



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

NOMBRE DEL TRABAJO:

OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION DEL AREA DE ENSAMBLE DE BICICLETAS EN LA "DISTRIBUIDORA DE BICICLETAS BENOTTO S.A. DE C.V."

INFORME PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

VALENCIA PEÑA JOSÉ MANUEL

DIRECTOR DE TRABAJO: M.I. SILVINA HERNANDEZ GARCIA



MÉXICO, D.F

DICIEMBRE, 2015

Objetivo:

El presente estudio tiene como objetivo optimizar la producción de una planta dedicada al ensamble de bicicletas, de nombre “Distribuidora de bicicletas Benotto S.A. de C.V.”, situada en Oriente 233 #341 Col. Agrícola Oriental, Delegación Iztacalco, C.P. 08500.

Para la realización de este estudio, se llevaron a cabo las etapas de un sistema de planeación (Inicio, Planeación, Ejecución y Control), así como el desarrollo de los métodos, herramientas y técnicas propias de la Ingeniería Industrial para detectar las fortalezas y debilidades que se tienen en la planta de ensamble para posteriormente plantear las soluciones y las mejoras en la producción.

Alcance:

Llevar a cabo un diagnóstico industrial es de suma importancia en cualquier empresa donde existe un proceso de producción; tal es el caso del proceso de ensamble de bicicletas, en donde gran parte de las operaciones que conforman el proceso son manuales e independientes, por lo cual debe existir un estricto control en los tiempos y movimientos de las operaciones para evitar atrasos que impliquen costos.

La finalidad del diagnóstico de la empresa que se desarrolla, es el mejoramiento de sus procesos de ensamble, eliminación de tiempos muertos y una redistribución de planta, para lo cual se realiza un diagnóstico del proceso, estudio de métodos, tiempos y movimientos y distribución de planta para identificar la problemática, dicho análisis de los resultados arrojará datos necesarios para llevar a cabo una solución, la cual se efectuará una propuesta para mejorar el proceso de ensamble de bicicletas, reduciendo los tiempos de producción y mejorando el proceso actual mediante la redistribución de las instalaciones de la empresa.

Finalmente con el rediseño del proceso, se obtendrá una reducción del tiempo total, con lo que se considerará una mejora satisfactoria, la cual se espera sea tomada en cuenta por los directivos de la empresa para su implementación.

Índice

Objetivo:	2
Alcance:	2
Índice	3
Introducción:	5
Capítulo I	10
MARCO DE REFERENCIA O ANTECEDENTES	10
LA EMPRESA.....	10
MISION.....	11
VISION.....	11
TAMAÑO.....	11
Organigrama	12
Actividades.....	12
CAPITULO II	14
MARCO TEORICO	14
Estudio de Métodos.....	14
Elaboración del diagrama de curso de proceso.....	15
Utilización del diagrama de curso de proceso.....	15
Estudio de movimientos.....	16
Principio de la economía de movimientos.....	18
Estudio de tiempos.....	21
Distribución de Planta.....	24
Normatividad.....	26
CAPITULO III	27
ESTADO INICIAL DEL PROYECTO O DE LAS ACTIVIDADES	27
Descripción actual de cada proceso de ensamble.....	27
Situación Actual del Proceso.....	34
Estudio de Tiempos y Movimientos.....	37
Distribución actual de la planta “Benotto” Nave 1 Área de ensamble.....	44
Descripción de las instalaciones de la planta.....	45
Sistema de Tiempos Predeterminados.....	46
Método de Medición de Tiempo (MTM).....	46
Procedimiento para utilizar el MTM.....	46
CAPITULO IV	54
ANALISIS Y PROPUESTAS EN LAS ACTIVIDADES	54
Análisis del proceso en las líneas de ensamble mediante el sistema MTM.....	54
Propuesta de redistribución del proceso.....	60
Método SLP (Systematic Layout Planing).....	60
Propuesta de los nuevos procesos de ensamble.....	64

CAPITULO V	71
RESULTADOS	71
CONCLUSIONES	75
BIBLIOGRAFIA	76

Introducción:

El problema de la movilidad en las ciudades y las consecuencias negativas del uso generalizado del vehículo privado automotor, la congestión vial, contaminación atmosférica y acústica, etc., son un asunto de creciente preocupación en las agendas políticas y entre gran parte de la población mundial.

La forma actual de movilidad en las ciudades mexicanas es ineficiente para lograr y mantener un desarrollo urbano y económico óptimo. En México, el manejo incorrecto del uso de suelo y la falta de congruencia en los flujos de transporte han tenido como resultado ciudades difusas, saturadas de vehículos, contaminadas y ruidosas. Las políticas públicas no han logrado posicionar ni establecer alternativas efectivas y de calidad que resuelvan los problemas urbanos relacionados con la movilidad. Es imprescindible que los gobiernos reconozcan las áreas de oportunidad y tomen acciones que impulsen al desarrollo, buscando implantar condiciones de estabilidad para la red social, política y económica de su ciudad. En términos de transporte y desarrollo urbano, es urgente la creación de políticas públicas eficientes que respondan a los problemas específicos de cada ciudad.

Por tal motivo es necesario plantear y crear la necesidad de incorporar la movilidad en bicicleta como un importante eslabón dentro de la cadena para generar ciudades sostenibles, competitivas y con calidad de vida. Para que una ciudad incorpore la movilidad en bicicleta exitosamente, es necesario plantearla como política pública y establecerla como una plataforma de acción gubernamental.

La empresa elegida para desarrollar el presente estudio, se dedica al ensamble de bicicletas, para posteriormente ser distribuidas en sus diferentes sucursales de venta, así como tiendas departamentales y de autoservicio.

El mercado al que esta enfocada la empresa, tiene un área de oportunidad grande, por lo que es necesario que su proceso de producción sea óptimo, permitiéndole una mayor captación de clientes y la conservación de sus productos en el mercado, para lo cual se decidió buscar alternativas con la finalidad de aumentar el volumen de producción. El estudio se desarrolla como a continuación se describe:

Se comenzara abordando el marco de referencia para realizar el análisis y el plan para mejorar el proceso de ensamble de bicicletas, desde el balanceo de líneas, el estudio de métodos, de tiempos y movimientos, distribución de planta y la normalización que se aplica para mantener las instalaciones de una planta dedicada al ensamble de productos.

Posteriormente se desarrolla la ejecución y el control del estudio en donde, se realizará un diagnóstico del proceso, para lo cual es necesario efectuar un estudio de métodos, uno de tiempos y movimientos y uno de distribución de planta para identificar la problemática, dicho análisis de los resultados arrojará datos necesarios para llevar a cabo una solución, la cual se efectuará realizando una propuesta para mejorar el proceso de ensamble de bicicletas, reduciendo los tiempos de producción y mejorando el proceso actual mediante la redistribución de las instalaciones de la empresa.

Finalmente con el rediseño del proceso, se obtendrá una reducción del tiempo total, con lo que se considerará una mejora satisfactoria, la cual se espera sea tomada en cuenta por los accionistas de la empresa para su posible implementación.

Presentación del estudio o identificación de necesidades.

Existe un conjunto de políticas que deben utilizarse para dar solución a la problemática de movilidad urbana: tecnológicas, como promover el uso de vehículos limpios; aquellas relacionadas con el transporte y el desarrollo urbano, como fomentar un desarrollo urbano compacto; y políticas para restringir el uso del automóvil, a través de promover el transporte público y no motorizado. Para ello, se han determinado diez principios fundamentales de transporte y desarrollo urbano para crear ciudades equitativas, competitivas y sostenibles (ITDP-Gehl Architects, 2010).¹

10 principios fundamentales de transporte y desarrollo urbano:

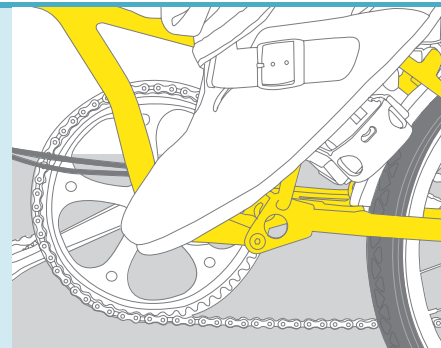
1- Camina

Caminar es la forma universal de transporte; cada viaje comienza y termina caminando. Las ciudades más competitivas del mundo cuentan con espacios peatonales de calidad. Las vialidades diseñadas para dar prioridad a los peatones también mejoran la salud, la actividad económica y la seguridad de una ciudad.



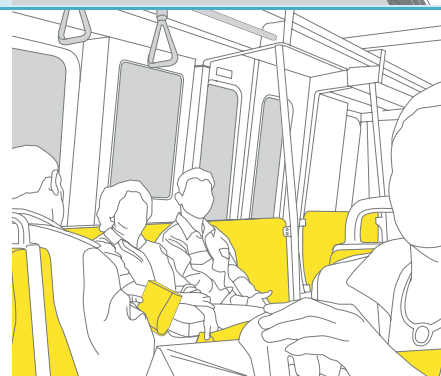
2- Muévete con tu energía

Las bicicletas y otros modos de transporte de tracción humana, como los ciclotaxis, son excelentes para viajes cortos además de que son modos de transporte saludables y requieren de menos espacio y recursos. Construir infraestructura ciclista y pacificar el tránsito son medidas esenciales para la seguridad de los usuarios; entre más bicicletas se usen, más seguras serán las vialidades. Cuando se establece una buena red de infraestructura ciclista, la gente continúa pedaleando sin importar su edad, nivel de ingreso o el clima.



3- Súbete al autobús

El transporte masivo puede movilizar a millones de personas de manera rápida y cómoda, utilizando una fracción del combustible y del espacio vial que demandan los autos. Un transporte público seguro y de alta velocidad es la siguiente mejor opción, después de caminar y andar en bicicleta.



¹ Ciclociudades. Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, México Av. México 69, Col. Hipódromo, Cuauhtémoc, 06100, DF.
www.ciclociudades.mx info@ciclociudades.mx

4- Disminuye el uso del automóvil

Es una realidad que es necesario realizar algunos viajes en auto. Al gestionar medidas para la reducción de la velocidad del auto, el cobro por el privilegio de su uso en ciertas zonas, sistemas de automóviles compartidos y la reorientación del tránsito en general, las ciudades pueden minimizar los problemas relacionados con el automóvil, como la contaminación y la congestión. De esta forma se genera espacio para los peatones, ciclistas y el transporte público.



5- Fortalezcamos la cultura local

Los entornos históricos y naturales, así como las tradiciones étnicas de una ciudad, contribuyen de manera significativa a generar lugares con identidad única. Encontrar estos elementos naturales, culturales, sociales e históricos y enaltecerlos es esencial para distinguir un lugar de otro, además de que se incentiva el uso de modos de transporte sostenibles. En un mundo globalizado, la identidad y la herencia cultural son una ventaja competitiva.



6- Distribuyamos eficientemente las mercancías

Las ciudades requieren incentivar el uso de vehículos de distribución más limpios, pequeños, silenciosos, lentos y seguros. Las ciudades sostenibles son más limpias, silenciosas y seguras, ya que crean zonas bajas en carbono y de tránsito calmado, que tienen regulados los horarios y los lugares en los que las mercancías pueden distribuirse.



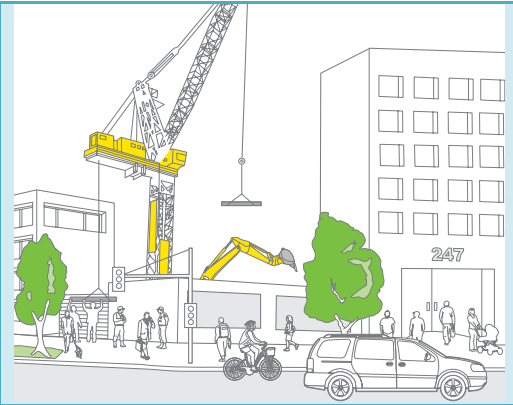
7- Mezclemos los usos de suelo

Las ciudades deben revivir el espacio público a través de desarrollos mixtos y actividad en plantas bajas. Las ciudades atractivas colocan el comercio en la planta baja, dejando las oficinas y la vivienda en los pisos superiores, con el fin de crear vialidades vibrantes y dinámicas de día y de noche. Los usos mixtos representan cercanía entre destinos y los espacios se vuelven más seguros y amenos en cualquier momento del día.



8- Densifiquemos

Construir en lotes disponibles y en áreas industriales abandonadas previene la expansión urbana y genera barrios más vibrantes. Es importante densificar alrededor de las estaciones de transporte masivo, no tanto en sitios que se localizan en las afueras de la ciudad.



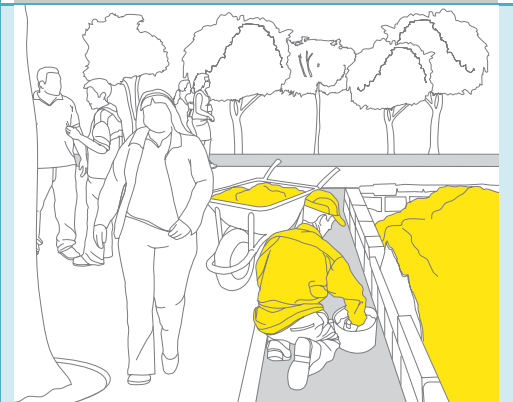
9- Conectemos las cuadras

Entre mayor es la conectividad entre las cuadras, menor es la distancia entre destinos, volviendo el caminar y el andar en bicicleta actividades más atractivas. Esto se logra al maximizar la conectividad de los viajes a pie, diseñando cuadras estrechas y cortas y creando áreas y edificaciones permeables.



10- Hagámoslo durar

Cuando se construyen vialidades y espacios públicos con materiales de calidad, con un buen diseño, un mantenimiento adecuado y bien gestionados, éstos pueden durar y permanecer por décadas. Las ciudades sostenibles vinculan generaciones distintas, al ser memorables y flexibles.



Fuente: Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, México.

Por tal motivo, se ha buscado nuevas técnicas para la movilidad de las personas, con la finalidad de mejorar la salud del ser humano y la conservación del medio ambiente y la implantación de una nueva cultura de bienestar para las personas y ser amigable con el medio ambiente, por consiguiente se ha expandido el mercado del ramo ciclero, no solo en nuestro país, sino en países y ciudades que están a la vanguardia.

En la actualidad existen empresas dedicadas a la fabricación y distribución de bicicletas, sin embargo no todas tienen un proceso bien definido para la fabricación y ensamble de estas, por tal motivo se necesita optimizar su proceso aplicando técnicas de Ingeniería Industrial para disminuir tiempos muertos y aprovechar mejor sus recursos para incrementar su productividad, trayendo consigo que la empresa sea mas competitiva ante el mercado.

Planteamiento del problema

Al Oriente del Distrito Federal se encuentra la empresa llamada “Distribuidora de Bicicletas Benotto S.A. de C.V.” dedicada al ensamble de bicicletas y distribución de componentes para las mismas, en donde se ha identificado que dentro de la planta, tiene un gran número de tiempos muertos entre cada actividad que se realiza, debido a que no se tiene una adecuada organización, ni un balanceo adecuado en sus líneas de producción para que estas alcancen una eficiencia adecuada, así como la mala distribución de las áreas de trabajo y departamentos que conforman la planta de producción.

Justificación

Dentro de la planta de la empresa “Benotto” se identificaron muchas necesidades que es posible resolver mediante técnicas propias de la Ingeniería Industrial, las cuales se enuncian a continuación:

- Tiempos muertos entre actividades
- Mala distribución de planta
- Incumplimiento de las especificaciones sanitarias de acuerdo a las normas vigentes.
- Seguridad industrial
- Mal balanceo de sus líneas de ensamble
- Flujo de materiales

Teniendo mayor prioridad el proceso de ensamble y una adecuada distribución de planta, para posteriormente bajar los tiempos muertos que existen entre cada proceso, reducir los cruces que existen dentro de la planta y mejorar los métodos de trabajo, obteniendo resultados en sus líneas de producción y la calidad de sus productos.

Alcance

Al concluir el estudio, se elaborará una propuesta de cambio para optimizar el proceso de ensamble de la empresa “Distribuidora de Bicicletas Benotto S.A. de C.V.” con la finalidad de mejorar su proceso, así como una buena distribución de planta, reduciendo tiempos muertos y un mejor flujo de materiales dentro de esta.

Capítulo I

MARCO DE REFERENCIA O ANTECEDENTES

LA EMPRESA

La tradición de la marca **Benotto** goza de un prestigio nacional e internacional que ha dado como resultado el manejo de una de sus principales actividades en el diseño y producción de una de la marcas más apropiadas por México, las bicicletas Benotto. Ha sabido reforzar esa industria incrementando su mercado a través de otros accesorios como refacciones, accesorios para el ciclista y la bicicleta, así como una serie de servicios que se han ido optimizando y fortaleciendo a lo largo de más de 80 años en el mercado ciclista.

Benotto sabe de calidad y lo presume con sus *11 Campeonatos Mundiales* que tiene en su historia, mismos que se han logrado debido al apoyo brindado para corredores amateurs y profesionales de forma individual y grupal, quienes han dejado una escuela, una pasión y compromiso con la marca. Entre los que destacan, entre muchos otros están:

- Antonio Bevilacqua
- Francesco Moser
- Eddy Merckx
- Greg Lemond
- Ole Ritter
- Gregor Braun
- Raúl Alcalá
- Martín Rodríguez
- Elia Frosio
- Alfio Ferrari
- Fabio Lana
- Rebecca Twigg
- Silvio Martinello

La presencia de la marca Benotto se hace visible en la participación periódica en ferias y exposiciones nacionales e internacionales del ámbito ciclista, participación en actos de beneficio social con donaciones y apoyos gratuitos para eventos ciclistas de renombre tanto para la iniciativa privada, independiente como para el Gobierno, principalmente del Distrito Federal.

Todas estas iniciativas comunes tienen el objetivo de motivar cada día el uso de la bicicleta en cualquiera de sus disciplinas y edades, y para ello se vale del apoyo de connotadas marcas de prestigio internacional para solventar las demandas comunes como de mucha exigencia de todos y cada uno de nuestros clientes como distribuidores a lo largo y ancho de la República, incluso del extranjero.

Son aproximadamente 38 marcas Premium, entre varias otras, con las que generamos un catálogo muy nutrido de más de 13,000 productos distribuidos en nuestras 20 sucursales ubicadas en la Ciudad de México y en el Interior de la República. Contamos con marcas

importadas como únicos distribuidores en México además de manejar nuestra marca propia Benotto tanto para bicicletas, así como para motos en algunos de sus productos, mejor conocida esta última como BMD Benotto Motorcycle Division destinada a nuestros clientes que se han visto inclinados por el rubro de las motocicletas.

Nuestra marca Benotto se siente comprometida con la calidad y la vanguardia en el ambiente ciclista. Constantemente está trabajando para que sea un referente en el mercado mexicano para niños y adultos de todas las categorías ciclistas; por eso, nuestra marca desea continuar siendo sinónimo de

¡Pasión y Compromiso por el Ciclismo!

MISION

Ser la empresa líder en la industria de la bicicleta; asimismo desarrollar, fabricar e innovar en medios de transporte no contaminantes como lo es la bicicleta con la mejor tecnología, componentes y accesorios.

Lograr que la empresa sea considerada como punto de referencia de nuestros competidores y la marca preferida del consumidor.

Garantizar la calidad de nuestros procesos y servicios para lograr una fuerte presencia y el reconocimiento internacional de nuestras marcas y la amplia gama de productos.

Tener un equipo humano altamente profesional que goce de amplias posibilidades de desarrollo. Estar orgullosos de nuestro liderazgo y de nuestra constante contribución al deporte, a la salud y a la ecología. Ser una fructífera alternativa para nuestros colaboradores, inversionistas y socios comerciales.

VISION

Mantener el compromiso de la empresa que consiste en satisfacer las necesidades humanas de transporte, recreación, deporte y salud. Ofrecer siempre productos y servicios de calidad a nuestros clientes. Contribuir al crecimiento integral de nuestro equipo humano, de nuestros inversionistas y de nuestros socios comerciales. Fomentar el desarrollo social generando empleo, bienestar y respeto al medio ambiente.

TAMAÑO

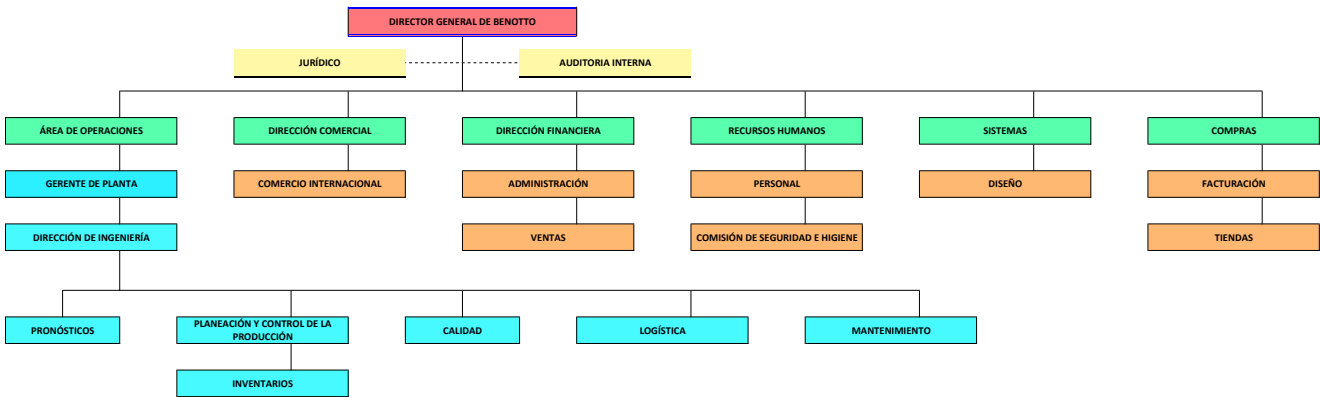
Clasificación

Gran empresa

- Planta de personal con mas de doscientos y un (201) trabajadores.
- Activos totales por valor de mas de treinta mil (30.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Organigrama

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
	FACULTAD DE INGENIERÍA	
	ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA "DISTRIBUIDORA DE BICICLETAS BENOTTO S.A. DE C.V."	



Actividades

Director General de Benotto	Es el encargado de múltiples funciones entre ellas, representar a la sociedad frente a terceros y coordinar todos los recursos a través del proceso de planeamiento, organización, dirección y control a fin de lograr los objetivos establecidos a corto, mediano y largo plazo.
Departamento de Jurídico	El departamento de asesoría jurídica es el encargado de analizar y tramitar documentos y/o expedientes encomendados, elaborar dictámenes o emitir su opinión legal sobre los aspectos que sean requeridos por la dirección de la empresa. En el desempeño de sus responsabilidades puede actuar en nombre de la organización en las gestiones relacionadas con los procesos o juicios civiles, mercantiles, penales, laborales y administrativos, ante las instancias legales correspondientes, representándola y defendiendo sus intereses.
Auditoría Interna	El departamento de Auditoría Interna se encarga de examinar y evaluar la adecuación y la eficiencia del control interno de la organización. Su trabajo incluye la revisión de políticas y procedimientos que se realizan en la empresa, asegurar que no se produzca apropiación indebida de activos, que la información de la empresa sea correcta, el uso eficiente de recursos y el cumplimiento de objetivos.
Área de Operaciones	El director de Operaciones dentro de la empresa Benotto, es el encargado de contribuir con el desarrollo de proyectos y operaciones en general de la empresa. Su función es dirigir, planear y coordinar las actividades de la compañía, logrando una sinergia en el equipo de trabajo.
Departamento de Calidad	Las funciones del Departamento de Calidad tienen influencia en todas las operaciones. Calidad examina el material recibido para

	<p>verificar si cumple con las especificaciones bajo las cuales fue ordenado. Verifica los planos para la correcta evaluación. Revisan las calificaciones de los trabajadores de producción para asegurarse de que éstos tengan la capacitación y certificación requerida para el trabajo que están haciendo. Finalmente, hace pruebas al producto terminado (bicicletas) para asegurar que tiene las calidades y características especificadas en el producto en cuestión.</p>
Planeación y Control de la Producción	<p>El área de producción esta en el centro del departamento de operaciones. Su principal función es la planeación y control de la producción, llevándola a cabo a través de su balanceo de líneas de ensamble y la correcta distribución y formación de las estaciones de trabajo.</p>
Departamento de Ventas	<p>La función de ventas está encabezada por un vicepresidente del departamento, el cual tiene como responsabilidad primaria dirigir la fuerza de ventas y en algunas casos también realizar algunas ventas de la empresa.</p>
Sistemas	<p>El área de sistemas corresponde a la administración de los sistemas operativos y al soporte a los usuarios de los computadores centrales y sucursales, con el objetivo de garantizar la continuidad del funcionamiento de las máquinas y del "software" al máximo rendimiento y facilitar su utilización a todos los sectores de la comunidad de la Empresa.</p>
Recursos Humanos	<p>La primera labor de esta área es efectuar una planificación de personal, es decir, determinar cuál es la necesidad de mano de obra que va a tener la empresa en una época determinada, qué tipo de perfiles van a ser los necesarios, qué tipo de contratos van a realizarse y cuál va ser su coste.</p> <p>El área de Recursos Humanos se encarga, además, de organizar los cursos formativos necesarios para que los trabajadores puedan desempeñar su labor de forma óptima y adecuada y que sus conocimientos estén lo más actualizados posible. En caso de no haber en la empresa departamento de riesgos laborales, se encargará también de dar la formación necesaria a los empleados en esta área tan importante.</p>

Puesto en el que me desempeño dentro de la empresa:

Departamento de Calidad	<p>Las funciones a desempeñar dentro del departamento de Calidad consisten en diseñar planes de muestreo utilizando las tablas MIL-STD para la revisión de lotes de materiales que llegan a la empresa, el diseño de manuales de Gestión de Calidad, documentación de los procesos de ensamble de las diferentes bicicletas que existen dentro de la empresa, muestreos aleatorios de materiales e inspección de las bicicletas al final de la línea de ensamble, llevando un control estadístico adecuado.</p>
--------------------------------	---

CAPITULO II

MARCO TEORICO

Estudio de Métodos

El análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya en operación, es útil presentar en forma clara y lógica la información relacionada con el proceso. El primer paso para realizar el estudio de métodos es reunir todos los hechos necesarios relacionados con la operación o el proceso.

Uno de los instrumentos de trabajo más importante para el ingeniero encargado de realizar el estudio de métodos es el diagrama de procesos. Se define como diagrama de proceso a una representación grafica relativa a un proceso industrial o administrativo.

En el análisis de métodos se usan generalmente ocho tipos de diagramas de proceso, cada uno de los cuales tiene aplicaciones específicas.

Ellos son:

1. Diagrama de operaciones de proceso.
2. Diagrama de curso(o flujo) de proceso
3. Diagrama de recorrido de actividades.
4. Diagrama de interrelación hombre-maquina
5. Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla.
6. Diagrama de proceso para operario
7. Diagrama de viajes de material.
8. Diagrama PERT.

En el presente estudio utilizaremos el diagrama de flujo de proceso, el cual se explica a continuación.

El diagrama de curso (o flujo) de proceso contiene, en general muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta.

En la **Fig.1** se muestran los símbolos empleados para el desarrollo del diagrama de curso.


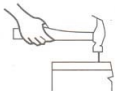







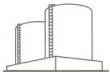
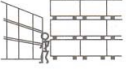









Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Martillar	 Mezclar	 Taladrar o barrenar
Transporte  Una flecha indica un transporte, como	 Mover material en vehículo	 Mover material por banda transportadora	 Mover material cargado (mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo indica un almacenamiento, como	 Materia prima almacenada a granel	 Producto terminado apilado en tarimas	 Archivo de documentos
Demora  Una letra D mayúscula indica una demora, como	 Esperar el elevador	 Material en espera de ser procesado	 Documentos en espera para archivar
Inspección  Un cuadrado indica una inspección, como	 Examinar calidad y cantidad	 Lectura de niveles en caldera	 Examinar información en forma impresa

Fig.1 Conjunto estándar de símbolos para diagramas de procesos.

Elaboración del diagrama de curso de proceso

Para realizar el diagrama es usual encabezar la información identificadora con el “Diagrama de Curso de Proceso”. La información mencionada comprende, por lo general, número de la pieza, número de plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama.

En este diagrama se registran todas las operaciones, inspecciones, movimientos, demoras, almacenamientos permanentes y almacenamientos temporales que ocurran durante el procesado de la pieza o en el proceso del producto.²

Utilización del diagrama de curso de proceso.

Este diagrama no es un fin, sino un medio para lograr una meta. Se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente. Una vez que el ingeniero ha elaborado el diagrama de curso, debe empezar a formular las preguntas o cuestiones

² M.E. MUNDEL, Estudio de Tiempos y Movimientos, Edit. Continental, 1999

basadas en las consideraciones de mayor importancia para el análisis de operaciones.

En el caso de este diagrama se debe dar especial consideración a:

- Manejo de materiales
- Distribución de equipo en la planta
- Tiempo de retraso
- Tiempo de almacenamiento

Al ingeniero le interesa principalmente mejorar lo siguiente:

- Primero, el tiempo de cada operación, inspección, movimiento, retraso y almacenamiento.
- Segundo, la distancia de recorrido cada vez que se transporta el componente.³

Introducción al estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición de trabajo utilizado con éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Frederick Winslow Taylor. A través de los años esta herramienta ha ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costos.

A continuación se explican las principales características por separado del estudio de tiempos y de movimientos.⁴

Estudio de movimientos

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes.

Dentro del estudio de movimientos hay que resaltar los movimientos fundamentales, estos movimientos fueron definidos por los esposos Gilbreth y se denominan Therblig's, los cuales se clasifican en 17 movimientos fundamentales de las manos, identificados con un símbolo gráfico, un color y una letra o sigla. **Tabla 1**

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas:

³ M.E. MUNDEL, Estudio de Tiempos y Movimientos, Edit. Continental, 1999

⁴ BENJAMIN W. NIEBEL, Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos, 11a Edición, Edit. Alfaomega 2004

- El estudio visual de los movimientos.
- El estudio de los micromovimientos.

El primero se aplica con mayor frecuencia por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.

Therblig	Símbolo adoptado	Símbolo en Ingles	Color	Símbolo grafico
Buscar	B	S (search)	Negro	
Seleccionar	SE	SE (select)	Gris Claro	
Tomar o Asir	T	G (grasp)	Rojo lago	
Alcanzar	AL	RE (reach)	Verde Olivo	
Mover	M	M (move)	Verde	
Sostener	SO	H (hold)	Ocre Dorado	
Soltar	SL	RL (release)	Carmín	
Colocar en posición	P	P (position)	Azul	
Precolocar en Posición	PP	PP (pre-position)	Azul Cielo	
Therblig	Símbolo adoptado	Símbolo en Ingles	Color	Símbolo grafico
Inspeccionar	I	I (inspect)	Ocre Quemado	
Ensamblar	E	A (assemble)	Violeta Oscuro	
Desensamblar	DE	DA (disassemble)	Violeta Claro	
Usar	U	U (use)	Púrpura	
Retraso Inevitable	DI	UD (unavoidable delay)	Amarillo Ocre	
Retraso Evitable	DEv	AD (avoidable delay)	Amarillo Limón	
Planear	PL	PL (plan)	Castaño o Café	
Descansar	DES	R (rest to overcome fatigue)	Naranja	

Tabla 1. Therbligs

Las 17 divisiones básicas pueden clasificarse en therbligs en eficientes (efectivos) y en ineficientes (inefectivos).

Los primeros son aquellos que contribuyen directamente al avance del trabajo y los segundos no hacen avanzar el trabajo y deben de ser eliminados aplicando el estudio de movimientos.

Idealmente un centro de trabajo debe contener solo therbligs físicos y objetivos.

- ***Eficientes o Efectivos***

Divisiones básicas de naturaleza física o muscular: alcanzar, mover, tomar, soltar y pre colocar en posición

Divisiones básicas de naturaleza objetiva o concreta: usar, ensamblar y desensamblar

- ***Ineficientes o Inefectivos***

Elementos Mentales o Semimentales: buscar, seleccionar, colocar en posición, inspeccionar y planear

Retardos o dilaciones: retraso evitable, retraso inevitable, descansar y sostener

Principio de la economía de movimientos

Hay tres principios básicos, que se aplican al estudio visual de los movimientos, así como a la técnica de micromovimientos y que deben tenerse en cuenta en la mayoría de los casos, estos son los relativos al uso del cuerpo humano, los relativos a la disposición y condiciones en el sitio de trabajo y los relativos al diseño del equipo y las herramientas.

- ✓ *Los relativos al uso del cuerpo humano*

Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.

Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.

Siempre que sea posible deben aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al trabajador y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante un esfuerzo muscular.

Son preferibles los movimientos continuos en línea recta en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos. Deben emplearse el menor número de elementos o therbligs y éstos se deben limitar de más bajo orden o clasificación posible. Estas clasificaciones, enlistadas en orden ascendente del tiempo y el esfuerzo requeridos para llevarlas a cabo, son:

- Movimientos de dedos.
- Movimientos de dedos y muñeca.
- Movimientos de dedos, muñeca y antebrazo.
- Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo y brazo.
- Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.

Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies no se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer que los movimientos simultáneos de los pies y las manos son difíciles de realizar.

Los dedos cordial y pulgar son los más fuertes para el trabajo. El índice, el anular y el meñique no pueden soportar o manejar cargas considerables por largo tiempo.

Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie. Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados. Para asir herramientas deben emplearse las falanges o segmentos de los dedos, más cercanos a la palma de la mano

✓ *Los relativos a la disposición y condiciones en el sitio de trabajo*

Deben destinarse sitios fijos para toda la herramienta y todo el material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therbligs buscar y seleccionar.

Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos alcanzar y mover; asimismo, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.

Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical. **Fig. 2 y 3**

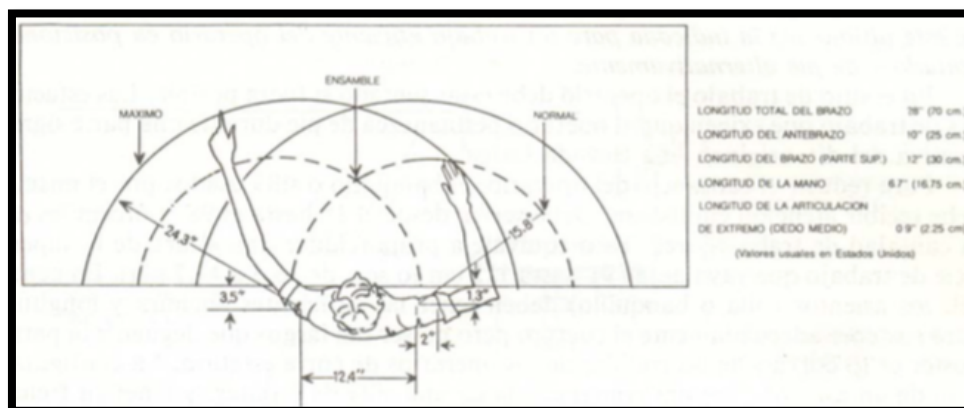


Fig.2 Áreas normal y máxima de trabajo en el plano horizontal para mujeres. En el caso de hombres multiplíquese por 1.09⁵
 FUENTE: BENJAMIN W. NIEBEL, Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos, 11a Edición, Edit. Alfaomega 1994

⁵ BENJAMIN W. NIEBEL, Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos, 11a Edición, Edit. Alfaomega 1994

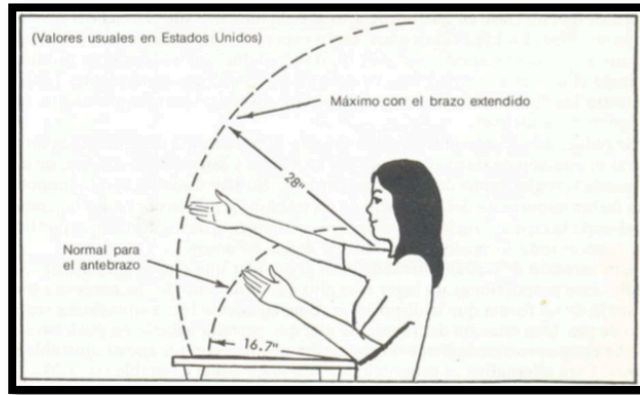


Fig.3 Áreas normal y máxima de trabajo en el plano vertical para mujeres. En el caso de hombres multiplíquese por 1.09
 FUENTE: BENJAMIN W. NIEBEL, Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos, 11a Edición, Edit. Alfaomega 1994

Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie. **Fig. 4 y 5**

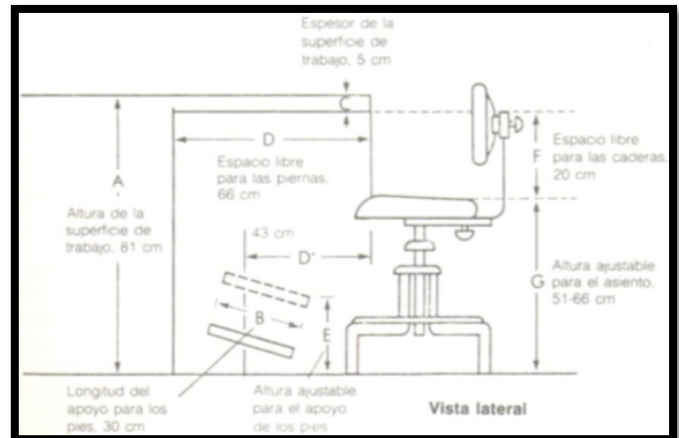
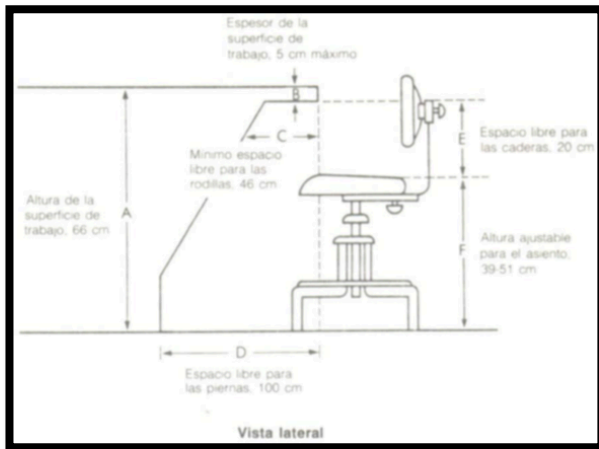


Fig. 4 Recomendaciones para un trabajo sedente (o sentado) con o sin apoyo para los pies.
 FUENTE: BENJAMIN W. NIEBEL, Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos, 11a Edición, Edit. Alfaomega 1994

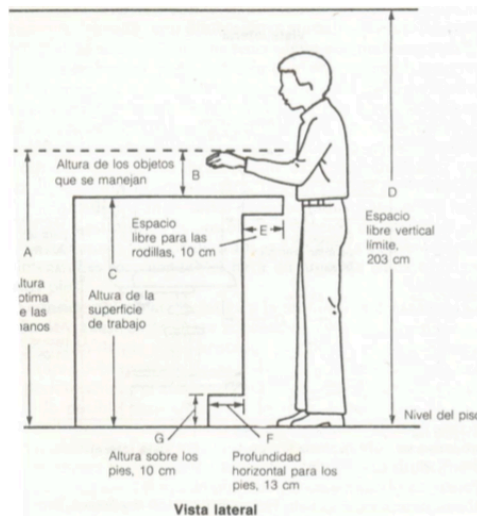


Fig. 5 Dimensiones recomendadas para un sitio de trabajo de pie.
 FUENTE: BENJAMIN W. NIEBEL, Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos, 11a Edición, Edit. Alfaomega 1994

Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados. Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo la fijación de la vista. **Fig. 6**

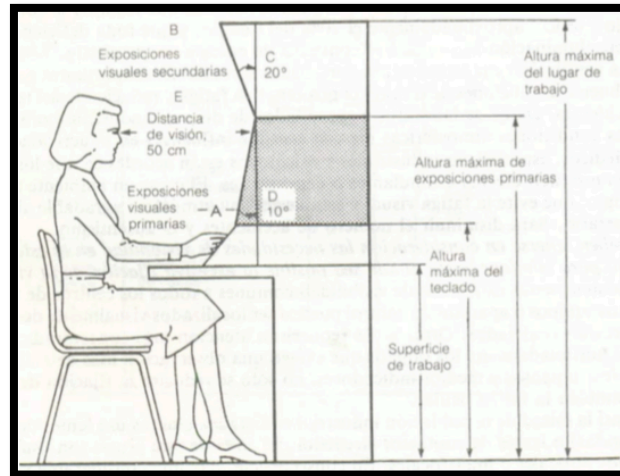


Fig. 6 Dimensiones de trabajo visual para sitios de trabajo sedentes.

FUENTE: BENJAMIN W. NIEBEL, *Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos*, 11a Edición, Edit. Alfaomega 1994

Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

✓ *Los relativos al diseño del equipo y las herramientas*

Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples con las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operaciones múltiples en los dispositivos alimentadores, si fuera el caso (por ejemplo, en tornos con carro transversal y de torreta hexagonal).

Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de control deben estar fácilmente accesibles al operario y deben diseñarse de manera que proporcionen la ventaja mecánica máxima posible y pueda utilizarse el conjunto muscular más fuerte.

Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción. Investíguese siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas (eléctricas o de otro tipo) o semiautomáticas, como aprieta tuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuercas de velocidad, etc.

Estudio de tiempos

El estudio de tiempos a menudo se utiliza para determinar un "día de trabajo justo". Un día justo se puede definir, como la cantidad de trabajo que puede producir un empleado calificado cuando trabaja a paso normal y usando de manera efectiva su tiempo, si el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso.

En general, un día de trabajo justo es equitativo para la empresa y el empleado. Esto quiere decir que el trabajador debe de aportar un día justo de acuerdo al salario que recibe, con

suplementos razonables por retrasos personales, inevitables y por fatiga.⁶

Antes de realizar el estudio de tiempos en un ciclo de trabajo es necesario considerar básicamente lo siguiente:

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe haberse estandarizado
- empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor del departamento y los representantes del sindicato, para evitar desconfianza, resentimientos o fricciones internas.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación
- El analista debe de contar con el equipo necesario para el estudio.

Tomando los tiempos: hay dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En caso de tener un cronómetro electrónico, se puede proporcionar un valor numérico inmóvil. En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y se regresa a cero otra vez, y así sucesivamente durante todo el estudio.

Los equipos que el analista utiliza para el desarrollo de estudio de tiempos son:

- Cronometro Aparato para decimales de minuto (de 0.01 min.)
- Aparato para decimales de minuto (de 0.001 min.)
- Aparato para decimales de hora (de 0.0001 de hora)
- Cronómetro electrónico
- Cámara de video grabación
- Tablero de estudio de tiempos
- Formatos de estudio de tiempos pre-impresos
- Calculadora

Inicio del estudio de Tiempos

Para facilitar la medición, se divide la operación en grupos de movimientos conocidos como elementos. Se considera mejor que se determinen los elementos de la operación antes de

⁶ FUENTE: BENJAMIN W. NIEBEL, *Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos*, 11a Edición, Edit. Alfaomega 1994

iniciar el estudio. Estos deben de separarse en decisiones tan finas como sea posible pero no tan pequeñas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Las divisiones elementales de alrededor de 0.04 min se aproximan a lo mínimo que puede leer un analista experimentado.

Al iniciar el estudio se registra la hora (en minutos completos) que marca un reloj “maestro” y en ese momento se inicia el cronometraje (por lo general los datos se registran en la solicitud de estudio de tiempos). Este es el *tiempo de inicio*.

Formato utilizado para el estudio de tiempos

Elem. No. Y Descrip		1				2				3				4				5				6				7				8				9				10			
Nota	Ciclo	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN				
	1																																								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
	5																																								
	6																																								
	7																																								
	8																																								
	9																																								
	10																																								
TO total																																									
Calificación																																									
TN total																																									
No. De observaciones																																									
TN promedio																																									
% de suplementos																																									
Tiempo estim. Elemen.																																									
No. De ocurrencias																																									
Tiempo Estándar																																									
		Tiempo estándar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos)																																0.000							
Elementos extraños												Verificación de tiempos												Resumen de suplementos																	
		TC1	TC2	TC3	TC4	TC4	TC5	TC6	TC7	TC8	TC9	TC10	Descripción												Tiempo de terminación				Necesidades personales												
A																									Tiempo inicio				Fatiga básica												
B																									Tiempo transcurrido				Fatiga variable												
C																									TTAS				Especial												
D																									TTDS				% de Suplemento Total												
E																									Tiempo total				Observaciones:												
F																									Tiempo efectivo																
G																									Tiempo inefectivo																
																								Tiempo total registrado																	
Verificación de Calificación																								Tiempo no contado																	
Tiempo sintético																										%															
Tiempo observado																										%				% de error de registro											

Se puede usar una o dos técnicas para registrar los tiempos elementales durante el estudio:

- El método de regreso a cero
- Método de tiempos continuos

Método de regresos a cero

El método de regresos a cero tiene tanto ventajas como desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo.

Algunos analistas de estudio de tiempos usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Como los valores del elemento que ocurrió tienen una lectura directa con el método de regresos a cero no es necesario realizar restas sucesivas y el valor se introduce en la columna de TO (*Tiempo observado*)

También se pueden registrar de inmediato los elementos que el operario ejecuta en desorden

sin una notación especial. Además los retrasos no se registran en este método.

Entre las desventajas del método de regresos a cero esta la que promueve que los elementos individuales se eliminen de la operación. Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente porque los tiempos elementales dependen de los elementos anteriores y posteriores. En consecuencia, al omitir los factores de retraso, los elementos extraños y los elementos transpuestos, se puede llegar a valores equivocados en las lecturas aceptadas. Una de las objeciones principales al método de regresos a cero es el tiempo perdido mientras la mano restablece el cronometro. Esto puede tardar entre 0.0018 y 0.0058 minutos, pero esto ya no es valido para los cronómetros electrónicos ya que en estos no se pierde tiempo en restablecer la lectura acero.⁷

Método continuo

El método continuo para registrar valores elementales es superior al de regresos a cero por varias razones. Lo mas significativo es que el estudio que se obtiene presenta un registro completo de todo el periodo de observación, esto complace al operario y al representante sindical. El operario puede ver que se dejaron tiempos fuera en el estudio y que se incluyeron todos los retrasos y elementos extraños. Como todos los hechos se presentan con claridad, es mas sencillo explicar y vender esta técnica de registro de tiempos.

El método continuo también se adapta a la medición y registro de elementos muy cortos. Con practica un buen analista de tiempos puede detectar con precisión tres elementos cortos (menos de 0.04 minutos), si van seguidos de un elemento de alrededor de 0.15 minutos o mas. Esto es posible si se recuerdan las lecturas del cronometro en los puntos terminales de los tres elementos cortos y después se registran sus valores respectivos mientras se ejecuta el cuarto elemento mas largo.

Por otro lado, se requiere mas trabajo de escritorio para calcular el estudio si se usa el método continuo. Como se lee el cronometro en los puntos terminales de cada elemento mientras las manecillas del reloj continua su movimiento, es necesario hacer restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar el tiempo transcurrido en cada elemento.⁸

Distribución de Planta

La distribución de planta es la disposición física de los equipos e instalaciones industriales. La disposición física, sea instalada o en proyecto, incluye los espacios necesarios para el movimiento y almacenamiento de materiales, de la mano de obra indirecta, todas aquellas actividades auxiliares o de servicios, así como el equipo de producción y su personal.

La distribución de plantas significa en algunos casos la disposición existente, un nuevo plan propuesto de distribución y por lo general el trabajo necesario para llevar a cabo las actividades de un proceso. Por lo tanto, una distribución de planta puede ser una instalación existente, un proyecto o una tarea.

Los objetivos principales de la distribución en planta son: mejorar el funcionamiento,

⁷ Turmero Iván (2012, Marzo). Proyectos de Ingeniería de Métodos. [Documento en línea].

⁸ Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de Métodos, Camilo Jonania Abraham, México - Limusa (2008).

aumentar la producción, reducir los costos, brindar un mejor servicio a los clientes y satisfacer al personal de la empresa.

Los objetivos generales de la distribución en planta son:

- *Integración:* Se deben integrar todos y cada uno de los factores que afectan a la distribución.
- *Utilización:* Se debe aprovechar al máximo la maquinaria, el personal y el espacio de la fábrica.
- *Expansión:* Facilidad de ampliación de la fábrica.
- *Flexibilidad:* Facilidad para una nueva ordenación de la maquinaria y el personal.
- *Versatilidad:* Adaptabilidad real a los cambios en el diseño del producto, exigencias de ventas y mejoras del proceso.
- *Uniformidad:* Una división clara o uniforme de las áreas, especialmente cuando están separadas por paredes de edificios, pisos, pasillos principales y similares.
- *Cercanía:* La distancia mínima para trasladar los materiales, servicios auxiliares y el personal.
- *Orden:* Una secuencia lógica del flujo de trabajo y zonas de trabajo limpias con equipos convenientes para basura y desperdicios.
- *Conveniencia:* Para todos los empleados, tanto en las operaciones diarias como en las periódicas.
- *Satisfacción y seguridad para todo el personal.*

Tipos de distribución

Existen tres tipos de distribución:

- a) ***Por posición fija o situación fija del material:*** En este tipo de distribución el material o los componentes principales permanecen en un lugar fijo; es decir, no se mueven. Todas las herramientas, hombres y resto de material se llevan a él. La tarea completa o el producto se hacen con el componente principal en un lugar. Un hombre o un equipo de hombres hacen el montaje completo, llevando todas las piezas a cada punto de montaje. Los obreros pueden o no moverse en un lugar de montaje a otros.
- b) ***Por proceso o por función:*** Todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso son agrupadas conjuntamente.
- c) ***Por línea de producción o por producto:*** un producto o una clase de producto se produce en un área, pero a diferencia de la posición fija, el material se mueve. Esta distribución coloca una operación inmediatamente adyacente a la siguiente y están

acomodadas estratégicamente para reducir las distancias entre cada operación y llevar una secuencia lógica.

Normatividad

Como todo proyecto, las instalaciones de una planta de ensamble deben cumplir con las normas vigentes que establecen las entidades competentes; para efectos de este estudio nos basaremos en las siguientes normas:

1.- Condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios.

Esta norma establece las condiciones de seguridad para la prevención contra incendios. Se aplica en aquellos lugares donde las mercancías, materias primas, productos o subproductos que se manejan en los procesos, operaciones y actividades que impliquen riesgos de incendio. (Nom-002-STPS-1993. de las Normas Oficiales Mexicanas).

2.- Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en maquinaria, equipos y accesorios.

Esta norma tiene por objetivo prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo. Se aplica donde por la naturaleza de los procesos se emplee maquinaria, equipo y accesorios para la transmisión de energía mecánica. (Nom-004-STPS-1994. de las Normas Oficiales Mexicanas).

3.- Protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.

El objetivo de esta norma es establecer los requerimientos de la selección y uso del equipo de protección personal para proteger al trabajador de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan alterar su salud y vida. Se aplica en todos los centros de trabajo como medida de control personal en aquellas actividades laborales que por su naturaleza, los trabajadores estén expuestos a riesgos específicos. (Nom-015-STPS-1994. de las Normas Oficiales Mexicanas).

4.- Señales y avisos de seguridad e higiene.

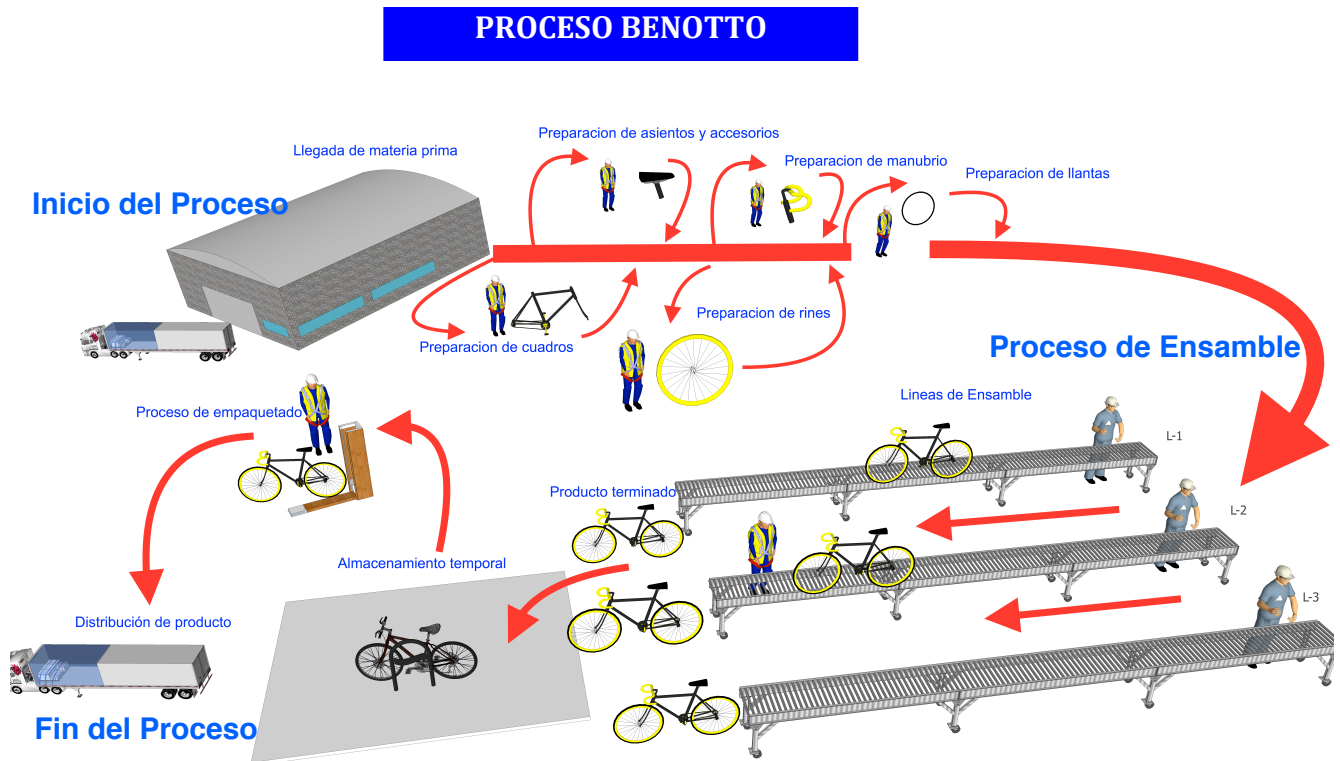
Establece el código para elaborar señales y avisos de seguridad e higiene; así como las Características y especificaciones que éstas deben cumplir. Las señales y avisos de seguridad e higiene que deben emplearse en los centros de trabajo, de acuerdo con los casos que establece el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, y no es aplicables a señales o avisos con iluminación propia. Por lo tanto se aplica en todos los centros de trabajo. (Nom-027-STPS-1994. de las Normas Oficiales Mexicanas).

5.- Medicamentos, materiales de curación y personal que presta los primeros auxilios.

Establece las condiciones para brindarlos primeros auxilios oportunos y eficazmente. Se aplica en todos los centros de trabajo, para organizar y prestar los primeros auxilios. (Nom-020-STPS-1994. de las Normas Oficiales Mexicanas).

CAPITULO III

ESTADO INICIAL DEL PROYECTO O DE LAS ACTIVIDADES



Para iniciar el proyecto de optimizar el proceso de ensamble de la empresa “Distribuidora de Bicicletas Benotto S.A. de C.V” como primer paso fue conocer las instalaciones de la planta, su distribución y los procesos que se llevan a cabo, en donde se observó detenidamente todo el proceso, en donde se identificó que dentro de la planta, tiene un gran número de tiempos muertos entre cada actividad que se realiza, debido a que no se tiene una adecuada organización, ni un buen balanceo en sus líneas de producción, así como la mala distribución de las áreas de trabajo y departamentos que conforman la planta.

Comenzaremos con la descripción de cada sub-ensamble que se lleva a cabo en las diferentes áreas de la empresa, empleando diagramas de proceso para la descripción detallada del proceso en cuestión.

Descripción actual de cada proceso de ensamble

- **Proceso de Enrayado:** El proceso comienza con la llegada de materiales (maza trasera y maza delantera, rayos) los cuales son ensamblados, mazas y rayos, posteriormente se pasan al área de armado del rin (Enrayado) donde el rin y las mazas con rayos son ensamblados para pasar al siguiente proceso de ajuste y nivelado del rin. **Fig. 7**



Fig.7 Proceso de Enrayado

- **Proceso de enllantado:** Comienza con la llegada de los materiales provenientes del almacén(cámara, rin, llanta, salva rayos) la cámara es montada a la llanta, para posteriormente ser ensamblada al rin y ser inflada, de esta manera ser colocada a la banda transportadora que llevara la llanta a las líneas de ensamble. **Fig.8**



Fig.8 Proceso de enllantado.

- **Preparación de manubrios:** Los materiales provenientes del almacén son llevados al área de manubrios, donde comienza el proceso con el ensamble de puños al manubrio, posteriormente se montan los controles de mando, y son llevados a las líneas de ensamble. **Fig.9**



Fig.9 Proceso de preparación de manubrios

- **Preparación de cuadros:** El proceso comienza con la llegada de los cuadros de los diferentes modelos a esta área, así como los postes, manubrios subensamblados, pedales, ejes de centro y tazas dirección, como primer paso los pedales son unidos al cuadro, de una forma independiente el manubrio es unido al poste, para posteriormente ser ensamblado con el cuadro, una vez ensamblado el manubrio,

poste y cuadro, son llevados a las líneas de ensamble. **Fig. 10**



Fig. 10 Proceso de preparación de cuadros

- **Proceso de preparación de asiento y accesorios:** Es el proceso mas corto, con la llegada de los materiales (salpicaderas, asientos, postes, reflejantes), se comienza el armado de las salpicaderas (según sea el modelo), el ensamble de canastillas, y armado de reflejantes y accesorios que cada modelo de bicicleta lleva. **Fig. 11**



Fig. 11 Proceso de preparación de asiento y accesorios

- **Línea de ensamble:** En ellas se lleva a cabo el proceso final, el cual comienza con el abastecimiento de los materiales provenientes del almacén a los obreros encargados de colocar los subensambles en el cuadro, como primer paso se monta el cuadro a la línea transportadora, posteriormente comienza el avance de la línea, la cual esta programada a 60 segundos para que salga una bicicleta ensamblada y lista para su empaque final. **Fig.12**



Fig.12 Líneas de ensamble

PROCESO DE ENRAYADO

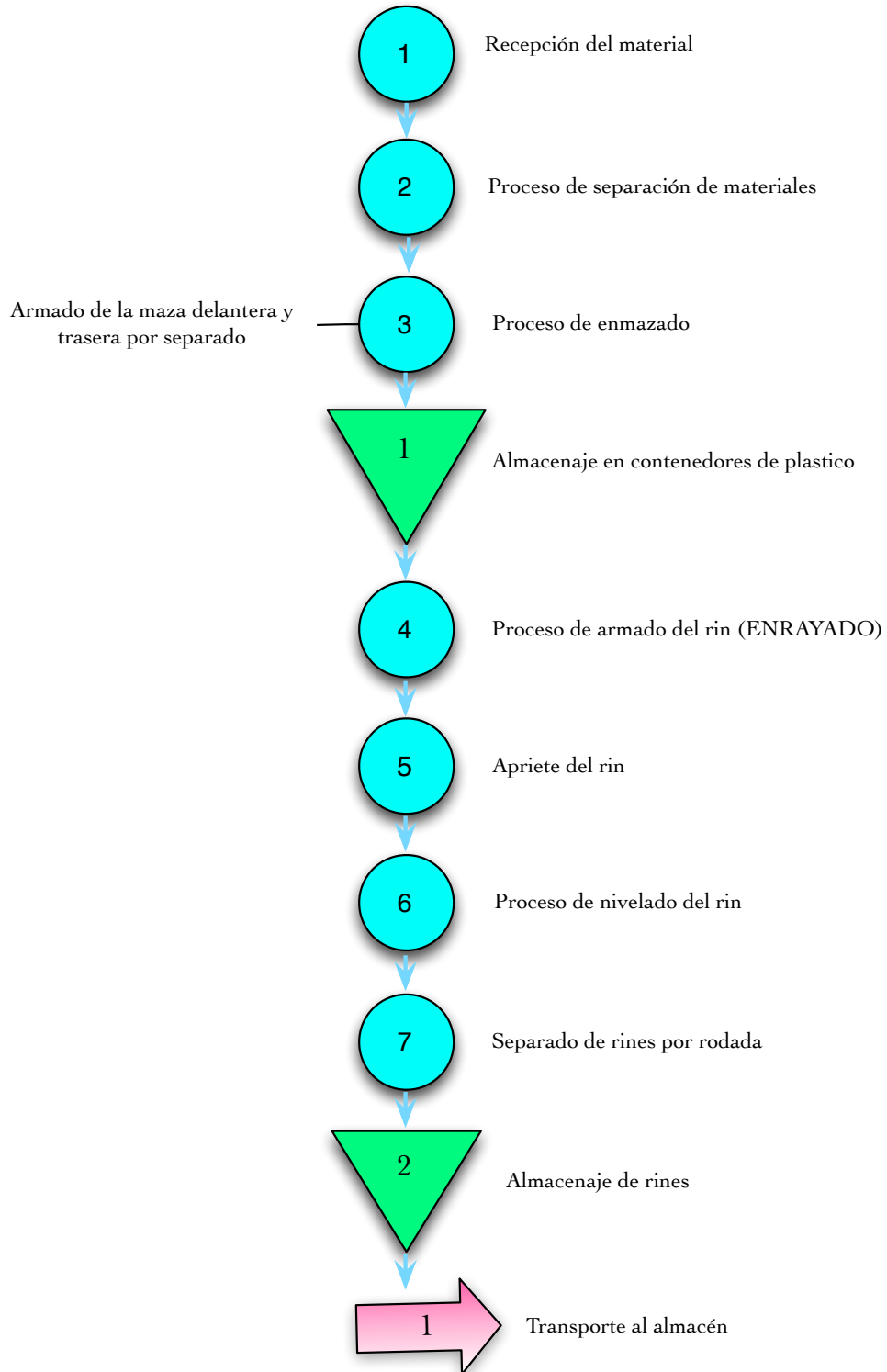
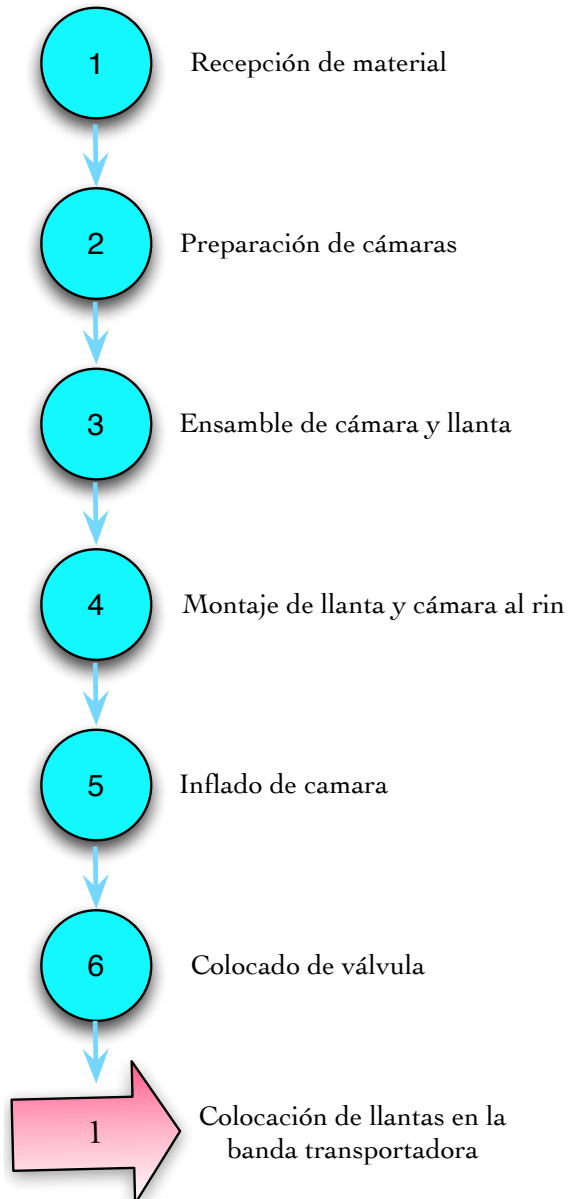


Diagrama del Proceso de Enrayado.

Proceso de enllantado



Proceso de preparación de manubrios

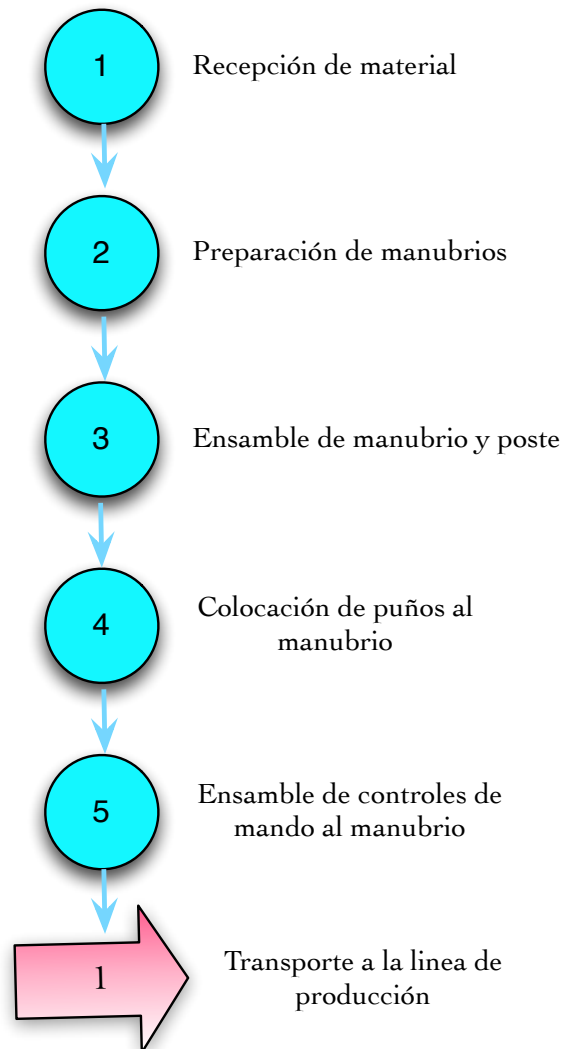
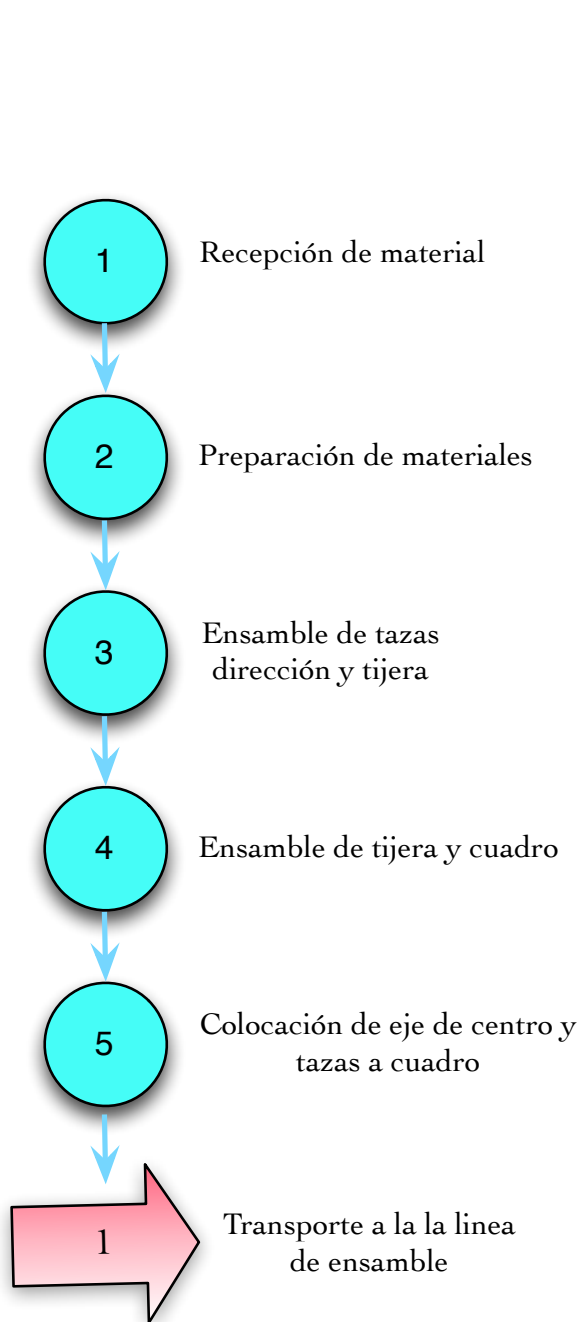


Diagrama de proceso de Enllantado y reparación de Manubrios.

Proceso de preparación de cuadros



Proceso de preparación de asiento y accesorios

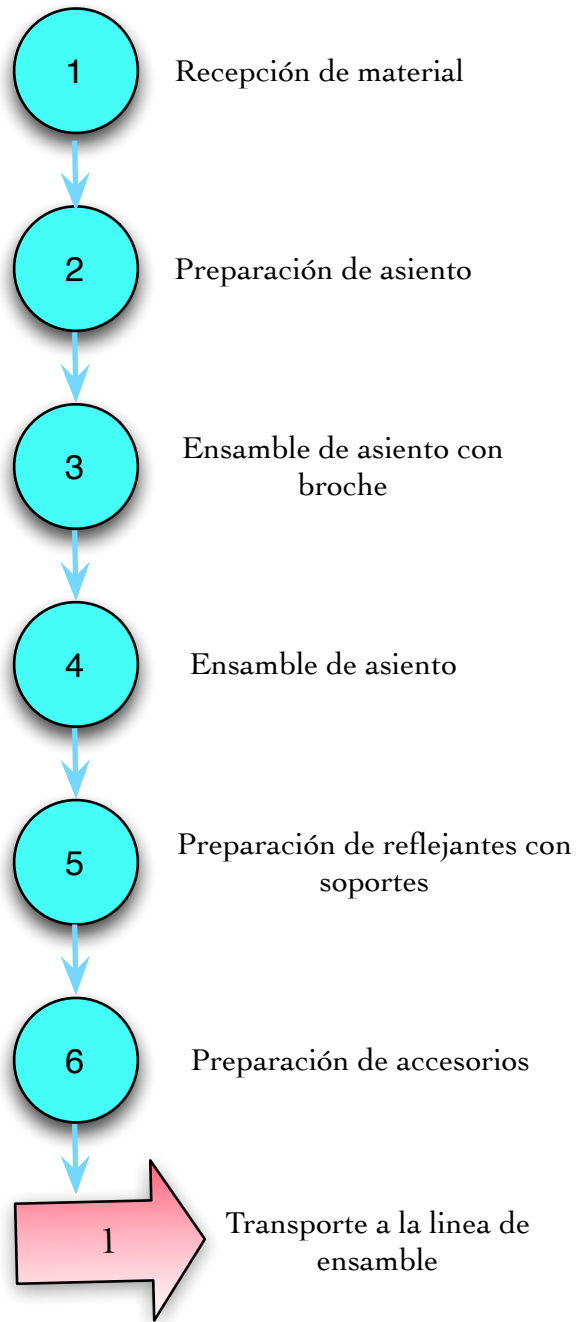


Diagrama de Proceso de Preparación de Cuadros y Preparación de Asiento y Accesorios.

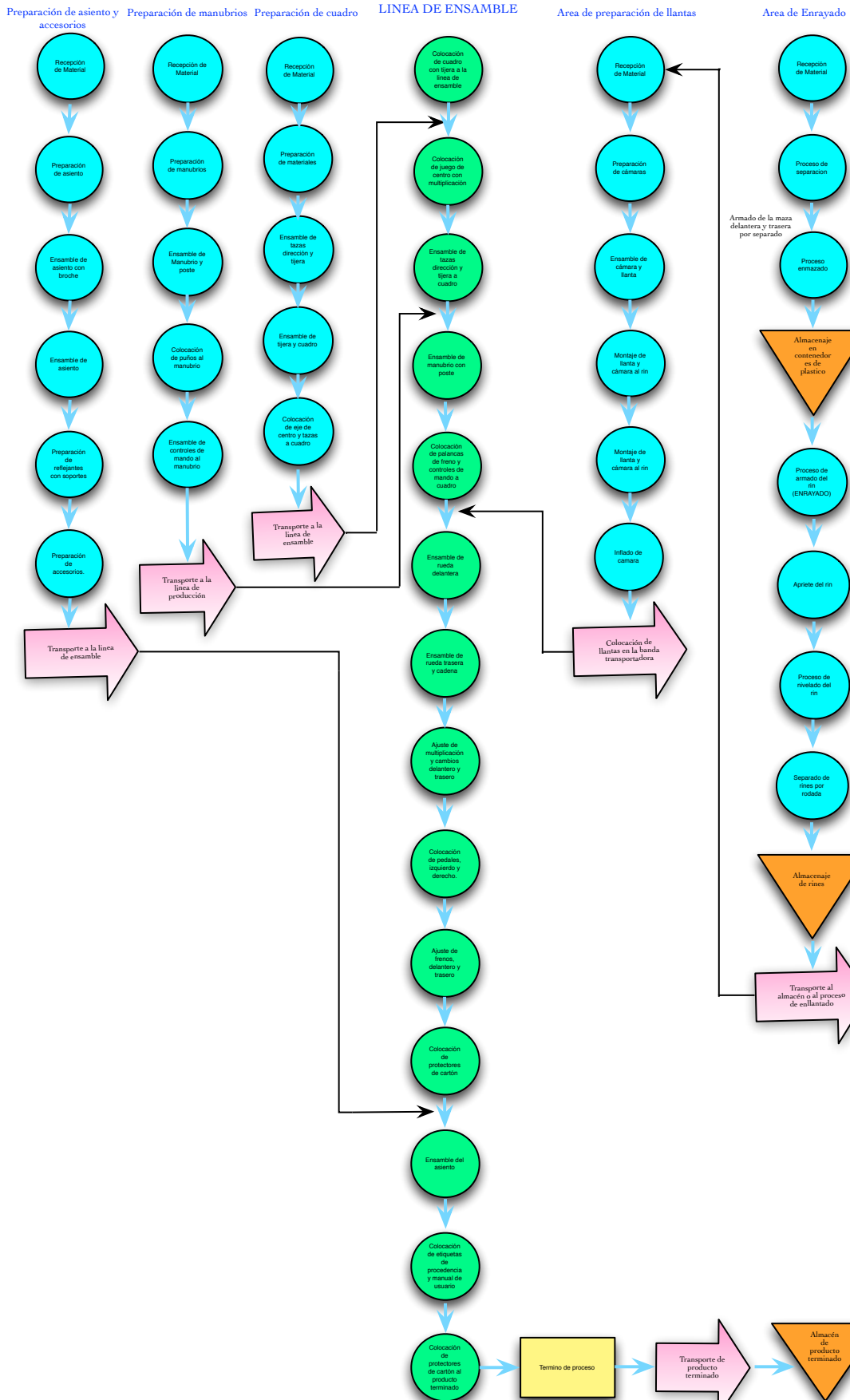


Diagrama de Proceso de "Distribuidora de Bicicletas Benotto S.A. de C.V."

Situación Actual del Proceso

Con base en los diferentes Diagramas de Métodos que son utilizados y debido a las características específicas del proceso de ensamble, se decidió utilizar el Diagrama de Curso (o flujo) de Proceso, el cual nos ayudará a detectar los transportes, almacenajes y demoras que existen en exceso.

A continuación se muestran los diagramas realizados en cada proceso de subensamble:

- Proceso de preparación de mazas y enrayado (Actual)

Ubicación :		Resumen						
Oriente 233, Col. Agrícola Oriental, México D.F.		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros			
Actividad:	Preparación de mazas y enrayado	Operación	10					
Fecha:	01-ene-15	Transporte	4					
Operador:	Analista: J.M.V.P.	Demora	1					
Marcar el método y tipo apropiados		Inspección	1					
Método:	Actual Propuesto	Almacenaje	2					
Tipo:	Obrero Material Maquina	Tiempo (min)	98.17					
		Distancia (cm)	3800					
		Costo						
Comentarios:								
Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Método recomendado
	○	➔	D	□	▽			
Requerimiento de materiales al almacén						30	0	
Transporte de los materiales solicitados						15	3000	
Recepción de los materiales						15	0	
Desempacado de los materiales						15	0	
Tomar la maza y ensamblar los rayos en los barrenos						1.5	0	
Ordenar los rayos y colocarlos en la mesa						0.5	0	
Las piezas ensambladas colocadas en la mesa se pasan a un contenedor						3	100	
Se almacenan temporalmente los contenedores						5	0	
Los contenedores son transportados a las líneas de enrayado						1	200	
Recepción de materiales (maza y rayos ensamblados, aro)						3	0	
Se coloca el aro en los soportes de la maquina junto con la "araña" (maza y rayos)						0.5	100	
Se toma la pistola neumática para colocar el niple con el rayo						1	0	
Se coloca la pieza ensamblada en una línea por gravedad para ser transportada al siguiente proceso						0.2	150	
Comienza el proceso de ajuste de rines (maquinas manuales). Se toma el rin y se coloca en las mordazas para el ajuste de la maquina.						0.5	0	
Inspección manual con la yema de los dedos para verificar la tensión de los rayos.						0.5	50	
Se coloca el rin en la línea por gravedad para pasar al siguiente proceso de alineado final.						0.02	200	
Se realiza la alineación final del rin por medio de un robot.						0.45	0	
Los rines terminados se almacenan temporalmente.						6	0	

Proceso de enllantado de rines (Actual)

Ubicación :		Resumen						
Oriente 233,Col. Agrícola Oriental, México D.F.								
Actividad:	Enllantado de rines	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros			
Fecha:	01-ene-15	Operación	5					
Operador:	Analista: J.M.V.P.	Transporte	2					
Marcar el método y tipo apropiados		Demora	1					
Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		Inspección	0					
Tipo: <input type="checkbox"/> Obrero <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Maquina		Almacenaje	0					
		Tiempo (min)	17.58					
		Distancia (cm)	7200					
		Costo						
Comentarios:								
Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Método recomendado
	○	➔	◐	◻	◿			
Requerimiento de materiales al almacén						6	0	
Transporte de los materiales solicitados, rin, accesorios, cámara, llanta						10	5000	
Ensamble de los accesorios, salva rayos, multiplicación, reflejante (llanta trasera)						0.32	100	
Ensamble de los accesorios, reflejante (llanta delantera)						0.29	100	
Colocación de la cámara al rin						0.71	0	
Ensamble de la llanta con el rin						0.1	0	
Inflado de la cámara y colocación del pivote a la válvula						0.11	0	
Transporte de las llantas por la línea transportadora al área de ensamble.						0.05	2000	

Proceso de preparación de manubrio y controles de mando (Actual)

Ubicación :		Resumen						
Oriente 233,Col. Agrícola Oriental, México D.F.								
Actividad:	Preparación de manubrio y controles de mando	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros			
Fecha:	01-ene-15	Operación	6					
Operador:	Analista: J.M.V.P.	Transporte	1					
Marcar el método y tipo apropiados		Demora	1					
Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		Inspección	0					
Tipo: <input type="checkbox"/> Obrero <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Maquina		Almacenaje	1					
		Tiempo (min)	25.38					
		Distancia (cm)	4400					
		Costo						
Comentarios:								
Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Método recomendado
	○	➔	◐	◻	◿			
Requerimiento de materiales al almacén						5	0	
Recepción de materiales, manubrio, poste de manubrio, palanca de freno, puños, controles de mando						3	3000	
Preparación de los materiales para el ensamble.						6	0	
Ensamble de manubrio y poste						0.21	100	
Colocación de los puños al manubrio						5	200	
Ensamble de controles de mando						0.39	0	
Ajuste de controles de mando						0.45	0	
Almacenamiento temporal de manubrios						5	100	
Se transportan los manubrios a la línea de ensamble						0.33	1000	

▪ **Proceso de ensamble de cuadro (Actual).**

Ubicación :		Resumen			
Oriente 233, Col. Agrícola Oriental, México D.F.					
Actividad:	Ensamble de cuadro	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha:	01-ene-15	Operación	8		
Operador:	Analista: J.M.V.P.	Transporte	1		
Marcar el método y tipo apropiados		Demora	1		
Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		Inspección	0		
Tipo: <input type="checkbox"/> Obrero <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Maquina		Almacenaje	1		
		Tiempo (seg)	20.84		
		Distancia (cm)	2800		
		Costo			
Comentarios:					

Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Método recomendado
	○	➔	◐	◑	▽			
Transporte de materiales requeridos						5	2000	
Preparación de materiales, tazas, contra y ejes						9	0	
Colocar taza con tope y ajuste de pistola neumática						0.4	100	
Colocación de eje de centro con baleros						0.3	100	
Ensamble del "contra" en el cuadro						0.3	100	
Montar pedales y multiplicación al cuadro						1.03	200	
Ensamble del desviador en el cuadro						0.52	200	
Ensamble de tazas de dirección al cuadro						0.46	0	
Se almacena temporalmente el cuadro						0.33	0	
Ensamble de tope, piña y tijera en el centro						1.5	100	
Se almacena temporalmente para posteriormente montar el cuadro a la línea de ensamble						2	0	

▪ **Proceso de línea de ensamble (Actual).**

Ubicación :		Resumen			
Oriente 233, Col. Agrícola Oriental, México D.F.					
Actividad:	Línea de ensamble	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha:	01-ene-15	Operación	9		
Operador:	Analista: J.M.V.P.	Transporte	2		
Marcar el método y tipo apropiados		Demora	0		
Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual <input type="checkbox"/> Propuesto		Inspección	0		
Tipo: <input type="checkbox"/> Obrero <input checked="" type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Maquina		Almacenaje	1		
		Tiempo (min)	17.32		
		Distancia (cm)	2600		
		Costo			
Comentarios:					

Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Método recomendado
	○	➔	◐	◑	▽			
Se monta el cuadro a la banda transportadora						0.05	100	
Colocación de chicotes y cambio trasero al cuadro						1.23	100	
Colocación de cadena y llanta delantera						0.58	100	
Ajuste de chicotes de cambio de velocidades						0.63	100	
Colocación de llanta trasera con multiplicación y ajuste de cadena						0.3	100	
Ajuste de chicotes de frenos y ensamble de pedales						1.46	100	
Ensamble del asiento						0.2	100	
Colocación de etiquetas y manuales						0.16	100	
Transporte al área de empaque						0.08	500	
Colocación de forro al producto terminado						2.13	100	
Se almacena temporalmente el producto terminado						10	200	
Se transporta al área de almacén						0.5	1000	

Estudio de Tiempos y Movimientos

Al realizar el estudio de tiempos y entender el orden de las actividades para el ensamble de bicicletas dentro de la empresa, me pude dar cuenta que existen muchos tiempos muertos, a causa del ritmo de trabajo que tiene cada empleado y a la mala distribución de equipos que son utilizados en el proceso de ensamble, ya que un trabajador realiza diferentes actividades al mismo tiempo, así como muchos movimientos ineficientes, dando como resultado tiempos muertos.

Para poder eliminar o minimizar estos tiempos ineficientes, fue necesario observar detenidamente el proceso de ensamble y realizar un estudio visual de los movimientos que efectúa cada trabajador al momento de llevar a cabo sus actividades, de esta manera encontramos a los trabajadores promedio de cada línea, los cuales no tienen que ser los más eficientes o ineficientes, ya que cada trabajador es distinto, a partir de esto comenzamos con el estudio de tiempos.

Se efectuó una “Solicitud de Estudio de Tiempos”, en donde se registraron los tiempos de cada una de las actividades realizadas por el operario (conjunto de movimientos o therbligs).

El método seleccionado para llevar a cabo la cuantificación de los tiempos de cada una de las actividades fue el método continuo, ya que estas son efectuadas rápidamente, por lo cual resulta más fácil obtener tiempos acumulativos.

Los tiempos fueron tomados mediante un cronómetro digital (0.01 min) registrando 10 ciclos para cada una de las actividades con respecto a la actual distribución de la planta.

Las actividades realizadas durante el proceso se mencionan a continuación. **Tabla 2.**

Operación
1. Preparación de maza delantera
2. Preparación de maza trasera
3. Proceso de enrayado (Maq. Manual)
4. Proceso de enrayado (Maq. Semiautomática)
5. Proceso de enrayado (Maq. Automática)
6. Ajuste de rines
7. Colocación de accesorios para rin trasero
8. Colocación de accesorios para rin delantero
9. Ensamble de rin con cámara y llanta e inflado
10. Ensamble de manubrio y poste
11. Ensamble de controles de mando y puños
12. Ajuste de palancas
13. Ensamble de taza y eje
14. Ensamble de multiplicación y pedal
15. Ensamble del desviador con el cuadro
16. Ensamble de cono y piña a la tijera
17. Ensamble de manubrio, tijera, cuadro y ajuste
18. Corte de cadena
19. Armado de manual
20. Armado de salpicaderas
21. Corte de forro
22. Empaque final de la bicicleta

Tabla 2. Operaciones

A continuación se mencionan los pasos que se siguieron para la realización del estudio de tiempos la finalidad de obtener un tiempo estándar total del proceso y de cada una de sus operaciones. **p**

Para empezar el estudio, se registraron los elementos o actividades de la operación y la hora en que se inició la toma de datos.

Los tiempos obtenidos con el cronómetro digital durante el transcurso del proceso se registraron en la columna **TC** (tiempo de cronómetro) en la “Solicitud de Tiempos”, posteriormente en la columna **TO** (tiempo observado), se anotaron la diferencia entre los acumulativos de los tiempos del cronómetro, por otra parte se debe de calificar el desempeño del operario.

Se estipula que en un ciclo corto con trabajo repetitivo, se aplica una calificación promedio para cada elemento o actividad del proceso.

El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo total observado (**TO**) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (**TN**) que requeriría el operario para realizar el mismo trabajo:

$$TN = TO \times \frac{C}{100}$$

De acuerdo a la **Tabla.3** se obtuvo la calificación promedio para cada elemento de nuestro proceso, debido a que el ciclo es muy corto y repetitivo. La calificación de cada ciclo se coloca en la columna **C** (Calificación) posteriormente se obtuvo el tiempo normal total (**TN**) de cada elemento.

Calificación	Puntos ancla verbales
0	Sin actividad
67	Muy lento, torpe
100	Firme, deliberado
133	Activo, negociante
167	Muy rápido, alto grado de destreza
200	Límite superior por un periodo corto

Tabla.3 Guía para calificar la velocidad del operario.

FUENTE: BENJAMIN W. NIEBEL, Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos, 11a Edición, Edit. Alfaomega 1994

El **TO total** es la suma de todos los ciclos del Tiempo Observado para cada actividad. Y el valor de tiempo observado total se registra como décimas de minuto.

El **TN promedio** (Tiempo Normal promedio) se obtuvo dividiendo el TN total entre el numero de observaciones hechas en cada actividad del proceso. Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos de la jornada de trabajo. Pueden tener lugar tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo adicional. La primera son las

interrupciones personales, como viajes al baño y a los bebederos, la segunda es la fatiga que afecta aún a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. Por último existen retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material, todos ellos requieren la asignación de un suplemento dado en porcentaje sobre el Tiempo Normal Promedio.

El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a paso normal y realizando un esfuerzo promedio para ejecutar la operación se llama tiempo estándar (**TS**) de operación.

$$TS = TN \times (1 + \text{suplemento})$$

Existen dos tipos de suplementos, los constantes y variables; a continuación se calculan los suplementos para que posteriormente se registren en el cuadro de resumen de suplementos que se encuentra en el formato de estudio de tiempos.

Suplementos Constantes

- *Necesidades personales*

Las necesidades personales incluyen suspensiones de trabajo para mantener el bienestar del empleado, por ejemplo, beber agua e ir al sanitario. No existe una base científica para signar un porcentaje numérico, sin embargo, la verificación detallada de la producción ha demostrado que un suplemento del 5% parece ser adecuada para la mayoría de los trabajadores.

- *Fatiga Básica*

El suplemento por fatiga básica es una constante que toma en cuenta la energía consumida para llevar a cabo el trabajo y aliviar la monotonía. Se considera adecuado asignar 4% del tiempo normal para un operario que hace trabajo ligero, sentado, en buenas condiciones.

Suplementos por fatiga variable

Estos suplementos se obtendrán de la suma de las diferentes condiciones en las que se encuentra trabajando el operario, a continuación se muestran en la **Tabla.4**

A. Suplementos constantes:	
1. Suplemento personal	5
2. Suplemento por fatiga básica	4
B. Suplementos variables:	
1. Suplemento por estar de pie	2
2. Suplemento por posición anormal:	
a. un poco incómoda	0
b. incómoda (agachado)	2
c. muy incómoda (tendido, estirado)	7
3. Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar):	
Peso levantado, en libras:	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a. un poco debajo de la recomendada	0
b. bastante menor que la recomendada	2
c. muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)-variable	0-100
6. Atención requerida:	
a. trabajo bastante fino	0
b. trabajo fino o preciso	2
c. trabajo muy fino y muy preciso	5
7. Nivel de ruido:	
a. continuo	0
b. intermitente -fuerte	2
c. intermitente -muy fuerte	5
d. de tono alto-fuerte	5
8. Estrés mental:	
a. proceso bastante complejo	1
b. atención compleja o amplia	4
c. muy compleja	8
9. Monotonía:	
a. nivel bajo	0
b. nivel medio	1
c. nivel alto	4
10. Tedio:	
a. algo tedioso	0
b. tedioso	2
c. muy tedioso	5

Tabla 4. Suplementos constantes y variables

FUENTE: BENJAMIN W. NIEBEL, *Ingeniería Industrial Métodos, Tiempos y Movimientos*, 11a Edición, Edit. Alfaomega 1994

Suplementos utilizados para el Estudio de Tiempos

Suplemento por estar de pie	2
Suplemento por posición anormal	2
Monotonía (nivel medio)	1
Total de suplementos variables	5

Después de haber calculado los tiempos normales promedio de cada actividad, se agregó el porcentaje del suplemento total para así determinar los tiempos estándar o permitidos.

Después de registrar de forma adecuada toda la información necesaria en la Solicitud de Tiempos, se registró el tiempo de terminación.

Si una amplia variación en cierto elemento se puede atribuir a alguna influencia demasiado breve para que sea un elemento extraño, pero de duración suficiente para afectar el tiempo del elemento en forma sustancial o si la variación se puede atribuir a errores en las lecturas del cronometro, entonces de inmediato se coloca un circulo alrededor de estos números y se excluyen del resto del estudio. Una buena regla es, "si hay duda, el valor no se descarta".

Después de haber determinado todos los tiempos transcurridos en cada una de las actividades, deben verificarse para asegurar que no se cometieron errores de aritmética o de registro. Un método para verificar la exactitud es llenar toda la forma de verificación de tiempo.

Se registró la hora de inicio y terminación de la realización del estudio. Después se sumaron tres cantidades:

- 1) La suma de los tiempos observados totales conocidos como *tiempo efectivo*.
- 2) Los tiempos de elementos extraños totales conocidos como *tiempo inefectivo*.
- 3) Total del tiempo transcurrido antes del estudio (TTAS en la forma) y el tiempo transcurrido después del estudio (TTDS en la forma).

El TTAS y el TTDS se sumaron para obtener el *tiempo total*. Las tres cantidades juntas son el *tiempo total registrado*. La diferencia entre los tiempos de inicio y terminación en el reloj maestro es igual al *tiempo transcurrido real*.

Cualquier diferencia entre el tiempo total registrado y el tiempo transcurrido se llama *tiempo no contado*. En general, en un buen estudio, este valor es cero. El tiempo no registrado dividido entre el tiempo transcurrido es un porcentaje llamado *error de registro*. Este error debe de ser menor que 2%. Si excede esta cantidad, el estudio de tiempos debe repetirse.

En la mayor parte de los casos, cada elemento ocurre dentro de cada ciclo y el *numero de ocurrencias* es sencillamente 1. En algunos casos, un elemento se puede repetir dentro de un ciclo. Si así es, el *numero de ocurrencias* se convierte en 2 o 3 y el tiempo acumulado por ese elemento dentro del ciclo se duplica o triplica.

Los tiempos estándar obtenidos para cada actividad se sumaron para obtener el tiempo estándar del trabajo completo, que se registraron en el espacio para el *tiempo total estándar* en la Solicitud de Tiempos.

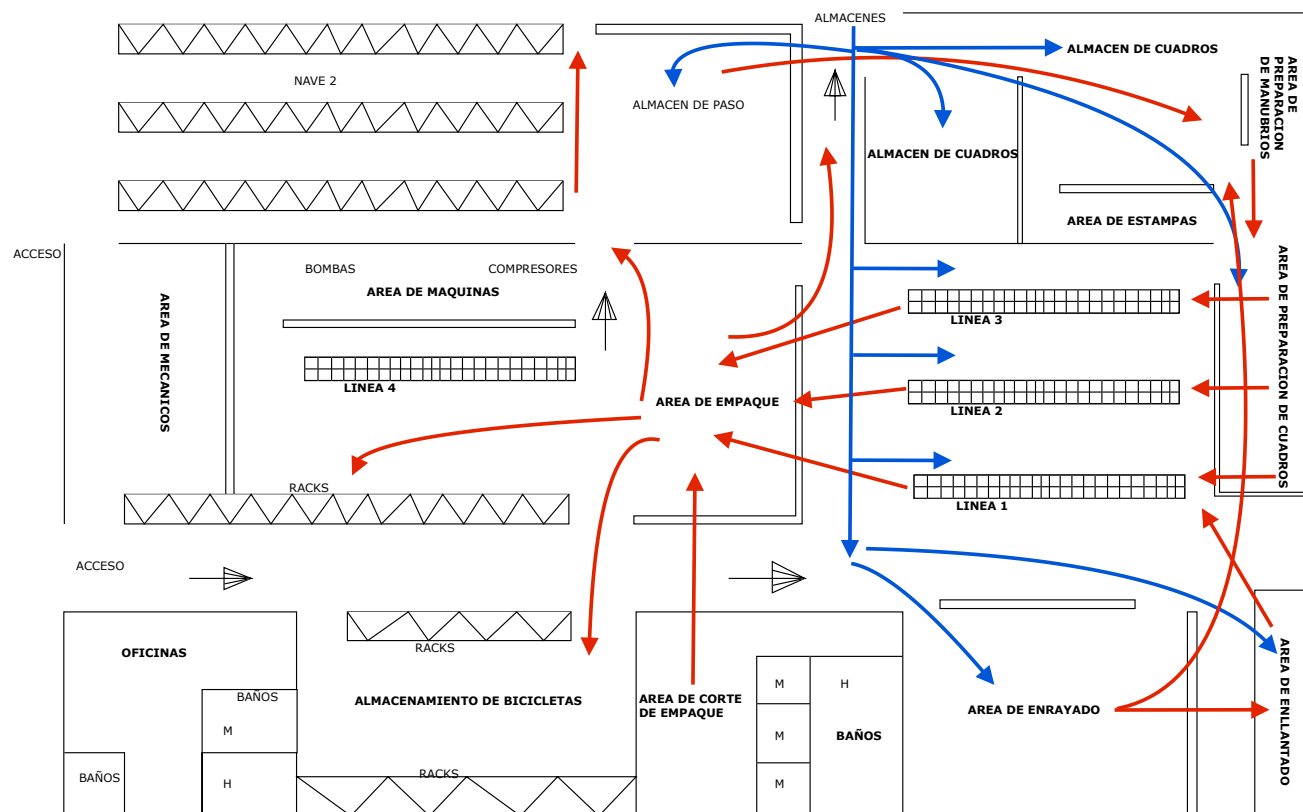
A continuación se muestra la Solicitud de Tiempos del proceso:



Solicitud de Estudio de Tiempos		Operación: Ensamble de una bicicleta		Fecha: 17 / Marzo / 2015		Operario:		Observador: JM.V.P							
Proceso de ensamble de una bicicleta en la Planta "Distribuidora de Bicycetas Benotto"		Estudio No. 1 - 1		Operación: Ensamble de una bicicleta		Fecha: 17 / Marzo / 2015		Operario:							
Elementos de control de tiempos y pasos		Ajuste de palancas		Ensamble de la tija y eje		Ensamble de la cadena		Armando de manual		Armando de alfileras		Corte de torno		Empaque final de la bicicleta	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN	C	TC	TO	TN
100	24	24	240	100	30	30	300	100	10	10	100	100	28	28	280
100	49	25	250	100	54	24	240	100	101	49	490	100	87	44	440
100	74	35	250	100	79	25	250	100	160	59	590	100	143	56	560
100	98	24	240	100	105	26	260	100	209	49	490	100	193	50	500
100	119	21	210	100	130	25	250	100	249	40	400	100	240	47	470
100	144	25	250	100	155	25	250	100	305	56	560	100	299	59	590
100	166	22	220	100	179	24	240	100	358	53	530	100	346	47	470
100	189	23	230	100	203	24	240	100	405	47	470	100	385	39	390
100	211	22	220	100	226	23	230	100	457	52	520	100	438	53	530
100	236	25	250	100	254	28	280	100	508	51	510	100	492	54	540
Resumen															
236	100	254	100	508	100	492	100	32	100	492	100	32	100	492	100
100	236	254	100	508	100	492	100	32	100	492	100	32	100	492	100
10	0.236	0.254	10	0.508	10	0.492	10	0.106	10	0.492	10	0.106	10	0.492	10
14	0.269	0.290	14	0.579	14	0.561	14	0.121	14	0.347	14	0.121	14	0.347	14
1	0.269	0.290	1	0.579	1	0.561	1	0.121	1	0.347	1	0.121	1	0.347	1
0.269	0.290	0.290	0.579	0.579	0.561	0.561	0.121	0.347	0.347	0.557	0.557	0.121	0.347	0.347	0.557
Tiempo estándar total (suma del tiempo estándar de todos los elementos): 16:47															
Resumen de suplementos															
Necesidades personales		5		Necesidades personales		5		Fatiga física		4		Fatiga variable		5	
Especial		14		Especial		14		% de Suplemento Total		14		% de Suplemento Total		14	
Verificación de tiempos															
Descripción				Tiempo de terminación				Tiempo de inicio				Tiempo transcurrido			
TTAS				TTAS				TTAS				TTAS			
TTDS				TTDS				TTDS				TTDS			
Tiempo total				Tiempo total				Tiempo total				Tiempo total			
Tiempo efectivo				Tiempo efectivo				Tiempo efectivo				Tiempo efectivo			
Tiempo inactivo				Tiempo inactivo				Tiempo inactivo				Tiempo inactivo			
Tiempo total registrado				Tiempo total registrado				Tiempo total registrado				Tiempo total registrado			
Tiempo no contado				Tiempo no contado				Tiempo no contado				Tiempo no contado			
% de error de registro				% de error de registro				% de error de registro				% de error de registro			

El tiempo estándar total de un proceso nos sirve para identificar el tiempo en el cual los trabajadores deben realizar su trabajo de una manera efectiva.

Distribución actual de la planta "Benotto" Nave 1 Área de ensamble



	Flujo del Proceso
	Flujo de Materiales

Descripción del área de Ensamble (Nave 1)

Oficinas
Área de enrayado
Área de enlantado
Área de Manubrios
Área de preparación de cuadros
Área de maquinas
Líneas de ensamble
Área corte de empaque
Área de empaque
Área de mecánicos

Descripción de las instalaciones de la planta

La nave 1 de la planta “Benotto” como se observa en la distribución actual, es donde se lleva a cabo el proceso de ensamble de bicicletas, las delimitaciones de las áreas de trabajo no son muy claras y presenta problemas, en cuanto al flujo de los materiales existen muchos cruces con el flujo de proceso de las bicicletas y esto implica tiempos muertos y mala distribución de los espacios.

En la nave 1 denominada “Área de ensamble” se encuentra instalado los equipos y herramientas utilizados para los procesos de ensamble, en algunos puntos de la distribución actual se observa que el espacio no es adecuado, otro problema que se detecto fue que diariamente no se realiza una limpieza general, sino cada tercer día, incluyendo las instalaciones hidráulicas y de aire que van a los equipos. **Fig.13**

La línea 4 de ensamble actualmente se encuentra fuera de servicio, solo es utilizada para las devoluciones de bicicletas, en ella se arreglan y se vuelven a empacar para posteriormente su venta.

El área de las líneas de ensamble es la que se le debería de dar mas atención, ya que de ellas salen todas las bicicletas que se van al mercado, por esta razón es necesario crear una política referente al aseo diario de las líneas al inicio y al termino de la jornada laboral, el mantenimiento de las líneas y de sus equipos, así como el libre flujo de los materiales que abastecen las líneas para correcto flujo del proceso de ensamble.

El área de empaque no tiene las dimensiones adecuadas para realizar sus actividades, tiene que tener sus accesos libres al almacén de bicicletas para el libre flujo de los montacargas y patines industriales, por otro lado es importante que se realice una limpieza general de todas sus instalaciones de la planta, señalando sus instalaciones de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas y la implementación de las 5´S para toda la planta de “Benotto”.

Por otra parte, la ubicación de los baños para los obreros de las líneas de ensamble y demás áreas, tiene una buena ubicación pero no cuenta con un espacio suficiente para brindar un servicio adecuado, las oficinas que están en el interior de la planta en donde se lleva a cabo la planeación de la producción y demás proyectos, no tiene una adecuada ubicación.



Fig.13 Imagen del área de ensamble

Sistema de Tiempos Predeterminados

El Sistema de Tiempos Predeterminados es una colección de tiempos de movimientos básicos que se asignan a los movimientos fundamentales y a grupos de movimientos que no es posible evaluar con precisión mediante los procedimientos normales de estudio de tiempos, también se utilizan cuando se quiere estimar un tiempo estándar de fabricación para un producto nuevo o para mejorar el tiempo de uno ya existente. Los valores de tiempo que se asignan a cada movimiento son la combinación lógica de los therbligs; son predeterminados porque se usan para predecir el tiempo estándar para nuevas tareas que resultan al cambiar métodos de producción.

Método de Medición de Tiempo (MTM)

El sistema MTM es un procedimiento que analiza cualquier operación manual o método por los movimientos básicos necesarios para ejecutarlos, asignando a cada movimiento un tiempo estándar predeterminado que se define según la naturaleza del movimiento y las condiciones en las que se ejecuta.⁹

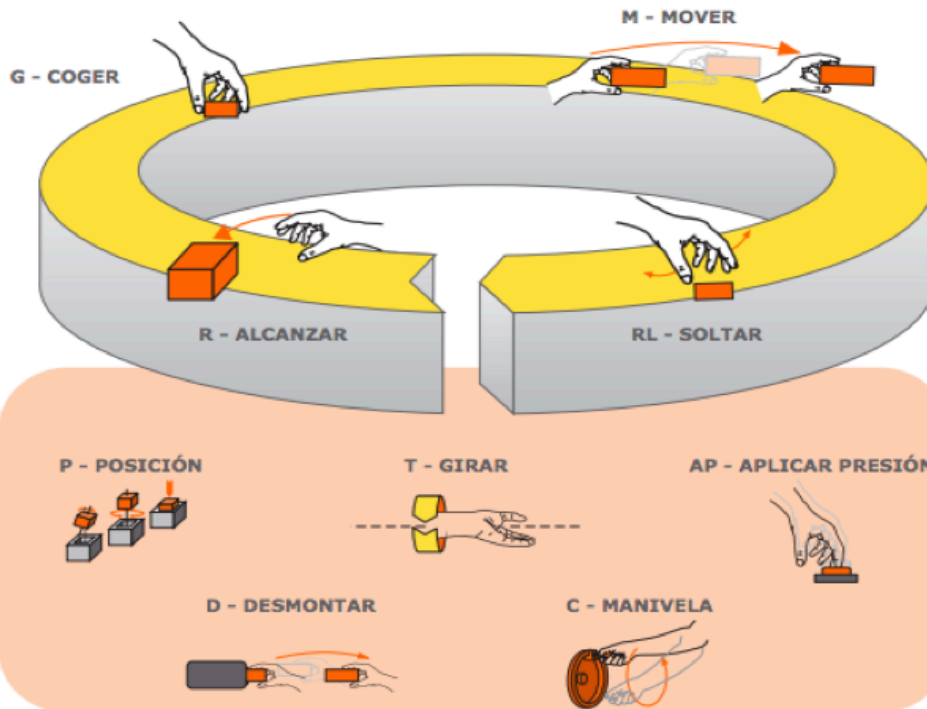
Procedimiento para utilizar el MTM

1. Determinar los movimientos básicos de la mano derecha y de la izquierda que deben utilizarse para realizar la operación a estudiar adecuadamente.
2. Determinar el valor del tiempo en TMU (unidad de medición de tiempo) que establecen las tablas de datos del MTM para cada uno de los movimientos **Tabla.5**
3. Conceder suplementos por fatiga, retrasos personales e inevitables en caso de ser necesario. Quienes defienden el sistema MTM afirman que los suplementos no son necesarios en la mayoría de los casos, porque los valores del MTM se basan en una tasa de trabajo que es posible mantener estable la vida productiva de los empleados sanos.
4. Los datos deben registrarse en TMU.

$$1 \text{ TMU} = 0,00001 \text{ hora} = 0,0006 \text{ minuto} = 0,036 \text{ segundos}$$

5. Obtener la suma del tiempo de cada actividad del proceso expresado en TMU.
6. Elaborar un resumen del tiempo por actividad para registrar el tiempo total de ensamble de bicicletas.
7. Convertir el tiempo de TMU a segundos o minutos según se requiera.

⁹ H.B. MAYNARD, Manual de Ingeniería y Organización Industrial, 4ta Edición, Edit. Mc Graw Hill, 1996



Los tiempos de las tablas corresponden a movimientos efectuados a la actividad normal MTM y están expresados en UMT.

UMT Unidad de Medida del Tiempo = TMU Time Measurement Unit

R - Alcanzar (Reach)

d (cm)	Casos			
	Tipo I			
	RdA	RdB	RdC RdD	RdE
≤ 2	2,0	2,0	2,0	2,0
4	3,4	3,4	5,1	3,2
6	4,5	4,5	6,5	4,4
8	5,5	5,5	7,5	5,5
10	6,1	6,3	8,4	6,8
12	6,4	7,4	9,1	7,3
14	6,8	8,2	9,7	7,8
16	7,1	8,8	10,3	8,2
18	7,5	9,4	10,8	8,7
20	7,8	10,0	11,4	9,2
22	8,1	10,5	11,9	9,7
24	8,5	11,1	12,5	10,2
26	8,8	11,7	13,0	10,7
28	9,2	12,2	13,6	11,2
30	9,5	12,8	14,1	11,7
35	10,4	14,2	15,5	12,9
40	11,3	15,6	16,8	14,1
45	12,1	17,0	18,2	15,3
50	13,0	18,4	19,6	16,5
55	13,9	19,8	20,9	17,8
60	14,7	21,2	22,3	19,0
65	15,6	22,6	23,6	20,2
70	16,5	24,1	25,0	21,4
75	17,3	25,5	26,4	22,6
80	18,2	26,9	27,7	23,9
Δ cm	0,18	0,28	0,26	0,26

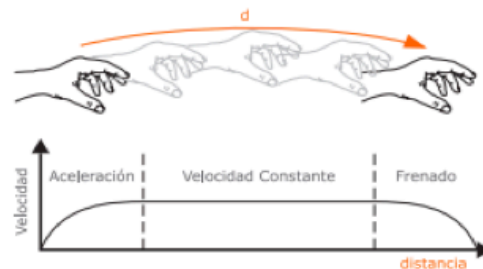
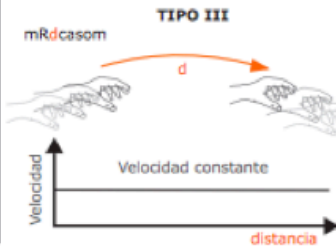
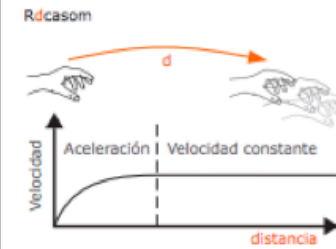
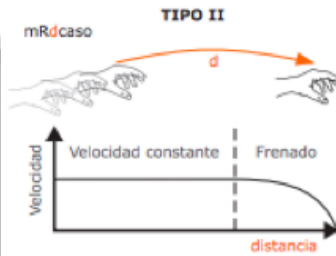


Tabla 5. Resumen de tablas del sistema MTM

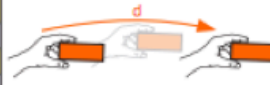
d (cm)	Casos						
	Tipo II				Tipo III		
	mRdA RdAm	mRdB RdBm	mRdC mRdD	mRdE RdEm	mRdAm	mRdBm	mRdEm
≤2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,2	1,2	1,2
4	3,0	2,4	4,1	2,2	2,6	1,4	1,2
6	3,9	3,1	5,1	3,0	3,3	1,7	1,6
8	4,6	3,7	5,7	3,7	3,7	1,9	1,9
10	4,9	4,3	6,4	4,8	3,7	2,3	2,8
12	5,2	4,8	6,5	4,7	4,0	2,2	2,1
14	5,5	5,4	6,9	5,0	4,2	2,6	2,2
16	5,8	5,9	7,4	5,3	4,5	3,0	2,4
18	6,1	6,5	7,9	5,8	4,7	3,6	2,9
20	6,5	7,1	8,5	6,3	5,2	4,2	3,4
22	6,8	7,7	9,1	6,9	5,5	4,9	4,1
24	7,1	8,2	9,6	7,3	5,7	5,3	4,4
26	7,4	8,8	10,1	7,8	6,0	5,9	4,9
28	7,7	9,4	10,8	8,4	6,2	6,6	5,6
30	8,0	9,9	11,2	8,8	6,5	7,0	5,9
35	8,8	11,4	12,7	10,1	7,2	8,6	7,3
40	9,6	12,8	14,0	11,3	7,9	10,0	8,5
45	10,4	14,2	15,4	12,5	8,7	11,4	9,7
50	11,2	15,7	16,9	13,8	9,4	13,0	11,1
55	12,0	17,1	18,2	15,1	10,1	14,4	12,4
60	12,8	18,5	19,6	16,3	10,9	15,8	13,6
65	13,5	19,9	20,9	17,5	11,4	17,2	14,8
70	14,3	21,4	22,3	18,7	12,1	18,7	16,0
75	15,1	22,8	23,7	19,9	12,9	20,1	17,2
80	15,9	24,2	25,0	21,2	13,6	21,5	18,5
Δ cm	0,16	0,28					



 Cerrando los dedos sobre el objeto	G1A	2,0		
	G1B	3,5		Sección <3*3 mm
	G1C1	7,3		Ø > 12 mm
	G1C2	8,7		6 mm < Ø ≤ 12 mm
	G1C3	10,8		Ø ≤ 6 mm
	G3	5,6		G1A + 1,6 + RL 1
	G4A	7,3		↳ > 25*25*25 mm
	G4B	9,1		↳ ≤ 25*25*25 mm > 6*6*3 mm
	G4C	12,9		↳ < 6*6*3 mm
 Por contacto	G5	0,0		
 Volver a coger	G2	5,6		Teoría RfA + MfB + (RfA)

Tabla 5. Tablas del sistema MTM

d (cm)	Casos		
	Tipo I		
	MdA	MdB	MdC
≤2	2,0	2,0	2,0
4	3,1	4,0	4,5
6	4,1	5,0	5,8
8	5,1	5,9	6,9
10	6,0	6,8	7,9
12	6,9	7,7	8,8
14	7,7	8,5	9,8
16	8,3	9,2	10,5
18	9,0	9,8	11,1
20	9,6	10,5	11,7
22	10,2	11,2	12,4
24	10,8	11,8	13,0
26	11,5	12,3	13,7
28	12,1	12,8	14,4
30	12,7	13,3	15,1
35	14,3	14,5	16,8
40	15,8	15,6	18,5
45	17,4	16,8	20,1
50	19,0	18,0	21,8
55	20,5	19,2	23,5
60	22,1	20,4	25,2
65	23,6	21,6	26,9
70	25,2	22,8	28,6
75	26,7	24,0	30,3
80	28,3	25,2	32,0
Δ cm	0,3	0,2	0,3



A Mover el objeto a la otra mano o contra un tope.



B Mover el objeto a una posición aproximada o indefinida



C Mover el objeto a una posición exacta



Mover con esfuerzo: Md caso PNE		
PNE hasta	Fd	Ce (SCPNE)
1	1,00	0,0
2	1,04	1,6
4	1,07	2,8
6	1,12	4,3
8	1,17	5,8
10	1,22	7,3
12	1,27	8,8
14	1,32	10,4
16	1,36	11,9
18	1,41	13,4
20	1,46	14,9
22	1,51	16,4

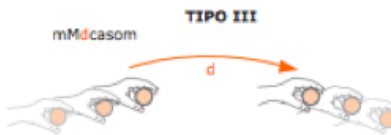
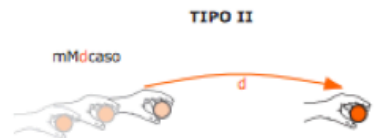
Md caso PNE = Md caso * Fd + Ce

Manos	PNE
1	P*Fc
2	P/2*Fc

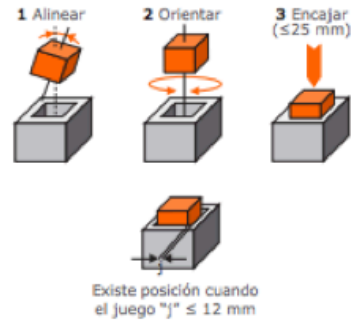
Movimiento	Fc	
Espacial	1	
Deslizante	Madera	0,4
	Metal sobre metal	0,3

- PNE: Resistencia encontrada por una mano al movimiento
- Fd: Factor dinámico
- Ce: Constante estática
- P: Peso del objeto movido
- Fc: Coeficiente de fricción

d (cm)	Casos				
	Tipo II			Tipo III	
	mMdA MdAm	mMdB MdBm	mMdC	mMdAm	mMdBm
≤2	1,7	1,7	1,7	1,4	1,4
4	1,9	2,8	3,3	0,7	1,6
6	2,2	3,1	3,9	0,3	1,2
8	2,9	3,7	4,7	0,7	1,5
10	3,5	4,3	5,4	1,0	1,8
12	4,1	4,9	6,0	1,3	2,1
14	4,6	5,4	6,7	1,5	2,3
16	5,1	6,0	7,3	1,9	2,8
18	5,7	6,5	7,8	2,4	3,2
20	6,2	7,1	8,3	2,8	3,7
22	6,6	7,6	8,8	3,0	4,0
24	7,2	8,2	9,4	3,6	4,6
26	7,9	8,7	10,1	4,3	5,1
28	8,6	9,3	10,9	5,1	5,8
30	9,2	9,8	11,6	5,7	6,3
35	11,0	11,2	13,5	7,7	7,9
40	12,8	12,6	15,5	9,8	9,6
45	14,6	14,0	17,3	11,8	11,2
50	16,4	15,4	19,2	13,8	12,8
55	18,1	16,8	21,1	15,7	14,4
60	19,9	18,2	23,0	17,7	16,0
65	21,5	19,5	24,8	19,4	17,4
70	23,3	20,9	26,7	21,4	19,0
75	25,0	22,3	28,6	23,3	20,6
80	26,8	23,7	30,5	25,3	22,2
Δ cm		0,28			



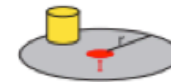
POSICIÓN CON INTRODUCCIÓN	E	D
P1S_	5,6	11,2
P1SS_	9,1	14,7
P1NS_	10,4	16,0
P2S_	16,2	21,8
P2SS_	19,7	25,3
P2NS_	21,0	26,6
P3S_	43,0	48,6
P3SS_	46,5	52,1
P3NS_	47,8	53,4



S = Infinitas posiciones de entrada (>8) SS = Número limitado de posiciones (2 a 8) NS = 1 Única posición de entrada
E = Manejo fácil D = Manejo difícil

POSICIÓN SIN INTRODUCCIÓN		
TOLERANCIA=T	MOVER	POSICIÓN
T > 12 mm	MdB	--
6 mm < T ≤ 12 mm	MdC	--
1,5 mm < T ≤ 6 mm	MdC	P1
0,4 mm < T ≤ 1,5 mm	MdC	P2
T ≤ 0,4 mm	MdC	P3

Posicionar respecto al punto I:
Tolerancia: 2r



Posicionar respecto a la línea I
(a los dos lados de la línea)
Tolerancia = 2L



Posicionar respecto a la superficie interior.
Tolerancia = Ø



Posicionar respecto a la línea I
(a un lado de la línea)
Tolerancia = L

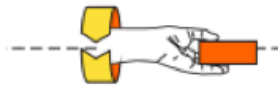
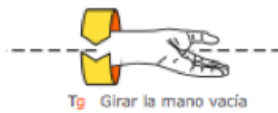


	Soltar separando los dedos como movimiento independiente	RL1	2,0
	Soltar el contacto	RL2	0,0



Tablas. 5 Tablas del sistema MTM

g (grados)	Tg / TgS	TgM	TgL
30	2,8	4,4	8,4
45	3,5	5,5	10,5
60	4,1	6,5	12,3
75	4,8	7,5	14,4
90	5,4	8,5	16,2
105	6,1	9,6	18,3
120	6,8	10,6	20,4
135	7,4	11,6	22,2
150	8,1	12,7	24,3
165	8,7	13,7	26,1
180	9,4	14,8	28,2



TgS Girar la mano cargada (PNE ≤ 1 kg)
 TgM Girar la mano cargada (1 < PNE ≤ 5 kg)
 TgL Girar la mano cargada (5 < PNE ≤ 16 kg)

APA	10,6	AF + DM + RLF
APB	16,2	G2 + APA

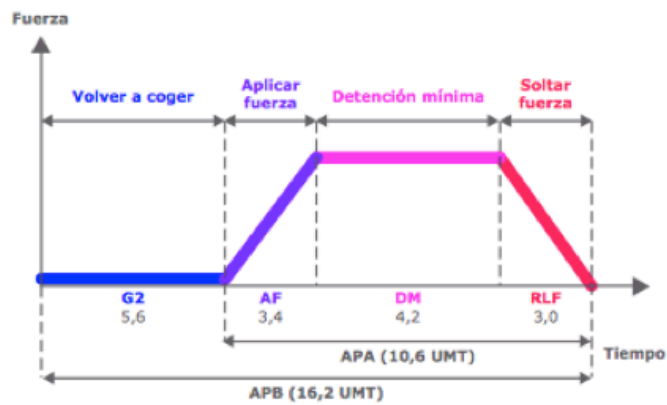
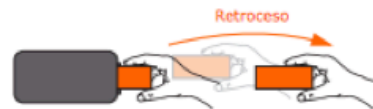


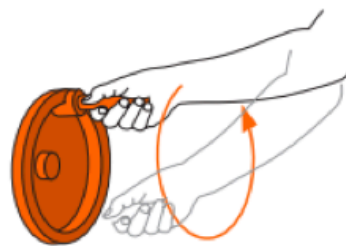
Tabla 5. Tablas del sistema MTM

Desmontar	E	D	Esfuerzo	Retroceso (cm)	Cuidado en el manejo	Δ por trabazón
D1_	4,0	5,7	Muy pequeño	d ≤ 2	D2_	-
D2_	7,5	11,8	Normal	2 < d ≤ 12	D3_	+G2
D3_	22,9	34,7	Considerable	12 < d ≤ 30	Cambiar el método	+APB



Ø (cm)	T por vuelta (UMT)
6	10,0
8	10,7
10	11,4
12	11,9
14	12,4
16	12,9
18	13,2
20	13,6
22	13,9
24	14,2
26	14,5
28	14,7
30	14,9
35	15,4
40	15,9
45	16,3

Tipo de vueltas	Código	Tiempo
Continuas	nCØ-PNE	$[(n \times T) + 5.2] \times Fd + Ce$
Independientes	n-1CØ-PNE	$[(T + 5.2) \times Fd + Ce] \times n$



- n** Número de vueltas
- C** Símbolo del movimiento de la manivela
- Ø** Diámetro de la manivela
- PNE** Resistencia al movimiento

- T** Tiempo por vuelta (UMT)
- 5,2** Tiempo constante para arrancar y parar
- Fd** Factor dinámico
- Ce** Constante estática

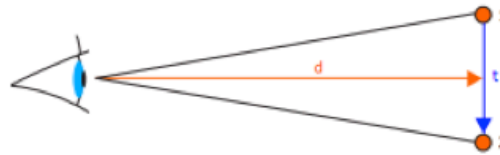
Tabla 5. Tablas del sistema MTM

E - Movimientos oculares (Eye movements)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10⁻⁴ horas

mtm ingenieros

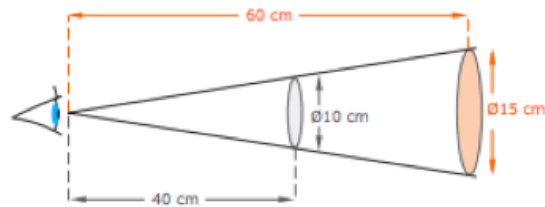
Recorrido ocular	Movimiento de los ojos para desviar la mirada de un punto a otro	ET t/d	15,2* t/d	Máximo 20 UMT
-------------------------	--	---------------	-----------	---------------



Enfoque ocular	Mirar un objeto para reconocer una característica de fácil distinción	EF	7,3	Dentro del área de visión normal
-----------------------	---	-----------	-----	----------------------------------

Área de visión normal

Área que puede ser abarcada sin desviar la vista



Leer

Comprender textos, palabras aisladas, letras, cifras y signos mediante la adaptación de los ojos y recorridos oculares

5,05 * n

Tiempo de leer n palabras de forma continua en un texto normal

EF

Tiempo de leer 1 palabra suelta, 3 cifras, 3 dígitos o 1 signo

BM - Movimientos del cuerpo, pierna y pie (Body movement)

1 hora = 100.000 UMT
1 UMT = 10⁻⁴ horas

mtm ingenieros



MOVIMIENTOS DE PIERNA Y PIE		SÍMBOLO	UMT	DESCRIPCIÓN
		FM	8,5	Mov. del pie: Giro alrededor del tobillo en el plano vertical
		FMP	19,1	Movimiento del pie con presión
		LMd	7,1 $7,1 + (d - 15) * 0,5$	Mov. de la pierna o del muslo en cualquier direcc. ($d \leq 15$ cm) Mov. de la pierna o del muslo en cualquier direcc. ($d > 15$ cm)
MOVIMIENTOS HORIZONTALES		SÍMBOLO	UMT	DESCRIPCIÓN
PASO LATERAL		SSdC1	$17,0 + (d - 30) * 0,2$	El movimiento termina cuando la pierna de salida hace contacto con el suelo ($d \geq 30$ cm)
		SSdC2	$34,1 + (d - 30) * 0,4$	La pierna retrasada ha de hacer contacto con el suelo antes del siguiente movimiento ($d \geq 30$ cm)
GIRAR EL CUERPO		TBC1	18,6	El mov. determina cuando la pierna de salida hace contacto con el suelo
		TBC2	37,2	La pierna retrasada ha de hacer contacto con el suelo antes de que se pueda realizar el siguiente movimiento
ANDAR		W m M	17,4	Sin obstrucciones, m metros
		W p P	15,0	Sin obstrucciones p pasos
		W p PO	17,0	Con obstrucciones p pasos
		W p PL	17,0	Con carga p pasos
MOVIMIENTOS VERTICALES		SÍMBOLO	UMT	DESCRIPCIÓN
		SIT	34,7	Sentarse
		STD	43,4	Levantarse de la posición de sentado
		B, S, KOK	29,0	Doblarse, Agacharse o Arrodillarse en una rodilla.
		AB, AS, AKOK	31,9	Levantarse de la posición de Doblado, Agachado o Arrodillado en una rodilla
		KBK	69,4	Arrodillarse en ambas rodillas
		AKBK	76,7	Levantarse de ambas rodillas

CAPITULO IV

ANALISIS Y PROPUESTAS EN LAS ACTIVIDADES

Análisis del proceso en las líneas de ensamble mediante el sistema MTM

A continuación se muestra el análisis del proceso en las líneas de ensamble empleando el sistema MTM para el análisis:

		ANÁLISIS MTM				
MTM Association for Standard and Reasearch		TITULO DEL ELEMENTO:		PROCESO EN LAS LINEAS DE ENSAMBLE		
		INICIA:		TOMAR EL CUADRO PARA SU INSPECCION Y DE SUBENSAMBLES		
		INCLUYE:		INSPECCION DE CUADROS, MONTAR EL CUADRO A LA BANDA TRANSPORTADORA, COLOCACION DE CHICOTES Y CAMBIOS, COLOCACION DE CADENA Y LLANTA TRASERA, AJUSTE DE CHICOTES DE CAMBIOS, AJUSTE DE CADENA, AJUSTE DE CHICOTES DE FRENOS, ENSAMBLE DE ASIEN TO, COLOCACION DE ETIQUETAS.		
		TERMINA:		TRANSPORTE DE LA BICICLETA ENSAMBLADA AL AREA DE EMPAQUE FINAL		
Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha		
1.- Inspección de cuadros						
		24.4	RB28	Alcanzar el cuadro		
		2	G1A	Agarra el cuadro		
		40.3	MB30	Mover el cuadro de la bicicleta		
Alcanza el cuadro	RB28	24.4				
Agarra el cuadro	G1A	2				
		28.2	TBC3	Gira el cuerpo 180º		
		75	W-5	Caminar hacia la línea de ensamble		
		26.6	P2S	Pasar la mano sobre todo el cuadro		
Voltear el cuadro con la mano	MC20	40.3				
Passar la mano sobre todo el cuadro	P2S	26.6				
Inspección visual	ET	20				
Colocar el cuadro	G2	23.6				
	TOTAL	333.4				

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha	
2.- Montaje del cuadro a la banda transportadora					
		2	G1A	Agarrar el cuadro	
		28.3	MA80	Mover cuadro	
Agarrar cuadro	G1A	2			
Mover cuadro	MB80	25.2			
		43	P3SE	Coloca en posición el cuadro	
		10.6	APA	Aplicar presión al cuadro en la banda	
	TOTAL	111.1			

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha
3.- Colocación de chicotes y cambio trasero al cuadro				
		2	G1A	Agarrar el cuadro
		14.8	TgM180	Girar el cuadro
Tomar desarmador neumático	G1A	2		
Mover desarmador neumático	MC70	28.6		
Colocar el dado en la tuerca	P3NSD	53.4		
Se aplica presión a la pistola neumática	APB	16.2		
Se saca el dado de la pistola neumática	D3D	34.7		
		2	G1A	Sostiene el cuadro
		16.2	APB	Se aplica presión al cuadro para apretar
		2	RL1	Se suelta el cuadro
Se coloca la pistola neumática en su lugar	MC70	28.6		
Soltar pistola neumática	RL1	2		
		2	G1A	Tomar chicote
		32	MC80	Mover chicote
		53.4	P3NSD	Colocar chicote
Jalar chicote	D3D	34.7		
		2	G1A	Tomar chicote
		32	MC80	Mover chicote
		53.4	P3NSD	Colocar chicote
Jalar chicote	D3D	34.7		
		2	G1A	Tomar chicote
		32	MC80	Mover chicote
		53.4	P3NSD	Colocar chicote
Jalar chicote	D3D	34.7		
Agarrar cuadro	G1A	2		
Girar el cuadro	T180L	28.2		
Tomar desviador	G1A	2		
Mover desviador	MC80	32		
Montar desviador a cuadro y presionar	APB	16.2		
		2	G1A	Tomar tornillos
		32	MC80	Mover tornillos
		53.4	P3NSD	Colocar tornillos al desviador
		2	G1A	Tomar desarmador neumático
		32	MC80	Mover desarmador neumático
		28.2	T180L	Girar desarmador para ponerlo en posición
		16.2	APB	Presionar desarmador y tornillo
		34.7	D3D	Desmontar desarmador neumático
		32	MC80	Regresar a su lugar el desarmador
Tomar uno de los 3 chicotes y colocarlo al desviador	G1A	2		
Colocar el chicote al desviador	MC80	32		
		2	G1A	Tomar llave de cruz
		32	MC80	Mover llave de cruz
		28.2	T180L	Girar llave de cruz para ponerlo en posición
		16.2	APB	Presionar llave de cruz y tornillo
		11.8	D2D	Desmontar llave de cruz
		21.6	MC65	Regresar llave de cruz a su lugar
	TOTAL	1027.5		

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha
4.- Colocación de cadena y llanta delantera				
Tomar cadena	G1A	2		
Mover cadena	MC80	32		
Acomodar cadena en cuadro para unir	P3NSD	53.4		
		26.9	RB80	Alcanzar pinzas para apretar unión de cadena
		2	G1A	Tomar pinzas de apriete
		32	MC80	Mover pinzas
		16.2	APB	Ejercer presión a las pinzas para colocar la unión
		34.7	D3D	Desmontar pinzas
		32	MC80	Regresar a su lugar las pinzas
Alcanzar llanta	RB80	26.9		
Tomar llanta	G1A	2		
Mover llanta	MC80	32		
Poner en posición la llanta para ensamblar en cuadro	P3NSD	53.4		
Ensamble de llanta delantera	APB	16.2		
		26.9	RB80	Alcanzar pistola neumática
		2	G1A	Tomar pistola neumática
		32	MC80	Mover pistola neumática
		53.4	P3NSD	Poner en posición la pistola neumática para apretar
		16.2	APB	Ejercer presión entre la pistola neumática y la llanta
		34.7	D3D	Desmontar pistola neumática
		28.3	MA80	Regresar a su lugar la pistola neumática
	TOTAL	555.2		

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha
5.- Ajuste de chicotes de cambio de velocidades				
Alcanzar chicote de cambio de velocidades	RB80	26.9		
Tomar chicote de cambio de velocidades	G1A	2		
Mover chicote al cambio	MC80	32		
		26.9	RB80	Alcanzar cambio de velocidades trasero
		2	G1A	Tomar cambio de velocidades trasero
Poner en posición el chicote en un tornillo	P3NSD	53.4		
Presionar chicote con tornillo	APB	16.2		
		2	G1A	Tomar chicote, y cambio de velocidades
		16.6	APB	Presionar chicote y cambio trasero
Soltar chicote de cambio de velocidades	RL1	2		
Alcanzar desarmador	RB80	26.9		
Tomar desarmador	G1A	2		
Mover desarmador	MC80	32		
Poner en posición desarmador para apretar tornillo	P3NSD	53.4		
Ejercer presión sobre el desarmador y el tornillo	APB	16.2		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Desmontar desarmador	D3D	34.7		
Regresar desarmador a su lugar	MC80	32		
		26.9	RB80	Alcanzar control de cambio en el manubrio
		2	G1A	Tomar control de cambio trasero
		9.4	TS180	Girar control de cambio trasero
		9.4	TS180	Girar control de cambio trasero
		9.4	TS180	Girar control de cambio trasero
		9.4	TS180	Girar control de cambio trasero
Alcanzar desarmador (Ajuste)	RB80	26.9		
Tomar desarmador (Ajuste)	G1A	2		
Mover desarmador (Ajuste)	MC80	32		
Poner en posición desarmador para apretar tornillo	P3NSD	53.4		
Ejercer presión sobre el desarmador y el tornillo	APB	16.2		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Desmontar desarmador	D1D	5.7		
		26.9	RB80	Alcanzar control de cambio en el manubrio(Ajuste)
		2	G1A	Tomar control de cambio trasero (Ajuste)
		9.4	TS180	Girar control de cambio trasero (Ajuste)
		9.4	TS180	Girar control de cambio trasero (Ajuste)
		9.4	TS180	Girar control de cambio trasero (Ajuste)
TOTAL		721.6		

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha
6.- Colocación de llanta trasera con multiplicación y ajuste de cadena				
Alcanzar llanta trasera con cambios	RB80	26.9		
Tomar llanta	G1A	2		
Mover llanta	MC80	32		
Poner en posición la llanta para ensamblar en cuadro	P3NSD	53.4		
Ensamble de llanta trasera	APB	16.2		
		26.9	RB80	Alcanzar pistola neumática
		2	G1A	Tomar pistola neumática
		32	MC80	Mover pistola neumática
		53.4	P3NSD	Poner en posición la pistola neumática para apretar
		16.2	APB	Ejercer presión entre la pistola neumática y la llanta
		34.7	D3D	Desmontar pistola neumática
		28.3	MA80	Regresar a su lugar la pistola neumática
		14.2	RB35	Alcanzar cadena
		2	G1A	Tomar cadena
		14.5	MC35	Mover cadena
		43	P3SE	Colocar cadena en cambio trasero y multiplicación
		2	G1A	Tomar pedal
		9.4	TS180	Girar pedal para verificación
		9.4	TS180	Girar pedal para verificación
TOTAL		418.5		

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha
7.- Ajuste de chicotes de frenos y ensamble de pedales				
Alcanzar chicote de freno trasero	RB80	26.9		
Tomar chicote de freno trasero	G1A	2		
		26.9	RB80	Alcanzar freno trasero
		2	G1A	Tomar freno trasero
Poner en posición el chicote en un tornillo	P2NSD	26.6		
Presionar chicote con tornillo	APB	16.4		
		2	G1A	Tomar chicote y freno trasero
		16.6	APB	Presionar chicote y freno trasero
Soltar chicote de freno trasero	RL1	2		
Alcanzar desarmador	RB45	17		
Tomar desarmador	G1A	2		
Mover desarmador	MC45	26.6		
Poner en posición desarmador para apretar tornillo	P1NSD	16		
Ejercer presión sobre el desarmador y el tornillo	APB	16.6		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Desmontar desarmador	D2D	11.8		
Regresar desarmador a su lugar	MC80	32		
Alcanzar chicote de freno delantero	RB45	17		
Tomar chicote de freno delantero	G1A	2		
		17	RB45	Alcanzar freno delantero
		2	G1A	Tomar freno delantero
Poner en posición el chicote en un tornillo	P2NSD	26.6		
Presionar chicote con tornillo	APB	16.6		
		2	G1A	Tomar chicote y freno delantero
		16.6	APB	Presionar chicote y freno delantero
Soltar chicote de freno delantero	RL1	2		
Alcanzar desarmador	RB45	17		
Tomar desarmador	G1A	2		
Mover desarmador	MC45	26.6		
Poner en posición desarmador para apretar tornillo	P1NSD	16		
Ejercer presión sobre el desarmador y el tornillo	APB	16.6		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Girar desarmador para apretar tornillo	TS180	9.4		
Desmontar desarmador	D2D	11.8		
Regresar desarmador a su lugar	MC45	26.6		
		17	RB45	Alcanzar pedales
		2	G1A	Tomar pedales
		26.6	MC45	Mover pedales
		26.6	P2NSD	Poner en posición los pedales para ser ensamblados
Alcanzar llave hexagonal	RB45	17		
Tomar llave hexagonal	G1A	2		
Mover llave hexagonal	MC45	20.1		
Poner en posición llave hexagonal	P2NSD	26.6		
Girar llave para apretar pedal	TS180	9.4		
Girar llave para apretar pedal	TS180	9.4		
Desmontar llave	D2D	11.8		
Regresar llevar a su lugar	MC45	26.6		
	TOTAL	694.5		

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha
8.- Ensamble del asiento				
		12	RB45	Alcanzar el cuadro de la bicicleta
		2	G1A	Sujetar el cuadro
		11.8	D2D	Desmontar cuadro de la línea de ensamble
		17.5	MC40	Bajar la bicicleta tomada del cuadro
Alcanzar manubrio	RB20	7.8		
Sujetar manubrio	G1A	2		
		7.8	RA20	Alcanzar asiento
		2	G1A	Tomar asiento
		11.7	MC20	Mover asiento
		43	P3SD	Meter asiento al poste del cuadro
Alcanzar pistola neumática	RB20	7.8		
Sujetar pistola neumática	G1A	2		
Mover pistola neumática	MC30	13.1		
Meter dado de la pistola neumática a tornillo de asiento	P3NSD	43		
Desmontar pistola neumática	D1E	4		
Regresar a su lugar pistola neumática	MC20	7.8		
	TOTAL	195.3		

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha
9.- Inspección de bicicleta ensamblada				
		18.4	RB50	Alcanzar bicicleta ensamblada
		2	G1A	Tomar manubrio
Alcanzar asiento	RB50	18.4		
Tomar asiento	G1A	2		
Enfocar vista para inspección de componentes	ET t/d	20		
		6.3	RB10	Alcanzar freno derecho
		2	G1A	Tomar freno
		16.2	APB	Apretar freno
Alcanzar freno izquierdo	RB50	18.4		
Tomar freno	G1A	2		
Apretar freno	APB	16.2		
		20	ET t/d	Enfocar vista para inspección de componentes
Alcanzar pedal derecho	RB45	17		
Tomar pedal derecho	G1A	2		
Girar pedal (x 4)	n-1CQ-PNE	75.83		$[(n \times T) + 5.2] \times Fd + Ce$
Enfocar vista para inspección de giro de multiplicación	ET t/d	20		
		3.4	RB4	Alcanzar cambio
		2	G1A	Tomar cambio
		16.2	APB	Apretar palanca de cambios
	TOTAL	278.33		

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha
10.- Colocación de etiquetas y manuales				
		18.4	RB50	Alcanzar manual de usuario
		2	G1A	Tomar manual de usuario
		18	MB50	Trasladar manual de usuario
Sujetar hilos del manual de usuario	G1A	2		
Hacer nudo al hilo del manual de usuario	TS180	9.4		
Hacer nudo al hilo del manual de usuario	TS180	9.4		
		2	G1A	Sujetar hilos del manual de usuario
		9.4	TS180	Hacer nudo al hilo del manual de usuario
		9.4	TS180	Hacer nudo al hilo del manual de usuario
Alcanzar etiquetas de procedencia	RB70	24.1		
Tomar etiquetas de procedencia	G1A	2		
Trasladar etiquetas de procedencia	MC70	28.6		
		2	G1A	Tomar etiqueta de procedencia
		18.5	MC40	Trasladar etiqueta de procedencia
		47.8	P3NSE	Pegar etiqueta de procedencia en pedal derecho
Regresar etiquetas a su lugar	MC45	20.1		
	TOTAL	223.1		

Descripción mano izquierda	Símbolo	MTU	Símbolo	Descripción mano derecha
11.- Transporte al área de empaque				
		18.4	RB50	Alcanzar manubrio de bicicleta
		2	G1A	Sujetar manubrio
Alcanzar manubrio de bicicleta	RB50	18.4		
Sujetar manubrio	G1A	2		
Trasladar bicicleta al área de empaque a pie	W2PL	34		
		2	G1A	Sujetar manubrio
		34	W2PL	Trasladar bicicleta al área de empaque a pie
	TOTAL	110.8		

Tiempo estándar de la empresa “Ensambladora de Bicicletas Benotto S.A. de C.V.” Fig.16

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCESO		TMU	TIEMPO	
			Minutos (min.)	Segundos (seg.)
1	Inspección de cuadros y subensamblables para la línea.	333.4	0.20	12.00
2	Montaje de cuadro a la línea transportadora.	111.1	0.07	4.00
3	Colocación de chicotes y cambio trasero al cuadro.	1027.5	0.62	36.99
4	Colocación de cadena y llanta delantera.	555.2	0.33	19.99
5	Ajuste de chicotes de cambio de velocidades.	721.6	0.43	25.98
6	Colocación de llanta trasera con multiplicación y ajuste de cadena.	418.5	0.25	15.07
7	Ajuste de chicotes de frenos y ensamble de pedales	694.5	0.42	25.00
8	Ensamble de asiento	195.3	0.12	7.03
9	Inspección de bicicleta ensamblada	278.33	0.17	10.02
10	Colocación de etiquetas y manuales	223.1	0.13	8.03
11	Transporte al área de empaque	110.8	0.07	3.99
TOTAL		4669.33	2.80	168.10

Información: 1 MTU = 0.0006 min = 0.036 seg.

Figura 16. Resumen de elementos aplicando el sistema MTM

Empleando el sistema de tiempos predeterminados se determino un tiempo estándar, el cual es menor que el tiempo actual que se emplea en la línea de ensamble para obtener un producto terminado, a continuación se muestra el nuevo Diagrama de Flujo de Proceso.

Ubicación :		Resumen			
Actividad:	Linea de ensamble	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha:	01-ene-15	Operación	8	8	0
Operador:	Analista: J.M.V.P.	Transporte	1	1	0
Marcar el metodo y tipo apropiados		Demora	0	0	0
Metodo: Actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input checked="" type="checkbox"/>		Inspeccion	0	2	2
Tipo: Obrero <input type="checkbox"/> Material <input checked="" type="checkbox"/> Maquina <input type="checkbox"/>		Almacenaje	0	0	0
		Tiempo (min)	17.32	2.80	14.520
		Distancia (cm)	2600	1300	1300
		Costo	0	0	0
Comentarios:					

Descripcion de la Actividad	Simbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Metodo recomendado
	○	➡	D	□	▽			
Inspeccion de cuadros y subensamblables para la linea						0.20	0	Tiempos predeterminados
Se monta el cuadro a la banda transportadora						0.07	100	Tiempos predeterminados
Colocación de chicotes y cambio trasero al cuadro						0.62	100	Tiempos predeterminados
Colocación de cadena y llanta delantera						0.33	100	Tiempos predeterminados
Ajuste de chicotes de cambio de velocidades						0.43	100	Tiempos predeterminados
Colocación de llanta trasera con multiplicación y ajuste de cadena						0.25	100	Tiempos predeterminados
Ajuste de chicotes de frenos y ensamble de pedales						0.42	100	Tiempos predeterminados
Ensamble del asiento						0.12	100	Tiempos predeterminados
Inspeccion de bicicleta ensamblada						0.17	0	Tiempos predeterminados
Colocación de etiquetas y manuales						0.13	100	Tiempos predeterminados
Transporte al área de empaque						0.07	500	Tiempos predeterminados

Propuesta de redistribución del proceso

De acuerdo a los resultados obtenidos en los diagramas de proceso y el estudio de tiempos , la empresa tiene muchos tiempos muertos, por tal motivo su producción no es la optima, lo que nos da como resultado que es necesario elaborar una redistribución de las estaciones de trabajo, balancear las líneas y con ello optimizar el proceso de ensamble para poder llegar a la producción optima establecida.

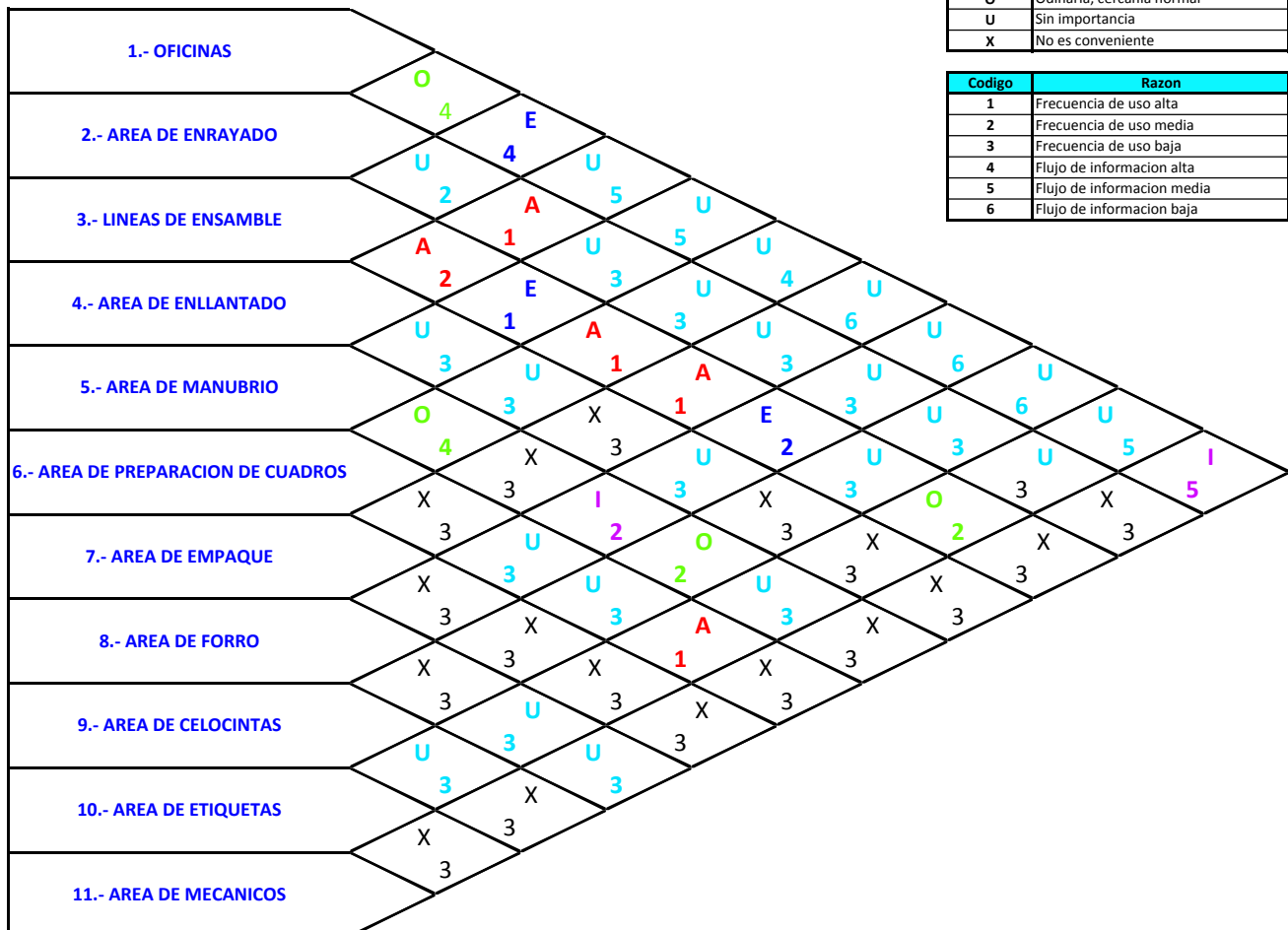
Método SLP (Systematic Layout Planing)

El método SLP (Systematic Layout Planing) se utilizo para realizar el nuevo diseño de la planta de una manera estratégica, reduciendo los cruces que había en el flujo de los materiales y del proceso de ensamble, y con ello poder mejorar el ensamble de bicicletas en las líneas, de manera que exista seguridad y bienestar en los trabajadores, elevando la producción y sobre todo que el diseño sea flexible a nuevos proyectos en un futuro.

Para realizar el Layout de la empresa, primero se elaboró el diagrama de relación entre las diferentes áreas de la planta.

Codigo	Relacion
A	Absolutamente necesario
E	Muy importante
I	Importante
O	Odinaria, cercania normal
U	Sin importancia
X	No es conveniente

Codigo	Razon
1	Frecuencia de uso alta
2	Frecuencia de uso media
3	Frecuencia de uso baja
4	Flujo de informacion alta
5	Flujo de informacion media
6	Flujo de informacion baja



Con la información obtenida en el diagrama de relación de actividades, el siguiente paso es elaborar el diagrama de hilos, el cual sirve la distribución que tendrá la planta completa y con ello obtener un diseño más preciso, mejorando los flujos de materiales y una mejor ubicación de las áreas para reducir las distancias. **Fig.14**

▪ **Diagrama de hilos**

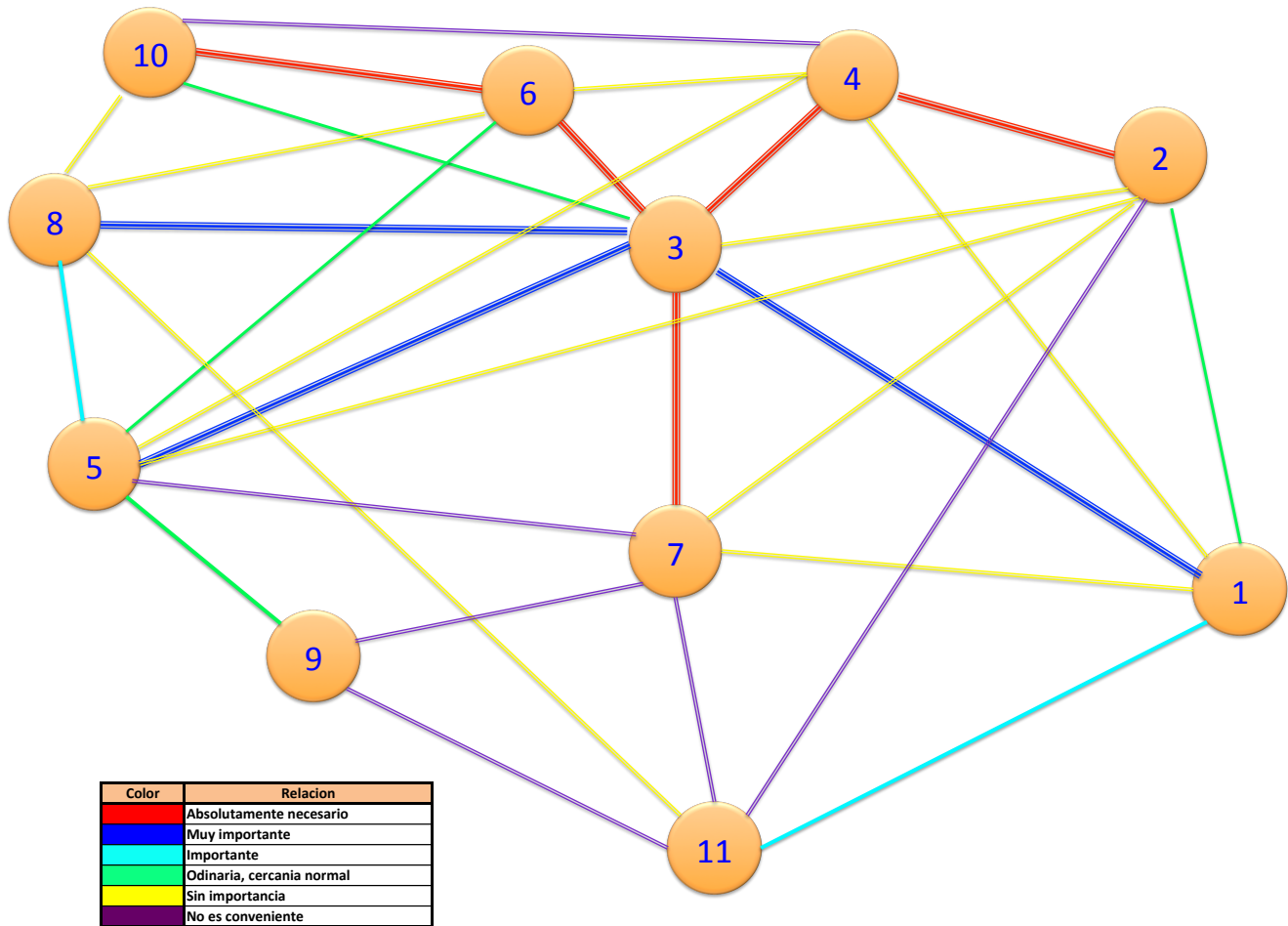
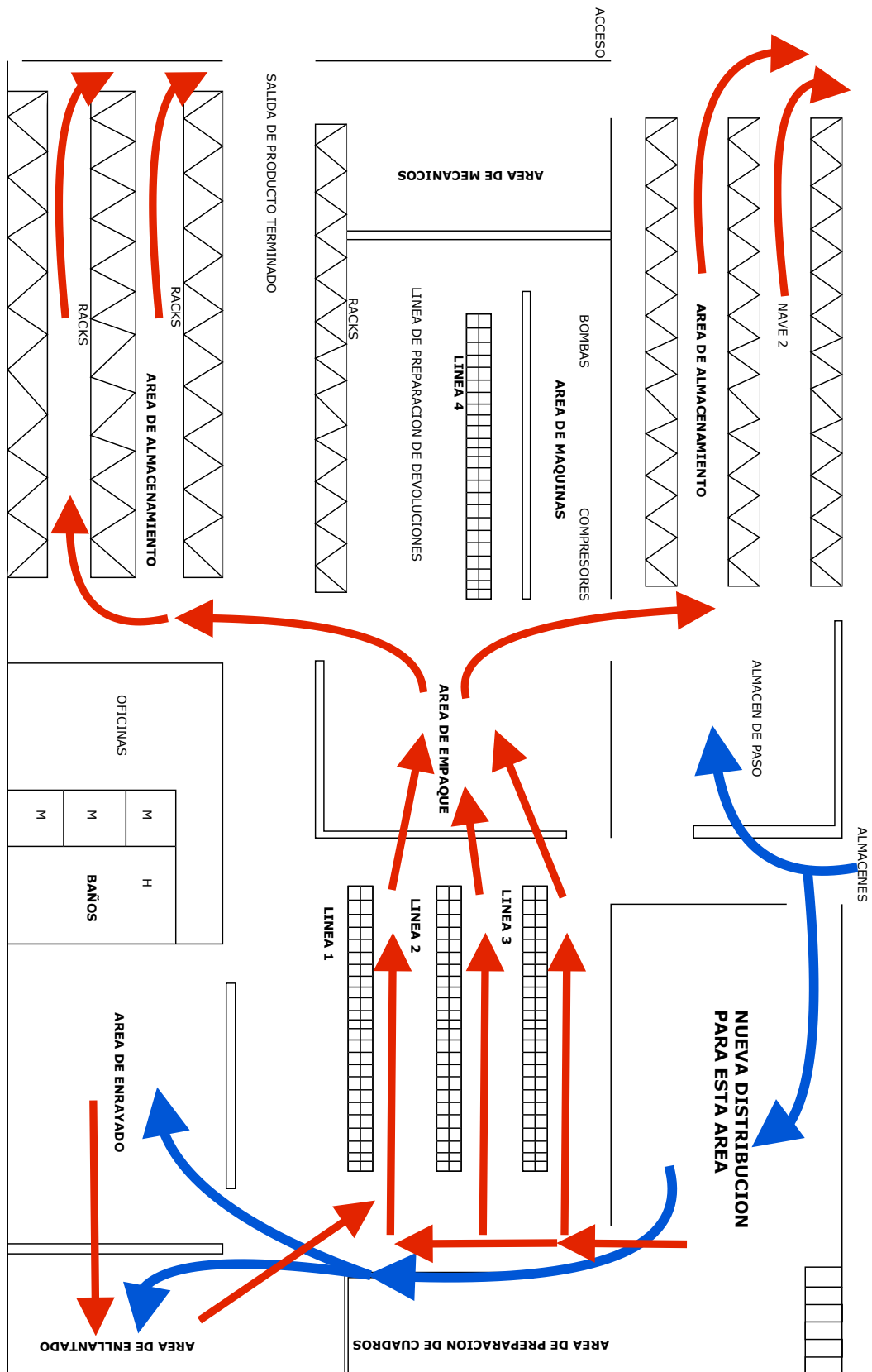


Fig.14 Diagrama de hilos

Una vez, terminado el diagrama de hilos, continuamos con la elaboración del nuevo Layout de la planta, en el cual se muestran todas las áreas. En el Layout que se muestra en la **Fig.15** se puede observar el nuevo diseño de todas las instalaciones de la planta, las cuales tiene flexibilidad en cuanto flujo y aumento en la producción, ya que cada área se encuentra delimitada y tiene un espacio propio para llevar a cabo cada una de las actividades, mejorando el acceso a ellas y evitando los cruces de materiales.

- Plano de la nave 1 "Área de ensamble" rediseñado.



- Rediseño del área de pre-ensambles

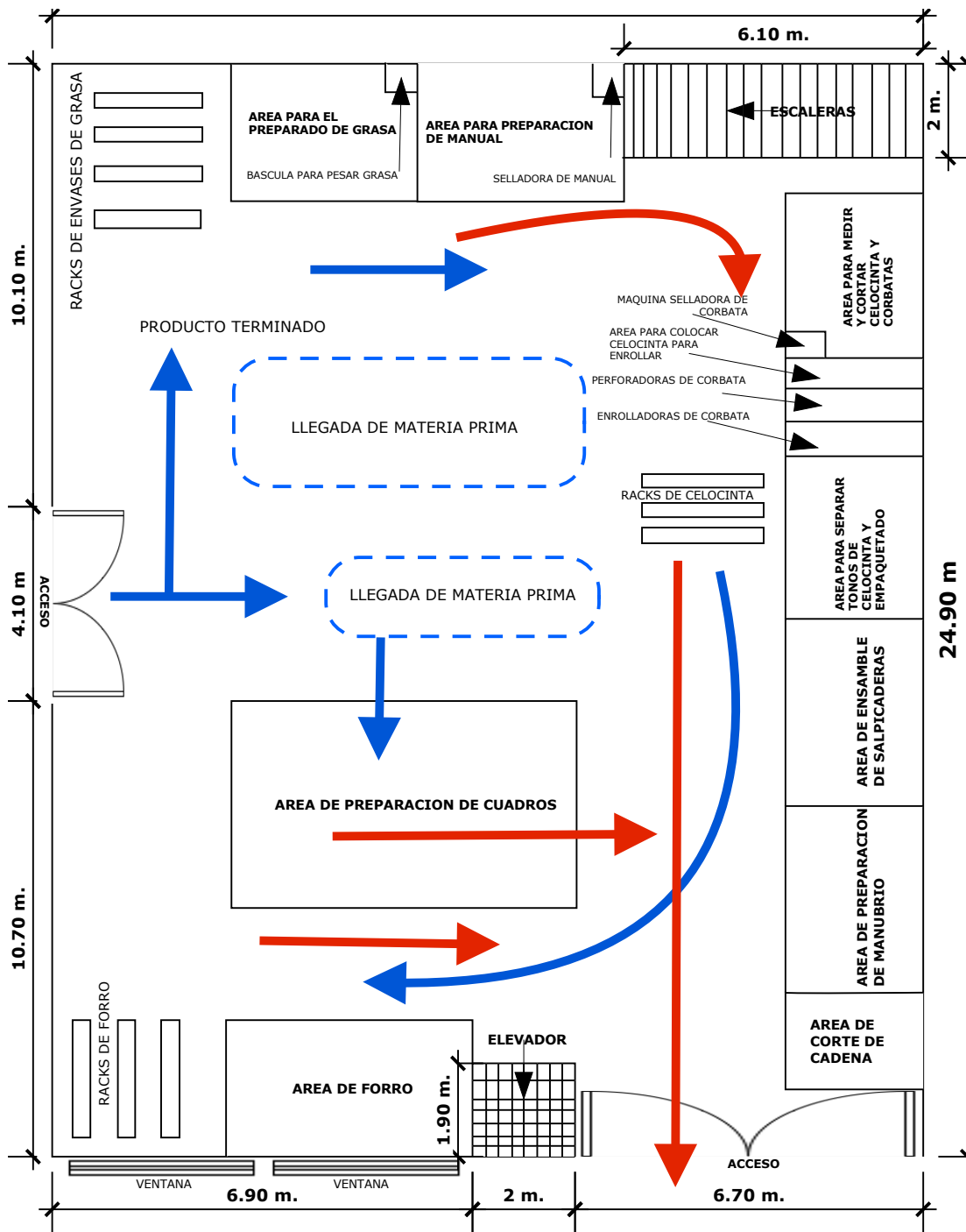


Fig.15 Nuevo Layout de la planta Benotto "Área de pre-ensambles"

Para poder sustentar que mediante el nuevo diseño de las instalaciones de la planta se aumentará el volumen de producción así como se reducirá el tiempo de ensamble de bicicletas y la disminución de tiempos muertos, fue necesario utilizar el método de tiempos predeterminados el cual nos sirvió para predecir el tiempo estándar y confirmar lo que se planteó inicialmente y verificar que efectivamente el proceso de ensamble de bicicletas será mejorado, alcanzando el nivel óptimo establecido.

Propuesta de los nuevos procesos de ensamble

A continuación se muestran los nuevos procesos propuestos mediante diagramas de flujo de proceso, reduciendo los tiempos muertos, mejorando el flujo de materiales mediante la nueva propuesta de distribución de planta y bajando los tiempos en cada proceso de ensamble anteriormente descritos.

Cada diagrama de flujo de proceso va acompañado del un diagrama adicional de proceso donde se describe la secuencia en la que se lleva a cabo cada operación.

- Proceso de Preparación de Mazas y Enrayado (Propuesto)

Ubicación :		Oriente 233, Col. Agrícola Oriental, Mexico D.F.	Resumen				
Actividad:	Preparacion de mazas y enrayado		Actual	Propuesto	Ahorros		
Fecha:	01-ene-15		Operación	10	8	2	
Operador:	Analista:	J.M.V.P.	Transporte	4	4	0	
Marcar el metodo y tipo apropiados			Demora	1	1	0	
Metodo:	Actual	Propuesto	Inspeccion	1	2	1	
			Almacenaje	2	0	2	
Tipo:	Obrero	Material	Maquina	Tiempo (min)	98.17	33	65.5
				Distancia (cm)	3800	0	3800
				Costo	0	0	0
Comentarios:							

Descripcion de la Actividad	Simbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Metodo recomendado
	○	➔	D	□	▽			
Requerimiento de materiales al almacén						10		Tiempos predeterminados
Transporte de los materiales solicitados						5		Tiempos predeterminados
Recepción e inspeccion de los materiales						5		Tiempos predeterminados
Tomar la maza y ensamblar los rayos en los barrenos						1.5		Tiempos predeterminados
Las piezas ensambladas se colocan en la mesa y se pasan a un contenedor						1		Tiempos predeterminados
Los contenedores son transportados a las líneas de enrayado						1		Tiempos predeterminados
Recepción de materiales e inspeccion (maza y rayos ensamblados, aro)						1		Tiempos predeterminados
Se coloca el aro en los soportes de la maquina junto con la "araña" (maza y rayos)						0.5		Tiempos predeterminados
Se toma la pistola neumática para colocar el niple con el rayo						1		Tiempos predeterminados
Se coloca la pieza ensamblada en una línea por gravedad para ser transportada al siguiente proceso						0.2		Tiempos predeterminados
Comienza el proceso de ajuste de rines (maquinas manuales). Se toma el rin y se coloca en las mordazas para el ajuste de la						0.5		Tiempos predeterminados
Inspección manual con la yema de los dedos para verificar la tensión de los rayos.						0.5		Tiempos predeterminados
Se coloca el rin en la línea por gravedad para pasar al siguiente proceso de alineado final.						0.02		Tiempos predeterminados
Se realiza la alineación final del rin por medio de un robot.						0.45		Tiempos predeterminados
Los rines terminados son transportados al area de almacen de rines						5		Tiempos predeterminados

Proceso de enrayado

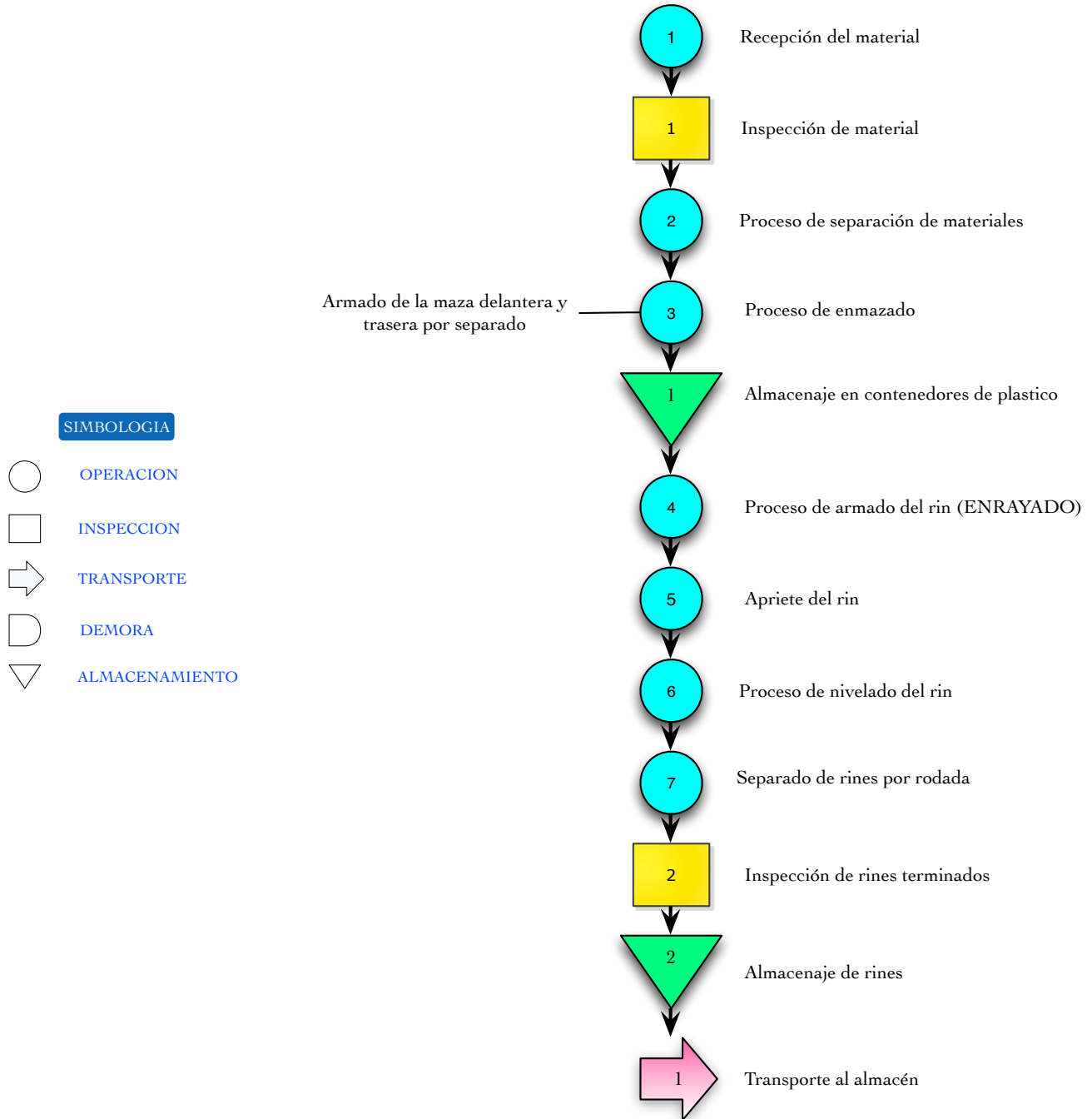


Fig. 16 Nuevo Diagrama de Proceso para el "Proceso de Enrayado"

• Proceso de enllantado

Ubicación :		Resumen			
Actividad:	Enllantado	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha:	01-ene-15	Operación	5	5	0
Operador:	Analista: J.M.V.P.	Transporte	2	2	0
Marcar el metodo y tipo apropiados		Demora	1	1	0
Metodo:	Actual	Inspeccion	0	1	1
	Propuesto	Almacenaje	0	0	0
Tipo:	Obrero	Tiempo (min)	17.58	12.08	5.5
	Material	Distancia (cm)	7200	7200	0
		Costo	0	0	0
Comentarios:					

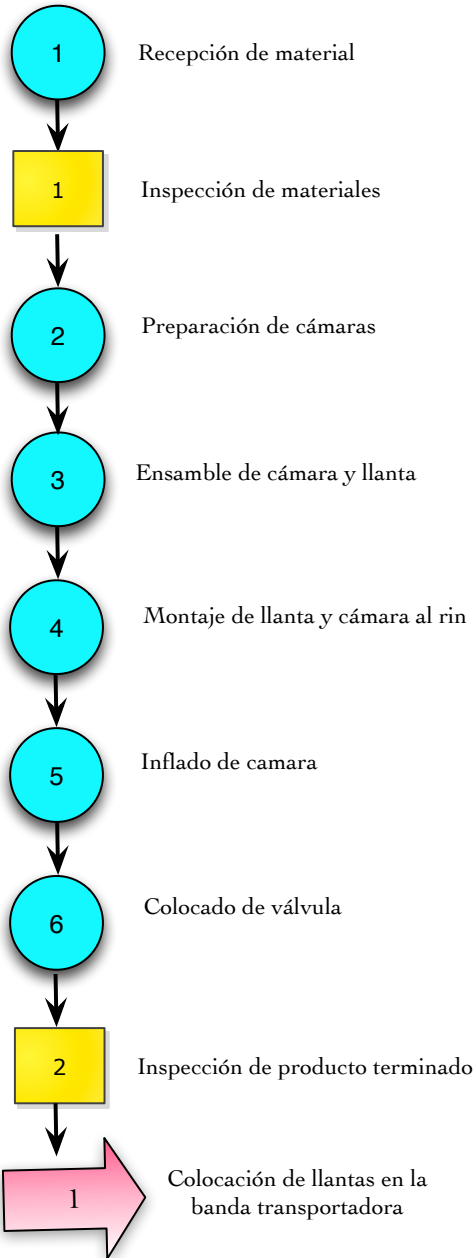
Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Metodo recomendado
	○	➡	D	□	▽			
Requerimiento de materiales al almacén						5	0	Tiempos predeterminados
Transporte de los materiales solicitados, rin, accesorios, cámara, llanta						5	5000	Tiempos predeterminados
Ensamble de los accesorios, salva rayos, multiplicación, reflejante (llanta trasera)						0.32	100	Tiempos predeterminados
Ensamble de los accesorios, reflejante (llanta delantera)						0.29	100	Tiempos predeterminados
Colocación de la cámara al rin						0.71	0	Tiempos predeterminados
Ensamble de la llanta con el rin						0.1	0	Tiempos predeterminados
Inflado de la cámara y colocación del pivote a la válvula						0.11	0	Tiempos predeterminados
Inspeccion de producto ensamblado						0.5	0	Tiempos predeterminados
Transporte de las llantas por la línea transportadora al área de ensamble.						0.05	2000	Tiempos predeterminados

• Proceso de preparación de manubrios.

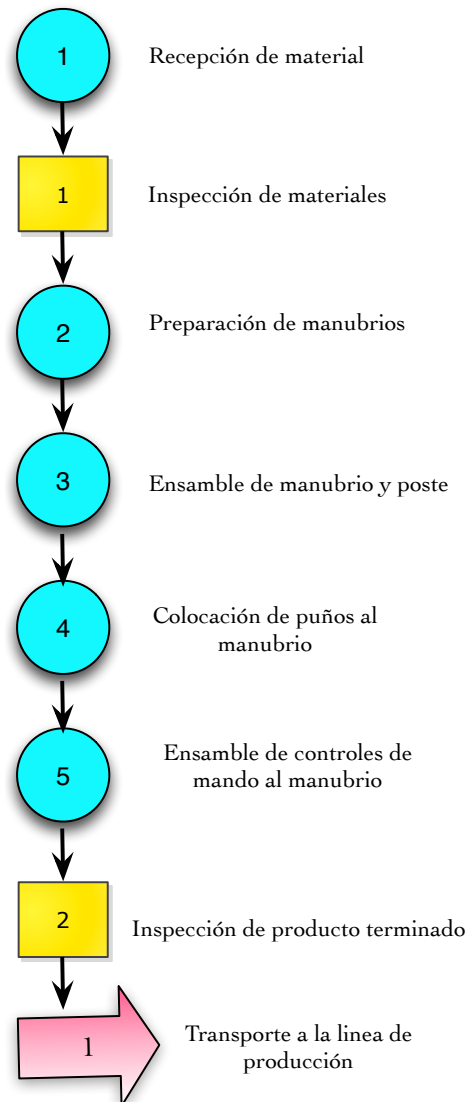
Ubicación :		Resumen			
Actividad:	Preparación de manubrio y controles de mando	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha:	01-ene-15	Operación	6	5	1
Operador:	Analista: J.M.V.P.	Transporte	1	1	0
Marcar el metodo y tipo apropiados		Demora	1	1	0
Metodo:	Actual	Inspeccion	0	1	1
	Propuesto	Almacenaje	1	1	0
Tipo:	Obrero	Tiempo (min)	25.38	22.38	3
	Material	Distancia (cm)	4400	4400	0
		Costo	0	0	0
Comentarios:					

Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Metodo recomendado
	○	➡	D	□	▽			
Requerimiento de materiales al almacén						5	0	Tiempos predeterminados
Recepción de materiales, manubrio, poste de manubrio, palanca de freno, puños, controles de mando						3	3000	Tiempos predeterminados
Inspeccion y preparación de los materiales para el ensamble.						3	0	Tiempos predeterminados
Ensamble de manubrio y poste						0.21	100	Tiempos predeterminados
Colocación de los puños al manubrio						5	200	Tiempos predeterminados
Ensamble de controles de mando						0.39	0	Tiempos predeterminados
Ajuste de controles de mando						0.45	0	Tiempos predeterminados
Almacenamiento temporal de manubrios						5	100	Tiempos predeterminados
Se transportan los manubrios a la línea de ensamble						0.33	1000	Tiempos predeterminados

Proceso de enllantado



Proceso de preparación de manubrios



• Proceso de ensamble de cuadro



DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



Ubicación :	Oriente 233, Col. Agrícola Oriental, Mexico D.F.		Resumen				
Actividad:	Ensamble de cuadro		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros	
Fecha:	01-ene-15		Operación	8	8	0	
Operador:	Analista:	J.M.V.P.	Transporte	1	2	1	
Marcar el metodo y tipo apropiados			Demora	1	0	1	
Metodo:	Actual	Propuesto	Inspeccion	0	0	0	
			Almacenaje	1	0	1	
Tipo:	Obrero	Material	Maquina	Tiempo (min)	20.84	10.89	9.95
				Distancia (cm)	2800	2800	0
				Costo	0	0	0
Comentarios:							

Descripcion de la Actividad	Simbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Metodo recomendado
	○	➡	◐	◑	▽			
Transporte de materiales requeridos						5	2000	Tiempos predeterminados
Preparación de materiales, tazas, contra y ejes						2	0	Tiempos predeterminados
Colocar taza con tope y ajuste de pistola neumática						0.4	100	Tiempos predeterminados
Colocación de eje de centro con baleros						0.3	0	Tiempos predeterminados
Ensamble del "contra" en el cuadro						0.3	100	Tiempos predeterminados
Montar pedales y multiplicación al cuadro						1.03	200	Tiempos predeterminados
Ensamble del desviador en el cuadro						0.52	200	Tiempos predeterminados
Ensamble de tazas de dirección al cuadro						0.46	0	Tiempos predeterminados
Ensamble de tope, piña y tijera en el centro						0.33	0	Tiempos predeterminados
Inspeccion del cuadro y sus ensambles						0.5	0	Tiempos predeterminados
Transporte del cuadro a la linea de ensamble						0.05	200	Tiempos predeterminados



DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



Ubicación :	Oriente 233, Col. Agrícola Oriental, Mexico D.F.		Resumen				
Actividad:	Preparacion de mazas y enrayado		Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros	
Fecha:	01-ene-15		Operación	10	8	2	
Operador:	Analista:	J.M.V.P.	Transporte	4	4	0	
Marcar el metodo y tipo apropiados			Demora	1	1	0	
Metodo:	Actual	Propuesto	Inspeccion	1	2	1	
			Almacenaje	2	0	2	
Tipo:	Obrero	Material	Maquina	Tiempo (min)	98.17	33	65.5
				Distancia (cm)	3800	0	3800
				Costo	0	0	0
Comentarios:							

Descripcion de la Actividad	Simbolo					Tiempo (min)	Distancia (cm)	Metodo recomendado
	○	➡	◐	◑	▽			
Requerimiento de materiales al almacén						10		Tiempos predeterminados
Transporte de los materiales solicitados						5		Tiempos predeterminados
Recepción e inspeccion de los materiales						5		Tiempos predeterminados
Tomar la maza y ensamblar los rayos en los barrenos						1.5		Tiempos predeterminados
Las piezas ensambladas se colocan en la mesa y se pasan a un contenedor						1		Tiempos predeterminados
Los contenedores son transportados a las líneas de enrayado						1		Tiempos predeterminados
Recepción de materiales e inspeccion (maza y rayos ensamblados, aro)						1		Tiempos predeterminados
Se coloca el aro en los soportes de la maquina junto con la "araña" (maza y rayos)						0.5		Tiempos predeterminados
Se toma la pistola neumática para colocar el niple con el rayo						1		Tiempos predeterminados
Se coloca la pieza ensamblada en una linea por gravedad para ser transportada al siguiente proceso						0.2		Tiempos predeterminados
Comienza el proceso de ajuste de rines (maquinas manuales). Se toma el rin y se coloca en las mordazas para el ajuste de la						0.5		Tiempos predeterminados
Inspección manual con la yema de los dedos para verificar la tensión de los rayos.						0.5		Tiempos predeterminados
Se coloca el rin en la línea por gravedad para pasar al siguiente proceso de alineado final.						0.02		Tiempos predeterminados
Se realiza la alineación final del rin por medio de un robot.						0.45		Tiempos predeterminados
Los rines terminados son transportados al area de almacen de rines						5		Tiempos predeterminados

Proceso de preparación de cuadros

Proceso de preparación de asiento y accesorios

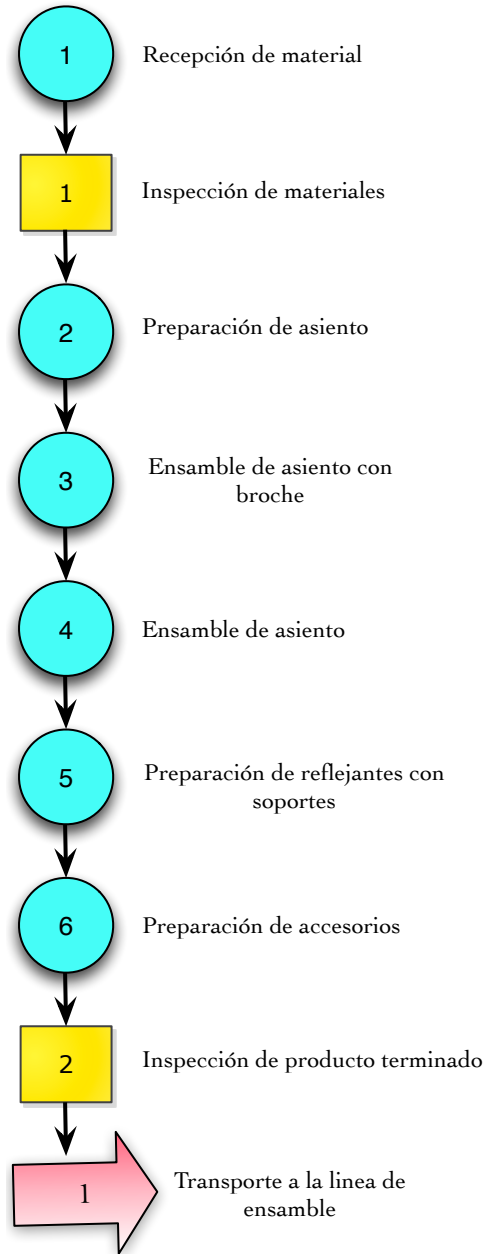
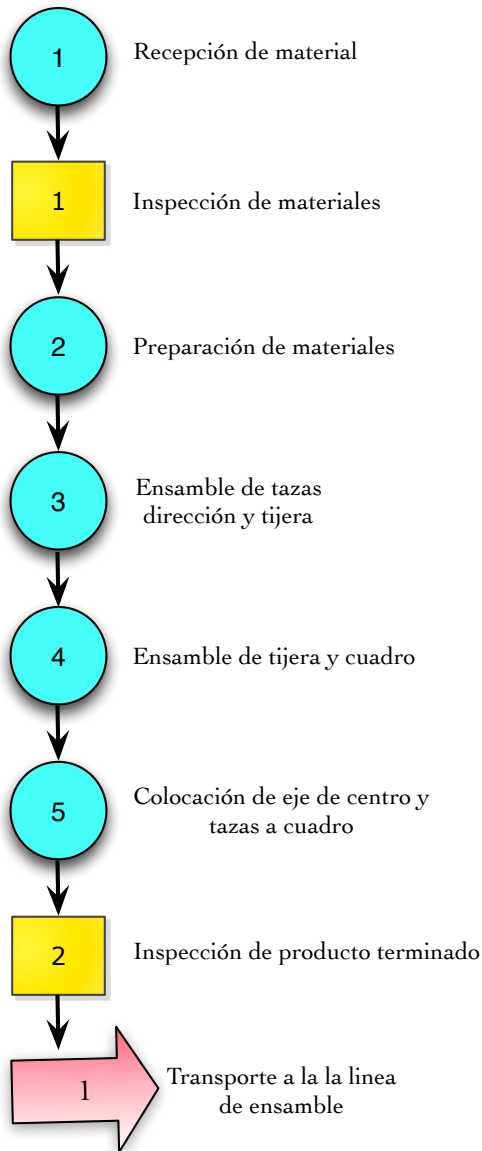
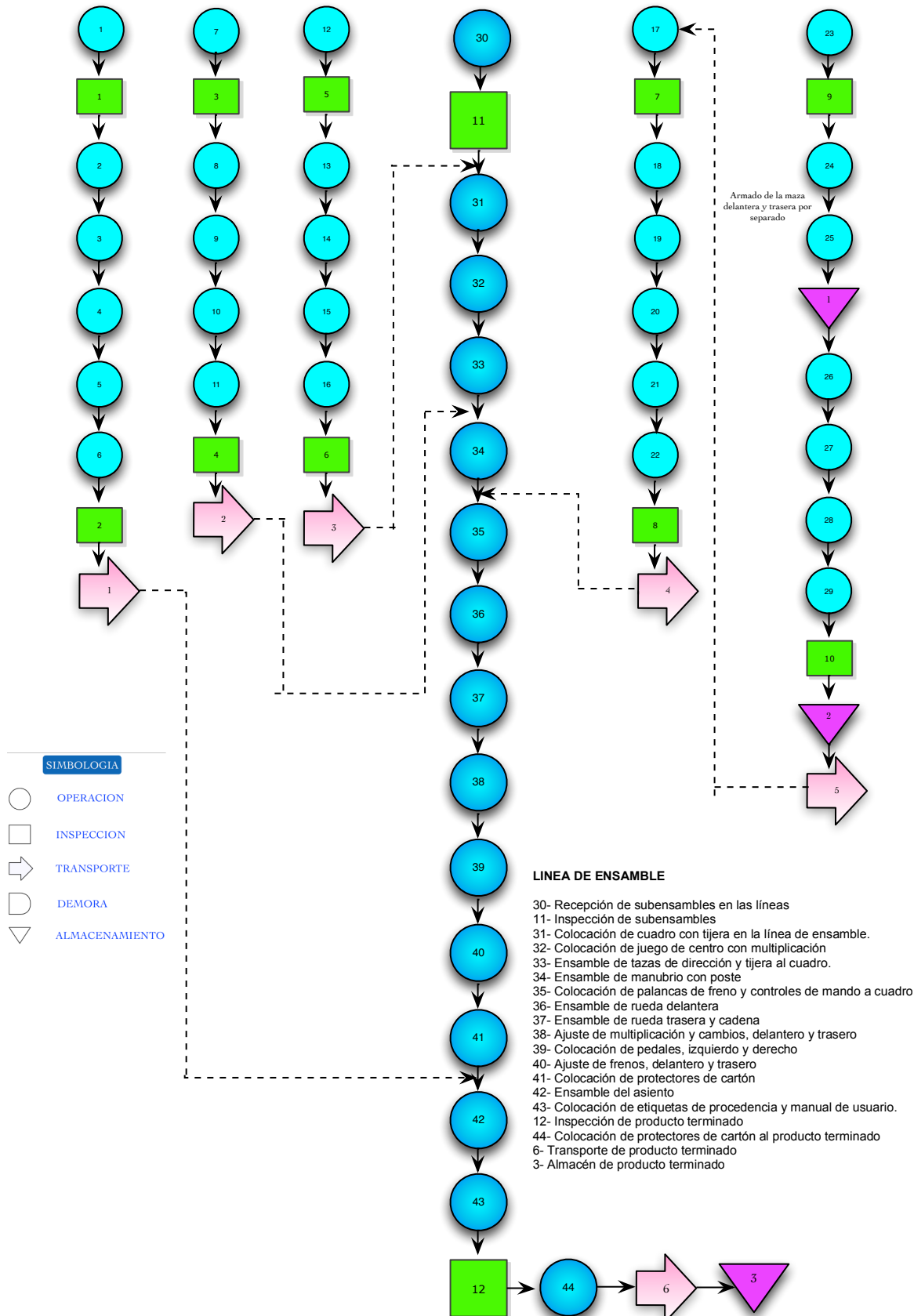


DIAGRAMA DE ENSAMBLE GENERAL



CAPITULO V

RESULTADOS

Al termino del estudio del presente proyecto podemos afirmar en base a los resultados obtenidos en el desarrollo del mismo, que la planta de la empresa “Distribuidora de Bicicletas Benotto S.A. de C.V.” tiene actualmente un proceso con muchas deficiencias, con mala distribución de sus áreas y equipos, así como gran cantidad de tiempos muertos, todo esto se debe a los siguientes puntos:

- Falta de administración en cuanto al personal que labora en el área de ensamble.
- Una mala distribución de sus espacios y delimitación de los mismos.
- Falta de una buena Planeación y control de la Producción.
- No hay buena comunicación entre las áreas de la empresa (Departamento de ventas – Departamento de compras – Departamento de producción – Departamento de Logística y distribución.)
- El departamento de compras no es capaz de hacer un buen pronostico de la demanda, lo que implica que haya faltantes.
- Gestión de la Calidad.

Para tener una mejor visión de la empresa y de la situación en la que se encuentra, se realizo el estudio de métodos en donde se establecieron las principales actividades, flujo de los proceso, tiempos muertos y con ello cuantificar el tiempo de cada proceso, con base en eso, se pudo determinar las mejoras necesarias para los procesos de la empresa.

El principal problema que tenia la empresa es de cómo producir en sus tres líneas de ensamble un total de 1,500 bicicletas diarias en su jornada laboral.

Una vez concluido el estudio de tiempos y movimientos, se analizo a detalle el proceso de la línea de ensamble, donde se obtuvo que el tiempo estándar es de **2.80 min.**, el cual lo descompusimos en cada actividad que lo integra con ayuda de un diagrama de proceso y posteriormente la determinación de las estaciones de trabajo y el balanceo de la línea de ensamble para poder cubrir la demanda de 500 bicicletas por línea en una jornada de trabajo de 9 horas diarias.

La empresa cuenta con 3 líneas de ensamble, una jornada laboral de 9 horas y requiere de una producción por línea de 500 bicicletas diarias.

$$\text{Datos: } 9 \text{ hrs.} \rightarrow 540 \text{ min.} \quad v = 500 \frac{\text{bicicletas}}{\text{jornada}} \quad d = 540 \frac{\text{min.}}{\text{jornada}}$$

El tiempo de ciclo de la línea será:

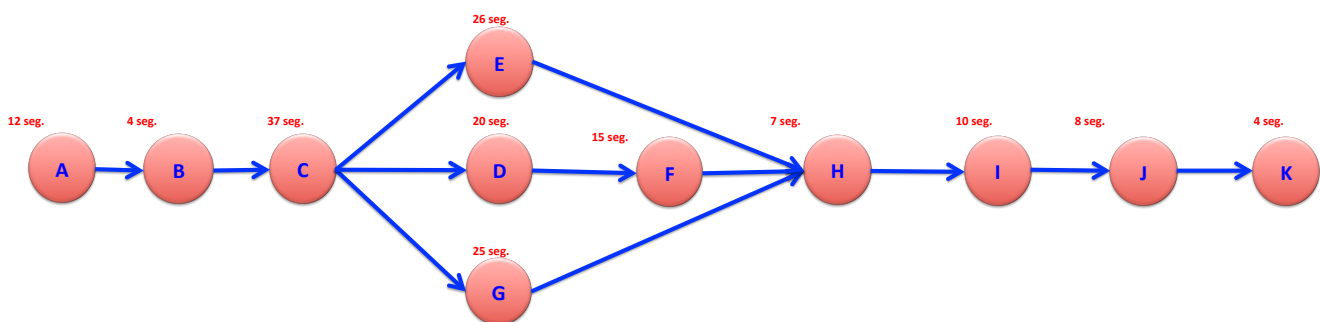
$$c = \frac{d}{v} \Rightarrow c = \frac{540 \frac{\text{min.}}{\text{jornada}}}{500 \frac{\text{bicicletas}}{\text{jornada}}} = 1.08 \frac{\text{min.}}{\text{bicicleta}} \Rightarrow c = 64.8 \frac{\text{seg.}}{\text{bicicleta}}$$

Descripción de la línea de ensamble y tareas realizadas:

Letra correspondiente	Descripción
A	Inspección de cuadros y subensambles para la línea
B	Se monta el cuadro a la banda transportadora
C	Colocación de chicotes y cambio trasero al cuadro
D	Colocación de cadena y llanta delantera
E	Ajuste de chicotes de cambio de velocidades
F	Colocación de llanta trasera con multiplicación y ajuste de cadena
G	Ajuste de chicotes de frenos y ensamble de pedales
H	Ensamble del asiento
I	Inspección de bicicleta ensamblada
J	Colocación de etiquetas y manuales
K	Transporte al área de empaque

Tarea	Tiempo (segundos)	Tarea predecesora
A	12	-
B	4	A
C	37	B
D	20	C
E	26	C
F	15	D
G	25	C
H	7	E,F,G
I	10	H
J	8	I
K	4	J

Diagrama de precedencia



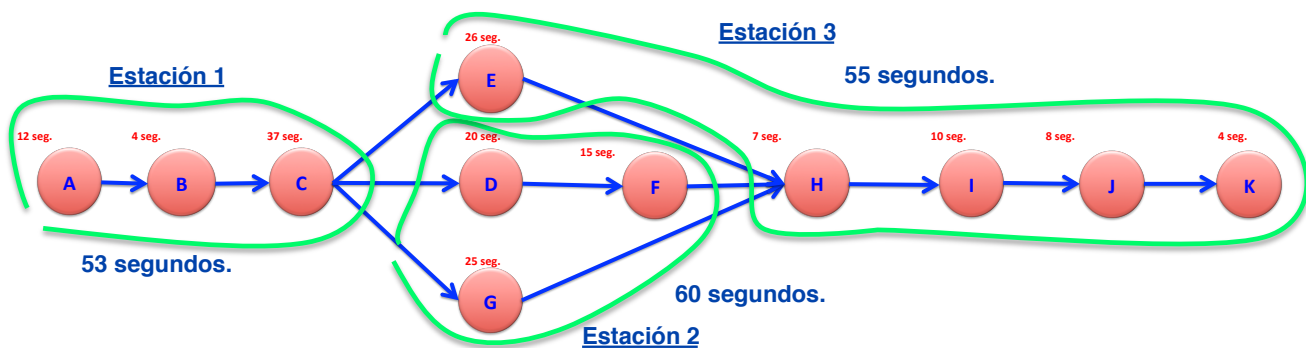
La idea es que las estaciones de trabajo se pasen el producto en proceso “in step” en el mismo momento.



Ninguna estación de trabajo puede pasar el producto hasta que la siguiente estación halla terminado su proceso (*Estrategia Just-in-time*)

- En la solución planteada la línea de ensamble termina un producto cada 60 segundos.
- El sistema planteado progresa a la velocidad de la estación de trabajo mas lenta.

Distribución con 3 estaciones de trabajo a fin de tener al menos un producto cada 60 segundos.



Tiempo muerto (TM)

$$TM = Kc - \sum_{i=1}^n t_i$$

$$T_t = \sum_{i=1}^n t_i = 53 + 60 + 55 = 168 \text{ seg.}$$

$$TM = Kc - \sum_{i=1}^n t_i \Rightarrow TM = 3 \left(64.8 \frac{\text{seg.}}{\text{bicicleta}} \right) - 168 \text{ seg.} = 26.4 \text{ seg.}$$

Eficiencia del ciclo

$$EC = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{Kc} \times 100\% \Rightarrow EC = \frac{168 \text{ seg.}}{3(64.8 \text{ seg.})} \times 100\% = 86.42\%$$

Retraso del balance

$$RB = \frac{TM}{Kc} \times 100\% = 1 - EC \Rightarrow RB = \frac{26.4 \text{ seg}}{3(64.8 \text{ seg})} = 13.58\%$$

La empresa actualmente no cuenta con estaciones de trabajo, sino con trabajadores independientes a lo largo de cada línea de ensamble, los cuales con el nuevo balanceo de líneas quedaran distribuidos en tres estaciones de trabajo:

Letra correspondiente	Descripción	Tiempo (seg)	Estacion
A	Inspección de cuadros y subensambles para la línea	12	I
B	Se monta el cuadro a la banda transportadora	4	
C	Colocación de chicotes y cambio trasero al cuadro	37	
D	Colocación de cadena y llanta delantera	20	II
F	Colocación de llanta trasera con multiplicación y ajuste de cadena	15	
G	Ajuste de chicotes de frenos y ensamble de pedales	25	III
E	Ajuste de chicotes de cambio de velocidades	26	
H	Ensamble del asiento	7	
I	Inspección de bicicleta ensamblada	10	
J	Colocación de etiquetas y manuales	8	
K	Transporte al área de empaque	4	

La producción total de la empresa por jornada laboral diaria será:

$$3 \text{ Líneas} \times 500 \frac{\text{bicicletas}}{\text{Línea}} = \mathbf{1,500 \text{ bicicletas}}$$

Incremento de la producción queda expresado de la siguiente manera:

Producción Actual por línea: 320 bicicletas

Método propuesto con Tiempo estándar MTM: 500 bicicletas

$$\frac{500 \text{ bicicletas}}{320 \text{ bicicletas}} = \mathbf{156.25\% \text{ incremento de la producción.}}$$

Por lo que el análisis realizado, empleando herramientas de Ingeniería Industrial, cumplió satisfactoriamente y el resultado es el esperado, optimizando la producción diaria y mejorando la distribución de planta con un flujo de materiales constante, eliminando cruces de los mismos y tiempos muertos dentro de la planta de la empresa "Distribuidora de Bicicletas Benotto S.A. de C.V."

CONCLUSIONES

Al realizar el estudio para optimizar el proceso de ensamble de bicicletas en la planta de la empresa “Distribuidora de Bicicletas Benotto S.A de C.V.” se cumplió con los objetivos establecidos al inicio, gracias al empleo de herramientas de Ingeniería Industrial aprendidas en el transcurso de la carrera, fue posible plantear una propuesta para aumentar la producción mediante la redistribución de las áreas de trabajo y un adecuado balaceo de líneas, reduciendo de forma significativa los tiempos muertos, así como un flujo constante de materiales, reduciendo los cruces de los mismos.

Mediante la aplicación del estudio de métodos se determino que el tiempo actual de las líneas de ensamble es de 17.32 min., por lo que fue necesario elaborar un estudio de tiempos y aplicar el método SLP (Systematic Layout Planing) para una adecuada distribución de planta, y de este modo se calculo el nuevo tiempo en las líneas de ensamble que es de 2.80 min.

Actualmente la empresa cuenta con 21 operarios en cada línea de ensamble, los cuales producen en promedio 320 bicicletas por jornada laboral, con el estudio de tiempos, la mejora de procesos y la nueva distribución de planta la producción aumentara en un 64% con los mismos operarios de la línea, pero organizados en estaciones de trabajo.

Al formar estaciones de trabajo y descomponer el tiempo estándar de la línea de 2.80 minutos, en sus actividades que forman el proceso de ensamble y con la aplicación de estrategia *Just in Time* fue posible balancear las líneas de ensamble obteniendo una bicicleta cada 60 segundos, que era el principal problema del área de producción, ensamblando por cada línea 500 bicicletas, con un total de 1500 bicicletas diarias,

Con la propuesta de optimización de la producción realizada para la empresa “Distribuidora de Bicicletas Benotto S.A. de C.V.” tendrá un aumento en su producción diaria de bicicletas lo cual se vera reflejado en sus finanzas, y la capacidad de producir mas bicicletas con el mismo personal con el que cuenta actualmente en la planta.

Al termino del presente estudio podemos afirmar que se cumplió con el objetivo establecido, sirviendo de base para las próximas mejoras que se pueden realizar en la empresa.

BIBLIOGRAFIA

- NIEBEL, Freivalds
Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo
11a. edición
México
Alfaomega, 2004
- OIT
Introducción al estudio del Trabajo
5a. edición
México
Limusa, 2002
- GARCÍA CRIOLLO, Roberto
Estudio del Trabajo, Ingeniería de Métodos
México
McGraw Hill, 2000
- GARCÍA CRIOLLO, Roberto
Estudio del Trabajo, medición del trabajo
México
McGraw Hill, 2000
- SALVENDI, Gabriel
Manual de Ingeniería Industrial
México
Limusa, 2000
- Barfoed, L. (2009). Transporte Ecológico. *Nuestro Planeta*, septiembre 2009, 10-11.

Paginas consultadas:

- Instituto para Políticas de Transporte y Desarrollo, México. Disponible en:
www.ciclociudades.mx
- Bicicletos. (2010). Historia de la Bicicleta. Recuperado el 20 de septiembre de 2010, de <http://www.mundocaracol.com/bicicletos/historia.asp>
- Borja, J. (2002). *Ciudadanía y Globalización*. Recuperado el 8 de septiembre de 2010, de http://www.buenosaires.gov.ar/areas/des_social/documentos
- Centro de Bicultura. (2010). *Pacto Nacional por la Bicicleta 2010*. Recuperado el 20 de septiembre de 2010, de <http://www.bicultura.cl/pacto-por-la-bicicleta>