



PROMPT

"Crea una ilustración que capture la esencia del papel fundamental de la industria textil en el crecimiento económico mundial. Destaca la importancia de la medición de tiempos predeterminados para mantener una producción eficiente y competitiva en medio de una jornada laboral reducida. Incluye elementos que representen a las tres pequeñas y medianas empresas de confección."

"Create an illustration capturing the essence of the textile industry's pivotal role in world's economic growth. Showcase the significance of predetermined time measurement in maintaining efficient and competitive production amid a reduced workday. Incorporate elements representing the three small and medium-sized garment businesses"

OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE CONFECCIÓN EN MIPYMES: UN ESTUDIO DE CASO INTEGRANDO TÉCNICAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS Y TECNOLOGÍA

Process Optimization in Micro, Small and Medium-sized Enterprises (MSMEs) in the Apparel Industry: A Case Study Integrating Predetermined Time Techniques and Technology

José Martín Bermúdez
Marisol Osorio Beltrán
Doris Eliana Mejía Restrepo

Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda
SENA Regional Antioquia
Grupo de Investigación Aplicada en Moda y Diseño (INAMOD)

RESUMEN

LA INDUSTRIA TEXTIL, CRUCIAL PARA el crecimiento económico de Colombia, representó el 9.4% del PIB en 2022, beneficiándose de la situación del mercado asiático debido a la pandemia y fomentando la producción local (La República, 2023). Sin embargo, el 2023 plantea desafíos, como cambios en la legislación laboral, aumento de aranceles y desaceleración en la producción y el gasto en moda a nivel nacional, afectados por una inflación que ha disminuido el poder adquisitivo de los hogares colombianos. En este contexto, la medición de tiempos predeterminados adquiere una importancia mayor debido a la legislación actual que reduce la jornada laboral sin disminuir los salarios, manteniendo así una producción eficiente y competitiva. Investigaciones previas han demostrado que estas técnicas son esenciales para obtener tiempos estándares confiables, permitiendo a las empresas determinar tarifas precisas, controlar la eficiencia laboral, planificar necesidades de personal y maquinaria, equilibrar líneas de producción y reducir tiempos. Este artículo resulta de una investigación aplicada en tres empresas MiPymes de confección en Medellín, implementando un simulador de tiempos predeterminados, tablas de micro movimientos basadas en MTM, y plantillas para el balanceo del proceso de confección, junto con hojas para tiempos a cronómetro.

Palabras clave: Métodos de medición del tiempo, Productividad de MiPymes, Eficiencia de producción manufacturada.

ABSTRACT

The textile industry, crucial for Colombia's economic growth, accounted for 9.4% of the GDP in 2022, benefiting from the Asian market's challenges due to the pandemic and encouraging local production (La República, 2023). However, 2023 presents notable challenges such as changes in labor legislation, tariff increases, and a slowdown in national production and fashion spending, affected by inflation that has diminished the purchasing power of Colombian households. In this context, predetermined time measurement becomes even more important due to current legislation reducing the workday without lowering wages, thus maintaining efficient and competitive production. Previous research has shown that these predetermined time techniques are essential for obtaining reliable standard times, enabling companies to determine accurate rates, control labor efficiency, plan personnel and machinery needs, balance production lines, and reduce overall production times. This article results from applied research conducted in three small and medium-sized garment businesses in Medellín, implementing a predetermined time simulator, micro-motion tables based on MTM, and templates for balancing the garment production process, along with stopwatch time sheets.

Keywords: Time measurement methods, MSMEs productivity, manufacturing production efficiency.

INTRODUCCIÓN

Los bajos niveles de productividad en las MiPymes y/o talleres de confección representan una problemática generalizada en la industria. Entre varios factores, se destaca que el personal carece de las habilidades necesarias para la automatización de los procesos de producción (Contreras & Velásquez, 2023). La falta de definición clara de los estándares de tiempo dificulta la medición y mejora de los procesos, lo que resulta en una falta de planificación, asignación ineficiente de recursos y una mayor propensión a errores y reprocesos. Esto impacta negativamente la productividad y pone en riesgo la permanencia de estas empresas en el sector.

El presente artículo tiene como objetivo abordar la optimización de movimientos mediante el uso de herramientas de medición de tiempos predeterminados como estrategia para mejorar la eficiencia y la productividad en las MiPymes de confección. Este estudio de caso fue llevado a cabo por el Grupo de Investigación Aplicada a Moda y Diseño – INAMOD y el semillero de Producción en Confección del Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda del SENA Regional Antioquia. El análisis se validó a través de una muestra de tres empresas, en las cuales se aplicaron las técnicas de tiempos predeterminados en sus procesos de producción, ajustándose a la tipología de productos específica de cada una.

Para su desarrollo, se tomaron en cuenta las fichas técnicas de diversos productos fabricados por las empresas (*short, boxer, top, fajas, leggings y camisetas*), el listado de operaciones, la maquinaria utilizada y los tiempos medidos mediante cronómetro para cada una de las operaciones. En una fase posterior, se realizaron comparaciones entre los tiempos de producción (cronómetro) y la tabla general de códigos de tiempos predeterminados definida por el sistema MTM (*Methods Time Measurement*, Métodos de medición del tiempo). Esto permitió identificar las diferencias entre los tiempos registrados por la

empresa y los estándares definidos en la metodología de tiempos predeterminados, evidenciando las variaciones entre los tiempos medidos a cronómetro y los tiempos propuestos por las herramientas de tiempos predeterminados.

Los principales factores de estudio para la aplicación de estas técnicas son:

Estudio de tiempos: Se lleva a cabo mediante observaciones detalladas de cómo los trabajadores realizan sus tareas, desde el corte de tela hasta la costura y el acabado. Cada movimiento se cronometra y registra, lo que permite determinar el tiempo requerido para cada paso del proceso.

Establecimiento de tiempos estándar: se realiza después de recopilar los datos de tiempo, definiendo tiempos estándar para cada operación o tarea. Estos tiempos sirven como referencia para medir la eficiencia y evaluar el desempeño de los trabajadores.

Optimización de procesos: La información recopilada a través del estudio de tiempos permite identificar ineficiencias en los procesos de producción. Se pueden realizar ajustes para minimizar los movimientos innecesarios, reducir el desperdicio de tiempo y mejorar la productividad.

Asignación de recursos y mano de obra: Con los tiempos estándar establecidos, se pueden asignar recursos y trabajadores de manera más eficiente. Esto evita la subutilización o el exceso de mano de obra en determinadas etapas del proceso.

Control de calidad: La medición de tiempos predeterminados también se utiliza para controlar la calidad. Si un trabajador realiza una tarea en menos tiempo del establecido como estándar, esto puede indicar que se está sacrificando la calidad, lo que debe ser corregido.

Capacitación y formación del personal: Los datos recopilados a través de estas técnicas se utilizan para capacitar al personal. Los trabajadores pueden aprender cómo realizar tareas de manera eficiente y cumplir con los estándares de calidad.

Establecimiento de incentivos y bonificaciones: Los tiempos estándar también se utilizan como base para establecer incentivos y bonificaciones para los trabajadores. Aquellos que superan los estándares pueden recibir recompensas adicionales.

Mejora continua: La medición de tiempos predeterminados es esencial para la implementación de programas de mejora continua en la confección. Los datos se utilizan para identificar áreas de ineficiencia y tomar medidas para optimizar los procesos.

Plan acciones: una vez identificado el producto y las operaciones a intervenir se entrena al personal en los nuevos métodos de trabajo para ser aplicados mediante el ciclo de la mejora continua.

FUNDAMENTOS DE LOS MÉTODOS Y TIEMPOS DE PRODUCCIÓN

SISTEMA MTM (METHODS TIME MEASUREMENT, MÉTODOS DE MEDICIÓN DEL TIEMPO)

El sistema MTM fue desarrollado en la Westinghouse Electric Corporation en 1948 por los ingenieros H.B Maynard, J.L Schwab y J.G Stegmerton, quienes formaban parte del consejo de ingenieros de métodos. Publicaron el libro “Métodos de medida del tiempo”, proporcionando todos los detalles del desarrollo del sistema MTM y sus reglas de aplicación. El uso del MTM y su difusión comenzaron en los EE. UU. y luego se extendieron a otros países industrializados. En 1951, se formó la USA/Canada MTM Association for Standards and Research por los usuarios de MTM. Los creadores del sistema cedieron los derechos de autor de MTM a la MTM Association. Otras asociaciones nacionales de MTM fueron fundadas, y en una reunión en París en 1957, se decidió formar un International MTM Directorate (IMD) para coordinar el trabajo de las Asociaciones Nacionales. Los miembros nacionales de la Asociación de

IMD ahora tienen los derechos de autor de MTM en sus respectivos territorios (Escalante, 2015).

Otros sistemas basados en MTM se han desarrollado desde entonces. MTM-2, un sistema de segunda generación, se desarrolló bajo los auspicios del IMD en 1965, y MTM-3, una versión aún más simplificada, se creó en 1970. El sistema original de MTM es conocido comúnmente como MTM-I. Otros sistemas basados en MTM han sido desarrollados para áreas de trabajo específicas determinadas por las asociaciones nacionales.

El MTM se define como un procedimiento que analiza cualquier operación manual o método según los movimientos básicos necesarios para llevarlos a cabo, asignando a cada movimiento un tiempo tipo predeterminado. Este tiempo tipo se define según la naturaleza del movimiento y las condiciones en que se realiza. El sistema MTM-I, que sirve como la base para el trabajo en el sector de la confección, descompone las operaciones en movimientos elementales (Figura 1).

El sistema MTM está reconocido por la OIT como una de las principales técnicas de medición del trabajo, según se detalla en el libro “Introducción al Estudio del Trabajo” publicado por la misma organización. El MTM no fue creado con la intención de eliminar el cronómetro y el procedimiento de estudio de tiempos al que está asociado. El cronómetro sigue siendo, y probablemente seguirá siendo, necesario para determinar los tiempos de máquina (tiempos tecnológicos) y los de operaciones “controladas” por algún procedimiento.

TIEMPOS PREDETERMINADOS

Son una colección de tiempos validados y asignados a los movimientos básicos y grupos de movimientos, organizados de manera que forman secuencias de elementos completos de operaciones, los cuales no pueden ser medidos con exactitud y veracidad mediante el uso del cronómetro.

I. Kanawaty, G., et al. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Figura 1. Esquema de movimientos de acuerdo a extremidad y función (Autoría: SENNOVA)



Movimientos de los miembros superiores:

Elementos básicos:

- Alcanzar
- Mover
- Coger
- Poner en posición
- Soltar
- Desmontar

Movimientos secundarios:

- Girar
- Aplicar Presión
- Manivela



Movimientos de los miembros inferiores:

- Movimiento de la pierna
- Movimiento del Pie



Movimientos del Cuerpo:

Flexión:

- Giro del cuerpo
- Doblarse
- Agacharse
- Sentarse
- Arrodillarse
- Levantarse

Desplazamientos:

- Andar
- Paso lateral



Movimientos de los miembros inferiores:

- Enfoque ocular
- Recorrido ocular

En el sector de la confección, las operaciones manuales resultan de diversas combinaciones de movimientos de los miembros del cuerpo. Por ejemplo, movemos las manos hacia una pieza, la tomamos y la trasladamos a otro punto donde realizamos una serie de movimientos antes de comenzar la costura. Durante la costura, llevamos a cabo una serie de movimientos

de las extremidades superiores (dedos, mano o antebrazo) que facilitan el proceso. Finalmente, preparamos la pieza para la siguiente operación, siguiendo el orden operacional establecido.

Para este propósito, se emplean diversas herramientas que facilitan la labor del analista y permiten obtener los tiempos de manera fácil y rápida.

Software Especializado: Aunque puede ser una limitación para pequeños talleres, es fundamental destacar que, debido a la complejidad en el manejo de la información, resulta imprescindible el uso de aplicaciones informáticas. Para reducir costos de inversión, se puede optar por trabajar con plantillas en Excel, que generan resultados similares y a un costo más bajo.

Cámara de Video: El componente principal de este sistema es el video, ya que el objetivo es identificar y relacionar los movimientos realizados por el operario durante la operación. Es crucial que la cámara tenga una buena resolución y permita la descarga de los videos para su posterior análisis.

Equipo de Cómputo: Se necesita un equipo de escritorio con una pantalla amplia para una mejor visualización de los videos y facilitar el análisis de los movimientos registrados.

VENTAJAS DE IMPLEMENTAR LOS TIEMPOS PREDETERMINADOS

Facilita el análisis y la mejora de los métodos de trabajo: En el sistema de tiempos a cronómetro, el analista debía estandarizar el método de trabajo antes de tomar los tiempos. En contraste, en el sistema de tiempos predeterminados, la secuencia de movimientos establecida se convierte en el método, y la operaria debe ejecutar la operación de acuerdo con esa secuencia. Este sistema también permite omitir movimientos que la operaria realiza y que no están establecidos en la secuencia lógica de la operación o que no generan valor agregado a la misma (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2009).

Metodología aplicada a nivel global que hace más competitivos los tiempos: Aunque los tiempos establecidos mediante el sistema de tiempos predeterminados son rigurosos, también son justos. Esto permite a las empresas del sector de la confección acercarse a los estándares internacionales exigidos por las

multinacionales, haciéndonos más competitivos en cuanto a tiempos y plazos de entrega.

No requiere el uso de cronómetros: Esta es la pregunta común cuando se aborda este sistema por primera vez, ya que la asociación tradicional nos lleva a pensar en el tiempo medido con un reloj o cronómetro. El uso de valores preestablecidos para cada movimiento, interpretados adecuadamente, permite establecer valores de tiempo más precisos y ajustados a las condiciones reales de la operación evaluada.

No requiere valorar la velocidad o ritmo del operario: Esta característica elimina cualquier factor subjetivo del estudio de tiempos. En el sistema de tiempos predeterminados, se evalúan los movimientos realizados por el operario, no la velocidad con la que los realiza.

Establece el tiempo desde un prototipo, muestra o basado en la experiencia: A diferencia del sistema de tiempos a cronómetro, que requiere una cantidad significativa de prendas en cada operación y la producción ya en marcha, el sistema de tiempos predeterminados permite iniciar el estudio a partir de un video. Este video puede ser tomado en el área de muestras para mayor eficacia, o en su defecto, el analista puede interpretar la operación y describir, según su experiencia, los movimientos que un operario realizaría de manera precisa para ejecutar la operación objeto del estudio.

Ayuda a proponer mejoras o cambios optimizando movimientos: El analista se basa en los estudios para proponer mejoras continuas, centrándose en la optimización de los movimientos. Este proceso se convierte en un desafío constante, ya que busca establecer estándares de tiempo que se adecuen a las exigencias del mercado, aumentando así la productividad y reduciendo los costos como estrategia de competitividad.

Ayuda a documentar la actividad: Dada la importancia de la información para las empresas, el sistema de tiempos requiere el respaldo de aplicaciones informáticas. Estas aplicaciones

permiten a la empresa llevar un registro detallado de todas las actividades realizadas, facilitando la documentación y el análisis posterior.

MÉTODOS Y APLICACIONES

El sistema de tiempos predeterminados en la industria de la confección tiene como objetivo adaptar los códigos MTM al trabajo de los analistas de ingeniería en las plantas de confección. Se basa en el sistema GSD (*General Sewing Data*, Datos Generales de Costura) para la adaptación de las tablas de movimientos, mediante las cuales se establecen y codifican todos los movimientos relacionados con las operaciones identificadas en el proceso de elaboración de prendas de vestir.

El sistema GSD reconoce 25 códigos de nivel primario (General), complementados con 11 códigos de nivel secundario (agarrar/poner). Estos códigos fueron seleccionados de la base MTM, proporcionando mayor confiabilidad y cobertura al sistema.

Para facilitar el trabajo, se han creado tablas de movimientos basadas en el sistema GSD y tablas generales STYM. Estas herramientas permiten al analista de ingeniería codificar las diferentes operaciones llevadas a cabo en las plantas

de confección y obtener tiempos estándar de manera rápida y precisa (Tabla 1).

La tabla general de códigos que abordaremos en este documento establece 54 códigos, clasificados de la siguiente manera: 11 códigos básicos de coger y colocar, 10 códigos de alineación y acomodación de piezas, 6 códigos para desplazamientos y dobles, 5 códigos para cortes por tijeras y elementos de máquina, 14 códigos especiales necesarios en el proceso de costura, y 11 códigos adicionales basados en el sistema MTM para operaciones de corte, bodega, entre otros. Igualmente se cuenta con un código especial de costura (código 54), el cual se calcula mediante fórmula, de acuerdo con las variables de maquinaria, puntadas, tipo de pieza, tipo de costura, etc.

El desempeño de una operación demanda cierto tiempo para que el operario aprenda y se adapte a un método de trabajo. Por lo tanto, estos códigos fueron desarrollados tras estudios exhaustivos para garantizar su fácil aplicación en la industria de la confección y para que proporcionaran resultados positivos a las empresas en términos de métodos de trabajo, estandarización, ahorro de costos y reducción de tiempos de fabricación.

Tabla 1. Tabla general de códigos (Fragmento). Autoría: Elaboración propia.

TABLA GENERAL DE CÓDIGOS										
MOVIMIENTOS					DISTANCIAS					
COGER	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TMU	D.N.	SEC	2	6	12	18	30
1	MTGB	Agarrar pieza con una mano (fácil)	14	12	GB	7.00	10.00	14.00	18.00	23.00
2	MTGC	Agarrar pieza con una mano (difícil)	20	7	GC	14.00	19.00	23.00	25.00	32.00
3	MTG2	Agarrar pieza con dos manos	34	7	GC, GB	27.00	32.00	36.00	40.00	45.00
4	MTGA	Hacer contacto con pieza	9	11	GA	3.00	6.00	10.00	14.00	17.00
5	MTGR	Re agarrar pieza	10	5	GR	8.00	11.00	14.00	18.00	22.00
PONER	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TMU	D.N.	SEC	2	6	12	18	30
6	MTPA	Colocar pieza aproximada	10	10	PA	3.00	7.00	11.00	15.00	20.00
7	MTPB	Colocar pieza cuidadosamente	20	7	PB	14.00	19.00	23.00	29.00	34.00
8	MTP0	Colocar la pieza haciendo bulto (Abultar)	14	14	PO	3.00	8.00	12.00	18.00	24.00
9	MTPC	Colocar la pieza en un punto o línea específica	27	8	PC	21.00	26.00	30.00	36.00	41.00
10	MTP2	Colocar pieza en dos puntos precisos	47	8	PC, PB	40.00	46.00	50.00	55.00	62.00

La tabla general de códigos se compone de varias columnas que establecen los siguientes aspectos:

- Un número consecutivo que identifica cada uno de los movimientos y facilita su identificación en la aplicación.
- Un código para cada uno de los movimientos, compuesto de 4 dígitos que corresponde a una categoría y el tipo de elemento al que está relacionado.
- El nombre (descripción) que identifica al movimiento de acuerdo con su categoría y en el cual vamos a hacer énfasis posteriormente.
- El valor en TMU (unidad de medida del tiempo), de cada movimiento de acuerdo con las tablas *General Sewing Data* (GSD) y basado en los MTM.
- La distancia predeterminada de cada movimiento (D.N), medida en pulgadas y tomada desde el centro del cuerpo del operario, hasta el objeto.
- La secuencia (SEC) que compone cada movimiento
- La tabla de distancias y los valores en TMU para cada distancia, teniendo establecido como distancia mínima 2 pulgadas y máxima 30 pulgadas.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos del estudio de métodos y tiempos en las empresas de confección, especialmente en las MiPymes, revelan una serie de ventajas y mejoras significativas:

Mejora en los estándares de toma de tiempos: La implementación de herramientas de tiempos predeterminados en las MiPymes de la industria de la confección conduce a una mejora sustancial en la precisión de los tiempos de producción. Esta precisión permite que estas empresas se alineen con estándares internacionales, fortaleciendo así su posición competitiva en el mercado global al cumplir con parámetros reconocidos y respetados.

Optimización de los tiempos de producción: La diferencia entre la toma de tiempos a cronómetro y la implementación de tiempos predeterminados oscila entre un 5% y 8% en los tiempos de producción, lo que muestra una optimización significativa en la gestión del tiempo en los procesos de fabricación de prendas de vestir. Esta optimización se traduce directamente en una mayor eficiencia en la producción, lo que puede aumentar la capacidad de respuesta ante la demanda del mercado y mejorar la calidad de los productos.

Reducción de costos y mejora de la eficiencia: La disminución de los tiempos de producción conlleva una reducción de costos operativos para las MiPymes de la industria de la confección. Al minimizar el tiempo requerido para fabricar prendas, estas empresas pueden optimizar el uso de recursos y reducir gastos, lo que contribuye a mejorar la rentabilidad y la competitividad.

Desarrollo del personal y eficiencia laboral: La implementación de nuevos métodos de trabajo a través de estas metodologías de tiempos predeterminados no solo mejora la precisión de los procesos, sino que también promueve la eficiencia y el desarrollo del personal. Los trabajadores se vuelven más competentes en sus labores, lo que resulta en una fuerza laboral más capacitada y eficiente.

Optimización del orden y la acumulación de prendas: La introducción de tiempos predeterminados permite organizar el puesto de trabajo de manera más eficiente. El flujo de prendas se gestiona de manera secuencial, lo que mejora la eficacia y la coordinación entre los trabajadores en la cadena de producción. Esta optimización evita cuellos de botella y tiempos muertos, aumentando así la productividad.

Trabajo en cadena y colaboración entre compañeros: La distribución secuencial de las prendas a lo largo de la cadena de producción fomenta la colaboración entre los trabajadores. Al trabajar en una cadena de producción, las

prendas pueden moverse más eficientemente de un trabajador a otro, lo que facilita la continuidad del proceso y reduce el tiempo ocioso.

Mejora en la calidad del producto: La implementación de tiempos predeterminados en la confección de prendas de vestir ofrece una serie de beneficios tangibles que inciden directamente en la calidad y eficiencia de las operaciones. Cada operación en este proceso posee estándares específicos, desde los tiempos de costura hasta la tipología de maquinaria utilizada y las puntadas por pulgada.

Igualmente, permite una estandarización precisa en los tiempos de costura para cada operación, asegurando una uniformidad en la producción. Esta consistencia no solo garantiza

la calidad del producto final, sino que también facilita una mejor planificación de la producción, permitiendo cumplir con los plazos de entrega de manera más eficiente y confiable.

En conclusión, el estudio de métodos y tiempos en las MiPymes de la industria de la confección muestra que la implementación de las herramientas de tiempos predeterminados conlleva una serie de beneficios, como la mejora de la precisión del tiempo, la competitividad, la optimización de tiempos de producción, la reducción de costos y la mejora en la eficiencia laboral. Todos estos aspectos son clave para el éxito y el crecimiento sostenible de estas empresas en un mercado altamente competitivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta Argote, C. (2023, 27 de junio). “Las empresas textiles movieron \$14,34 billones en 2022, un aporte al PIB de 9,4%”. *La República*. Recuperado de: <https://www.larepublica.co/especiales/las-1-000-empresas-mas-grandes-de-2022/las-empresas-textiles-movieron-14-34-billones-en-2022-un-aporte-al-pib-de-9-4-3644821>.
- Contreras Gonzales, C. D., & Velasquez Jimenez, L. A. (2023). Incremento de la productividad en empresas de confecciones de camisas del sector PYMES, con técnicas de estudio de trabajo (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Callao. Advisor: José Antonio Farfán Aguilar. Recuperado de: <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/858>
- Escalante, A., & González, J. D. (2015). *Ingeniería industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Alfaomega Editorial.
- Escuela Colombiana de ingeniería Julio Garavito. (2009). *Tiempos predeterminados*.
- García Criollo, A. (2000). *Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo* (2nd ed.). McGraw Hill.
- Kanawaty, G., et al. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo (OIT).
- Rivera Rodríguez, C. J. (2009). *Determinación de tiempos estándares para la industria de la confección, a través del sistema de tiempos predeterminados GSD (General Sewing Data) Datos Generales de Costura*. Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2117_IN.pdf