdicios presentes en la zona de estudio. Con la puesta en marcha apropiada del método de trabajo ya estandarizado, se reduce la tasa de subutilización del equipo de 80% a 25.64%.
- Las actividades necesarias para la ejecución del ciclo de trabajo son: Alimentar portacores, alimentar brazos, cortar cintas entre los brazos del equipo y extraer unidades bobinadas.
- Con soluciones sencillas, adaptadas a las características del puesto de trabajo, se disminuye la incidencia de los desperdicios que afectan las condiciones y actividades desarrolladas en el área analizada.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere la implementación de las propuestas elaboradas, para mejorar las actividades y condiciones de trabajo del área de corte de cinta.
- La validación de los costos asociados a cada propuesta, al momento de la implementación de las mismas.
- En relación a la desmotivación laboral de los operarios del área, se recomiendan los siguientes ítems, para de esta forma estimular al trabajador a que permanezca laborando un porcentaje de tiempo más significativo, donde tanto el supervisor del área como la empresa tienen una gran responsabilidad.
 - Conocer detalladamente la descripción del cargo, las actividades que se ejecutan, dificultades en las asignaciones y la complejidad de las mismas, etc. Siendo importante esta consideración para poder establecer un estándar de rendimiento del trabajador.
 - Diseñar un sistema de evaluación del desempeño del trabajador que mida el aporte de sus actividades a la empresa.
 - Implementar un liderazgo basado en el humanismo, de forma que el trabajador se sienta importante para la organización, donde se refleje el hecho que las actividades desarrolladas por este, efectivamente si aportan al crecimiento y sustentabilidad de la empresa. Adicionalmente conocer las situaciones personales y brindar al trabajador el apoyo necesario.
 - Emplear un programa de gratificaciones, donde se reconozcan los logros obtenidos por el operario, los cuales pueden clasificarse en incentivos económicos o no económicos. Dentro de los incentivos económicos se recomienda establecer incrementos salariales o bonos de producción de acuerdo al desempeño obtenido. Como otros incentivos se pueden hacer reconocimientos en público, crear una imagen del mes según los logros alcanzados, entregar botones

de reconocimiento, establecer carteleras donde se retroalimenten los rendimientos de los trabajadores.

- Crear planes de capacitación de cargos, autoestima, auto liderazgo, motivación y mejora de los ambientes de trabajo.
- Realizar entrenamientos a los operarios del área de corte de cinta, con la finalidad de que se involucren con los cambios en el área y el método de trabajo propuesto.
- Realizar un estudio detallado de las actividades que realiza el operario, con la finalidad de identificar las actividades de distracción, se recomienda efectuar un muestreo de trabajo, el cual no se realizó en el presente estudio por limitaciones de acceso y permanencia en el área estudiada.
- Ampliar el estudio a las demás estaciones de trabajo del proceso de fabricación de Scotch® 500V.

BIBLIOGRAFÍA

3M Manufacturera. (2001). *Pláticas 5S*. 3M Manufacturera. Valencia.

Burgos Fernando. 2001. *Ingeniería de Métodos, Calidad y Productividad*. Dirección de Medios y Publicaciones (UC). 2001.

Carolina Arcay. (2005). *Guía de conceptos de metodología de la investigación*. Dirección de medios y publicaciones.

León Daniela, Saporiti Gabriella. (2007). *Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing a una estación de trabajo de una planta de pinturas. caso: Dupont performance coating de Venezuela*. Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo.

Ortíz Florángel, Yllada Ruth. (2007). *ESIDE y Diagramas Múltiples. Herramientas para la Mejora Continua de los Procesos*. Serie Cuadernos de Ingeniería Industrial 3.

Pacheco Nurmis, Paredes Denissa. (2008). *Mejoras en los métodos de trabajo para aumentar la producción en el área de fusión. Caso: empresa Affinia, C.A.* Trabajo Especial de Grado. Universidad de Carabobo.

Tamayo y Tamayo Mario. (1999). *Metodología de la investigación*. ICFES.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (1998). *Manual de trabajo de grado, de especialización, maestrías y tesis doctorales*. Caracas.

ANEXOS