

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL



ESTUDIO PARA BALANCEAR UNA LÍNEA DE
PRODUCCION DE SILLAS PARA MONTAR EQUINOS

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO TEXTIL

POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR

LUIS RICARDO MARTÍNEZ HINOSTROZA

LIMA-PERÚ

2013

RESUMEN

El presente informe detalla el procedimiento seguido para realizar el pedido de sillas de montar fabricadas para el ejército peruano en aplicación a la renovación de las que actualmente tienen. Dicho proceso, se da, consultando algunos conocedores del tema, entre cada 20 a 30 años aproximadamente.

El estudio fue realizado para mejorar la línea de producción de sillas de montar, especialmente en las que eran destinadas a las tropas, por el número de productos a fabrica, un diseño más complicado (antiguo), llevar más accesorios y demandar mucho más mano de obra que las monturas para oficiales, que son de diseño más moderno y que fueron prácticamente fabricadas por una sola persona, experta en ese tipo de monturas.

Dicho estudio se inicia con la observación de la forma de trabajo del personal involucrado en la producción, tanto en el manejo de las piezas del armazón así como en los diferentes procesos de forrado, pegado, cosido, ensamblado y retocado final. Además, se trata sobre el tema del desarrollo de las piezas de poliuretano que sirvieron como cojines para los bastes de madera de las sillas de montar, y también del desarrollo de las piezas de bronce que llevaban las sillas de montar, tales como las hebillas, la cabezada de bronce, los remaches, las argollas, los clavos con cabeza de bronce fundido, entre otros, que se desarrollaron al mismo tiempo en la fábrica.

Para describir en forma breve y específica lo anterior, se utilizó el D.O.P. de los procesos principales seguidos en la planta, diagrama de explosión, cuadros de asignación de personal, costos de mano de obra directa, los beneficios económicos para la empresa y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

En la parte de los anexos se tienen las especificaciones técnicas de los productos químicos utilizados para el poliuretano, los DAP y las especificaciones técnicas de sillas de montar desarrolladas, así como también algunas fotografías que muestran detalles del trabajo en la silla de montar para tropa.

INDICE

RESUMEN	Pág
I. INTRODUCCIÓN	3
II. FUNDAMENTO TEÓRICO	4
2.1 SILLA DE MONTAR	4
2.2 PUESTO DE TRABAJO.....	15
2.3 TIEMPO DE CICLO.....	40
2.4 EFICIENCIA.....	42
2.5 TIEMPO ESTÁNDAR.....	42
2.6 BALANCE DE LÍNEA.....	47
2.7 COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	63
III. ESTUDIO PARA BALANCEAR UNA LÍNEA DE PRODUCCION DE SILLAS DE MOTAR PARA EQUINOS.....	65
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	65
3.1.1 Especificaciones del producto.....	65
3.1.2 Materiales y piezas componentes.....	65
3.1.3 Características de los puestos de trabajo.....	68
3.1.4 Procesos de la manufactura y ensamble.....	68
3.1.5 Evaluación de la línea principal actual de producción.....	83
3.2 BALANCEO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	89
3.2.1 Balanceo de la línea principal.....	89
3.2.2 Asignación de operarios en las líneas secundarias.....	98
3.3 COSTOS Y BENEFICIO ECONÓMICO DEL BALANCEO DE LA LÍNEA.....	109
3.3.1 Costos de producción de la línea actual de producción..	109
3.3.2 Costos de producción de la línea balanceada.....	110
3.3.3 Beneficios económicos.....	111
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	112
4.1 Conclusiones.....	112
4.2 Recomendaciones.....	113

V. BIBLIOGRAFIA.....	114
VI. ANEXOS	135
1. Especificaciones Técnicas de Silla de Montar de Tropa.....	135
2. Diagrama de operaciones de procesos y los puestos balanceados...	126
3. Diagrama de análisis de procesos de las líneas.....	130
4. Diagrama de Montura de Armas para Tropa.....	141
5. Diagrama de Montura de Armas para Oficiales.....	142
6. Información Técnica de productos químicos para desarrollar los cojines de poliuretano	143
7. Fotografías sobre detalles de silla de tropa.....	144
a) Detalle de latiguillos.....	144
b) Detalle delantero.....	144
c) Detalle posterior.....	145
d) Detalle vista inferior	145
e) Detalle de productos químicos.....	146
f) Detalle de sub-productos de cojines de poliuretano.....	146

I. INTRODUCCIÓN

Importancia:

Con el paso del tiempo se fueron ideando diferentes tipos de asiento o sillas de montar para mayor comodidad, tanto del jinete ocasional como del equino, permitiendo a la vez obtener una mayor ventaja y desempeño en cuanto a las tareas que se debían efectuar, especialmente en el campo de batalla.

Objetivos:

Mejorar una línea de producción de sillas de montar para tropa, lograr identificar los puestos de trabajo que generan “cuellos de botella” en dicha línea y proceder a balancear la línea permitiendo eliminar los “cuellos de botella”.

Alcances:

El mejoramiento de la línea de producción de sillas de montar para tropa debió partir de la observación de los puestos de trabajo, ya que sólo se contaba con un prototipo presentado en la licitación y no había una línea de producción como tal, lo cual generó la llegada de personal inexperto y excesivo para algunos puestos de trabajo, mientras que otros puestos generaban retrasos no detectados en un primer momento, o se generó un puesto no previsto inicialmente debido a una falla de medidas en una de las piezas componentes del armazón.

Justificación:

El presente trabajo es importante porque permite identificar los diferentes cuellos de botella que se presentan y de esta forma reducir el tiempo de ciclo, asignando mayor cantidad de operarios en esos puestos, balanceando la línea adecuadamente, aumentando la producción y permitiendo llegar a las condiciones impuestas (en las bases del concurso de licitación), reduciendo costos y aumentando beneficios a la empresa.

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 SILLA DE MONTAR

La montura o silla de montar es un elemento que une al jinete a los lomos de un caballo. Es usada para la mayor comodidad del jinete y para cuidar el lomo del animal.

2.1.1 Partes de una silla de montar

Las sillas están construidas sobre un armazón, que se forma como su esqueleto central, alrededor del cual se construye el resto de la montura.

Este armazón puede ser rígido o flexible, siendo más recomendable este segundo por el mero hecho de que admite cierta flexión, facilitando la transmisión de las ayudas.

Antiguamente estaban realizadas en madera pero actualmente son de materiales sintéticos más resistentes y que además permiten abrir o cerrar la armadura dependiendo del caballo. Dependiendo del tipo de silla y su uso llevará un tipo de silla u otro.

Asiento:

Donde se coloca en jinete es la parte que está en contacto con el jinete por lo tanto ha de ser cómoda y adaptada para no producir lesiones.

Bastes:

Es la parte inferior de la silla que está en contacto con el caballo evita rozaduras de la armadura al caballo y distribuye el peso a lo largo de toda la silla. Son dos especies de almohadillas separadas

entre sí para evitar la columna del caballo. Antiguamente se rellenaban con materiales naturales como paja de centeno, pelo de caballo o lana, éste tipo de materiales se ajustaban bien al caballo pero con el tiempo se debía de rellenar para devolver su eficacia, como el material era barato se hacía en el momento por el propio jinete cortando pelo de caballo e introduciéndolo en la silla. En la actualidad se utilizan generalmente materiales sintéticos, látex o goma, materiales elásticos que recuperan su forma y no es necesaria la reposición de material.

Rodillera:

Topes que se colocan en la silla para indicar o afianzar la posición de las piernas.

Faldón:

Son los laterales de la silla, fabricados en cuero, en el se colocan las rodilleras o tacos y cubre los latiguillos. Evita el roce de la pierna con el caballo.

Latiguillos:

Correas de cuero que se anclan a la armadura para sujetar la cincha, pueden ser sencillas, doble so triples dependiendo del tipo de silla.

Estribera:

Pieza que sujeta la acción o correa de la cual cuelgan los estribos, actualmente son todas de seguridad para que en caso de accidente el jinete no se quede “estribado” o colgado por el estribo, en los casos excepcionales que se usa estribera cerrada se colocan estribos de seguridad.

Guarda hebillas:

Para proteger la cara interna de los faldones del roce con las hebillas de la cincha.

Charnelas:

Para fijar las acciones y los estribos.

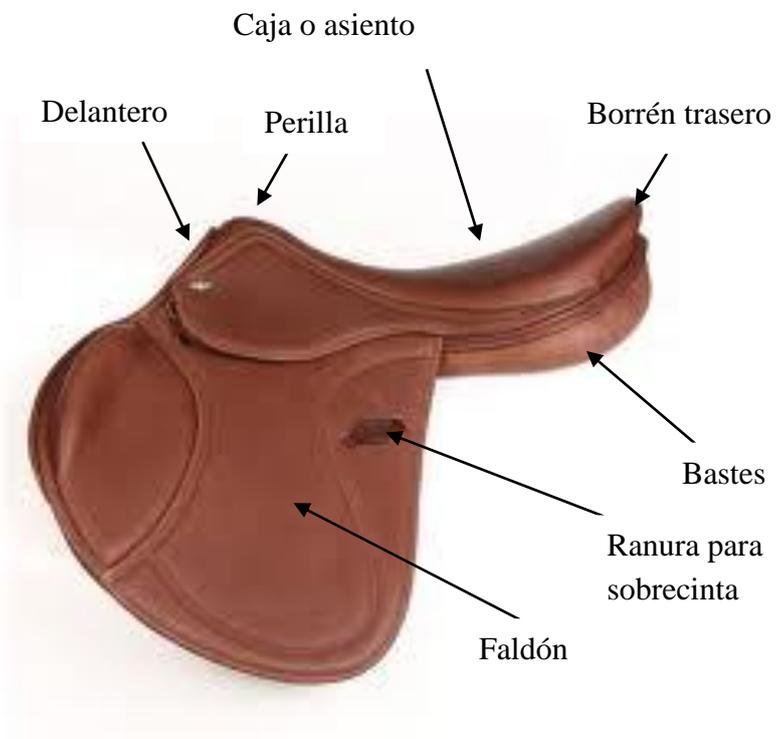
El resto de las partes de la silla son

Perilla:

Parte más alta del borrén delantero.

Caballería, Caja, Borrén trasero.

Figura 1: Partes de una silla de montar, vista lateral



2.1.2 Tipos de Silla de Montar

Existen diferentes tipos de monturas, cada una de las cuales es válida para una disciplina en concreto:

Montura de uso general o mixto:

También denominada de uso general, es la más utilizada, tanto por los jinetes en general (incluidos los principiantes) como por las escuelas y clubes de equitación. Es una silla intermedia entre la doma y el salto y por ello resulta válida para todos los tipos de equitación, incluido el recorrido de campo.

Montura de doma clásica:

Su estructura es más estrecha, disponiendo de un faldón más recto y largo para permitir una posición más alargada de la pierna (algo necesario para realizar los ejercicios de doma clásica). Las rodilleras se colocan para mantener la pierna en la posición correcta, de manera que el jinete pueda montar con los estribos largos y adquirir un asiento profundo.

Montura de salto:

Su estructura es más redondeada, con el faldón salido hacia adelante. Sus rodilleras son más pronunciadas, para poder fijar la rodilla en posición más adelantada.

Montura para largas distancias o de marcha:

Ante la creciente popularidad del denominado turismo ecuestre, así como, marchas se están desarrollando ampliamente las sillas pensadas para la realización de largas distancias. Su principal objetivo es que se pueda repartir el peso del jinete por una zona lo más amplia posible para reducir la existencia de puntos de presión.

Montura para montar a la amazona:

Casi todas están pensadas para que ambas piernas queden hacia la izquierda. Son de asiento ancho, plano y uniforme; además tienen dos soportes para las piernas.

Montura Campera:

Utilizada en las salidas al campo. Existen diferentes tipos: vaquera, jerezana, etc. es muy común en España.

Montura de carreras:

Para la participación en este tipo de competiciones.

Montura de presentación o exhibición:

Con faldones largos inclinados hacia atrás con el fin de que puedan verse el pecho y las espaldas del caballo. No resultan cómodas para el jinete.

Montura western:

Monturas realizadas al estilo de las que típicamente utilizaban los jinetes norteamericanos.

2.1.3 Consideraciones importantes para elegir una silla de montar

A nivel general son tres los puntos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de elegir nuestra montura:

- La comodidad del caballo: para lo que sin duda se tiene que analizar su constitución física. Resulta necesario tener en cuenta el tamaño de nuestro caballo y seleccionar una silla que se adecue a su físico, incluso con el jinete montado. La comodidad del jinete: cada uno tiene sus propios gustos y un estilo en particular a la hora de montar. Si el jinete se

encuentra cómodo se lo transmitirá al caballo y éste irá también más a gusto.

- Las posibilidades económicas de cada uno: marcarán la "zona" por la que podemos movernos, teniendo en cuenta que el mercado nos ofrece una amplísima variedad de modelos de todas las clases y precios.
- El arzón: es el esqueleto de la montura, pudiendo ser flexible o rígido. Debemos vigilar con precaución su estado, ya que si está roto puede dañar el dorso del caballo.

Además de estos tres puntos básicos, resulta conveniente conocer una serie de consejos prácticos que le recomendamos tener en cuenta a la hora de elegir su montura:

- Vigilar el relleno de la silla: si lleva en exceso puede provocar rozaduras, puesto que la montura tendrá tendencia a desplazarse de lado a lado; pero si por el contrario el relleno es insuficiente, podemos estar poniendo en peligro la columna del caballo. Además si el relleno está apelmazado, producirá una presión localizada, que terminará produciendo molestias y rozaduras.
- No elija monturas muy anchas: rozan la cruz del caballo. Lo mismo puede suceder si se decanta por una silla con el borren delantero bajo.
- Si la montura está muy separada del dorso, debe pensar que se trata de un tamaño pequeño para su caballo (la silla resulta estrecha).
- Sepa que el puente de la montura debe tener una anchura mínima de 7,6 cm. de lado a lado.
- Si la montura se hunde en el caballo y el borren queda demasiado cerca de la cruz, la silla resulta demasiado ancha para el caballo.

Para que una silla resulte cómoda a jinete y caballo resulta imprescindible que esté bien ajustada, algo que por desgracia muchos pasan por alto.

Si una montura no tiene el tamaño adecuado a la constitución del caballo o no está bien puesta, se convertirá en una fuente constante de problemas que muchas veces achacamos a otras razones, pensamos que el caballo es rebelde o que tiene algún problema de salud, cuando en realidad lo único que está ocurriendo es que le obligamos a pasar un mal rato al colocarle la silla.

Pero, ¿cómo saber que la silla se adapta correctamente a nuestro caballo? Es preciso tener en cuenta los siguientes puntos:

- Al probarla, compruebe que el arzón (esqueleto) de la montura sea del tamaño y la forma adecuados.
- Tener en cuenta que una vez colocada, la montura no debe hacer presión sobre la columna del caballo (tanto con jinete como sin él); tampoco debe pesar sobre el dorso. El peso debe estar repartido de manera uniforme sobre los músculos lumbares.
- La montura deberá quedar bien asentada y nivelada.
- El borrén delantero nunca deberá presionar la cruz. Calcule que entre el borrén y la cruz quede un espacio de aproximadamente 4 dedos.
- Compruebe que la silla no limita de ninguna manera los movimientos del caballo.

Los defectos en la montura pueden provocar rozaduras que se conocen con el nombre de mataduras: se trata de endurecimientos en la piel que normalmente aparecen en la cruz y en el medio del dorso, a lo largo de la columna.

Por supuesto, si observamos que esto ocurre, se debe tomar medidas inmediatas, bien cambiando la silla o bien acudiendo a una guarnicionería para que la arreglen y adapten correctamente a nuestro caballo. No es buena solución colocar simplemente un sudadero más grueso, puede que por un tiempo solucione el problema, pero volverá a aparecer en breve y quizás de manera más grave.

Por último, tenga en cuenta que el hecho de que una montura haya funcionado correctamente con un caballo durante algún tiempo no significa que lo haga así siempre. Lo más normal es que el caballo vaya cambiando (un caballo joven puede modificar su físico al madurar, puede adelgazar o por el contrario engordar) y, además, el uso de la silla supone su desgaste y por tanto el ajuste ya no será el mismo que en un principio.

Es recomendable echarle un vistazo cada cierto tiempo para saber cómo se adapta la montura a nuestro caballo.

2.1.4 Mantenimiento de una silla de montar

Como todos sabemos, la adquisición de una montura supone un importante desembolso económico. Pero no sólo eso; resulta realmente complicado dar con un modelo que nos sea cómodo a nosotros y al caballo, que no le produzca ningún tipo de rozaduras, que le asiente correctamente.

Por eso cuando estamos habituados al uso de una silla en concreto, queremos que nos dure el mayor tiempo posible.

Una buena silla que reciba el cuidado adecuado, puede sernos de utilidad durante muchos años; por ello se recomienda que no descuidemos su mantenimiento ni un solo día.

El equipo que se requiere para limpiar nuestra silla es sencillo:

- Jabón de glicerina.
- Un par de esponjas suaves (una para lavar y la otra para enjabonar).
- Un cubo con agua tibia.
- Cuchillo de punta redondeada.
- Gamuza.
- Trapos.
- Grasa.

Con este material podremos mantener la montura en perfecto estado por muchos años; le enseñaremos cómo.

Después de cada uso. Así, cuando terminemos de montar a nuestro caballo, hay que hacer una limpieza simple de mantenimiento?. Resulta habitual que al bajarnos apreciemos la presencia de manchas de barro o similares, que convendrá limpiar con una esponja previamente humedecida en agua caliente.

Tras eso, esperamos a que seque bien y aplicamos un poco de grasa o jaboncillo.

Conviene dejar reposar la grasa hasta el día siguiente, para conseguir que penetre correctamente en la silla.

Muchos pensarán que el agua puede estropear el cuero de su montura, algo que no ocurrirá siempre y cuando ésta se encuentre bien engrasada.

Además de la recomendable limpieza diaria, resulta necesario que, al menos dos veces al mes, nos paremos algo más y realicemos una correcta limpieza a fondo de la montura.

Deberemos tener un especial cuidado con el cuero de la silla, puesto que se puede secar y agrietar con facilidad, si no le damos el cuidado que necesita.

Para limpiar se realiza los siguientes pasos:

1. Comenzaremos pasándole un cepillo suave, eliminando las partículas de barro, con mucho cuidado para no arañarlo.
2. Para lavarlo, usaremos una esponja húmeda, restregando el cuero de arriba hacia abajo y viceversa. Conviene enjuagar la esponja con frecuencia.
3. Secar al aire libre, nunca cerca de un radiador.
4. Limpiar con un jabón de glicerina (nutre el cuero, manteniéndolo flexible). Mojamos el jabón, lo pasamos por el cuero y extendemos con la esponja; no mojar la esponja porque se formaría un exceso de espuma.
5. Con este jabón se consigue que la piel quede lisa y flexible.
6. Para la piel del asiento, que es más fina, deberemos utilizar cremas o productos a base de ceras especiales para cuya aplicación nos ceñiremos a lo indicado por cada fabricante.

Para que la montura se mantenga por mucho tiempo como nueva, resulta imprescindible que la guardemos de la forma adecuada.

Tenga siempre la precaución de colocarla correctamente sobre un porta sillas y evite los lugares en los que haga demasiado calor, ya que puede reseca la piel; tampoco son adecuadas las zonas con mucho polvo o humedad, que pueden favorecer la aparición de moho que deteriorará irreversiblemente su silla.

Debe tener en cuenta que la piel necesita estar a temperatura ambiente: 20°C. es la temperatura ideal para el correcto mantenimiento del equipo.

Si no vamos a utilizarla durante largo tiempo, conviene que permanezca en su funda. A la hora de elegir su funda debe tener presente una cosa: el uso que haga de su silla; así si no monta muy habitualmente, resulta recomendable que adquiera una funda de tela, que permitirá que su silla transpire mejor; pero si monta a diario le aconsejamos una funda de plástico, que permite una limpieza mucho más sencilla.

A la hora de limpiar la montura, no deje de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Todo equipo nuevo conviene que sea engrasado antes de su utilización. Para que queden correctamente flexibles, será necesario la aplicación de varias capas de grasa.
- Lo más adecuado es aplicar los productos por la cara interior de la piel, que es por donde la grasa y el aceite penetran mejor.
- Las partes que van en contacto con el jinete y con el caballo debe aplicarse únicamente jabón de glicerina.
- En las zonas que no estén en contacto con jinete o caballo, aplicaremos grasa.
- Resulta muy importante limpiar bien las partes que estén en contacto con la piel del caballo, porque son las más absorbentes.
- Es preciso eliminar los depósitos de grasa que se forman debajo del equipo. Para eso utilizaremos un cuchillo plano sin filo, o bien un ovillo de crin de caballo.

- Conviene tener cuidado con la aplicación de grasa, puesto que si nos pasamos en exceso, el cuero puede quedar flácido y rezumar aceite al doblarlo.
- En invierno: aplicaremos aceite de pata de buey.
- En verano: aplicaremos grasa de caballo.
- Nunca está de más personalizar la montura, para evitar posibles robos.

2.2 PUESTO DE TRABAJO

Un puesto de trabajo, es un lugar donde se puede realizar una determinada tarea o grupo de tareas para producir algo, satisfacer alguna necesidad o brindar un servicio.

Una tarea es una actividad específica, que sigue una determinada secuencia de movimientos para obtener un resultado que puede ser un producto, sub producto o servicio dado.

El desarrollo del trabajo como expresión de las capacidades físicas y psicológicas y como una necesidad vital del hombre ha sido objeto de estudio de grandes hombres de las ciencias por la importancia que se la concede al tema.

A escala industrial la labor productiva unitaria es la unidad principal de un proceso productivo, y es en ella donde comienzan los estudios para la proyección y planificación productiva. Se analizan criterios como las condiciones físicas, organización, contenido funcional del puesto de trabajo y las herramientas a utilizar para cumplimentar la operación.

2.2.1 Qué es un Puesto de Trabajo

Se denomina puesto de trabajo a la parte del área de producción establecida a cada obrero (o brigada) y dotada de los medios de trabajo necesarios para el cumplimiento de una determinada parte del proceso de producción.

Otros conceptos de puesto de trabajo es el siguiente: célula fundamental del proceso productivo compuesto por tres elementos: fuerza de trabajo, medios de trabajo y objetivos de trabajo.

2.2.2. Clasificación del Puesto de Trabajo.

Los puestos de trabajo se pueden agrupar atendiendo a:

1. Grado de mecanización.
2. Cantidad de trabajadores y su agrupación.
3. Número de equipos que componen el puesto.
4. Grado de especialización.
5. Grado de movilidad.

1. Grado de mecanización: Según este criterio los puestos de trabajo pueden ser: Manuales, Mecánico-Manuales, Mecanizados y Automatizados.

Los puestos manuales son aquellos en los cuales el trabajo se realiza a mano o con ayuda de instrumentos de trabajo manuales. En este tipo de puesto, tanto el trabajo principal como el auxiliar y el de servicio es realizado por el obrero.
Ejemplo: Remachadores, costureros, etc.

Los puestos mecánicos-manuales son aquellos en los cuales el trabajo se realiza con ayuda de máquinas o mecanismos. En este tipo de puesto de trabajo el peso específico de la actividad del hombre es tal, que la producción depende fundamentalmente de él. En este tipo de puesto parte del trabajo principal lo realiza el hombre con ayuda de la máquina y parte el hombre.

Ejemplo: costurera, etc.

Los puestos mecanizados son aquellos en los que el trabajo principal se realiza por medio de la máquina dirigida por el

obrero y los elementos del trabajo auxiliar se realizan manualmente o con ayuda de mecanismos.

Ejemplo: troquelado.

Los puestos automatizados son aquellos en los que el trabajo principal está totalmente automatizado y el trabajo auxiliar esta también parcial o totalmente automatizado, además en este tipo de puesto la dirección del funcionamiento de los mecanismos se hace automáticamente. En este caso la función del obrero se limita al ajuste, observación y eliminación de desviación en los mecanismos del equipo. Ejemplo: El operario de panel de una planta eléctrica.

2. Cantidad de trabajadores y su agrupación: Según este criterio los puestos de trabajos pueden ser individuales o colectivos (en brigada). Los puestos individuales son aquellos en los cuales trabaja un solo obrero, y los puestos colectivos son aquellos en los cuales, dadas las características de división y cooperación del trabajo que se establece, se requiere la participación interrelacionada de más de un obrero.
3. Número de equipo que componen el puesto. Según este criterio los puestos pueden ser equipos únicos o multi-equipados. Los puestos de equipos únicos son aquellos en los cuales el obrero (u obreros) trabajan en un solo equipo y los puestos multi equipados son aquellos que comprenden varios equipos los cuales, a su vez, pueden ser atendidos por una o varios obreros.

4. Grado de especialización. Según el grado de especialización los puestos de trabajos pueden ser especializados y universales. Los puestos especializados son aquellos en los cuales el equipo, los dispositivos y las herramientas utilizadas por el obrero, debido a su diseño, solo pueden ser empleadas en un tipo de trabajo, es decir, para realizar una o un grupo reducido de operaciones.

Ejemplo: Prensa de moldes de espumas.

Los puestos universales son aquellos en los cuales el equipo, los dispositivos y las herramientas utilizadas por el obrero pueden ser empleadas en una gran variedad de trabajo u operaciones.

Ejemplo: Torno universal, máquina de coser, etc.

5. Grado de Movilidad. Según el grado de movilidad los puestos pueden ser estacionarios y móviles.

Los puestos estacionarios son aquellos en los cuales el trabajo se realiza en un área bien definida, no trasladando el equipo ni el obrero, excepto en límites muy estrecho.

Ejemplo: Taladro fijo, esmeril, etc.

Los puestos móviles son aquellos en los que el trabajo se realiza no en un lugar fijo, sino cambiando constantemente dicho lugar.

Ejemplo: Mecánicos con taladro móvil, equipo de trabajos eventuales de línea, etc.

2.2.3. Fundamentos Técnicos de la Especialización del Trabajo

Los fundamentos técnicos de la especialización son:

1. Estandarización.
2. Normalización.

3. Unificación de piezas.
4. Tipificación de los procesos tecnológicos.

Precisamente partiendo de este fundamento se reduce considerablemente la nomenclatura de la producción y aumentan las magnitudes de los lotes de piezas reduciendo así mismo la cantidad de regulaciones al equipo.

2.2.4. Abastecimiento del puesto de trabajo.

Por abastecimiento al puesto de trabajo se entiende el aseguramiento máximo con todos los medios de trabajo necesarios, los que se determinan en dependencia de los procesos tecnológicos que se llevan a cabo, del grado de su especialización y del nivel de mecanización existente en el puesto de trabajo.

2.2.5. Planificación.

Por planificación del puesto de trabajo se entiende la distribución correcta, horizontal y verticalmente de los medios de trabajo y los objetos de trabajo en la zona correspondiente al puesto de trabajo.

Esta planificación exige:

Primero: Que cada medio y objeto de trabajo esté dispuesto en un determinado lugar de la zona del puesto de trabajo, lo cual como premisa, debe asegurar su localización más cómoda sin que implique gastos innecesarios de trabajo ni de energía.

Segundo: Los medios de trabajo utilizados con más frecuencia deberían estar colocados a una distancia mínima del alcance normal del obrero dentro de su zona de utilización. Los medios y objetos de trabajo que se usan con la mano derecha, serán colocados a la derecha, y viceversa, para aquellos que se utilicen con la mano izquierda.

Tercero: Los materiales e instrumentos, deben colocarse de forma tal que asegure el ritmo sucesivo de los movimientos del obrero. Al colocarse los medios y objetos de trabajo, deben de hacerse de forma tal que reduzca los movimientos del obrero al mínimo.

2.2.6. Servicio

Se entiende por servicio al conjunto de medios de trabajo necesarios al puesto, este comprende:

1. El equipo tecnológico principal (máquina de troquel, máquina de coser, esmeril, taladro, etc.)
2. Todos los aditamentos, dispositivos, instrumentos y otros medios de trabajo que resultan necesarios al servicio y funcionamiento del equipo tecnológico fundamental.
3. Medios auxiliares necesarios para la utilización funcional, el almacenaje y transportación del objeto de trabajo.
4. Distintos dispositivos que resultan necesarios para garantizar la seguridad del trabajo.
5. Otros medios que resultan necesarios para asegurar el orden y limpieza permanente del puesto de trabajo.

2.2.7. Condiciones en el puesto de trabajo.

Un requisito de gran importancia para el logro de una eficiente producción es la existencia de condiciones en la célula fundamental del proceso productivo, es decir, el puesto de trabajo debe estar condicionado exquisitamente para obtener resultados satisfactorios en menor tiempo, con mayor calidad y le permita al operario desempeñar su función de la forma más cómoda, eficaz y competitiva.

De esta forma queda definido como condiciones de trabajo el conjunto de factores a los cuales está expuesto el trabajador

durante la realización de su trabajo y que pueden convertirse en nocivos cuando constituyen una carga excesiva para el organismo del trabajador (Orlov 1986) y tienen como objetivo general la adaptación del trabajo al hombre.

Las condiciones de trabajo ideales elevarán las marcas de seguridad, reducirán el ausentismo y la impuntualidad, elevarán la moral del trabajador y mejorarán las relaciones públicas siempre que su proyección social tenga como objetivos:

Elevar la eficiencia productiva del trabajador.

Velar porque el trabajo no comprometa la salud del obrero.

Contribuir a través del mejoramiento de las condiciones a la humanización del trabajo, lográndose que éste se convierta paulatinamente en la primera necesidad vital del hombre.

Consideraciones a tener en cuenta para facilitar mejores condiciones de trabajo:

- Mejoramiento del alumbrado.
- Control de la temperatura.
- Ventilación adecuada.
- Control de ruido.
- Promoción del orden, la limpieza y el cuidado de los locales.
- Eliminación de elementos irritantes, nocivos como polvo, humo, vapores, gases y nieblas.
- Protección en los puntos de peligro como sitios de corte y de transmisión de movimiento.
- Dotación del equipo necesario de protección personal.
- Organizar y cumplir con un programa adecuado de primeros auxilios.

El planteamiento preventivo desde un enfoque mejorador de las Condiciones de Trabajo requiere un tratamiento de globalidad de

todos los factores presentes en la situación de trabajo en cuanto puedan afectar la salud de los trabajadores en su triple dimensión física, mental y social. Para ello es preciso utilizar herramientas de análisis que cuantifiquen todos y cada uno de los factores, en cuanto a que son determinantes de la salud laboral, como vía operativa que facilite la mejora y el control de las condiciones de trabajo.

Factores que conforman las condiciones de trabajo.

1. Factores ambientales.
2. Factores derivados del carácter y contenido del trabajo.
3. Factor de tipo organizativo.
4. Factores estéticos.

1. Factores ambientales:

Son aquellos que conforman el ambiente físico del puesto de trabajo y comprenden los siguientes criterios:

La carga térmica:

Está determinada por aquellos factores que determinan el intercambio térmico entre el hombre y el ambiente, entre ellos la temperatura, humedad, la velocidad del aire y las radiaciones calóricas.

Se deben tomar algunas medidas para su perfeccionamiento como el aprovechamiento de la ventilación natural y artificial así como el aislamiento de los objetos y puestos de trabajo con altas temperaturas.

El ruido:

Es la sucesión más o menos rápida de sonidos de percepción molesta, transmitiéndose en forma de ondas a través de un medio que generalmente es el aire. El ruido se caracteriza por su intensidad, la frecuencia y su efecto se

evidencia en los errores que se cometen en el desempeño de función.

Para su perfeccionamiento existen tres vías fundamentales:

1. Aislamiento y/o alejamiento de las secciones ruidosas de la fábrica.
2. Aislamiento de los puestos de trabajo mediante materiales capaces de absorber el ruido.
3. Utilización de medios de protección individual como orejeras, tapones, etc.

La iluminación:

Este factor es uno de los más importantes debido a su influencia en la capacidad laboral del trabajador.

Atendiendo al puesto de trabajo, la iluminación varía en intensidad, pero siempre debe ser apropiada para la actividad que se realice.

La presencia de impurezas y toxicidad del aire:

A partir de los estudios realizados sobre los límites máximos permisibles de concentración de gases, vapores y aerosoles en el aire, este factor tiene como objetivo cumplir con las normas previamente establecidas para evitar la presencia de elementos que resulten nocivos al hombre.

2. Factores derivados del carácter y contenido del trabajo.

Estos factores tienen una gran importancia, ya que inciden con mayor peso en la eficiencia de la producción.

El esfuerzo físico:

Comprende los esfuerzos que se realizan en el cumplimiento del trabajo y la frecuencia con que estos se presentan en la jornada. Se considera el peso a levantar y

trasladar en brazos, hombros y cabeza; el esfuerzo al empujar, arrastrar o mover continuamente materiales o instrumentos pesados a mano, en carretilla, etc.

La posición de trabajo:

Comprende el estudio de aquellas posiciones que el trabajador asume en la jornada laboral tales como suspensión, acostado, en cuclillas, parado o sentado sin poder alternar la posición.

El ritmo de trabajo:

Son aquellos intervalos de repetición de cada ciclo de trabajo. Para determinar el ritmo de trabajo, se tiene en cuenta el número de movimientos por unidad de tiempo.

La monotonía:

Es el estado anímico que tiene lugar cuando la actividad que se realiza se caracteriza por una gran pobreza del contenido de trabajo y/o por el alto grado de repetitividad de la actividad, al sucederse continuamente elementos muy sencillos y de muy corta duración.

El grado de monotonía se determina por la duración de cada ciclo repetitivo de movimientos.

Nivel.	Duración del ciclo de movimientos.
Bajo	Hasta 20 segundos
Medio	De 5 a 20 segundos.
Alto	Inferior a 5 segundos

Tabla 1.1 Determinación de la monotonía en el Puesto de Trabajo.

La monotonía solo se puede combatir con efectividad eliminando las causas que la generan tales como la alteración periódica de actividades, el enriquecimiento del contenido de trabajo o la introducción de música funcional así como otros factores estéticos en el puesto de trabajo.

La tensión nerviosa:

Este factor comprende la presencia del cansancio psíquico y la monotonía en el trabajador, provocado por el desarrollo de la mecanización y la automatización de los procesos tecnológicos que contribuye a elevar el esfuerzo físico y mejorar su ambiente el ambiente laboral de trabajador.

La tensión nerviosa está relacionada directamente con:

1. Aumento de la responsabilidad.
2. Aumento de la cantidad de información que es necesario manejar.
3. Constante y elevado nivel de atención.
4. Frecuente toma de decisiones.
5. Riesgos para la seguridad propia y de quienes le rodean.

Existen vías para combatir la negativa influencia de la tensión nerviosa como:

1. Establecimiento de una adecuada jornada laboral.
2. Establecimiento de regímenes de trabajo y descanso.

La tensión visual:

Tiene lugar cuando el trabajador para desempeñar su función utiliza en gran medida el sentido de la vista con mucha precisión para la observación de detalles en un gran número de objetos por unidad de tiempo.

Deben tenerse en cuenta la eficiencia de la iluminación del área de trabajo y el régimen de trabajo y descanso para evitar la tensión visual, así como la alternación de la actividad principal de forma que no se exponga el trabajador de forma continua a la actividad principal.

3. Factor de tipo organizativo:

Este factor está encaminado a posibilitar que en una empresa sin grandes recursos técnicos, se logre una mejor determinación del tiempo de descanso y su mejor distribución durante la jornada de trabajo.

Régimen de trabajo y descanso.

Se entiende como la disposición dentro de la jornada de los períodos de trabajo y las pausas de descanso, su duración, distribución y el carácter pasivo que debe dársele a cada descanso.

4. Factores estéticos:

La estética del trabajo es dada sus tareas y objetivos, uno de los factores que influyen en las condiciones de trabajo. Es una disciplina científica, encargada de crear ambientes laborales favorables al desarrollo de la personalidad multifacético del trabajador.

La incidencia de estos factores en el personal de trabajo se refleja generalmente en los sentidos de la vista y el oído.

2.2.8. Organización del servicio al puesto de trabajo.

El servicio al puesto de trabajo contempla el aseguramiento de las materias prima, materiales, semi-productos, accesorios y documentación técnica necesaria. Ocupa un lugar especial en la organización de servicio al puesto de trabajo igualmente, el plan que contempla los medios de transportación, el mantenimiento de los equipos y la recepción de la producción terminada. Debe tenerse en cuenta que el sistema de servicio al puesto de trabajo que se establezca depende al tipo de producción que se realice.

Así en la elaboración de la producción individual y de pequeñas series, el sistema queda reducido al servicio que se brinda en el

turno de trabajo, y se organiza partiendo de la tarea diaria de producción.

En la producción en masa y en grandes series la organización del servicio al puesto de trabajo, se sistematiza en base a un plan concreto y de tallado en que se prevé un riguroso régimen para efectuar el cambio de instrumento, la realización de los mantenimientos etc.

Cuando se alcanza un elevado nivel de tiempo perdido por roturas y reparaciones, significa que el estado técnico de las maquinarias es deficiente. Este índice deficiente puede ser reducido a través de la organización del tiempo a utilizar en el mantenimiento mediante un Plan de Mantenimiento Preventivo y planificado (PMP)

El PMP permite que las reparaciones no se efectúen en el momento de la rotura, sino de forma planificada, logrando conservar el equipo en el mejor estado técnico posible y funcionando ininterrumpidamente.

El servicio a los objetos de trabajo:

Tiene como objetivo garantizar la eficiencia en la manipulación de los objetos, ya que la efectividad del proceso productivo depende en gran medida de la misma.

El desplazamiento inadecuado de los objetos de trabajo, y por tanto de los trabajadores dedicados a esta actividad, genera gastos de tiempo, aumenta el número de trabajadores de servicio en estas funciones y puede llegar a interrumpir el proceso productivo.

Al diseñar la forma de desplazamiento de los objetos de trabajo pueden perseguirse los siguientes objetivos:

- Obtener un desplazamiento sin retrocesos ni cruces en el flujo de circulación.
- Sin recorridos largos.
- Sin transbordos innecesarios.
- Sin esfuerzo físico indebido.

- Sin requerir varios viajes cuando uno sea suficiente.

El sistema de desplazamiento debe ser seguro para evitar toda posibilidad de accidente.

Se debe hacer una eficiente distribución en planta para facilitar la manipulación de objetos, esta distribución condiciona los recorridos a hacer provocando retrasos o lazos en el camino.

El servicio a la fuerza de trabajo:

El servicio al hombre durante el proceso productivo presupone la satisfacción de sus necesidades biológicas y socioculturales.

La satisfacción de las necesidades biológicas incluye lo siguiente:

- Organización de los servicios médicos asistenciales (en los casos de unidades con altos índices de trabajadores ocupados)
- Organización de los servicios de comedores obreros.
- Organización de los servicios higiénicos sanitarios.
- Organización de los servicios de ropas especiales y otros medios de protección personal de los trabajadores.

En lo referente a la satisfacción de las necesidades socioculturales se contemplan:

- Aumento del nivel técnico cultural de los trabajadores a través de cursos de recalificación, conferencias y seminarios.
- Mejora de las condiciones de estética en las zonas de trabajo mediante de recursos ornamentales.
- Organización de las áreas deportivas.

2.2.9. 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. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta la tasa de producción.

El concepto de las divisiones básicas de la realización del trabajo desarrollado por Frank Gilbreth en sus primeros ensayos, se aplica a todo trabajo productivo ejecutado por las manos de un operario. Gilbreth denominó "therblig" (su apellido deletreado al revés) a cada uno de estos movimientos fundamentales, y concluyó que toda operación se compone de una serie de estas 17 divisiones básicas.

Estas divisiones básicas se describirán ahora en relación con la forma como pueden mejorarse o eliminarse para hacer el centro de trabajo menos fatigoso y más productivo para el operario. Tales divisiones se describirán en una secuencia lógica para fines analíticos

2.2.9.1. Movimientos Fundamentales. Therblig.

1. Buscar: Es el elemento básico en la operación de localizar un objeto. Es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto.

Buscar es un therblig que el analista debe tratar de eliminar siempre. Las estaciones de trabajo bien planeadas permiten que el trabajo se lleve a cabo continuamente, de manera que no es preciso que el operario realice este elemento. Proporcionar el sitio exacto para cada herramienta y cada pieza es el modo práctico de eliminar el elemento de búsqueda en una estación de trabajo.

Un empleado nuevo, o uno no familiarizado con el trabajo tiene que efectuar operaciones de búsqueda periódicamente, hasta desarrollar suficiente habilidad y acierto.

2. Seleccionar: Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza de entre dos o más semejantes. Este therblig sigue generalmente, al de "buscar" y es difícil determinar exactamente, a un mediante el

método detallado de los micro movimientos, cuando termina la búsqueda y empieza la selección.

A veces la selección puede existir sin la búsqueda. La selección puede clasificarse también entre los therblig ineficientes y debe ser eliminada del ciclo de trabajo por una mejor distribución en la estación de trabajo y un mejor control de las piezas.

3. **Tomar:** El "tomar" es un therblig eficiente y, por lo general, no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar. Estudios detallados han demostrado que existen varias formas de tomar, algunas de las cuales requieren tres veces más tiempos que otras. Las piezas a tomar o coger deben estar dispuestas de manera que puedan emplearse el menor tiempo posible.

Esto se logra haciendo que el objeto este solo en una localización fija, y quede en posición tal que no haya interferencia alguna con la mesa de trabajo, la caja o los alrededores.

4. **Alcanzar:** El therblig "alcanzar" corresponde al movimiento de una mano vacía, sin resistencia, hacia un objeto o retirándola de él.

Es natural que el tiempo requerido para alcanzar dependa de la distancia recorrida por la mano. Dicho tiempo depende también, en cierto grado, del tipo de alcance.

Este puede clasificarse como un therblig efectivo y, generalmente, no puede ser eliminado del ciclo de trabajo.

Sin embargo, si puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos. Teniendo presente este principio fundamental pueden obtenerse estaciones de trabajo en las que sea mínimo el tiempo de alcanzar.

- 5. Mover:** Es la división básica que corresponde al movimiento de la mano con carga. El tiempo requerido para mover depende de la distancia, del peso que se mueve y del tipo de movimiento. Mover es un therblig efectivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo. Con todo, puede reducirse su tiempo de ejecución acortando las distancias, aligerando las cargas o mejorando el tipo de movimiento por medio de canaletas de gravedad o de transportadores en el punto terminal del movimiento, de manera que no sea necesario llevar materialmente el objeto que debe trasladarse a un sitio específico. La experiencia a comprobado que las operaciones de mover o trasladar a una localización general se efectúan más rápidamente que las de mover a un sitio exacto.
- 6. Sostener:** Es cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto, mientras que la otra mano ejecuta trabajo útil. "Sostener " es un therblig ineficiente y puede eliminarse, por lo general, del ciclo de trabajo.
- Además difícilmente es la mano un dispositivo eficiente para sostener, por lo que el analista de métodos debe estar siempre alerta para evitar que el "sostener " sea parte de una asignación de trabajo.
- Un ejemplo típico de sostener ocurrirá cuando la mano izquierda sostiene un perno o un espárrago mientras que la otra pone o enrosca una tuerca. Mientras esto ocurre, la mano izquierda estará utilizando el therblig "sostener".
- 7. Soltar:** Este elemento es la división básica que ocurre cuando el operario abandona el control del objeto. "Soltar " es el therblig que se ejecuta en el más breve tiempo, y es muy poco lo que puede hacerse para alterar el tiempo en que se realiza este therblig efectivo.

8. **Colocar en Posición:** Es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado correctamente en un sitio específico.
El therblig "colocar en posición "se presenta como duda o vacilación mientras la mano, o las manos, tratan de disponer la pieza de modo que el siguiente trabajo pueda ejecutarse con más facilidad.
9. **Precolocar en Posición:** Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite. La pre-colocación ocurre frecuentemente junto con otros therblig, uno de los cuales suele ser mover. Es la división básica que dispone una pieza de manera que queda en posición conveniente a su llegada. Es difícil medir el tiempo necesario para este elemento, ya que es un therblig que difícilmente puede ser aislado. La pre-colocación se efectúa al alinear un destornillador que se mueve hasta el tornillo que se va a accionar.
10. **Inspeccionar:** Este therblig es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable, mediante una verificación regular realizada por el trabajador que efectúa la operación.
El tiempo necesario para la inspección depende primariamente de la comparación con el estándar, y de lo que la pieza en cuestión se aparte del mismo.
Si un operario tuviera que sacar todas las canicas azules que hay en una caja, perdería muy poco tiempo en decidir lo que tendría que hacer con una canica roja. Sin embargo, si se hubiese hallado una canica púrpura habría una vacilación más larga en decidir aceptarla o rechazarla.

11. **Ensamblar:** El elemento " ensamblar "es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Es otro therblig objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo.

12. **Desensamblar:** Este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar.

Ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. El desensamble es de naturaleza objetiva y la posibilidad de mejoramiento son más probables que la de eliminación del therblig.

13. **Usar:** Este therblig es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante la parte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo." Usar "será el therblig que indique la acción de ambas manos. La duración de este therblig depende de la operación, así como de la destreza del operario. El usar se detecta fácilmente, ya que este therblig hace progresar la operación hasta su objetivo final.

14. **Demora (o retraso) inevitable:** La demora inevitable es una demora que el operario no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso.

Por ejemplo, cuando un operario aplica un taladro con su mano derecha a una pieza colocada en una plantilla, para la mano izquierda se presentaría un retraso inevitable. Puesto que el operario no puede controlar las demoras inevitables, su eliminación del ciclo requiere que el proceso se cambie de alguna forma.

15. **Demora (o retraso) evitable:** Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que solo el operario

es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora o retraso evitable. De este modo, si un operario sufriese un acceso de tos durante el ciclo de trabajo, esta suspensión se clasifica evitable porque normalmente no aparecería en el ciclo. La mayor parte de los retrasos evitables pueden ser eliminados por el operario sin cambiar el proceso el método de hacer el trabajo.

16. Planear: El therblig "planear" es el proceso mental que ocurre cuando el operario se detiene para determinar la acción a seguir. Planear puede aparecer en cualquier etapa del ciclo y suele descubrirse fácilmente en forma de una vacilación duda, después de haber localizado todos los componentes. Este therblig es característico de la actuación de los operarios noveles y generalmente se elimina del ciclo mediante el entrenamiento adecuado de este personal.

17. Descansar para reponerse de la fatiga.

Esta clase de retraso aparece rara vez en un ciclo de trabajo, pero suele aparecer periódicamente como necesidad que experimenta el operario de reponerse de la fatiga. La duración del descanso para reponerse de la fatiga variará, como es natural, según la clase de trabajo y según las características del operario que lo ejecuta.

2.2.9.2 Resumen de los Therblig.

Las 17 divisiones básicas pueden clasificarse en therblig eficiente (o efectivo) y en ineficientes (o inefectivo).

Los primeros son aquellos que contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo. Estos therblig con recurrencias pueden reducirse, pero es difícil eliminarlos

por completo. Los therblig de la segunda categoría no hacen avanzar el trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de la operación y del estudio de movimientos.

Una clasificación adicional divide a los elementos de trabajo en físicos, semi-mentales o mentales, objetivos y de retraso. Idealmente, un centro de trabajo debe contener solo therblig físicos y objetivos:

A. Eficientes o efectivo.

1. Divisiones básicas de naturaleza física o muscular.
 - a. Alcanzar.
 - b. Mover.
 - c. Tomar.
 - d. Soltar.
 - e. Pre-colocar en posición.
2. Divisiones básicas de naturaleza objetiva o concreta.
 - a. Usar.
 - b. Ensamblar.
 - c. Desensamblar.

B. Ineficientes o inefectivos.

1. Elementos mentales o semi-mentales.
 - a. Buscar.
 - b. Seleccionar.
 - c. Colocar en posición.
 - d. Inspeccionar.
 - e. Planear.
2. Demora o dilaciones.
 - a. Retraso inevitable.
 - b. Retraso evitable.
 - c. Descansar para reponerse de la fatiga.
 - d. Sostener.

2.2.9.3. Principios de la economía de movimiento.

Más allá del concepto de la división básica del trabajo en elementos, según lo formularon por primera vez los esposos Gilberth, se tienen los principios de la economía de movimiento, también desarrollados por ellos y perfeccionados por otros investigadores. No todos estos principios son aplicables a todo trabajo, y algunos solo tienen aplicación por medio del estudio de micromovimientos.

Sin embargo, los que se aplican al estudio visual de los movimientos, así como los aplicables a la técnica de los micromovimientos, y que deben tenerse en cuenta en la mayoría de los casos, pueden clasificarse de tres modos fundamentales: 1) al uso del cuerpo humano, 2) a la disposición y condiciones en el lugar de trabajo, 3) al diseño de las herramientas y el equipo.

El analista de métodos debe estar familiarizado con los principios visuales de la economía de movimientos, de modo que pueda detectar las deficiencias o fallas del método seguido, con una rápida inspección del sitio de trabajo y de la operación.

2.2.9.4. Clasificación.

Estos principios fundamentales son los siguientes, según su clasificación indicada:

A. Relativos al uso del cuerpo humano.

- 1.** 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.

2. Los movimientos de la manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a este.
3. Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetus físicos como ayuda al obrero, y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante un esfuerzo muscular.
4. Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
5. Deben emplearse el número de elementos therblig, y estos se deben limitar a los del más bajo orden y clasificación posible. Estas clasificaciones, enlistadas en orden ascendentes del tiempo y el esfuerzo requerido para llevarlas a cabo, son:
 - a. Movimientos de dedos.
 - b. Movimientos de dedos y muñeca.
 - c. Movimientos de dedos, muñecas y antebrazo.
 - d. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo y brazo.
 - e. Movimientos de dedos, muñecas, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.
6. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer, sin embargo, que los movimientos simultáneos de pies y manos son difíciles de realizar.
7. 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 pesadas por largo tiempo.

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

B. Disposición y condiciones en el sitio de trabajo.

1. Deben destinarse sitios fijos para cada herramienta y cada material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therblin buscar y seleccionar.
2. Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los tiempos de alcanzar y mover, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.
3. Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.
4. Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en el que sea posible tener la altura apropiada para que pueda llevarse a cabo el trabajo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie.
5. Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuada.
6. Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo la fijación de la vista.

7. 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.

C. Diseño de las herramientas y el equipo.

1. 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.
2. 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.
3. Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.
4. 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.

2.2.10. Perfiles de cargo.

Es el resultado del análisis y estudio de una ocupación, en el sentido de atender a la triple vertiente: psíquica, física y ambiental, se plasma en lo que se denomina Perfil de Cargo; o sea, este viene a ser la síntesis del análisis del puesto de trabajo [Gallego, 1987].

El Perfil de Cargo es la resultante de la actividad clave de análisis y descripción de puestos de trabajo, marca una pauta metodológica

fundamental y es un elemento esencial de conexión técnico-organizativa en la Gestión de Recursos Humanos.

Como la tendencia actual es hacia puestos de trabajo polivalentes o de multi habilidades, habrá que garantizar que los Perfiles de Cargos, o perfiles de competencia, se mantengan consecuentes con esa tendencia, de manera que no signifique un encasillamiento o traba legal, sino un marco referencial, flexible y coherente con un perfil amplio, propiciando el enriquecimiento del desempeño en un puesto de trabajo o del propio trabajo en general, tanto en su vertiente horizontal como en la vertical.

En el Perfil de Cargo, se concretan los objetivos del cargo o puesto de trabajo, los cuales son la expresión del factor humano en la producción o servicio, tornando a todo lo demás superfluo, si no se alcanza esta expresión y sobre todo, si no se alcanza bien. (René Sasson Rodés Ing. Industrial)

2.3. TIEMPO DE CICLO

El tiempo de producción del ciclo se refiere a las actividades de producción, tales como el tiempo total requerido para producir un producto. Tiempo de ciclo de procesamiento de pedido se utiliza en la oficina para determinar el tiempo total requerido para procesar un pedido.

Desde una perspectiva financiera, términos como el tiempo de ciclo de efectivo a efectivo describir la cantidad de tiempo que una empresa necesita para recuperar su inversión financiera. Desde una perspectiva de gestión, tiempo de ciclo se utiliza para evaluar el desempeño en todos los aspectos de un negocio.

El tiempo del ciclo se ha convertido en la herramienta clave de medición para la realización de una serie de importantes conceptos borde de gestión, incluida la gestión de la cadena de suministro (SCM), Just-In-Time (JIT) de gestión, planificación de recursos empresariales (ERP), la teoría de

la gestión de restricciones, y magra gestión, mejoras del ciclo de tiempo en cualquiera de estas áreas han sido vinculados a reducción de costos, inventarios reducidos y mayor capacidad.

Las áreas de recursos que se mide por el tiempo de ciclo incluirán la medición del flujo financiero, el flujo de materiales, y el flujo de información. En cada caso, un retraso o incumplimiento de cualquiera de estas medidas indican un fracaso del proceso de negocio completo. El tiempo del ciclo se ilustra mejor con algunos ejemplos.

En la comercialización, el tiempo de duración de ciclo del mercado es la medida fundamental del éxito en la moda, la ropa, y las industrias de tecnología. Las empresas que no pueden llevar los productos al mercado rápidamente pueden quedar fuera de competencia, quedar fuera. Tiempo de salida al mercado es la medida del tiempo desde el inicio de la idea a través del desarrollo de la idea, el diseño y la ingeniería, el piloto y, finalmente, la producción y disponibilidad de los clientes. Por ejemplo, Estados Unidos encabezó al mundo en la fase de idea de desarrollo del automóvil de bolsa de aire. Sin embargo, tuvo un diseño de ingeniería de procesos lentos y permitió a los japoneses ofrecer los airbags en sus vehículos durante varios años antes de que Estados Unidos.

Acerca de la producción la razón más importante para calcular el tiempo de ciclo es reducirlo. La reducción del tiempo se obtiene por medio de: mejor planeamiento u organización del trabajo.

El tiempo de ciclo consiste de dos partes que se denominan tiempo fijo tiempo variable.

Tiempo Fijo:

Es el que invierte una máquina, durante el ciclo, en todo aquello que no sea acarreo y retorno. Incluye por ejemplo, el tiempo para: cargar, descargar y maniobrar en el curso del trabajo. Todos estos tiempos son más o menos constantes, sea cual sea la distancia a que se lleve o acarree el material

Tiempo Variable:

Es el que se necesita para el acarreo o, el tiempo invertido en el camino acarreando el material y regresando vacío.

Pero los hombres y las maquinas no trabajan 60 minutos en cada hora, se debe aplicar entonces un Coeficiente de eficiencia en los cálculos de producción.

2.4. EFICIENCIA

En términos generales, la palabra eficiencia hace referencia a los recursos empleados y los resultados obtenidos. Por ello, es una capacidad o cualidad muy apreciada por empresas u organizaciones debido a que en la práctica todo lo que éstas hacen tiene como propósito alcanzar metas u objetivos, con recursos (humanos, financieros, tecnológicos, físicos, de conocimientos, etc.) limitados y (en muchos casos) en situaciones complejas y muy competitivas.

Eficiencia (Del lat. *efficientia*) es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

Luego, para efectos de producción: la eficiencia es la óptima utilización de los recursos disponibles para la obtención de resultados deseados.

Por tanto, se puede decir que una empresa, organización, producto o persona es "eficiente" cuando es capaz de obtener resultados deseados mediante la óptima utilización de los recursos disponibles.

2.5. TIEMPO ESTÁNDAR

Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

Aplicaciones del tiempo estándar

1.- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares

después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos.

- 2.- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- 3.- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
- 4.- Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.

Ventajas de la aplicación de los Tiempos Estándar

- 1.- Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.
- 2.- Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.

2.5.1. De los tiempos observados al tiempo estándar

El hecho de convertir una serie de tiempos observados en tiempos tipo o estándar, requiere de la aplicación sistemática de una serie de pasos en los que se hará importante que el analista tenga claridad respecto a la base teórica del cronometraje del trabajo, la valoración del ritmo, y los suplementos del estudio.

2.5.2 Análisis de la consistencia de los elementos

El análisis de la consistencia de cada elemento demanda estudiar las variaciones que puedan percibirse de los tiempos observados. Las medidas que han de tomarse según los resultados de cada análisis son las siguientes:

- Si se determina que las variaciones se deben a la naturaleza del elemento se conservan todas las lecturas.
- Si se determina que las variaciones no se originan por la naturaleza del elemento, y la lectura anterior y/o posterior donde se observa la variación son consistentes; la inconsistencia del elemento se deberá a la falta de habilidad o desconocimiento de la tarea por parte del trabajador. En este caso, si un gran número de observaciones son consistentes, se puede eliminar las observaciones extremas y sólo conservar las normales. En el mismo caso, si no es posible distinguir entre las observaciones extremas y las normales, deberá repetirse íntegramente el estudio con otro trabajador.
- Si se determina que las variaciones no se deben a la naturaleza del elemento, pero la lectura posterior y/o anterior al elemento donde se observa la variación, también han sufrido variaciones; esta situación ocurre por errores en el cronometraje, cometidos por el tomador de tiempo. Si es mínimo el número de casos extremos, estos se eliminan, y se conservan sólo los normales. Si por el contrario, este error se ha cometido en muchas lecturas, aunque no todas sean en el mismo elemento; lo más indicado es repetir el estudio, y esta repetición deberá hacerse las veces que sea necesario hasta lograr una consistencia adecuada en las observaciones de cada elemento.

- Si se determina que las variaciones no tienen causa aparente, deben ser analizadas de manera cuidadosa antes de ser eliminadas (si es posible volver a la fase de observación). Nunca debe aceptarse una lectura anormal como inexplicable. Ante la existencia de dudas, es recomendable repetir el estudio.

Para evitar las repeticiones del estudio es recomendado reconocer la importancia de las anotaciones especiales en el proceso de cronometraje, dado que esta información es vital para identificar las causas de una variación determinada.

2.5.3 Cálculo del promedio por cada elemento

Para obtener el promedio por elemento es necesario:

Sumar las lecturas que han sido consideradas como consistentes.

Se anota el número de lecturas consideradas para cada elemento como consistentes (LC = Lecturas Consistentes).

Se divide para cada elemento las sumas de las lecturas, entre el número de lecturas consideradas; el resultado es el tiempo promedio por el elemento (T_e = Tiempo Promedio por elemento).

2.5.4 De los tiempos observados a los tiempo básicos o normales

En este paso debe considerarse si en el proceso de valoración del ritmo se determinó un factor de cadencia para cada elemento o para cada lectura.

En el caso de haberse determinado una valoración para cada elemento, se procederá así para cada elemento (T_n = Tiempo Normal):

$$T_n = T_e \times \frac{\text{Valor Atribuido}}{\text{Valor Estándar}}$$

En el caso de haberse determinado una valoración para cada lectura (observación de tiempo), se procederá así para cada elemento:

Esta modalidad se efectúa si ya se había procedido a calcular el promedio del elemento, en caso contrario y con la ayuda de una hoja de cálculo, es preferible efectuar la conversión de tiempos observados a básicos o normales para cada lectura y luego determinar el promedio de estos. De igual manera se obtendrá el mismo resultado.

2.5.5 Adición de los suplementos (tiempo concedido por elemento)

En este paso, al tiempo básico o normal se le suman las tolerancias por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo concedido por cada elemento. Se procederá así para cada elemento ($T_t =$ Tiempo concedido elemental):

$$T_t = T_n \times (1 + \text{Suplementos})$$

2.5.6 Suavización por frecuencia (tiempo concedido total)

En este paso se calcula la frecuencia por operación o pieza de cada elemento, es decir ¿cuántas veces se ejecuta el elemento para producir una pieza?. Los elementos repetitivos, por definición, se dan por lo menos una vez en cada ciclo de la operación, de modo que en su respectivo renglón se pondrá 1/1 si se dan una vez por operación, o 2/1 si se dan 2 veces por operación. Los elementos casuales (por ejemplo afilar herramientas), pueden suceder solo cada 5, 10 o 50 ciclos; en este caso se anotaría en su respectivo renglón de frecuencia 1/5 en caso de darse ese elemento (afilar herramientas, p.e) una vez cada 5 operaciones, o 1/10 si se da 1 vez luego de 10 operaciones.

Luego se multiplica el Tiempo Concedido Elemental (T_e) por la frecuencia del elemento (que se escribirá, tal como ya lo

mencionamos en forma de fracción). Al producto de esta multiplicación se le denominará Tiempo Total Concedido:

(T_{tc} = Tiempo Total Concedido).

$$T_{tc} = Tt \times Frecuencia$$

2.5.7 Tiempo estándar o tipo

En este paso se suman los tiempos totales concedidos para cada elemento que forme parte de una operación, y se obtiene el tiempo estándar por operación.

$$\sum T_{tc} = \text{Tiempo Estándar}$$

2.5.8 Consideraciones adicionales

Al efectuar el cálculo del tiempo estándar se debe considerar lo siguiente:

- Cómo se asignarán los elementos contingentes, si deben o no prorratearse.
- Si debe concederse el tiempo de preparación y retiro.
- El factor interferencia cuando se presente en un ciclo de trabajo estudiado.

2.6 BALANCE DE LINEA

2.6.1 Introducción

El control del taller (S.F.C., por las siglas en inglés de shop floor control) incluye los principios, métodos y técnicas que se necesitan para planear, programar y evaluar la eficacia de las operaciones de producción. El control del taller integra las actividades de los llamados factores de producción de una instalación de fabricación, como los trabajadores, las máquinas y el equipo para manejo de materiales.

El plan del SFC facilita la ejecución eficiente del programa maestro de producción, el control de las prioridades de procesamiento, la mejora de la eficiencia operativa mediante la programación adecuada de trabajadores y máquinas y el mantenimiento de cantidades mínimas de trabajos en proceso y de inventarios de productos terminados.

En el análisis final, el control del taller debe conducir a un mejor servicio al cliente.

En la administración de las actividades de producción de empresas que funcionan con órdenes o pedidos y en las que funcionan según las existencias, existen diferencias sustanciales. En las empresas en que la producción se maneja en función de las órdenes, son importantes las fechas en que se promete terminar los trabajos y, por consiguiente, determinar la secuencia que seguirán las órdenes de los clientes en los diversos centros de máquinas es una función de fundamental importancia. Esto implica tanto la planeación como el control de las actividades.

Los productos que se fabrican en función de las existencias suelen ser bienes de consumo que se producen en gran volumen, como teléfonos, automóviles y relojes de pulso. En la fabricación de artículos estandarizados en gran volumen, son muy importantes los flujos en el taller.

2.6.2 Talleres cuyas actividades se basan en el flujo del trabajo

Un taller de este tipo consiste en un conjunto de instalaciones cuyo trabajo fluye en serie. Las mismas operaciones se realizan de manera sucesiva en cada estación de trabajo, de tal manera que para realizarlas se requiere de trabajadores poco calificados.

El taller cuya actividad se basa en el flujo de trabajo por lo regular representa una situación de producción en serie o masiva y, por lo tanto, las operaciones que en él se realizan son altamente

eficientes. Por ejemplo, un operador puede instalar puertas de automóviles en una línea de ensamble, o bien, ensamblar discos en el auricular de un teléfono.

En los talleres de este tipo, los artículos forman parte del inventario de productos terminados uno tras otro, a menudo siguiendo el mismo orden en que entraron a la línea de ensamble, con lo cual se obtienen inventarios muy bajos de trabajos en proceso. Puesto que los artículos casi siempre se fabrican en función de las existencias, pronosticar es una actividad muy compleja y, por consiguiente, los niveles de existencias de productos terminados que se mantienen en términos de inventarios anticipados son muy altos. Por la misma razón, los inventarios de materia prima se mantienen a niveles muy altos. En los talleres cuyas actividades se basan en el flujo de trabajo, las máquinas tienden a tener un diseño para propósitos especiales y, en consecuencia, el nivel de inversión inicial suele ser alto para aquellas plantas cuyo grado de automatización es considerable.

El sistema de control de la producción continua se denomina control del flujo. La especialización, el alto volumen, la división del trabajo y la eficiencia se integran al diseño de las líneas de ensamble. Por lo tanto, los talleres cuyas actividades se basan en el flujo de trabajo requieren de poca capacidad y de personal capaz de realizar actividades repetitivas en forma sucesiva. La naturaleza repetitiva del ambiente de fabricación da lugar, asimismo, a la monotonía y afecta la moral de los trabajadores. Para manejar este problema, los ingenieros industriales y los científicos sociales han desarrollado programas que enriquecen las actividades de los obreros.

2.6.3 Línea de fabricación y línea de ensamble

Una versión de una distribución orientada al producto es una línea de fabricación; otra es una línea de ensamble. La línea de fabricación construye componentes, tales como llantas para automóvil o partes metálicas para un refrigerador, en una serie de máquinas. Una línea de ensamble junta las partes fabricadas en una serie de estaciones de trabajo.

Ambas pertenecen a los procesos repetitivos y en ambos casos la línea debe ser balanceada. Es decir, el trabajo llevado a cabo en una máquina debe balancear el trabajo realizado en la siguiente máquina en la línea de fabricación, de la misma manera en que se debe balancear la actividad realizada por un empleado en una estación de trabajo, dentro de una línea de ensamble, esto mismo debe llevarse a cabo con el trabajo hecho en la siguiente estación de trabajo por el siguiente empleado.

Las líneas de fabricación tienden a estar acompañadas por la máquina, y requieren cambios mecánicos y de ingeniería para facilitar el balanceo. Por otro lado, las líneas de ensamble tienden a ser acompañadas por tareas de trabajo asignadas a individuos o a estaciones de trabajo. Las líneas de ensamble, por lo tanto, pueden ser balanceadas moviendo las tareas de un individuo a otro. De esta manera, la cantidad de tiempo requerido por cada individuo o estación se iguala.

El problema central en la planeación de la distribución orientada al producto es balancear la salida de cada estación de trabajo en la línea de producción, de tal forma que sea casi igual, mientras se obtiene la cantidad de salida deseada. La meta de la administración es

crear un flujo continuo suave sobre la línea de ensamble, con un mínimo de tiempo ocioso en cada estación de trabajo de la persona. Una línea de ensamble bien balanceada tiene la ventaja de la gran utilización del personal, y de la instalación y equidad entre las cargas de trabajo de los empleados. Algunos contratos de sindicatos incluyen un requerimiento, las cargas de trabajo serán casi iguales entre aquellos en la misma línea de ensamble.

Los términos más frecuentemente utilizados para describir este proceso es el balanceo de la línea de ensamble, son:

Elemento de trabajo:

Es la mayor unidad de trabajo que no puede dividirse entre dos o más operarios sin crear una interferencia innecesaria entre los mismos.

Operación:

Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.

Puesto o estación de trabajo:

Es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación). Usualmente suponemos que un puesto o estación de trabajo está a cargo de un operario, pero esto no es necesariamente así.

Tiempo de ciclo:

Es el tiempo que permanece el producto en cada estación de trabajo.

Demora:

Es la cantidad total de tiempo ocioso en la línea que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo. Pero también en nuestro caso, puede considerarse el tiempo que demora en reiniciarse las actividades por cuestiones ajenas al proceso productivo.

2.6.4 Control de la producción continua

El problema más importante en los talleres cuyas actividades dependen del flujo de trabajo es lograr la cantidad de producción que se desea, que puede ser de 60 automóviles o 600 teléfonos al día, con la máxima eficiencia posible.

El contenido total del trabajo se divide en operaciones elementales, y estas operaciones se agrupan en las estaciones de trabajo. El trabajo se desplaza en forma sucesiva, y en muchas situaciones de manera continua, de una estación a otra. Todas las estaciones de trabajo se ocupan de trabajos que tienen diversos grados de avance. La velocidad de la línea de ensamble se controla mediante la cantidad de producción que se requiere, el espacio entre las estaciones y los requerimientos respecto al tiempo de cada estación de trabajo. Al controlar la velocidad del transportador o el tiempo del cliente, en esencia es posible controlar la cantidad que produce la línea de producción.

2.6.5 Distribución de una línea de ensamble

Ya que los problemas de las líneas de fabricación y las líneas de ensamble son similares, se centrará la exposición en términos de una línea de ensamble. En una línea de ensamble, el producto generalmente se mueve vía medios automatizados, tal como una banda de transportación, a través de una serie de estaciones de trabajo hasta que se complete. Esta es la manera en que se ensamblan los automóviles, y se producen los aparatos de televisión y los hornos, o las hamburguesas de comida rápida.

En nuestro caso, la mayoría de los trabajos serán manuales ya que las máquinas solo intervienen para efecto de cortar el cuero (troquelados) y coser forros. Otros procesos metal mecánicos salvo soldaduras, limaduras o pequeños taladrados, no son contemplados.

2.6.7 Balanceo de líneas (análisis de la producción)

El problema de diseño para encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones se denomina problema de balanceo de línea.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- 1) Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- 2) Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- 3) Continuidad. Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, sub-ensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

Los casos típicos de balanceo de línea de producción son:

- Conocidos los tiempos de las operaciones, determinar el número de operarios necesarios para cada operación.
- Conocido el tiempo de ciclo, minimizar el número de estaciones de trabajo.
- Conocido el número de estaciones de trabajo, asignar elementos de trabajo a la misma.

Para poder aplicar el balanceo de línea se utilizan las siguientes fórmulas:

Sabiendo que:

TE= tiempo estándar

NOR= Número de operarios reales

Índice de producción = (tiempo deseado)/(tiempo disponible)

Número de operarios = (IP)x(TE)/(Eficiencia)

Teórico (NOT)

Producción por turno= PPT = (tiempo turno)/(tiempo asignado)

Costo unitario = $\frac{(NOR) \times (\text{salario})}{PPT}$

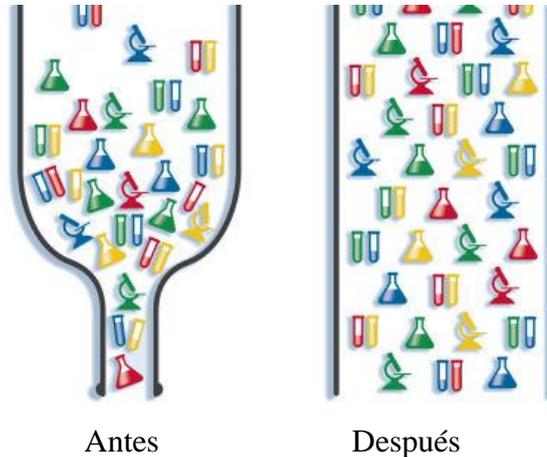
Eficiencia real = $\frac{(\text{suma de tardanzas})}{(\text{suma de tiempo asignado})}$

El balanceo de líneas de producción constituye una de las herramientas más importante para el departamento de Producción, pues de un buen balance de producción depende que se consiga el máximo aprovechamiento de los recursos tanto humanos como de maquinaria y demás elementos productivos, y que se logre o no los objetivos previstos.

Los objetivos que pretende un Balanceo de Líneas de producción lo podemos resumir en los siguientes puntos:

- Alcanzar la producción planeada.
- Mantener la eficiencia de cada una de las operarias, ya que las personas tienden a ajustar su ritmo a la cantidad de trabajo que tienen.
- Disminuir los tiempos de espera.
- Mantener a los operarios más tiempo haciendo su operación.
- Evitar los cuellos de botella
- Reducir las horas extras.

En definitiva, mejorar la productividad del taller reduciendo de ésta forma los costos de fabricación.



Para la correcta realización de un Balanceo de línea de producción se requiere de una serie de datos importantes con los cuales poder trabajar, estos parámetros son los siguientes:

- Modelo ó modelos que se tienen que fabricar.
- Cantidad a fabricar de cada uno de los modelos.
- Conocer el número de operarias disponibles.
- Polivalencia de los operarios y grado de conocimiento de cada una de las operaciones.
- Porcentaje de ausentismo de la planta, el cual nos permitirá prever el número de personas adicionales para contrarrestar la falta de personal.
- Actividad media de la planta, sección, operarios. Lo que nos permitirá obtener con mayor precisión las producciones necesarias para lograr nuestros objetivos.
- Aprovechamiento de las horas contratadas, que nos ayudará a prever las posibles incidencias que se nos puedan presentar a lo largo de la jornada de trabajo por culpa de la dirección.
- Conocer el inventario de maquinaria existente, así como de los accesorios disponibles en la empresa, ó en el mercado.

2.6.8 Teoría de Restricciones (T.O.C.)

La teoría de restricciones fue descrita por primera vez por Eliyahu Goldratt en los años 80's.

Siendo físico y empresario del software se preguntó si acaso existiría alguna relación válida entre las técnicas utilizadas en la resolución de problemas científicos y los que él había encontrado en su trabajo con empresas.

TOC es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y así encontrar maneras de mejorar. Está basada en el simple hecho de que los procesos multitarea, de cualquier ámbito, solo se mueven a la velocidad del paso más lento.

Tipos de restricciones

Existen dos tipos de limitaciones:

1. **Limitaciones físicas:** Son equipos o instalaciones, recursos humanos, etc.; que están evitando que el sistema cumpla con su meta de negocio. Existen dos modos de explotarlas:
 - a) Agregando capacidad (contratar personal, alquilar o comprar equipo)
 - b) Aprovechando al máximo la capacidad del sistema (gestión eficiente)

2. **Limitaciones de políticas:** Son todas aquellas reglas que evitan que la empresa alcance su meta. Existe solo un modo de explotar una política: reemplazándola.

Cuellos de botella y recursos restringidos por la capacidad:

Un cuello de botella se define como cualquier recurso cuya capacidad sea menor que su demanda. Un cuello de botella es una restricción en el sistema que limita la producción. En el proceso de manufactura, es el punto donde el caudal se adelgaza hasta ser una

corriente flaca. Un cuello de botella puede ser una máquina, falta de trabajadores capacitados o una herramienta especial. En las observaciones de la industria se ha visto que la mayoría de las plantas tienen muy pocas operaciones con cuello de botella.

Si no hay cuellos de botella, sobra capacidad y es preciso cambiar el sistema para generar un cuello de botella (como más tiempo de preparación o aminorar la capacidad).

La capacidad se define como el tiempo disponible para la producción, Aquí se excluyen mantenimiento y otros tiempos sin trabajar.

Un canal despejado es todo recurso cuya capacidad es mayor que la demanda que se le impone. Por lo tanto, un canal despejado no debe trabajar de continuo, ya que produciría más de lo que se necesita. Un canal despejado incluye tiempo ocioso.

Un recurso restringido por la capacidad (capacity-constrained resource, CCR) es aquel cuya utilización está cerca de la capacidad y podría ser un cuello de botella si no se programa con cuidado. Por ejemplo, un CCR podría recibir trabajo de varias fuentes en un entorno de planta fabril. Si estas fuentes programan su ritmo de manera que se genere tiempo ocioso ocasional para el CCR que supere su capacidad sin usar, el CCR se convierte en cuello de botella cuando el volumen del trabajo llega más tarde. Esto ocurre si se cambia el tamaño de los lotes o si alguna de las operaciones anteriores no funciona por cualquier motivo y no envía suficiente trabajo al CCR.

Reglas de Goldratt para programar la producción:

1. No equilibre la capacidad: equilibre el ritmo.
2. El grado de aprovechamiento de un recurso que no se atasca no está determinado por su potencial, sino por otra restricción del sistema.

3. No es lo mismo el aprovechamiento que la activación de un recurso.
4. Una hora perdida en un cuello de botella es una hora perdida para todo el sistema.
5. Una hora ahorrada en un no cuello de botella es una ilusión.
6. Los cuellos de botella gobiernan la producción y las existencias del sistema.
7. El lote de transferencia no siempre es, ni debe ser, igual al lote del proceso.
8. Un lote de proceso debe variar tanto en la ruta como en el tiempo.
9. Para fijar prioridades hay que examinar las restricciones del sistema. El tiempo de espera es un derivado de la programación.

Teoría de las restricciones de Goldratt

1. Identifique las restricciones del sistema (no es posible hacer mejoras si no se encuentra la restricción o el eslabón débil).
2. Decida cómo aprovechar las restricciones del sistema (que las restricciones sean lo más efectivas posibles)
3. Subordine todo a esa decisión (articule el resto del sistema para que apoye las restricciones, incluso si esto reduce la eficiencia de los recursos no restringidos).
4. Eleve las restricciones del sistema (si la producción todavía es inadecuada, adquiera más de este recurso para que deje de ser una restricción).
5. Si en los pasos anteriores se fracturaron las restricciones, vuelva al paso uno pero no deje que la inercia se vuelva la restricción del sistema. (cuando se resuelva el problema de la restricción, vuelva al comienzo y empiece de nuevo. Es un proceso continuo de mejora por identificar las

restricciones, fracturarlas e identificar las nuevas que surjan).

Meta de la empresa:

Goldratt tiene una idea muy clara de cuál es la meta de una empresa:

La meta de una empresa es ganar dinero.

Goldratt argumenta que si bien una organización tiene muchos propósitos (como abrir fuentes de empleo, consumir materias primas, aumentar las ventas, incrementar la participación en el mercado, desarrollar tecnología o elaborar productos de calidad), no garantizan la supervivencia de la empresa a la larga. Son medios para alcanzar la meta, no la meta en sí. Si la empresa gana dinero, y sólo si gana dinero, prospera. Cuando una empresa tiene dinero, puede recalcar más otros objetivos.

Medidas de desempeño de una empresa:

1. Mediciones financieras:
 - a) Utilidades netas: Medida absoluta en unidades monetarias.
 - b) Rendimiento sobre la inversión: Medida relativa basada en la inversión.
 - c) Liquidez: Medida de supervivencia.
2. Mediciones operativas:

Las medidas financieras funcionan bien en el nivel superior, pero no sirven en el nivel operativo. Se necesitan otras medidas que guíen:

 1. Throughput: Es la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas.
 2. Inventario: Es todo el dinero que el sistema ha invertido en comprar cosas que pretende vender.

3. Gasto de Operación: Es todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en throughput.

Cualquier dinero que perdemos es gasto de operación, cualquier inversión que podemos vender es inventario mientras que productividad significa hacer las cosas de tal manera que una empresa se acerque lo más posible a su meta. Todo aquello que lleve a una compañía a la meta es productivo, todo aquello que no la lleve es improductivo. Es inútil producir si se desconoce su meta.

Consideraciones:

Eventos dependientes: Un evento o una serie de eventos deben llevarse a cabo antes de que otro pueda comenzar.

Fluctuaciones estadísticas: suponer que los eventos dependientes se van a producir sin ningún tipo de alteración es una utopía. Existen fluctuaciones que afectan los niveles de actividad de los distintos recursos productivos, como ser: calidad de la materia prima, ausentismo del personal, rotura de máquinas, corte de energía eléctrica, faltante de materia prima e incluso disminución de la demanda.

Ley de Murphy: “si algo puede salir mal es probable que salga mal”, esto es llamado fluctuaciones estadísticas en el TOC.

2.6.9 Cadencia

Por una parte, la cadencia es el tiempo necesario para fabricar una unidad de producto, y se calcula de manera que el sistema consiga la producción de meta. La cadencia es también el tiempo que se retiene un material para su tratamiento en un área de secuencia de la línea de producción.

El área de secuencia es una sección de la línea de producción en la que la cadencia es válida. Cada estación de tratamiento puede representar una área de secuencia o puede definir varias áreas de secuencia para una estación de tratamiento.

En la fabricación de cadencia, todas las estaciones de tratamiento de una línea de producción tienen la misma cadencia para realizar las operaciones.

Para lograr la utilización óptima de la línea de producción, debe asegurarse de que el Contenido de trabajo se ha establecido de forma realista para la cadencia calculada.

2.6.10 Método heurístico para el balanceo de líneas

Como metodología científica, la heurística es aplicable a cualquier ciencia e incluye la elaboración de medios auxiliares, principios, reglas, estrategias y programas que faciliten la búsqueda de vías de solución a problemas; o sea, para resolver tareas de cualquier tipo para las que no se cuente con un procedimiento algorítmico de solución. Según Horst Müller: Los procedimientos heurísticos son formas de trabajo y de pensamiento que apoyan la realización consciente de actividades mentales exigentes. Los procedimientos heurísticos como método científico pueden dividirse en principios, reglas y estrategias.

Principios heurísticos: constituyen sugerencias para encontrar (directamente) la idea de solución; posibilita determinar, por tanto, a la vez, los medios y la vía de solución. Dentro de estos principios se destacan la analogía y la reducción (modelización).

Reglas heurísticas: actúan como impulsos generales dentro del proceso de búsqueda y ayudan a encontrar, especialmente, los

medios para resolver los problemas. Las reglas heurísticas que más se emplean son:

- Separar lo dado de lo buscado.
- Confeccionar figuras de análisis: esquemas, tablas, mapas, etc.
- Representar magnitudes dadas y buscadas con variables.
- Determinar si se tienen fórmulas adecuadas.
- Utilizar números (estructuras más simples) en lugar de datos.
- Reformular el problema.

2.7 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Costos:

La contabilidad de costos es una parte importante para lograr el éxito en cualquier negocio. Con ella podemos conocer a tiempo si el precio al que vendemos lo que producimos nos permite lograr la obtención de beneficios, luego de cubrir todos los costos de funcionamiento de la empresa.

Los costos nos interesan cuando están relacionados directamente con la productividad de la empresa. Es decir, nos interesa particularmente el análisis de las relaciones entre los costos, los volúmenes de producción y las utilidades.

Clases de costos

Al examinar los costos, se pueden separar en dos grandes rubros: costos fijos y costos variables.

Los costos fijos:

- Son periódicos. Se suele incurrir en ellos por el simple transcurrir del tiempo.
- Cualquiera que sea el volumen de producción que se pretenda lograr no se pueden evitar estos costos.

Los costos variables:

- Son los que están directamente involucrados con la producción y venta de los artículos, por lo que tienden a variar con el volumen de la producción.

La suma de ambos son los costos totales.

$$\text{Costos totales} = \text{costos fijos} + \text{costos variables}$$

El costo unitario:

Si los costos totales de la empresa son igual a los costos fijos más los costos variables, no es difícil suponer que el costo total unitario es igual a la suma del costo fijo unitario más el costo variable unitario.

$$\text{Costo total unitario} = \text{costo fijo unitario} + \text{costo variable unitario}$$

Estimar el costo total unitario es muy importante, porque consiste en la cotización que se suele hacer para establecer el precio de venta del artículo que se produce. Generalmente se estiman antes de que se realice la producción y entrega de los productos. Por eso se les conoce como costos estándar.

Los costos estándar son los que deben efectuarse en condiciones normales de fabricación del producto. Tienen una importancia destacada en el proceso de planeación de la producción y en el proceso de control, ya que implican una conducta normativa y, señalan cuál debe ser el esfuerzo empleado para lograr lo que debiera ser como propósitos de producción de la empresa.

Los costos estándares dependerán de:

- El costo de las materias primas.
- El rendimiento de las materias primas.
- El costo de los salarios.
- La eficiencia de la mano de obra.
- Los beneficios de la especialización productiva.
- El presupuesto de gastos.

La estimación del costo unitario permite al empresario elaborar presupuestos de operación de la empresa, así como establecer el programa tentativo de producción.

Punto de equilibrio

El punto de equilibrio de una empresa industrial, es aquel en el que a un determinado nivel de operación, ésta no obtiene utilidades; pero tampoco incurre en pérdidas.

En la práctica, el análisis del punto de equilibrio de una empresa, en función de la información disponible, se realiza considerando un periodo determinado; normalmente del año.

III. ESTUDIO PARA BALANCEAR UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SILLAS PARA MONTAR EQUINOS

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO

3.1.1 Especificaciones del producto

Las especificaciones técnicas de los materiales de una Montura de Armas para Tropa con todos sus complementos, tales como la brida, el porta lanzas, el estribo, el rollo capotero, las escamas, las riendas, entre otros, se pueden ver en el ANEXO 1.

3.1.2 Materiales de piezas componentes de una silla de montar:

A continuación se presentan los materiales y piezas componentes para una Silla de Montar de Tropa:

Armazón (arazón), interno de la silla:

- a) 1 delantero de hierro forjado, el cual debe ser forrado de badana.
- b) 1 borren posterior, el cual a su vez debe poseer forro de badana, argollas de bronce, espaldar de triplay y remaches de bronce
- c) 2 bastes de madera, los cuales deben izquierdo y derecho (un par), ser pintados y forrados en su parte central con badana
- d) 8 hebillas, las cuales deben ser: 2 para los porta estribos, y 6 para los latiguillos, 3 a cada lado.
- e) 8 platinas, las cuales van junto con las 6 hebillas de los latiguillos y los 2 porta estribos.

Asiento de Cuero:

- a) 3 piezas troqueladas y cosidas.
- b) 6 remaches ajustables, de bronce, que atraviesan el borren posterior.

- c) 4 abrazaderas de bronce, en la parte posterior.
- d) 2 faldones inferiores, remachados en los bastes, uno a cada lado.

Cojín de poliuretano (2 por silla)

- a) 1 forro de cuero
- b) 1 forro de gamuza
- c) 1 correa de cuero
- d) 1 contra faldón
- e) 8 abrazaderas

Cabezada de bronce

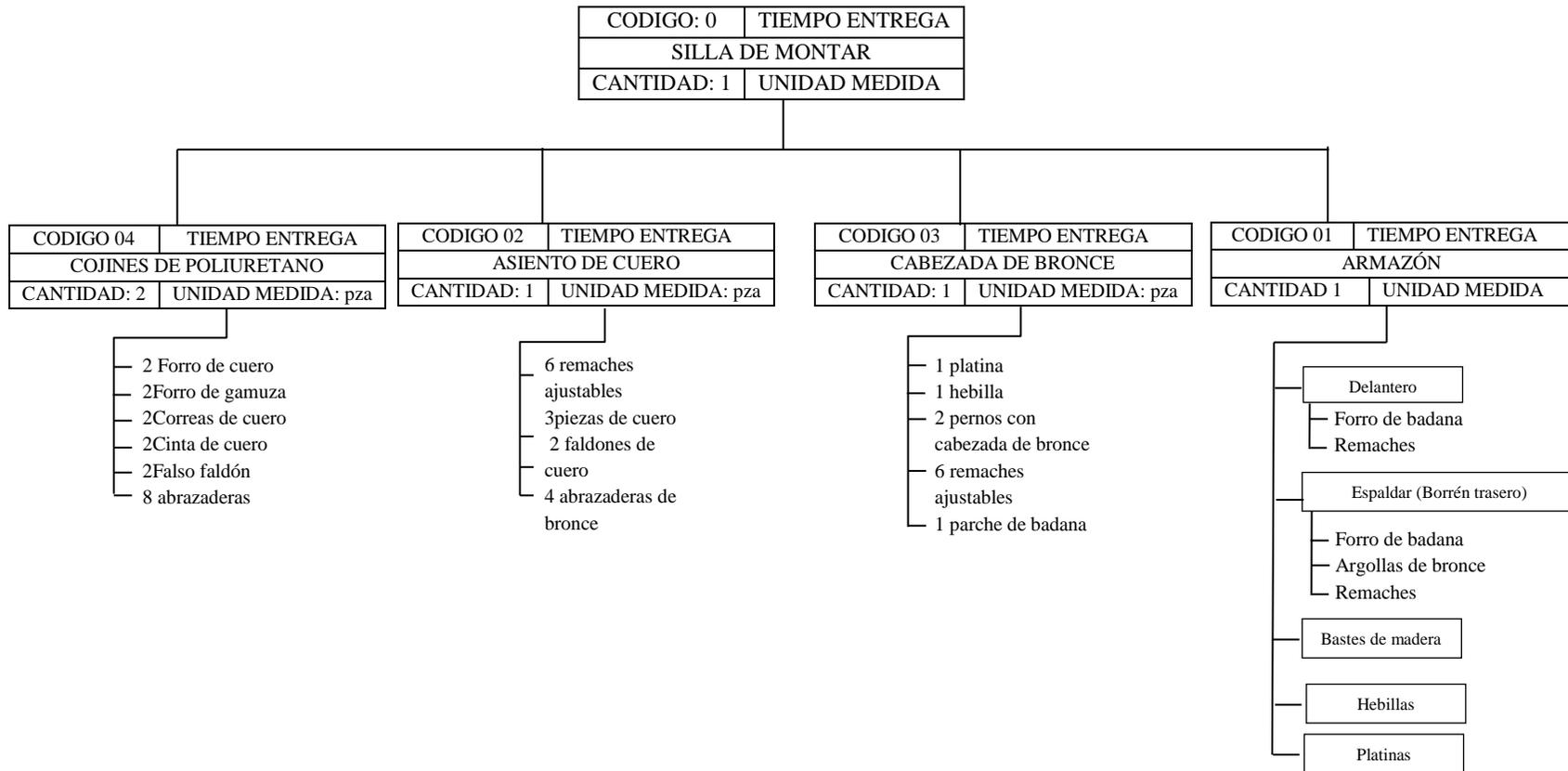
- a) 1 platina, 1 hebilla, 2 pernos con cabeza de bronce, (todo en la parte superior de la cabezada)
- b) 6 remaches de bronce, ajustables, para fijar la cabezada al delantero.
- c) 1 parche de badana, en la parte inferior del delantero.

Todo lo anterior, se resume a continuación en un diagrama, donde se muestran los niveles de importancia en la fabricación y ensamblaje de las piezas de la silla de montar para tropa.

3.1.2.1 Explosión de materiales para una silla de montar

En este diagrama se muestra en forma gráfica los materiales, las partes y los niveles de importancia que se requieren para fabricar y ensamblar una silla de montar:

Diagrama N° 01: Diagrama de explosión de una silla de montar para tropa



3.1.3 Características de los puestos de trabajo

La característica de los puestos de trabajo es que son casi totalmente manuales.

Algunos de los procesos metalmecánicos como son:

- Cuadrar y alinear las piezas del arzón
- Colocar argollas en el borren posterior
- Numerar las piezas del arzón

Son procesos 100% manuales, mientras que otros tales como:

- Perforar bastes, delantero y borren posterior.
- Perforar silla de montar por el borren posterior para remachar
- Perforar silla de montar para colocar remaches de la cabezada

Son procesos manuales acompañados de máquinas herramientas, generalmente móviles (taladro de mano), o el trabajo de esmerilado o limado de piezas para eliminar astillas.

No existe un puesto de trabajo que requiera sólo de una máquina para ser efectuado, como por ejemplo el troquelado de las piezas de la silla de montar, que se efectuó con anterioridad y se envió a servicio externo de confección.

3.1.4 Procesos de la manufactura y ensamble

Para poder explicar los diferentes pasos para fabricar una silla de montar de tropa, se han utilizado diagramas de operaciones de procesos (D.O.P.).

El trabajo se ha dividido en dos grandes grupos: la línea principal y las líneas secundarias o líneas de fabricación de piezas componentes.

Línea principal:

Aquí se muestra los procesos que se siguen para fabricar y ensamblar las piezas, obteniéndose como producto final la silla de montar de tropa.

Varias de las piezas a ensamblar se han fabricado con anterioridad y entran al proceso final mediante conectores, los cuales se muestran a continuación:



Ingreso de hebilla



Ingreso de platina para cabezada



Ingreso de platina



Ingreso de pernos clavos con cabeza de bronce



Ingreso de cabezada de bronce



Ingreso de cojines de poliuretano

Hay otros materiales que ingresan directamente y que ha sido adquiridos por servicio de terceros, como los remaches y las abrazaderas, los faldones y las piezas de cuero de la silla de montar.

Líneas secundarias:

Estas líneas son de las piezas que se fabricaron en la planta, así tenemos: piezas de bronce, como son las hebillas, las platinas, la cabezada con hebilla y pernos con cabeza de bronce.

Cojines de poliuretano.

Descripción de las líneas de producción, principal y secundarias

- **Línea principal:**

En esta línea se muestra el ingreso de las piezas componentes del armazón de la montura de tropa y los diferentes trabajos que se siguen para poder terminarla y ensamblarla correctamente, de acuerdo a las especificaciones técnicas respectivas.

Varios de los componentes ingresan a la línea ya terminados, comprados o enviados desde servicio por terceros.

Se tomaron los tiempos de cada proceso para poder determinar los cuellos de botella y el tiempo de ciclo, a fin de proceder a balancear la línea y obtener la producción deseada.

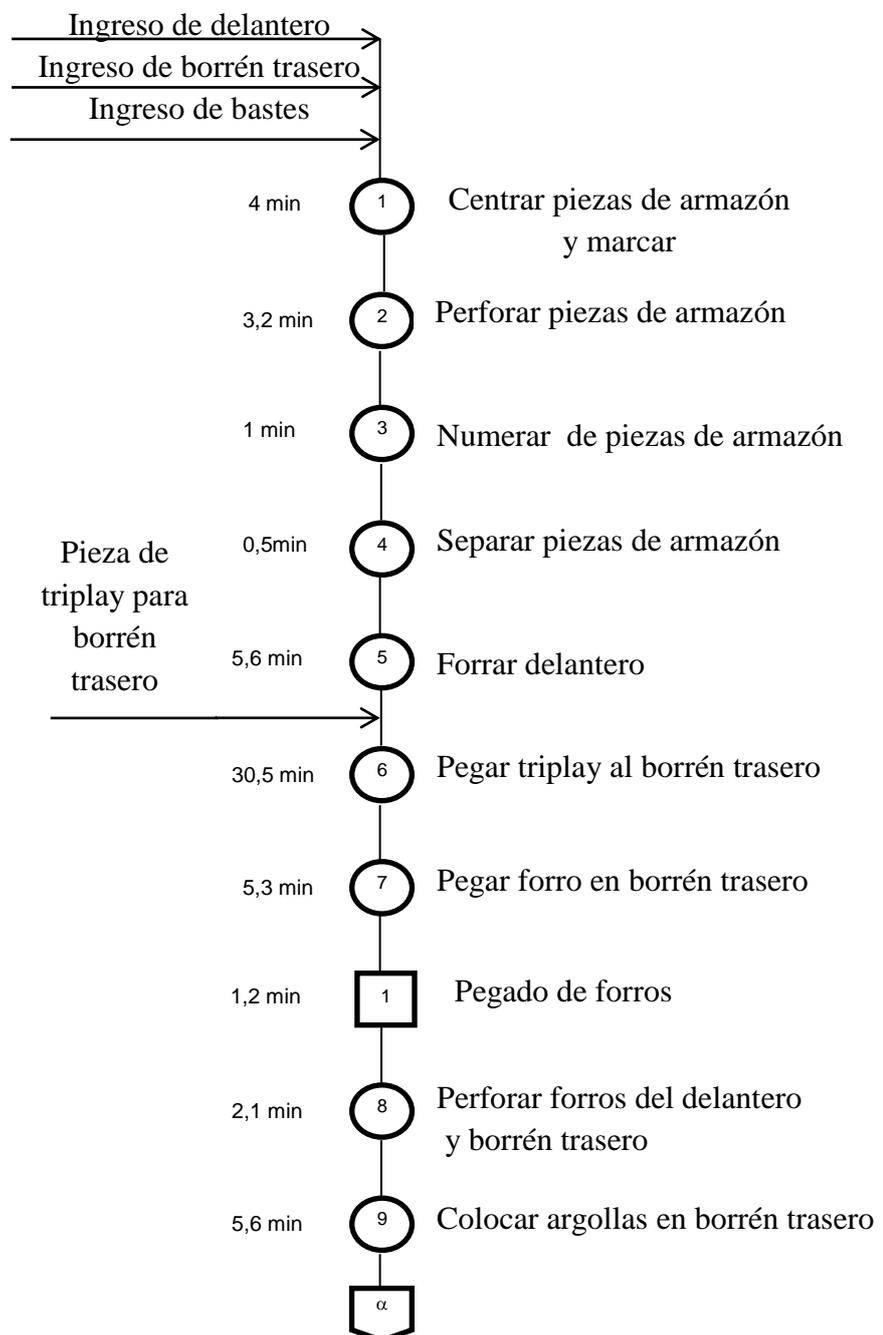
- **Líneas secundarias:**

Aquí se fabricaron las piezas necesarias para ensamblar en la silla de montar, ya sea por costos o porque no se encontraban en el mercado y eran exclusivas de la producción, como las hebillas, platinas, la cabezada de bronce y los cojines de poliuretano.

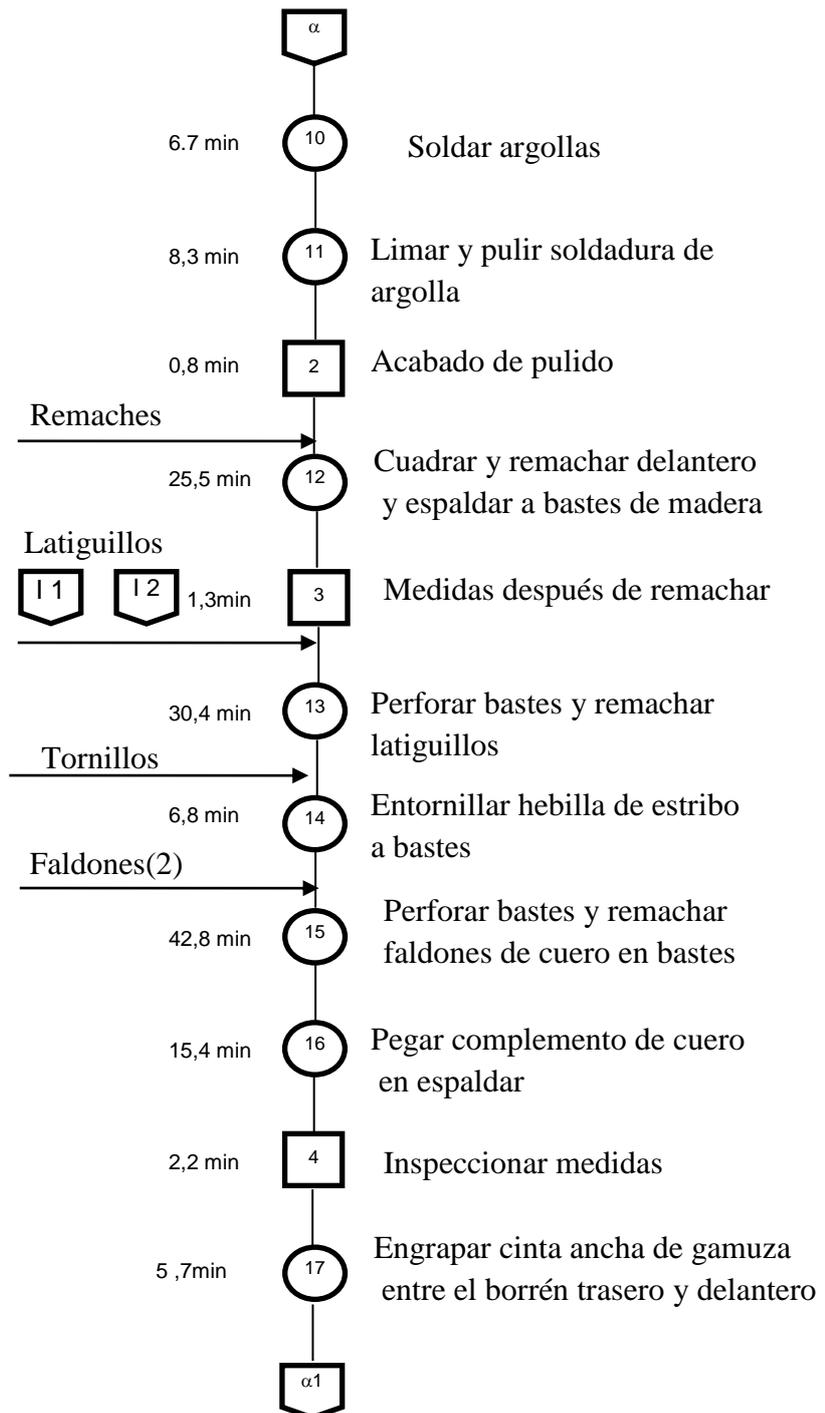
A continuación se muestran los Diagramas de Operaciones de Procesos (D.O.P.) de la línea principal y de las líneas secundarias, en los cuales puede apreciarse las secuencias seguidas en la fabricación y ensamble de las piezas.

Diagramas de Operaciones de Procesos (D.O.P)	
Asunto: Fabricación y ensamble de una silla de montar para tropa	Línea principal Diagrama N° 01, de 4 hojas. Hoja N° 01

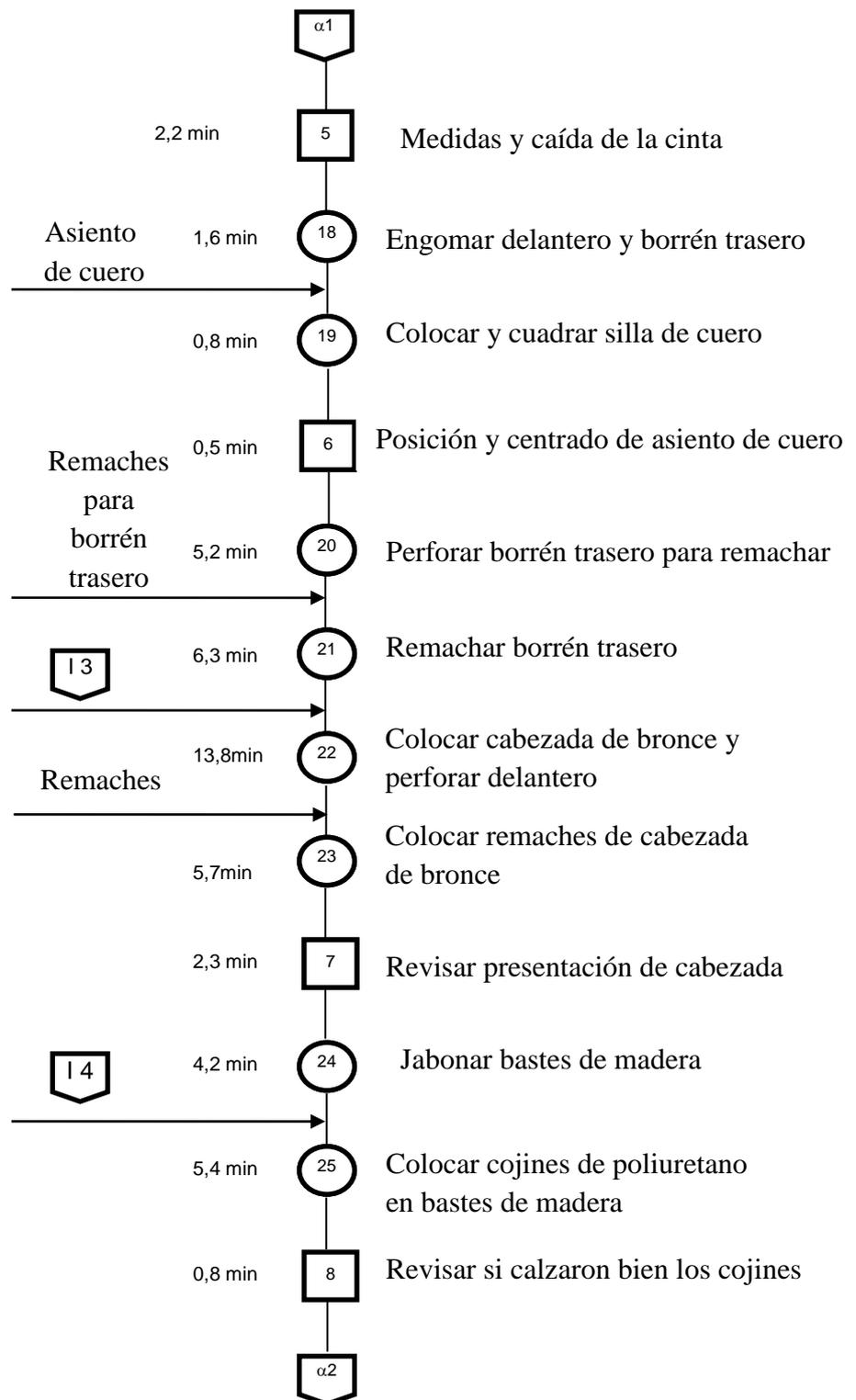
DIAGRAMA N° 1



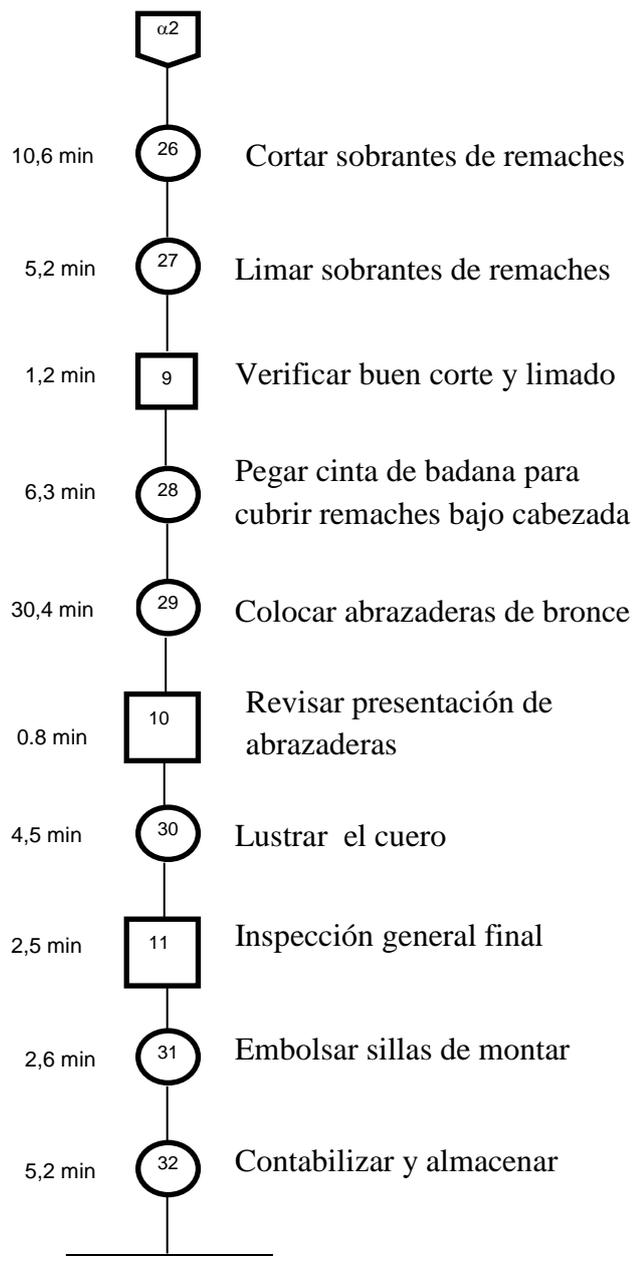
Asunto: Fabricación y ensamble de una silla de montar para tropa	Línea principal Diagrama N° 01, de 4 hojas. Hoja N° 02
----------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------



Asunto: Fabricación y ensamble de una silla de montar para tropa	Línea principal Diagrama N° 01, de 4 hojas. Hoja N° 03
-------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------



Asunto: Fabricación y ensamble de una silla de montar para tropa	Línea principal Diagrama N° 01, de 4 hojas. Hoja N° 04
----------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------

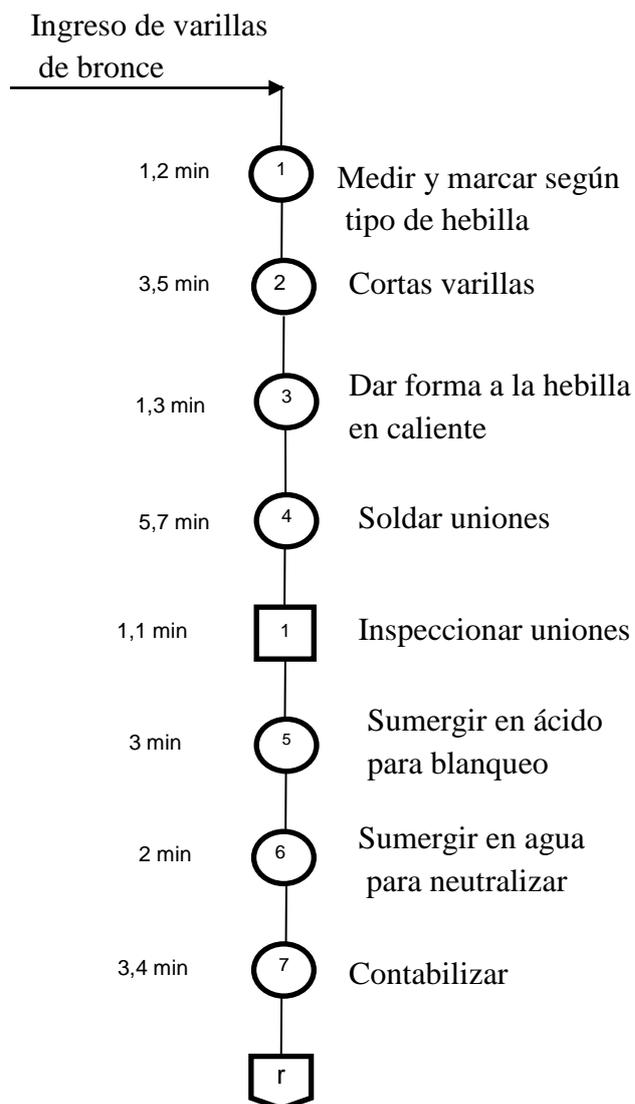


Cuadro resumen de la línea principal:

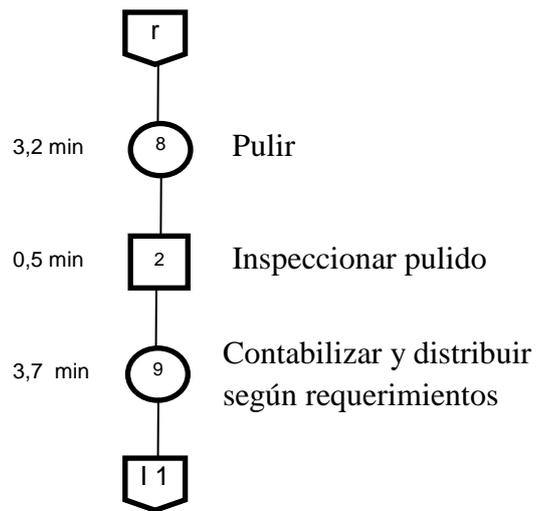
Procesos	Cantidad	Tiempo(min)
Operaciones	32	307.2
Inspecciones	11	15.8

Asunto: Fabricación de hebillas para una silla de montar para tropa	Líneas secundarias Diagrama N° 02, de 2 hojas. Hoja N° 01
-------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

DIAGRAMA N° 02:

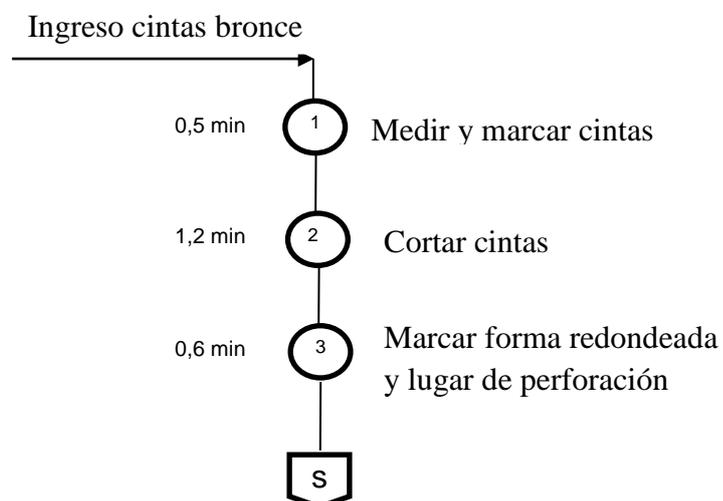


Asunto: Fabricación de hebillas para una silla de montar para tropa	Líneas secundarias Diagrama N° 02 de 2 hojas. Hoja N° 02
-------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

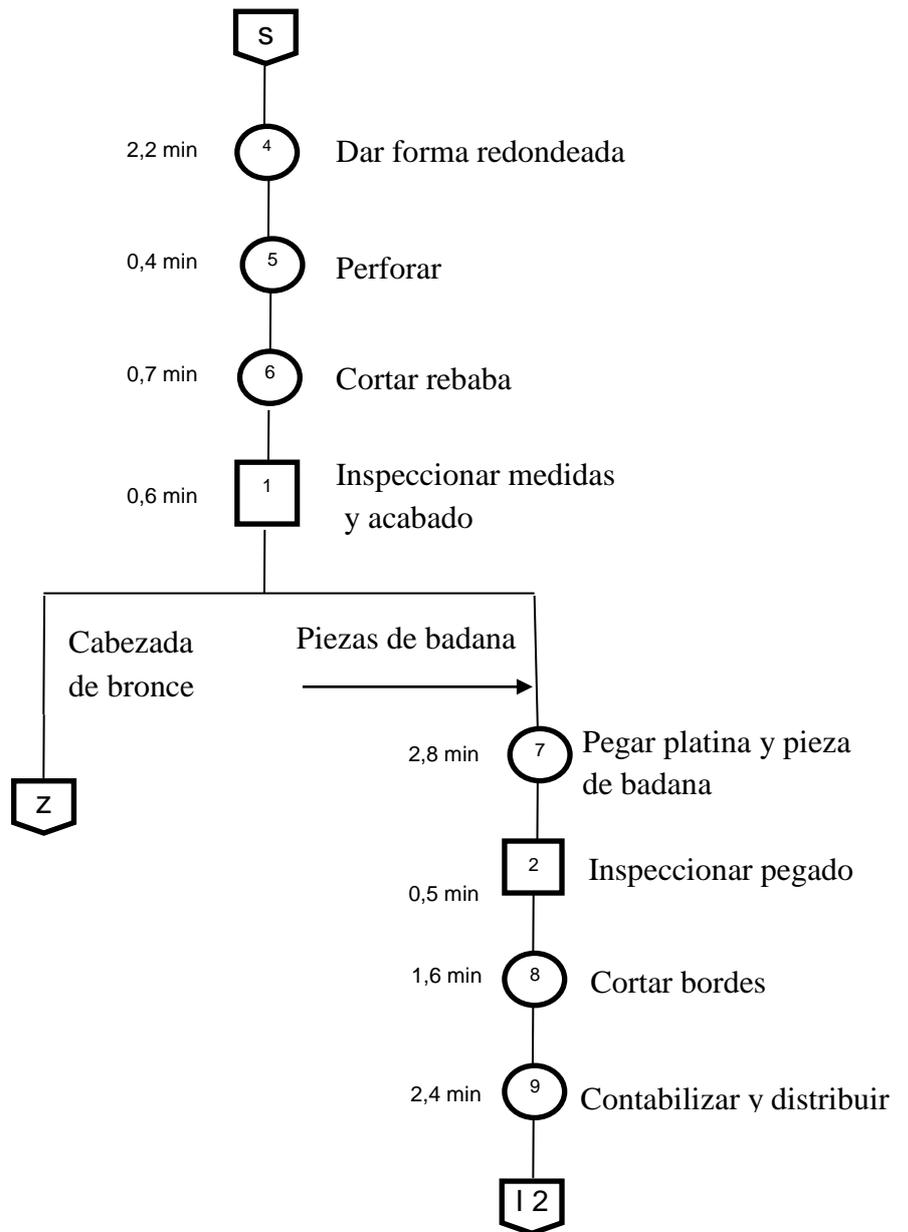


Asunto: Fabricación de platinas para una silla de montar de tropa	Líneas secundarias Diagrama N° 03 de 2 hojas. Hoja N° 01
-----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

DIAGRAMA N° 03:

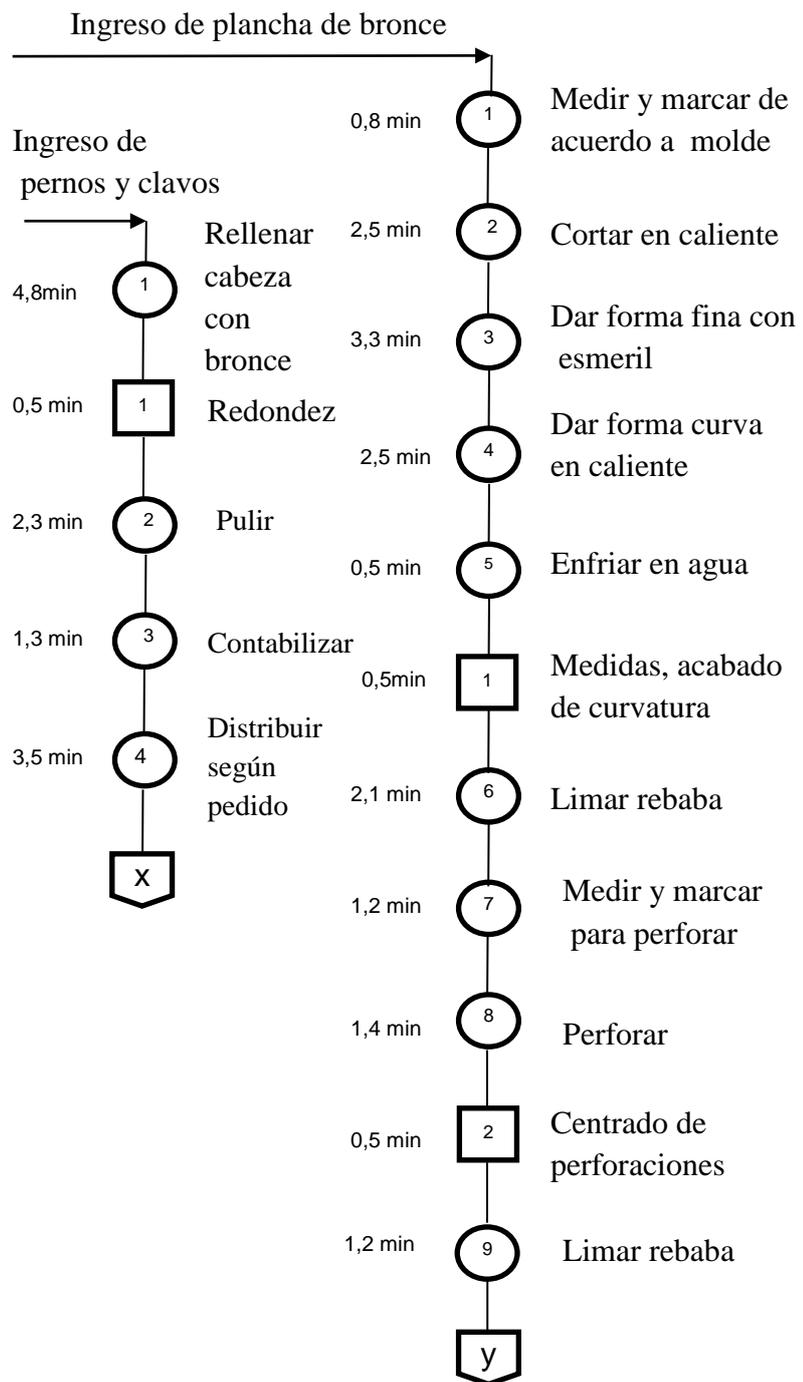


Asunto: Fabricación de platinas para una silla de montar de tropa	Líneas secundarias Diagrama N° 03 de 2 hojas Hoja N° 02
--------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

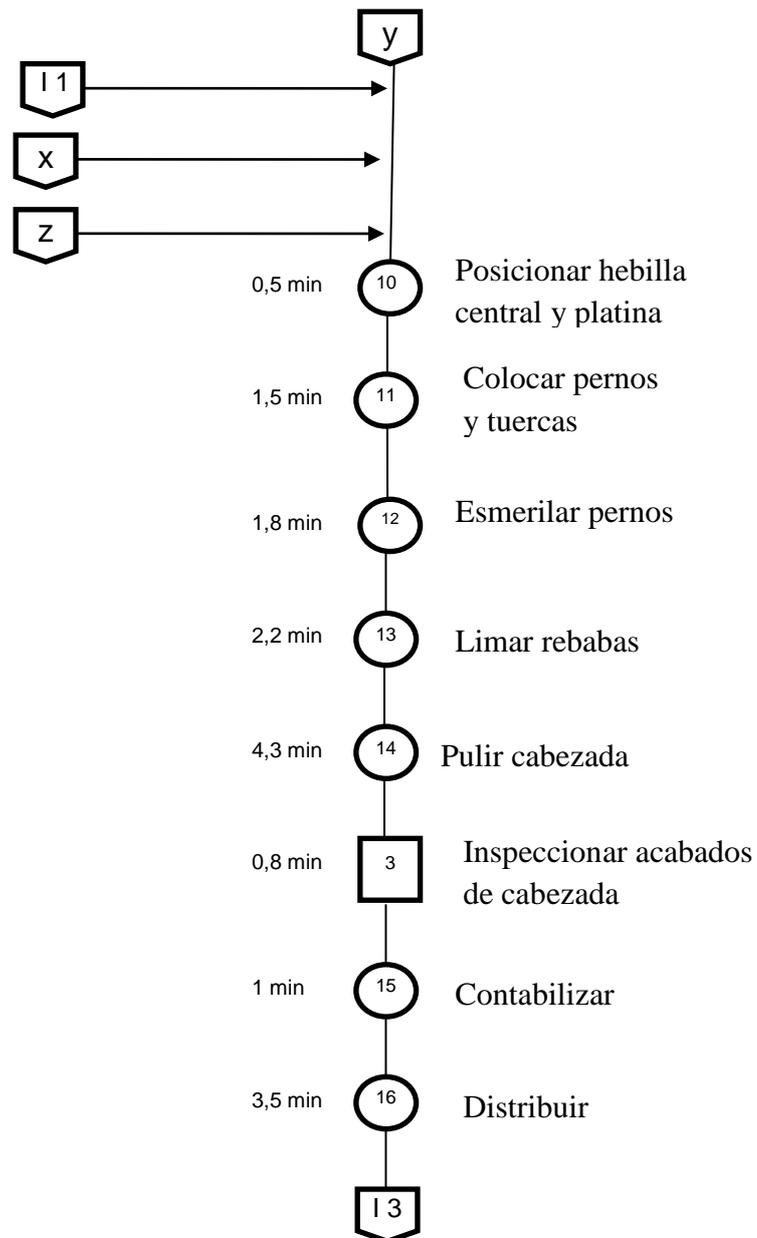


Asunto: Fabricación de cabezada de bronce para una silla de montar de tropa	Líneas secundarias Diagrama N° 04 de 2 hojas Hoja N° 01
---------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

DIAGRAMA N° 04:



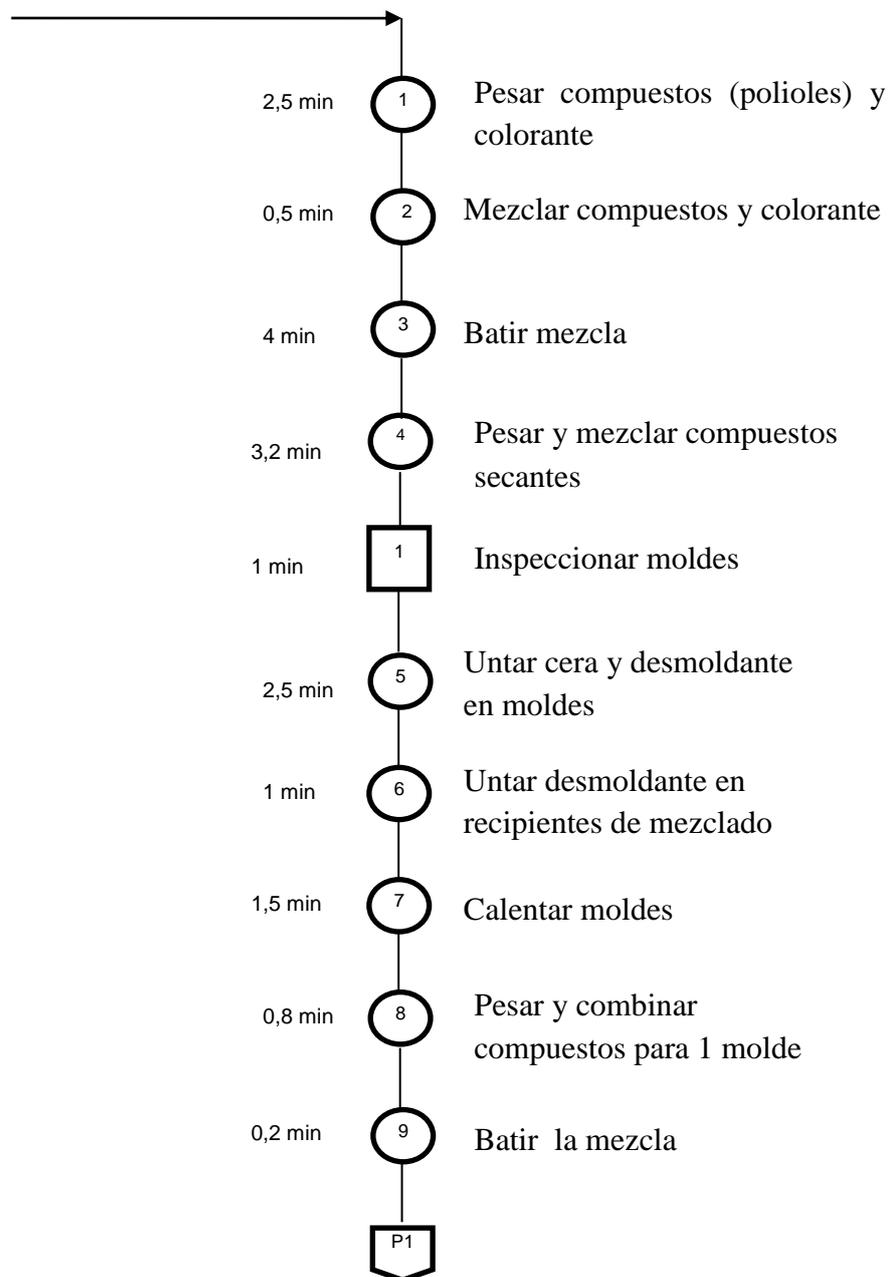
Asunto: Fabricación de cabezada de bronce para una silla de montar de tropa	Líneas secundarias Diagrama N° 04 de 2 hojas Hoja N° 02
------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------



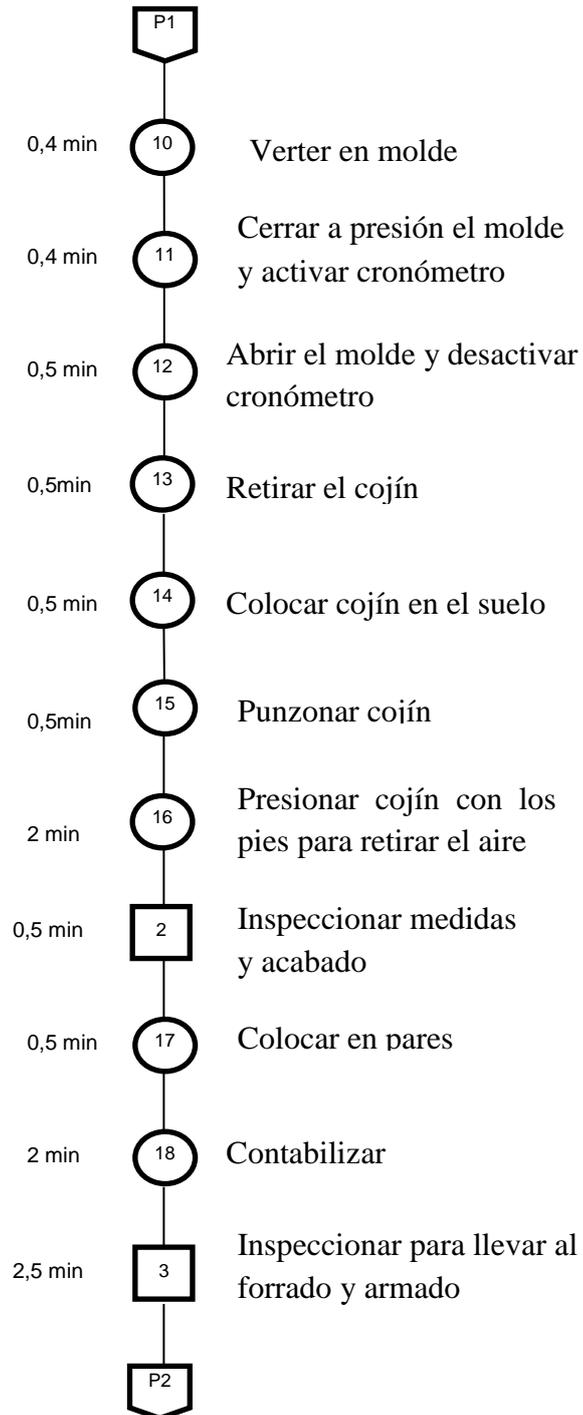
Asunto: Fabricación de cojines de poliuretano para una silla de montar de tropa	Líneas secundarias Diagrama N° 05 de 3 hojas Hoja N° 01
----------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------

DIAGRAMA N° 05:

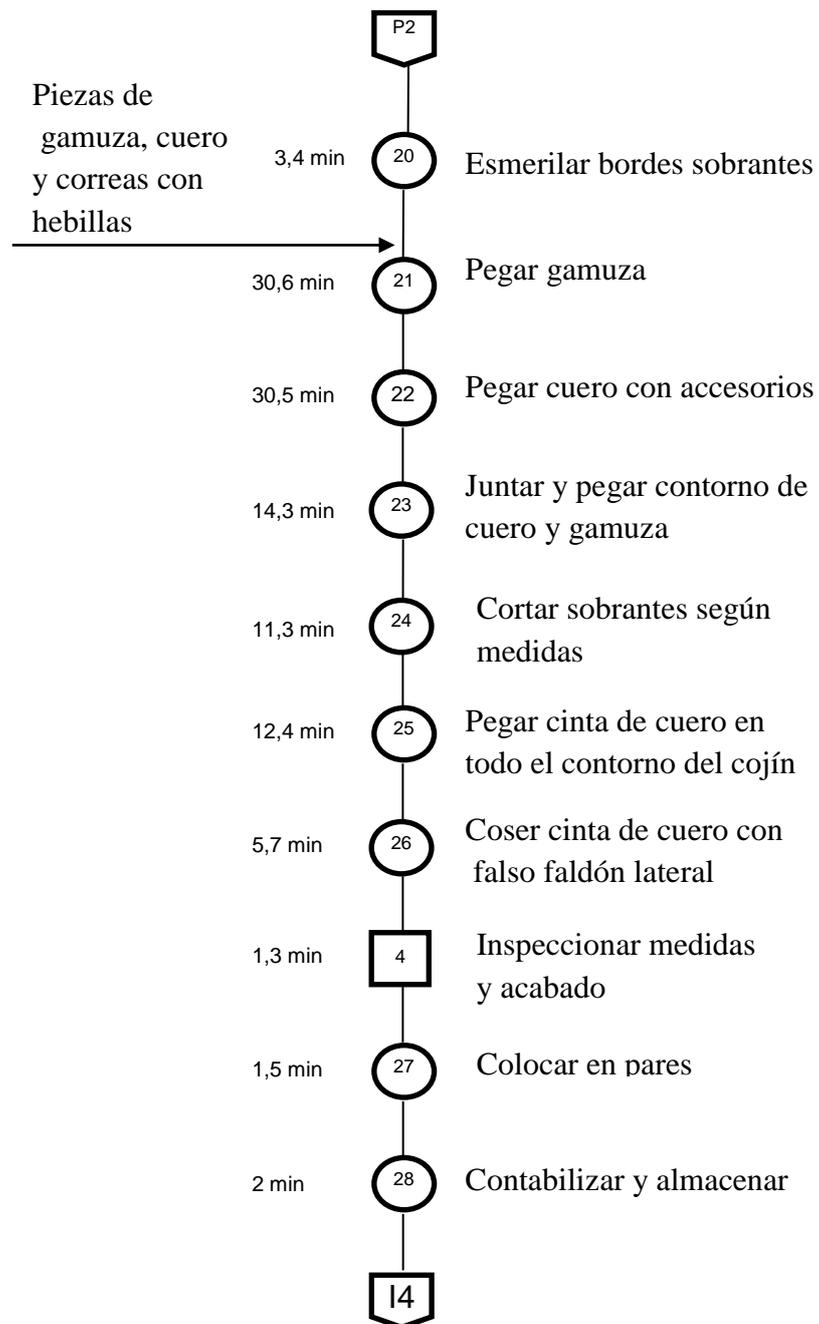
Ingreso de compuestos químicos



Asunto: Fabricación de cojines de poliuretano para una silla de montar de tropa	Líneas secundarias Diagrama N° 05 de 3 hojas Hoja N° 02
----------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------



Asunto: Fabricación de cojines de poliuretano para una silla de montar de tropa	Líneas secundarias Diagrama N° 05 de 3 hojas Hoja N° 03
-------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------



3.1.5 Evaluación de la línea principal actual de producción

CONDICIONES INICIALES

Tiempo disponible	15	días
Tiempo disponible por día (1turno/día)	480	minutos
Cantidad de producción requerida	340	monturas

Cantidad necesaria de producción diaria:

(Cantidad requerida) / (Tiempo disponible)

Cantidad necesaria = 340 monturas/ 15 días

Cantidad necesaria = 22,66 monturas/día

Tiempo máximo requerido por montura:

Tiempo disponible por turno / Cantidad diaria

Tiempo máximo requerido= 21.18 Minutos/Montura

Como se puede observar la cantidad de monturas requeridas en un lapso de 15 días es excesiva, por lo que se prevé retrasos, tanto de tipo productivo como de planificación.

ASIGNACIÓN INICIAL DE OPERARIOS

Se realiza la evaluación inicial de la línea por puesto, obteniéndose los resultados del Cuadro N° 01.

Los ejemplos que se muestran a continuación, ilustran los cálculos realizados en dicho cuadro.

Ejemplo 1: Operación pegado de triplay en borrén trasero (Sección 2)

Cantidad : 1 pieza

Tiempo standard : 30,5 min

Índice de producción : (Tiempo disponible)/(tiempo standard)
 : (480min/turno)/(30,5 min/montura)
 : 15,74 monturas/turno

La cantidad de operarios teórica para cubrir el requerimiento de producción por el puesto (COT), será:

COT : (Cant. req. diaria)/(cant. producida)

Es necesario calcular la cantidad requerida diaria:

Cantidad requerida : Cant. requerida / tiempo disponible
 : 340 monturas / 15 días
 : 22,66 monturas/día \approx 23 monturas

Luego COT : (22,66m./día)/(15,74m./op.-día)
 : 1,44 operarios

El resultado anterior nos indica que se requiere más de un operario para ese puesto de trabajo.

Comprobando, tenemos que la Producción por turno (PPT):

PPT : $\frac{\text{(tiempo turno)}}{\text{(tiempo asignado)}}$

PPT : (480min/turno)/ (30,5min/montura)
 : 15,74 monturas/ turno

Por lo que se registra como una operación cuello de botella.

Ejemplo 2:

Operación: Remachar delantero y borrén trasero con bastes de madera
 (sección 2)

Cantidad : 2 pieza

Tiempo standard : 25,5 min

Índice de producción : (Tiempo disponible)/(tiempo standard)
 : (480min/turno)/(25,5 min/montura)
 : 18,82 monturas/turno

Sea la cantidad de operarios teórica para cubrir el requerimiento de producción por el puesto (COT)

COT : (Cant. req. diaria)/(cant. producida)

Es necesario calcular la cantidad requerida diaria:

Cantidad requerida : Cant. requerida / tiempo disponible
 : 340 monturas / 15 días
 : 22,66 monturas/día

Luego COT : (22,66mont/día)/(18,82mont/op.-día)
 : 1,20 operarios

El resultado anterior nos indica que se requiere más de un operario para ese puesto de trabajo.

Por lo que se registra como una operación cuello de botella.

A continuación se presentan los resultados de la asignación inicial de operarios en la línea principal:

CUADRO N° 01: CUADRO INICIAL DE ASIGNACION DE PERSONAL POR PUESTO DE TRABAJO

OPERACIÓN	CANTIDAD POR MONTURA	TIEMPO STANDARD (MIN)	CANTIDAD DE MONTURAS POR DÍA	CANTIDAD DE OPERARIOS (TEÓRICO)	CANTIDAD DE OPERARIOS ASIGNADOS	
Ingreso de armazones	4 piezas	20	24.00	0.94		Sección 1
Centrar piezas	4 piezas	4	120.00	0.19		
Perforar piezas	4 piezas	3.2	150.00	0.15		
Numerar piezas	4 piezas	1	480.00	0.05		
			Sub-Total 1-1	1.33	4.00	
Separar piezas (delantero, espaldar y bastes)	4 piezas	0.5	960.00	0.02		Sección 2
Almacenar bastes	2 piezas	1	480.00	0.05		
Pegar forro en delantero	1 pieza	5.3	90.57	0.25		
Pegar triplay en borrén trasero	1 pieza	30.5	15.74	1.44	Cuello de botella	
Pegar forro en espaldar	1 pieza	5.3	90.57	0.25		
Inspeccionar forros	2 piezas	1.2	400.00	0.06		
Perforar forros	1 pieza	2.1	228.57	0.10		
			Sub-Total 1-2	2.17	5.00	
Colocar argollas en espaldar	2 piezas	5.6	85.71	0.26		
Soldar argolla	2 piezas	6.7	71.64	0.32		

OPERACIÓN	CANTIDAD POR MONTURA	TIEMPO STANDARD (MIN)	CANTIDAD DE MONTURAS POR DÍA	CANTIDAD DE OPERARIOS (TEÓRICO)	CANTIDAD DE OPERARIOS ASIGNADOS	
Limar y pulir soldadura	2 piezas	8.3	57.83	0.39		Sección 1
Inspeccionar pulido de soldadura	2 piezas	0.8	600.00	0.04		
			Sub-Total 2-1	1.01	4.00	
Remachar delantero y borrén trasero en bastes	2 piezas	25.5	18.82	1.20	Cuello de botella	Sección 2
Inspeccionar medidas después de remachar	1 armazón	1.3	369.23	0.06		
Perforar bastes y remachar latiguillos	6 piezas	30.4	15.79	1.44	Cuello de botella	
Entornillar hebilla de estribo en bastes	1 pieza	6.8	70.59	0.32		
Remachar faldón de cuero en bastes	2 piezas	42.8	11.21	2.02	Cuello de botella	
Colocar (pegado) complemento de cuero en borrén trasero	1 pieza	15.4	31.17	0.73		
Inspeccionar medidas		2.2	218.18	0.10		
Engrapado de cinta de gamuza entre borrén trasero y delantero	1 cinta	5.7	84.21	0.27		
Inspeccionar medidas y caída de cinta	1 cinta	2.2	218.18	0.10		
Engomar delantero y borrén trasero	1 armazón	1.6	300.00	0.08		
Colocar y cuadrar silla de cuero	1 armazón	0.8	600.00	0.04		
Inspeccionar el cuadro de la silla	1 silla	0.5	960.00	0.02		
Perforar borrén trasero para remachar	1 silla	5.2	92.31	0.25		
Remachar borrén trasero	1 pieza	6.3	76.19	0.30		

OPERACIÓN	CANTIDAD POR MONTURA	TIEMPO STANDARD (MIN)	CANTIDAD DE MONTURAS POR DÍA	CANTIDAD DE OPERARIOS (TEÓRICO)	CANTIDAD DE OPERARIOS ASIGNADOS	
Perforar delantero para colocar cabezada de bronce	1 pieza	23.8	20.17	1.12	Cuello de botella	
Colocar cabezada y remaches	1 pieza	10.7	44.86	0.51		
Revisar presentación de cabezada y remaches	1 pieza	2.3	208.70	0.11		
			Sub-Total 2-2	8.67	5.00	
Jabonar bastes	2 piezas	4.2	114.29	0.20		
Colocar cojines de poliuretano	1 pieza	5.4	88.89	0.26		
Revisar si calzaron bien los cojines	2 piezas	0.8	600.00	0.04		
Cortar sobrantes de remaches	12 piezas	10.6	45.28	0.50		Sección 2
Limar sobrantes de remaches	12 piezas	5.2	92.31	0.25		
Inspeccionar corte y limado de sobrantes de remaches	12 piezas	1.2	400.00	0.06		
Pegar cinta de badana bajo remaches de cabezada	1 pieza	6.3	76.19	0.30		
			Sub-Total 3-2	1.59	5.00	
Colocar (entornillar) abrazaderas de bronce	13 piezas	30.4	15.79	1.44		
Revisar presentación de abrazaderas	13 piezas	0.8	600.00	0.04		Sección 3
Lustrar y pulir el cuero	1 montura	4.5	106.67	0.21		
Inspección final		2.5	192.00	0.12		
Embolsado		2.6	184.62	0.12		
Fuente propia			Sub-Total 1-3	1.93	2	

Redondeado los resultados del Cuadro N° 01:

Sección 1	Sub-Total 1-1	Sub-Total 2-1	Total
Necesarios	2.00	1.00	3
Disponibles			4

Sección 2	Sub-Total 1-2	Sub-Total 2-2	Sub-Total 3-2	Total
Necesarios	3.00	9.00	2.00	14.00
Disponibles				5.00

Sección 3	Sub-Total 1-3
Necesarios	2.00
Disponibles	2

Interpretando los resultados del cuadro N°01 para la línea principal se tiene:

Sección 1: N° de operarios disponibles 4

Sección 2: N° de operarios disponibles 5

Sección 3: N° de operarios disponibles 2

Total de operarios disponibles en la línea principal: 11

3.2 BALANCEO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.2.1 BALANCE Y CONTROL DE LINEA PRINCIPAL

Se procedió a determinar el tiempo requerido para cada puesto, para lo cual se consideró un tiempo de 480 min. por día, después de descontar el tiempo para el refrigerio.

Se calculó, en base al tiempo estándar el tiempo requerido para llegar a la cantidad de monturas requeridas, obteniendo de esta forma la cantidad de puestos necesarios, lo cual no necesariamente es igual a la cantidad de operarios que se necesita por puesto para cumplir con la operación:

Tiempo requerido por operación:

Cantidad de monturas x tiempo estándar

Cantidad de puestos:

Tiempo requerido / tiempo útil

Cantidad de operarios x puesto:

De acuerdo al requerimiento de la operación

Se estableció la cantidad de operarios por puesto considerando el índice de eficiencia más efectivo, tratando en la medida de lo posible, de reducir los tiempo improductivos u ociosos y mantener la línea balanceada

Ejemplos de los cálculos efectuados en el Cuadro N° 02 para el balance de la línea principal, empleando los índices de eficiencia, son los siguientes:

El operario A1 junto con el operario A2, efectúan las operaciones de ingreso de armazones, 0,94.

Posteriormente se encargan de numerar las piezas, 0,05.

Al final se tiene para ambos operarios un índice de eficiencia de ocupación del 0,99.

El operario A3 y el operario A4 realizan el centrado de piezas lo cual toma un índice de eficiencia útil de 0,19.

Posteriormente, realizan el perforado de pieza 0,15.

A continuación colocan las argollas en el borrén posterior ocupando para ello 0,26.

Seguidamente, sueldan las argollas 0,32.

Finalmente, inspeccionan el pulido del soldado 0,4.

Hacen un total de 0,96 de índice de eficiencia de su tiempo útil.

El operario B3 interviene en las siguientes operaciones:

- Pegar triplay en borrén trasero 0,44.
- Limar y pulir soldadura de las argollas que van el borrén trasero 0,39.
- Inspeccionar medidas de armazón después de remachar el faldón de cuero en los bastes de madera 0,6.
- Inspeccionar medidas después de colocar el complemento de cuero en el borrén trasero 0,10.

Total de índice de eficiencia 0,99.

Índice de eficiencia : $99/100 = 0.99$

Tiempo ocioso : $1 - 0.99 = 0.01$

: $(0.01) \times (480 \text{min/turno}) = 4.8 \text{ min.}$

En el Cuadro N° 02 se muestra que, luego de efectuarse las operaciones en la sección 1, las piezas van a la sección 2, nuevamente regresan a la sección 1 y retornan finalmente a la sección 2 para proseguir la ruta de ensamblaje hasta el final de la línea principal y, posterior almacenaje en la sección 3 para acabado.

En este cuadro, las operaciones en la sección 2 y la sección 3, han sido cubiertas por operarios con tiempos ociosos, lo que ocurre en la realidad, ya que se aprovecha al personal disponible en el momento, también se muestra la cantidad de operarios por puesto de trabajo, total de operarios y el tiempo ocioso. En los recuadros de la derecha se muestra el coeficiente de eficiencia de cada operario y el coeficiente de eficiencia restante respecto a la operación o conjunto de operaciones efectuadas.

**CUADRO N° 02: CUADRO DE ASIGNACIÓN DE OPERARIOS POR PUESTO DE PARA BALANCEAR LA
LÍNEA PRINCIPAL DE PRODUCCIÓN DE SILLAS DE MONTAR PARA TROPA**

Balance de la línea principal, para la sección 1,(hoja 01):

Operación	Cantidad por montura(pza)	Tiempo Standard(min)	Tiempo requerido (min)	Cantidad de puestos	Cantidad operarios/puesto	Total operarios	Tiempo ocioso(min)
Ingreso de armazones	4	20	453.33	0.94	A1 - A2	2	-----
Centrar piezas	4	4	90.67	0.19	A3 - A4	2	-----
Perforar piezas	4	3.2	72.53	0.15	A3 - A4	2	316.80
Numerar piezas	4	1	22.67	0.05	A1 - A2	2	4.80
			Sub-Total 1-1	1.33		4	

Sección1

Oper.	Índice de tiempo empleado.	Índice de tiempo ocioso
A1	0.99	0.01
A2	0.99	0.01
A3	0.34	0.66
A4	0.34	0.66

Balace de la línea principal, para la sección 2, (hoja 02):

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Tiempo requerido (min)	Cantidad de puestos	Cantidad operarios/puesto	Total operarios	Tiempo ocioso(min)
Separar piezas (delantero, espaldar y bastes)	4 piezas	0.5	11.33	0.02	B1	1	-----
Almacenar bastes	2 piezas	1	22.67	0.05	B1	1	-----
Pegar forro en delantero	1 pieza	5.3	120.13	0.25	B1	1	-----
Pegar triplay en borrén trasero	1 pieza	30.5	691.33	1.44	B2-B3	2	268.67
Pegar forro en espaldar	1 pieza	5.3	120.13	0.25	B1	1	-----
Inspeccionar forros	2 piezas	1.2	27.20	0.06	B1	1	-----
Perforar forros	1 pieza	2.1	47.60	0.10	B1	1	130.93
			Sub-Total 1-2	2.17		3.00	

Sección 2

Oper.	Índice de tiempo empleado.	Índice de tiempo ocioso
B1	0.73	0.27
B2	1.00	0.00
B3	0.44	0.56

Balance de la línea principal, para la sección 1, (hoja 03):

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Tiempo requerido (min)	Cantidad de puestos	Cantidad operarios/puesto	Total operarios	Tiempo ocioso(min)
Colocar argollas en espaldar	2 piezas	5.6	85.71	0.26	A3 - A4	2	-----
Soldar argollas	2 piezas	6.7	71.64	0.32	A3 - A4	2	-----
Limar y pulir soldadura	2 piezas	8.3	57.83	0.39	B3	1	80.67
Inspeccionar pulido de soldadura	2 piezas	0.8	600.00	0.04	A3 - A4	2	19.87
			Sub-Total 2-1	1.01		3	

seccion1

Oper.	Índice de tiempo empleado	Indice de tiempo acumulado	Índice de tiempo Ocioso
A3	0.62	0.34	0.04
A4	0.62	0.34	0.04
B3	0.39	0.44	0.17

Balance de la línea principal para la sección 2, (hoja 4):

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Tiempo requerido (min)	Cantidad de puestos	Cantidad operarios/ puesto	Total operarios	Tiempo ocioso (min)
Remachar delantero y espaldar en bastes	2 piezas	25.5	18.82	1.20	B1 - B4	2	0.00
Perforar bastes y remachar latiguillos	6 piezas	30.4	15.79	1.44	B5 - B6	2	0.00
Remachar faldón de cuero en bastes	2 piezas	42.8	11.21	2.02	B7 - B8 - B1	2	24.00
Inspeccionar medidas después de remachar	1 armazón	1.3	369.23	0.06	B3	1	4.80
Entornillar hebilla de estribo en bastes	1 pieza	6.8	70.59	0.32	B6	1	115.20
Colocar (pegado) complemento de cuero en borrén trasero	1 pieza	15.4	31.17	0.73	B9	1	0.00
Inspeccionar medidas		2.2	218.18	0.10	B3	1	4.80
Engrapado cinta de gamuza entre espaldar y delantero	1 cinta	5.7	84.21	0.27	B9	1	0.00

Sección 2

Oper.	Índice de tiempo empleado	Índice de tiempo acumulado	Índice de tiempo Ocioso
B1	0.22	0.73	0.05
B4	1.00	0.00	0.00
B3	0.16	0.83	0.01
B5	1.00	0.00	0.00
B6	0.76	0.00	0.24
B7	1.00	0.00	0.00
B8	1.00	0.00	0.00
B9	1.00	0.00	0.00

Balance de la línea principal, sección 2, (hoja 5):

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Tiempo requerido (min)	Cantidad de puestos	Cantidad operarios /puesto	Total operarios	Tiempo ocioso (min)
Inspeccionar medidas y caída de cinta	1 cinta	2.2	49.87	0.10	B10	1	0.00
Engomar delantero y espaldar	1 armazón	1.6	36.27	0.08	B10	1	0.00
Colocar y cuadrar silla de cuero	1 armazón	0.8	18.13	0.04	B10	1	0.00
Inspeccionar el cuadro de la silla	1 silla	0.5	11.33	0.02	B6	1	0.00
Perforar espaldar para remachar	1 silla	5.2	117.87	0.25	B10	1	0.00
							336.0
Remachar espaldar	1 pieza	6.3	142.80	0.30	B12	1	
Colocar cabezada y remaches	1 pieza	10.7	242.53	0.51	B10	1	15.33
Revisar presentación de cabezada y remaches	1 pieza	2.3	52.13	0.11	B6	1	0.00
Perforar delantero para colocar cabezada de bronce	1pieza	23.8	539.47	1.12	B11 - B6	2	4.80

Sección 2

Oper.	Índice de tiempo empleado	Indice de tiempo acumulado	Índice de tiempo Ocioso
B1	0.04	0.95	0.01
B6	0.23	0.76	0.01
B10	0.97	0.00	0.03
B11	1.00	0.00	0.00
B12	0.30	0.00	0.70

Balace de la línea principal, secciones 2 y 3 (hoja 6):

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Tiempo requerido (min)	Cantidad de puestos	Cantidad operarios/ puesto	Total operarios	Tiempo ocioso (min)	
Colocar cojines de poliuretano	1 pieza	5.4	122.40	0.26	B12-B13-B14-B15	4	0	Sección 2
Jabonar bastes	2 piezas	4.2	95.20	0.20	B13	1	0	
Revisar si calzaron bien los cojines	2 piezas	0.8	18.13	0.04	B13	1	0	
Cortar sobrantes de remaches	12 piezas	10.6	240.27	0.50	B13	1	0	Sección 3
Limar sobrantes de remaches	12 piezas	5.2	117.87	0.25	B14	1	0	
Inspeccionar corte y limado de sobrantes de remaches	12 piezas	1.2	27.20	0.06	B12	1	0	
Pegar cinta de badana bajo remaches de cabezada	1 pieza	6.3	142.80	0.30	B14	1	0	
Colocar (entornillar) abrazaderas de bronce	13 piezas	30.4	689.07	1.44	B14-B15-B16	1	0	
Revisar presentación de abrazaderas	13 piezas	0.8	18.13	0.04	B15	1	0	
Lustrar y pulir el cuero	1 montura	4.5	102.00	0.21	B15	1	0	
Inspección final	1 montura	2.5	56.67	0.12	B15	1	0	
Embolsado	1 montura	2.6	58.93	0.12	B15	1	4.80	

Oper.	Índice de tiempo empleado	Índice de tiempo acumulado	Índice de tiempo Ocioso
B12	0.70	0.30	0.00
B13	1.00	0.00	0.00
B14	1.00	0.00	0.00
B15	0.99	0.00	0.01
B16	1.00	0.00	0.00

Fuente propia

Del Cuadro N° 02 se puede extraer la siguiente información:

Total de operarios mínimo requeridos para cumplir requerimientos de producción en la línea principal (todos con cierto nivel de experiencia)

Sección 1	4	operarios necesarios
Sección 2	14	operarios necesarios
Sección 3	2	operarios necesarios

Comparando con el funcionamiento actual de la línea, tenemos una diferencia de $20-11=9$ operarios como mínimo para cumplir con los requerimientos.

3.2.2 Asignación de operarios en las líneas secundarias

A continuación se presentan los cuadros de asignación de operarios de las líneas secundarias.

Estos datos, fueron obtenidos de acuerdo al requerimiento diario y a la disponibilidad de operarios por puestos.

En estos se puede observar que la cantidad de operarios asignados con la cantidad de operarios requeridos, generalmente no coincide puesto que muchos de ellos solo asistieron una semana o algunos días o fueron reasignados a nuevos puestos, llegando incluso en algunos casos a ser 50 operarios en algunas ocasiones pero hasta 10 operarios en otros momentos, debido a diferentes circunstancias, por lo que no se pudo efectuar un balance real de las líneas secundarias.

Por otra parte, las operaciones señaladas en algunos de los casos, requería una habilidad adquirida en años, como es el caso de realizar las hebillas, las cuales fueron realizadas por personal experto que consistía principalmente de un padre y sus dos hijos, mientras que el personal que les apoyaba lo hacía solo en operaciones básicas como cortar, pulir, doblar o transportar los materiales de un lugar a otro.

CUADRO N° 03: ASIGNACIÓN DE OPERARIOS PARA HEBILLAS

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Cantidad de monturas por día	Cantidad de operarios (teórico)	Cantidad operarios asignados	Cadencia	Cantidad diaria producida	
Medir y marcar según tipo de hebilla	9	1.2	44.44	0.51	3.00	0.17	124.57	
Cortas varillas	9	3.5	15.24	1.49		0.50	42.71	
Dar forma a la hebilla en caliente	9	1.3	41.03	0.55		0.18	114.99	
Soldar unions	9	5.7	9.36	2.42		0.81	26.22	
Inspeccionar unions	9	1.1	48.48	0.47		0.16	135.89	
Sumergir en ácido para blanqueo	9	3	17.78	1.28		0.43	49.83	
Sumergir en agua para neutralizar	9	2	26.67	0.85		0.28	74.74	
Contabilizar	9	3.4	15.69	1.45		0.48	43.96	
Pulir	9	3.2	16.67	1.36		0.45	46.71	
Inspeccionar pulido	9	0.5	106.67	0.21		0.07	298.96	
Contabilizar y distribuir según requerimientos	9	3.7	14.41	1.57		0.52	40.40	
Fuente propia			Sub-Total H	7.18		3.00		26.22

De acuerdo a lo presentado en esta tabla, puede observarse que la menor cantidad de piezas producidas se encuentra en la operación de soldar

uniones, lo cual marca un ritmo o cadencia máximo para 26.22 sillas de montar, y como nuestro requerimiento es de 23 monturas por día, no representa problema y el restante puede servir como stock intermedio.

Cabe señalar que se encontró un cuello de botella en las operaciones de fabricar platinas pegadas con badana para las piezas que iban remachadas a los bastes del armazón de la silla de montar, lo cual se ve reflejado en el cuadro de asignación de personal respectivo, y que después constituyó uno de los problemas para terminar la producción en el plazo inicial fijado.

CUADRO N° 04: ASIGNACIÓN DE PERSONAL PARA LA FABRICACIÓN DE PLATINAS

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Cantidad de monturas por día	Cantidad de operarios (teórico)	Cantidad operarios asignados	Cadencia	
Pegar platina y pieza de badana	8	2.6	23.08	20.80	20.00	1.04	
Cortar Cintas	9	1.2	44.44	0.51		0.03	
Marcar forma redondeada y lugar de perforación	9	0.6	88.89	0.26		0.01	
Dar forma redondeada	9	2.2	24.24	0.94		0.05	
Perforar	9	0.4	133.33	3.60		0.18	
cortar rebaba	9	0.7	76.19	6.30		0.32	
inspeccionar medidas y acabado	9	0.5	106.67	4.50		0.23	
inspeccionar pegado	9	0.5	106.67	4.50		0.23	
cortar bordes	9	1.6	33.33	14.40		0.72	
Fuente propia			Sub-Total H	55.80		40.00	

Lo mismo ocurre con la línea de la cabezada de bronce, donde se requería bastante destreza manual y buenos conocimientos sobre el uso de las máquinas herramientas necesarias para poder efectuar el trabajo de manera más rápida y efectiva.

CUADRO N° 05: ASIGNACIÓN DE PERSONAL PARA LA PRODUCCIÓN DE CABEZADAS DE BRONCE

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Cantidad de monturas por día	Cantidad de operarios (teórico)	Cantidad operarios /puesto	Cadencia	Cantidad diaria producida
Cortar en caliente	1	2.5	192.00	0.12	2.00	0.06	358.75
Dar forma fina con esmeril	1	3.3	145.45	0.16		0.08	271.78
Dar forma curva en caliente	1	2.5	192.00	0.12		0.06	358.75
Enfriar en agua	1	0.5	960.00	0.02		0.01	1793.77
Medidas, acabado de curvatura	1	0.5	960.00	0.02		0.01	1793.77
Limar rebaba	1	2.1	228.57	0.10		0.05	427.09
Medir y marcar para perforar	6	1.2	66.67	0.34		0.17	124.57
Perforar	1	1.4	342.86	0.07		0.03	640.63
centrado de perforaciones	2	0.5	480.00	0.05		0.02	896.89
limar rebaba	1	1.2	400.00	0.06		0.03	747.40
			Sub-Total C	0.93	2.00		124.57

Fuente propia

3.3 COSTOS Y BENEFICIO ECONÓMICO DEL BALANCEO DE LA LÍNEA

3.3.1 Costos de producción de la línea actual de producción

COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA POR SILLA DE MONTAR

De acuerdo a la información obtenida, se pudo realizar el siguiente análisis de costos:

Costo de Mano de obra directa	S/. 200.00/ semana
Tiempo disponible por día	480 minutos
Cantidad de días a la semana	5 días
Costo de mano de obra directa	S/./0,083/ minuto

CUADRO N° 06: EN LA LÍNEA PRINCIPAL

Operación	Cantidad por montura	Tiempo Standard (min)	Cantidad de operarios	Costo unitario (S/.)	
Ingreso de armazones	4 piezas	20	3	5.000	Sección 1
Centrar piezas	4 piezas	4	3	1.000	
Perforar piezas	4 piezas	3.2	2	0.533	
Numerar piezas	4 piezas	1	2	0.167	
		Sub-Total 1-1	Sub-Total 1-1	6.70	
Separar piezas (delantero, espaldar y bastes)	4 piezas	0.5	1	0.042	Sección 2
Almacenar bastes	2 piezas	1	1	0.083	
Pegar forro en delantero	1 pieza	5.3	1	0.442	
Pegar triplay en espaldar	1 pieza	30.5	1	2.542	
Pegar forro en espaldar	1 pieza	5.3	1	0.442	
Inspeccionar forros	2 piezas	1.2	1	0.100	
Perforar forros	1 pieza	2.1	1	0.175	
		Sub-Total 1-2	Sub-Total 1-2	3.83	

Operación	Cantidad por montura	Tiempo Standard (min)	Cantidad de operarios	Costo Unitario (S/.)	
Colocar argollas en espaldar	2 piezas	5.6	2	0.933	Sección 1
Soldar argollas	2 piezas	6.7	2	1.117	
Limar y pulir soldadura	2 piezas	8.3	2	1.383	
Inspeccionar pulido de soldadura	2 piezas	0.8	2	0.133	
		Sub-Total 2-1	Sub-Total 2-1	3.57	
Remachar delantero y borren trasero en bastes de madera	2 piezas	25.5	2	4.250	Sección 2
Inspeccionar medidas después de remachar	1 armazón	1.3	1	0.108	
Perforar bastes y remachar latiguillos	6 piezas	30.4	2	5.067	
Entornillar hebilla de estribo en bastes	1 pieza	6.8	2	1.133	
Remachar faldón de cuero en bastes	2 piezas	42.8	2	7.133	
Colocar complemento de cuero en espaldar	1 pieza	15.4	1	1.283	
Inspeccionar medidas		2.2	1	0.183	
Engrapado de cinta de gamuza entre espaldar y delantero	1 cinta	5.7	1	0.475	
Inspeccionar medidas y caída de cinta	1 cinta	2.2	1	0.183	
Engomar delantero y espaldar	1 armazón	1.6	1	0.133	
Colocar y cuadrar silla de cuero	1 armazón	0.8	1	0.067	
Inspeccionar el cuadro de la silla	1 silla	0.5	2	0.083	
Perforar espaldar para remachar	1 silla	5.2	2	0.867	
Remachar espaldar	1 pieza	6.3	1	0.525	
Perforar delantero para colocar cabezada de bronce	1 pieza	23.8	2	3.967	
Colocar cabezada y remaches	1 pieza	10.7	2	1.783	
Revisar presentación de cabezada y remaches	1 pieza	2.3	1	0.192	
		Sub-Total 2-2	Sub-Total 2-2	27.43	

Operación	Cantidad por montura	Tiempo Standard (min)	Cantidad de operarios	Costo unitario (S/.)	
Jabonar bastes	2 piezas	4.2	1	0.350	
Colocar cojines de iuretano	1 pieza	5.4	4	1.800	
Revisar si calzaron bien los cojines	2 piezas	0.8	1	0.067	Sección 2
Cortar sobrantes de remaches	12 piezas	10.6	1	0.883	
Limar sobrantes de remaches	12 piezas	5.2	1	0.433	
Inspeccionar corte y limado de sobrantes de remaches	12 piezas	1.2	1	0.100	
Pegar cinta de badana bajo remaches de cabezada	1 pieza	6.3	1	0.525	
		Sub-Total 3-2	Sub-Total 3-2	4.16	
Colocar (entornillar) abrazaderas de bronce	13 piezas	30.4	1	2.533	
Revisar presentación de abrazaderas	13 piezas	0.8	1	0.067	
Lustrar y pulir el cuero	1 montura	4.5	1	0.375	
Inspección final		2.5	1	0.208	
Embolsado		2.6	1	0.217	
Fuente propia		Sub-Total 1-3	Sub-Total 1-3	3.400	

Finalmente, se obtiene:

(subtotal, sección)

Sub total 1-1	:	S/.	6.70
Sub total 1-2	:	S/.	3.83
Sub total 2-1	:	S/.	3.57
Sub total 2-2	:	S/.	27.43
Sub total 3-2	:	S/.	4.16
Sub total 1-3	:	S/.	3.40

Al sumar todos los subtotales, obtenemos el costo total unitario de mano de obra por silla de montaren la línea principal, cual nos da un total de **S/. 49.08**

EN LAS LÍNEAS SECUNDARIAS:

El costo de mano de obra directa en las líneas secundarias, se obtiene de cada una de estas líneas secundarias.

A continuación presentamos los cuadros de costos unitarios de M.O.D.:

CUADRO N° 07: FABRICACIÓN DE HEBILLAS

Operación	Cantidad por montura(pza)	Tiempo Standard(min)	Cantidad de operarios	Costo unitario (S/.)
Medir y marcar según tipo de hebilla	9	1.2	1	0.900
Cortas varillas	9	3.5	1	2.625
Dar forma a la hebilla en caliente	9	1.3	3	2.925
Soldar unions	9	5.7	3	12.825
Inspeccionar unions	9	1.1	1	0.825
Sumergir en ácido para blanqueo	1	3	1	0.250
Sumergir en agua para neutralizar	1	2	1	0.167
Contabilizar	9	3.4	1	2.550
Pulir	9	3.2	1	2.400
Inspeccionar pulido	9	0.5	1	0.375
Contabilizar y distribuir según requerimientos	9	3.7	1	2.775
Fuente propia			Sub-Total Hebillas	28.62

CUADRO N° 08: FABRICACIÓN DE PLATINAS

Operación	Cantidad por montura(pza)	Tiempo Standard (min)	Cantidad de operarios	Costo unitario (S/.)
Cortar Cintas	9	1.2	1	0.900
Marcar forma redondeada y lugar de perforación	9	0.6	1	0.450
Dar forma redondeada	9	2.2	1	1.650
Perforar	9	0.4	1	0.300
Cortar rebate	9	0.7	1	0.525
Inspeccionar medidas y acabado	9	0.5	1	0.375
Pegar platina y pieza de badana	9	6.8	1	5.100
Inspeccionar pegado	9	0.5	1	0.375
Cortar bordes	9	1.6	1	1.200
Contabilizar y distribuir	9	2.4	1	1.800
Fuente propia			Sub-Total Platinas	12.68

CUADRO N° 09: FABRICACIÓN DE COJINES DE POLIURETANO

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Cantidad de operarios	Costo unitario (S.)
Pesar compuestos y colorante	1	2.5	1	0.208
Mezclar compuestos y colorante	1	0.5	1	0.042
Batir mezcla	1	4	1	0.333
Pesar y mezclar compuestos secantes	1	3.2	1	0.267
Inspeccionar moldes	2	1	1	0.167
Untar cera y desmoldante en moldes	2	2.5	1	0.417
Calentar moldes	2	1.5	1	0.250

Operación	Cantidad por montura(pza)	Tiempo Standard(min)	Cantidad de operarios	Costo unitario (S/.)
Pesar y combinar compuestos para 1 molde	1	0.8	1	0.067
Batir la mezcla	1	0.2	1	0.017
Verter en molde	1	0.4	1	0.033
Cerrar a presión el molde y activar cronómetro	1	0.4	1	0.033
Abrir el molde y desactivar cronometro	1	0.5	1	0.042
Retirar el cojín	1	0.5	1	0.042
Colocar cojín en el suelo	1	0.5	1	0.042
Punzonar cojín	1	0.5	1	0.042
Presionar cojín con los pies para retirar el aire	1	2	1	0.167
Inspeccionar medidas y acabado	1	0.5	1	0.042
Colocar pares	2	0.5	1	0.083
Contabilizar	1	2	1	0.167
Inspeccionar para llevar al forrado y armado	1	2.5	1	0.208
Esmerilar bordes sobrantes	1	3.4	1	0.283
Pegar gamuza	1	30.6	1	2.550
Pegar cuero con accesorios	1	30.5	1	2.542
Juntar y pegar contorno de cuero y gamuza	1	14.3	1	1.192
Cortar sobrantes según medidas	1	11.3	1	0.942
Pegar cinta de cuero en todo el contorno del cojín	1	12.4	1	1.033
Coser cinta de cuero con falso faldón lateral	1	5.7	1	0.475
Inspeccionar medidas y acabado	1	1.3	1	0.108
Colocar en pares	2	1.5	1	0.250
Contabilizar y almacenar	2	2	1	0.333
Fuente propia			Sub-Total Co	12.38

CUADRO N° 10: FABRICACIÓN DE CABEZADA DE
BRONCE

Operación	Cantidad por montura (pza)	Tiempo Standard (min)	Cantidad de operarios	Costo unitario (S/.)
Cortar en caliente	1	2.5	1	0.208
Dar forma fina con esmeril	1	3.3	1	0.275
Dar forma curva en caliente	1	2.5	1	0.208
Enfriar en agua	1	0.5	1	0.042
Medidas, acabado de curvature	1	0.5	1	0.042
Limar rebaba	1	2.1	1	0.175
Medir y marcar para perforar	1	1.2	1	0.100
Perforar	1	1.4	1	0.117
centrado de perforaciones	1	0.5	1	0.042
limar rebaba	1	2.4	1	0.200
Rellenar cabeza de pernos y/o clavos con bronce	2	4.8	1	0.800
Pulir	2	2.3	1	0.383
Verificar redondez	1	0.5	1	0.042
Posicionar hebilla y platina central	2	0.5	1	0.083
Colocar pernos y tuercas	2	1.5	1	0.250
Esmerilar pernos	2	1.8	1	0.300
Limar rebabas	2	2.2	1	0.367
Pulir cabezada	2	4.3	1	0.717
Contabilizar	2	1	1	0.167
Distribuir	2	3.5	1	0.583
Fuente propia			Sub-Total Cabezada	5.10

Luego, el costo total de mano de obra directa en las líneas secundarias resulta: S/.

Subtotal hebillas	:	28.62
Subtotal platinas	:	12.68
Subtotal cojines (2)	:	24.76
Subtotal cabezadas	:	5.10

Total: **71.16**

Sumando los costos de M.O.D. de la línea principal y las líneas secundarias, se tiene un costo total unitario de **S/. 120.24**.

Teniendo la siguiente estructura general de costos:

Costo de mano de obra directa	20%
Gastos administrativos	10%
Materiales	60%
Costos de servicios	10%

El costo de producción para las 340 sillas de montar, teniendo en cuenta unas 10 semanas, resultó:

Por la cantidad de operarios constante, es decir 50 operarios, el costo de MOD por semana sería de $50 \times S/200.00 = S/.10\ 000$ por semana.

Si la producción tomó un tiempo real de 10 semanas, tendríamos S/100 000 por MOD.

El costo por materiales sería de $(S/.200.4 \times 340 \text{ sillas}) = S/.68\ 136.00$

Los gastos administrativos serían $S/.60.12 \times 340 \text{ sillas} = S/.20\ 440.80$

Los costos de servicios, serían de $S/60.12 \times 340 \text{ sillas} = S/.20\ 440.80$

Lo cual haría un costo de producción de S/. 209 017.60

Agregándole el margen de uso de capital de 40% = 83607.04

Finalmente se tendría el costo total del servicio: S/.292 624.60

3.3.2 Costos de producción de la línea balanceada

Teniendo la siguiente estructura de costos:

Costo de mano de obra directa	20%
Gastos administrativos	10%
Materiales	60%
Costos de servicios	10%
Margen de utilidad de capital	40%

Si el tiempo real de producción se calcula en 10 semanas, la MOD de la línea balanceada no será de 50 operarios sino de mucho menos, ahora que, considerando:

En la primera semana 50 operarios, se tiene S/. 10 000 de costo MOD

En la segunda semana 50 operarios, se tiene S/.10 000 de costo MOD

En la tercera semana 45 operarios ya que se terminó de fabricar los 340 pares de cojines de poliuretano S/. 9000 de costo MOD

En la cuarta semana, por inconvenientes se redujo el personal a sólo 30 operarios S/.6000 de costo de MOD

En la quinta, sexta y séptima semana se redujo a 15 operarios, lo cual nos da un costo de S/.9000 de costo de MOD

Durante la octava, novena y décima semana se mantuvo en promedio los 20 operarios necesarios para balancear la línea con un costo de S/.12 000.

Sumando todos los costos de MOD por semana, se tiene un total de S/.56 000 para la producción de las 340 sillas de montar

Conservando los costos por materiales, servicios y gastos administrativos, en total el costo de producción se estimó aproximadamente en S/ 165 017.

Aplicándole el 40% por utilización de capital, el costo total que resultó fue: S/. 231 024.6

3.3.3 Beneficios económicos

Inicialmente los costos de MOD para 50 operarios lleva a S/.10 000 por semana

Posteriormente, por balance el número de operarios baja a 20 con un costo de MOD de S/.4000 por semana.

La diferencia de la línea balanceada con respecto a la línea actual, se puede traducir en el siguiente beneficio económico:

$S/.292\ 624.60 - S/.231\ 024.60 = S/.61\ 600.00$, de ahorro en costos.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Del proceso de análisis y control productivo, puede concluirse:

1. El 95% del trabajo efectuado y visto en el proceso, fue manual, artesanal.
2. Mediante un análisis de los puestos, se pudo identificar la operación quince de la línea principal generaban un “cuello de botella”, seguido de otras operaciones, las cuales fueron puestas como ejemplos para los cálculos y también fueron balanceadas, agilizando la producción.
3. De acuerdo a la necesidad de operarios, dada por el balance de la línea principal para poder satisfacer la producción, se logró realizar una reducción de operarios, cuyo número inicial era 50 hasta los 20 operarios necesarios.
4. Lo anterior redujo el costo de M.O.D. de S/.10 000 por semana a S/.4 000 por semana, lo cual generó una reducción del 60% en el costo de M.O.D. durante el tiempo de producción.
5. El costo de la producción total promedio de las sillas de montar, fue calculado en S/. 261 824.6, mientras que el costo de la M.O.D. calculada para diez semanas en S/5600 en promedio semanal.
6. Inicialmente no existía ningún stock intermedio, para prever algún imprevisto, por lo cual se programó las actividades diarias por operación de acuerdo al requerimiento de producción y al stock dejado por las operaciones que lograban cubrir con los requerimientos antes de finalizar el turno y empezar el siguiente día con un margen para algún imprevisto.
7. El beneficio económico para la empresa, se estimó en promedio S/.361.93 por silla de montar.

8. Los datos pueden procesarse en forma manual o con el uso de un computador, con ayuda de un software de base de datos o planilla electrónica, según los recursos con que cuente la empresa.

5.2 RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones, se puede señalar lo siguiente:

1. Revisar las medidas dadas en las especificaciones técnicas y comprobar si son las que se encuentran plasmadas en los requerimientos de producción, ya que se generó una operación innecesaria en la producción, porque no se tuvo en cuenta las medidas entregadas en el prototipo para ganar la licitación.
2. Se debe establecer un stock intermedio para poder reaccionar sin atraso de la producción en caso se presenten algunos imprevistos con los operarios o los materiales
3. Un sistema de software a medida será una herramienta económica indispensable para una eficiente administración de los recursos productivos.
4. Se recomienda hacer una distribución de planta adecuada y a un mismo nivel.
5. Se recomienda la capacitación del personal para mejorar métodos de trabajo y reducción de tiempo.
6. Se recomienda, personal idóneo para la planificación y administración de la producción.
7. Se recomienda que se implemente un sistema de seguridad e higiene industrial en el taller.
8. Se recomienda a la empresa efectuar un estudio adecuado sobre la estimación de la demanda de las ventas, dados que estos valores son importantes en el planteamiento del balance de línea.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO.
“Introducción al estudio del trabajo”. 3era edición. Editorial de la OIT. Suiza. 1975. Pag35 -43, 48-71, 362-363.
2. NIEBEL, Benjamín W.; FREIVALS, Andrés. “Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos”. Onceava edición. Editorial Alfaomega. México. 2004. Pag 150, 233-281, 397-398, 556-558.
3. HEIZER, RENDER. “Principios de administración de operaciones”. Editorial Pearson Prentice Hall 2000. Pags.348 a 352
4. MONSK Joseph G. “ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES”, SERIE SCHAUM., Primera edición, México D.F.1996. Mc. Graw Hill., p.p. 83 – 85.
5. NIEBEL, Benjamín W. Manual de Laboratorio para Ingeniería industrial. 4ta edición. Representaciones y servicios de ingeniería. México D.F. 1980. Pág 3-7
6. PORTAL DE EQUITACIÓN DIGITAL ALVAREZ:
[http://www.aalvarez.com/index.php?path=3_163_172&page=119
&equipo=49](http://www.aalvarez.com/index.php?path=3_163_172&page=119&equipo=49)
7. TEORÍA DE RESTRICCIONES
<http://pert-cpm-operaciones.blogspot.com/2010/12/teoria-de-restricciones.html>

VII. ANEXOS

ANEXO 1: Especificaciones Técnicas de Sillas de Montar de Tropa

N°	EP- COLONGE-SINTE Departamento de ABASTO Sección de Apoyo Técnico	ESPECIFICACIONES TECNICAS MONTURA DE ARMAS PARA TROPA DEL RC “MARISCAL DOMINGO NIETO”	20.2.12
	CARACTERISTICAS	DESCRIPCION	OBS.
1.	<p>MONTURA PARA TROPA</p> <p>a. MATERIAL</p> <p>CUERO SUELA VIRA Composición Color Espesor Faldón superior Faldón inferior Contra faldón</p> <p>CUERO FLEXIBLE Composición Tipo Espesor</p> <p>CUERO GAMUZÓN Composición Color Espesor Uso</p> <p>ESPUMA Composición Densidad</p> <p>BORREN Borren anterior o delantero Composición Borren posterior Composición</p> <p>BASE DE BASTE Composición</p> <p>CORREAS CARGADORES O ESPIGAS DE CINCHAS</p>	<p>Cuero natural de bovino (vacuno) Acabados naturales de la suela vira, sin colaboración</p> <p>4.0 +/- 0.2 mm 4.0 +/- 0.2 mm 4.0 +/- 0.2 mm</p> <p>Cuero natural de bovino (vacuno) Guante Natural 2.0 +/- 0.2 mm</p> <p>Cuero natural de bovino (vacuno) Marrón oscuro 1.5 +/- 0.2 mm Bastes</p> <p>Espuma de poliuretano 50 +/- 10 kg/m³</p> <p>Fierro forjado Fierro forjado</p> <p>Madera natural</p> <p>Cuero natural de bovino (vacuno)</p>	

	<p>Composición Color Dimensiones Largo Ancho</p> <p>HEBILLAJE</p> <p>Tipo “A” Composición Forma Dimensiones Diámetro interior Diámetro de alambre</p> <p>Tipo “B” Composición Forma Dimensiones Ancho</p>	<p>Acabados naturales de la suela vira, sin colaboración 30 +/- 1 mm 3 +/- 0.5 mm</p> <p>Bronce o acero</p> <p>Circular (argolla) 45 +/- 2 mm 6 +/- 1 mm</p> <p>Bronce o acero En forma de “D”</p> <p>25 +/- 2 mm</p>	
	<p>Altura Diámetro de alambre</p> <p>Tipo “C” Composición Forma</p> <p>Dimensiones Ancho Altura Diámetro de alambre</p> <p>Tipo “D” Composición Forma</p> <p>Dimensiones</p>	<p>20 +/- 2 mm 5 +/-1 mm</p> <p>Bronce o acero Rectangular con aristas redondeadas En el largo superior llevara una lámina circular en forma de rodillo (coscoja o rollo) para facilitar deslizamiento de correajes</p> <p>22 +/- 2 mm 15 +/- 2 mm 4 +/-1 mm</p> <p>Bronce o acero Rectangular con aristas redondeadas con hebijón (pitón o gancho) para abrochar el correaje En el largo superior llevara una lámina circular en forma de rodillo (coscoja o rollo) para facilitar deslizamiento de correajes</p>	

	<p>Ancho Altura Diámetro de alambre</p> <p>Tipo “E” Composición Forma</p> <p>Dimensiones Ancho Altura Diámetro de alambre</p> <p>Tipo “F” Composición Forma</p> <p>Dimensiones Ancho Altura Diámetro de alambre</p> <p>Tipo “G” Composición Forma</p> <p>Dimensiones Ancho</p>	<p>22 +/- 2 mm 13 +/- 2 mm 5 +/-1 mm</p> <p>Acero Rectangular con aristas redondeadas</p> <p>30 +/- 2 mm 20 +/- 2 mm 5 +/-1 mm</p> <p>Bronce o acero Rectangular con aristas redondeadas En el largo superior llevara una lámina circular en forma de rodillo (coscoja o rollo) para facilitar deslizamiento de correajes</p> <p>30 +/- 2 mm 20 +/- 2 mm 5 +/-1 mm</p> <p>Bronce o acero En forma de puente con 2 patitas para fijación a la base mediante 2 tornillos En el puente llevará una lámina circular en forma de rodillo (coscoja o rollo) para facilitar deslizamiento de correajes.</p> <p>27 +/- 2 mm</p>	
	<p>Altura Diámetro de alambre</p> <p>Tipo “H” Composición Forma</p>	<p>15 +/- 2 mm 5 +/-1 mm</p> <p>Bronce o acero En forma de puente con 2 patitas para fijación a la base mediante 2 tornillos En el puente llevará una lámina circular en forma de rodillo (coscoja o rollo) para</p>	

	<p>Dimensiones</p> <p>Ancho</p> <p>Altura</p> <p>Diámetro de alambre</p> <p>REMACHES</p> <p>Tipo "A"</p> <p>Composición</p> <p>Forma</p> <p>Diámetro</p> <p>Tipo "B"</p> <p>Composición</p> <p>Forma</p> <p>Diámetro</p> <p>HILO DE APARADO</p> <p>Composición</p> <p>Tipo</p> <p>a.DE CONFECCIÓN</p> <p>Modelo</p> <p>Borren anterior</p> <p>Borren posterior</p>	<p>facilitar deslizamiento de correajes.</p> <p>30 +/- 2 mm</p> <p>15 +/- 2 mm</p> <p>5 +/-1 mm</p> <p>Bronce</p> <p>Circular</p> <p>15 +/- 2 mm</p> <p>Bronce</p> <p>Circular</p> <p>10 +/- 2 mm</p> <p>Poliamida o polyester</p> <p>De 3 cabos</p> <p>Montura de ARMA para TROPA con corte anatómico y funcional.</p> <p>Forrado con cuero natural y reforzado con una pieza de cuero 20 +/- 2 cm de ancho y una lamina de bronce o acero fijada con 6 remaches tipo "B"</p> <p>Es la parte central de la lamina irá una hebilla tipo "C"; fijada por una lamina de bronce y 2 remaches, uno a cada lado.</p> <p>Forma de media luna, forrado con cuero de res crudo.</p> <p>6 remaches de bronce para fijación para fijación de los forros.</p> <p>En la parte posterior irá 4 hebillas tipo "G"</p> <p>A cada lado, en la parte inferior irá una hebilla tipo "A"</p> <p>Forma anatómica</p>	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

	<p>Batalla (asiento)</p> <p>Bastes</p>	<p>Una sola pieza de cuero con dos faldones de forma semicircular de 53x28 (+/-2) cm. De largo x ancho.</p> <p>Bordes de aplicación tipo bajo relieve a 5 +/- 1 mm. del borde</p> <p>Parte interior.- central del asiento debe estar reforzado con una pieza de cuero unido con pegamento y 2 costuras rectas que van desde el borren anterior hasta el borren posterior.</p> <p>Cantidad: 2 con base de madera natural.</p> <p>Forrado con suela en la parte superior y gamuza en la parte inferior formando una aleta despuntado con hilo de poliamida.</p>	
	<p>Faldón inferior</p> <p>Contra faldón</p>	<p>Acolchado con espuma de poliuretano de alta resistencia (HR), que tenga alta capacidad de recuperación, una sola pieza prefabricada, que mantenga su forma original, la espuma es de 50 +/-10 kg/m³</p> <p>Parte delantera de cada baste con 3 hebillas tipo "G" y un pasador de cuero de 3 +/-0.3 cm de ancho que sujeta una hebilla tipo "B"</p> <p>Parte posterior del baste izquierdo llevara 2 hebillas tipo "G" y un pasador de cuero de 2 +/-0.3 cm de ancho que sujeta una hebilla tipo "D" con una correíta de cuero de 20 x 2 (+/-0.3) cm. Con 5 ojalillos.</p> <p>Parte posterior del baste derecho llevará una hebilla tipo "G" y un pasador de cuero de 2 +/-0.3 cm de ancho que sujeta una hebilla tipo "D" con una correíta de cuero de 20 x 2 (+/-0.3) cm. Con 5 ojalillos.</p> <p>Cantidad: 2, uno a cada lado del asiento y colocado sobre los bastes.</p> <p>Forma de lengüeta de 45 x 36 (+/-1) cm. Largo x ancho.</p> <p>En la parte delantera superior de cada faldón ira un hebillaje tipo "F" y un hebillaje tipo "G"</p> <p>Bordes con aplicación tipo bajo relieve a 5 +/-1 mm del extremo.</p> <p>Cantidad: 2, uno a cada lado del asiento y</p>	

		colocado debajo del faldón inferior. Forma de lengüeta de 25 x 28 (+/-1) cm. Largo x ancho. Bordes con aplicación tipo bajo relieve a 5+/-1 mm del extremo.	
	Correas cargadores o espigas cincheras	Cantidad: 3, ubicado entre el faldón inferior y el contra faldón y sujetadas al baste de madera mediante 3 hebillas tipo "E" Distancia entre correas cincheras: 5+/-1 cm	
2.	RIENDAS (par) Descripción	Confeccionada en suela vira, de 2,1+/-0,1 cm de ancho y 3+/-0,06 m. de largo, con hebillas de bronce.	
3.	BRIDA Descripción	Confeccionada en suela vira, incluye frontalería confeccionada en bronce, testera, carrileras, muserola y ahogados con hebilla de puente y hebillas con hebijón modelo Tropa.	
4.	FILETES Descripción	En forma de hueso, con 2 argollas en los extremos, en material fundido de bronce y acabado niquelado	
5.	BOCADO Descripción	En forma de "H" con 2 argollas colgantes en un extremo y 2 fijos en otro, fundido en material de bronce, acabado niquelado.	
6.	ESTRIBOS Descripción	2 unidades confeccionados en bronce fundido, y acabado niquelado Arco anatómico de una sola pieza, con argolla en la parte superior para amarre y sujeción a la correa, base plana con cavidad que lleva una pieza de caucho vulcanizado, con relieve antideslizante de 13+/- 1 cm de largo y 4.5+/-0,2 cm de ancho, incrustado en la base del estribo.	
7.	CRUZETA Descripción	Confeccionada en bronce y unida mediante alambre de bronce	

8.	CORREA SACOCHERA Descripción	2 correas confeccionadas en suela vira de 2 \pm 0,2 cm de ancho x 60 \pm 2 cm de largo	
9.	PORTA SABLE Descripción	Confeccionada en suela vira y con hebillas de bronce.	
10.	CINCHA DE NYLON Descripción	Confeccionadas mediante cuatro tiras reforzadas de nylon color blanco, terminales de suela vira y doble hebilla en cada extremo.	
11.	PECHO PETRAL Descripción	Confeccionado en suela vira con tres correas de 3 \pm 0,2 cm de ancho, hebillas de bronce para sujeción.	
12.	ACIONERAS Descripción	Dos correas confeccionadas en suela vira de 2.5 \pm 0,1 cm de ancho con hebillas de metal de 1.50 \pm 0,05 m de largo.	
13.	ROLLO CAPOTERO Descripción	<p>Modelo cilíndrico, de 10\pm 1 cm de diámetro por 47\pm 1 cm de largo, base interna circular, armados interiormente con triplay, exterior con tela tipo paño cosido a la base de cuero sintético.</p> <p>Cuero sintético en los extremos cilíndricos de 10\pm1 cm a cada lado.</p> <p>Tela tipo paño sintético de color azul en la parte central con ojal de marroquín de 22\pm1 cm por 6,5\pm0,5 cm para introducir el relleno, este a su vez tendrá tres pares de ojalillos para cierre con pasador.</p>	
14.	CABEZON DE NYLON CON RONZAL Descripción	Confeccionado con correas de nylon de 3 \pm 0,2 cm de ancho, unidas mediante tres hebillas circulares, dos hebillas cuadradas y una hebilla con hebijón para enganche y ronzal.	

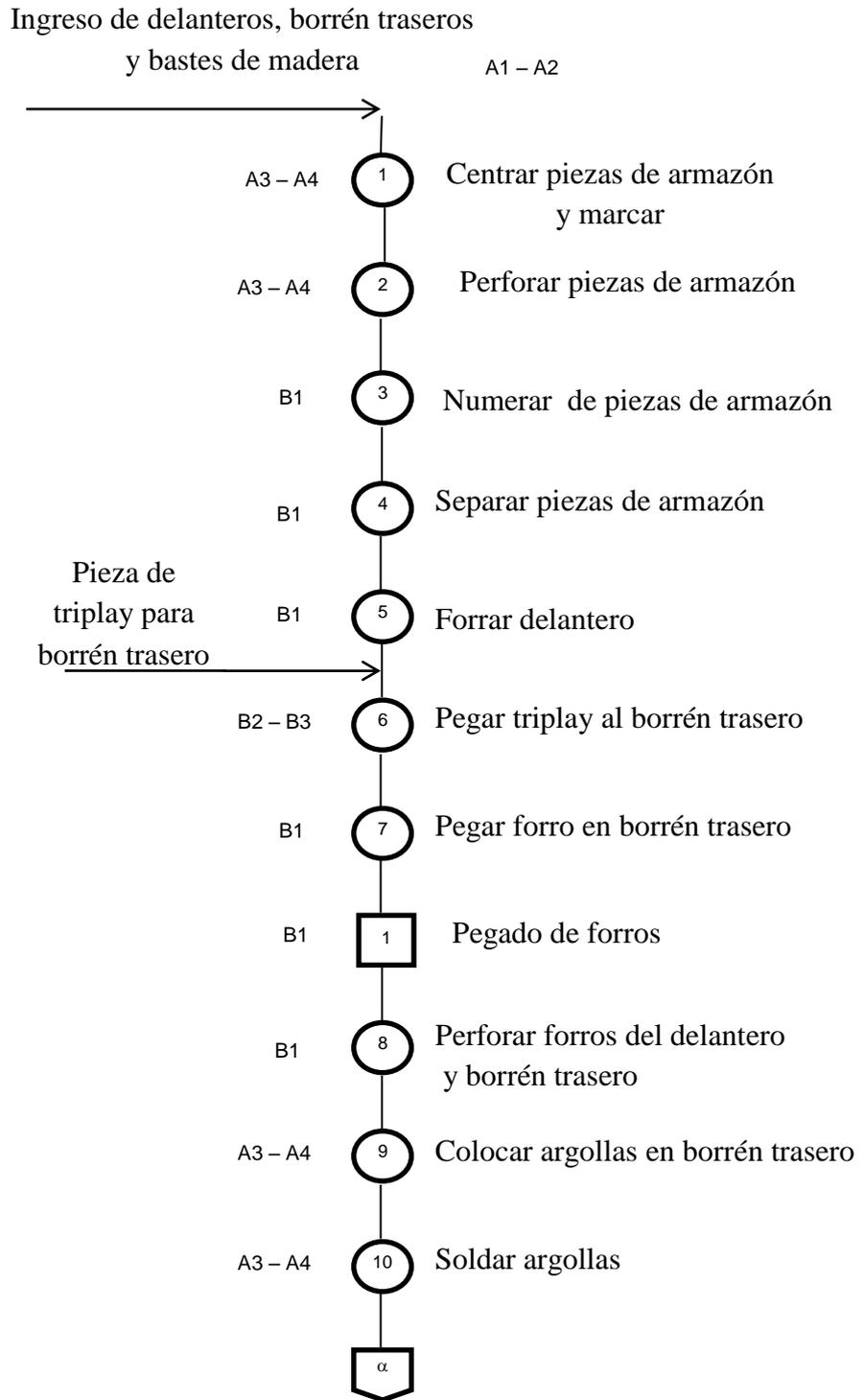
15.	<p>CABEZON DE CUERO</p> <p>a. MATERIAL</p> <p>Correaes Composición Tipo Dimensiones Espesor Ancho Color</p> <p>Hebillajes y avíos metálicos hebillajes Tipo "A" Composición Forma Dimensiones Largo Ancho Diámetro de alambre</p> <p>Tipo "B"</p>	<p>Cuero natural de bovino (vacuno) Suela vira 4 +/-0,5 mm 3 +/- 0.5 cm Acabados naturales de la suela vira, sin colaboración</p> <p>Bronce Rectangular con aristas redondeadas</p> <p>38 +/- 2 mm 32 +/- 2 mm 6 +/- 1 mm</p>	
-----	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

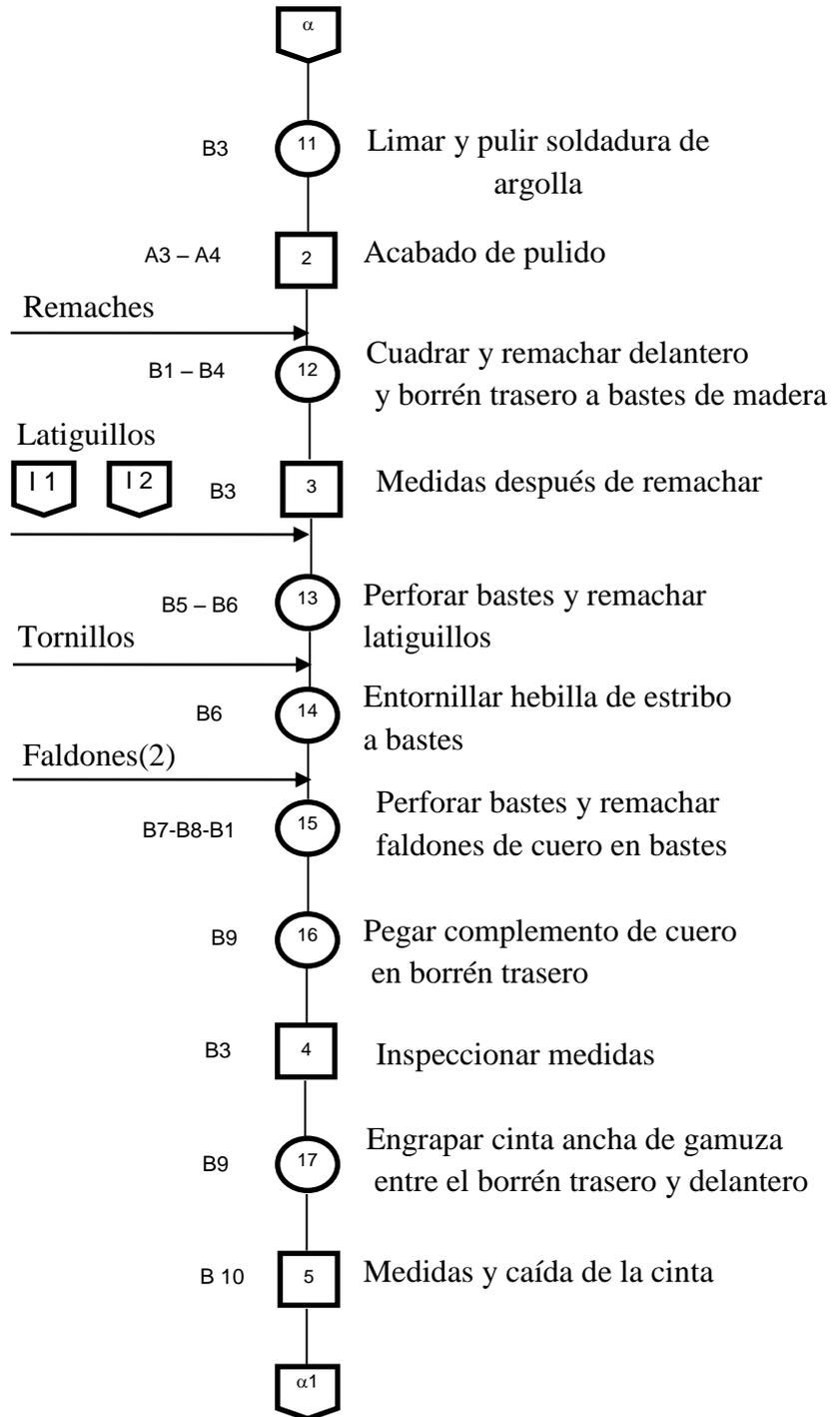
	<p>Composición Forma</p> <p>Dimensiones Diámetro interior Diámetro de alambre</p> <p>Tipo “C” Composición Forma</p> <p>Dimensiones Ancho Altura</p> <p>Diámetro interior (argolla) Diámetro exterior (perilla) Diámetro de alambre</p> <p>Tipo “D” Composición Forma</p> <p>Dimensiones Ancho Altura Diámetro de alambre</p> <p>Escamas Composición Tipo Cantidad Dimensiones</p>	<p>Bronce Circular (argolla)</p> <p>40 +/- 2 mm 6 +/- 1 mm</p> <p>Bronce (hebilla cuadrada y argolla) y fierro acerado (perilla de atraque y sujeción) Cuadrada con aristas redondeadas y argolla con perilla de atraque o sujeción a la hebilla cuadrada (tipo mosquetón) en uno de sus lados.</p> <p>38 +/- 2 mm 32 +/- 2 mm</p> <p>20 +/- 1 mm 15 +/- 3 mm 6 +/- 1 mm</p> <p>Bronce Rectangular con aristas redondeadas con pitón o gancho para abrochar el correaje. En el largo superior llevara una lámina circular en forma de rodillo (coscoja o rollo) de bronce para facilitar deslizamiento de correajes.</p> <p>30 +/- 2 mm 25 +/- 2 mm 5 +/- 1 mm</p> <p>Bronce Lamina en forma de escamas de dos puntas redondeadas 11 pares</p>	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

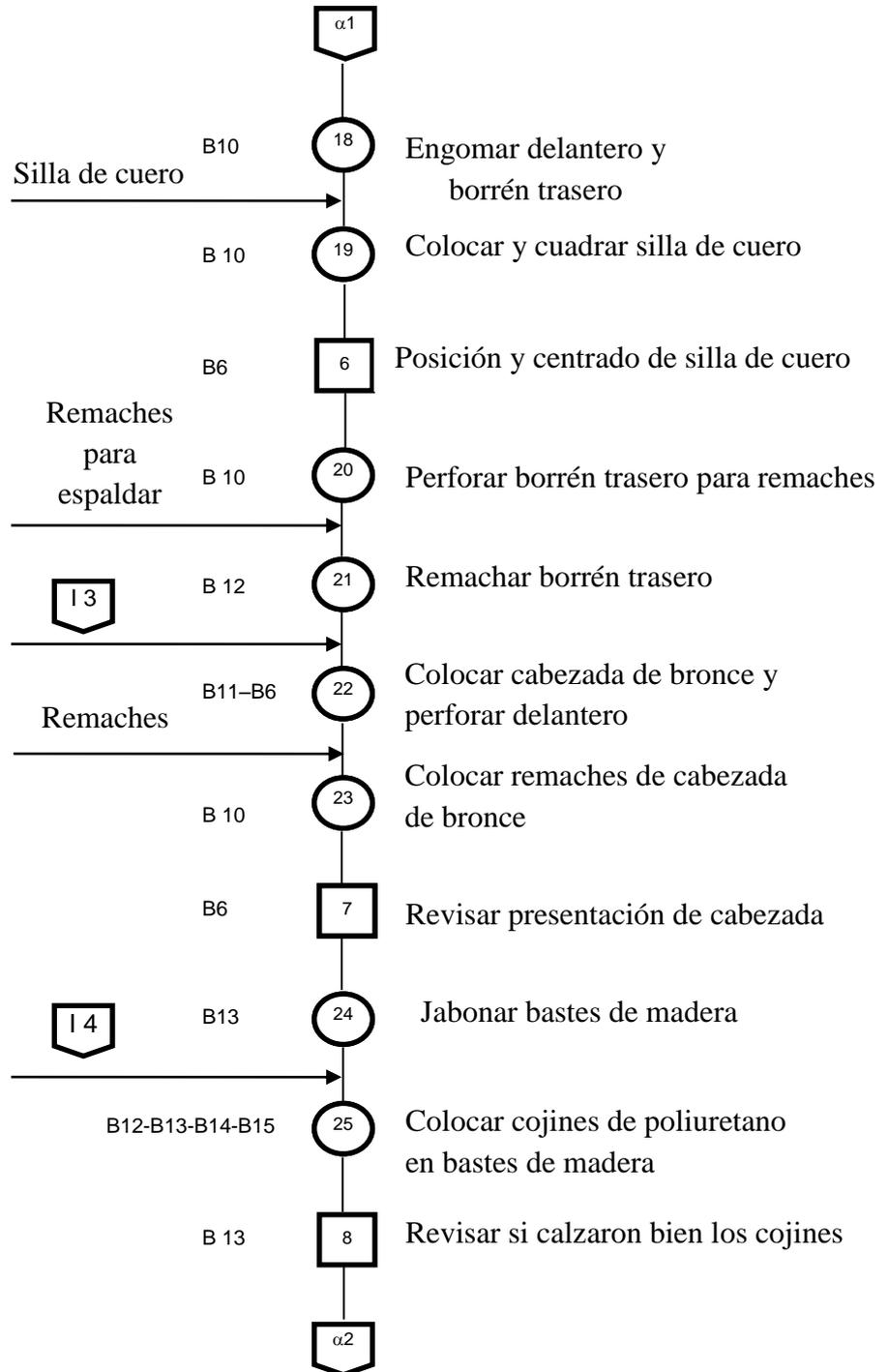
	<p>Alto Ancho</p> <p>Lamina central Composición Tipo Cantidad</p> <p>Dimensiones Largo Ancho</p> <p>b. CONFECCION Modelo Descripción</p>	<p>27 +/- 0,5 cm 25 +/-0,5 cm</p> <p>Bronce Rectangular 1</p> <p>53 +/- 0,5 cm 33 +/-0,5 cm</p> <p>Estándar Conformado por:</p> <p>1 2 correajes de suela de 16 x 3 (+/- 0,3) cm unidas a las hebillas cuadradas</p> <p>2 2 correajes de suela de 18 x 3 (+/- 0,3) cm unidas a las hebillas cuadradas</p> <p>3 1 correa de suela de 12 x 3 (+/- 0,3) cm que une la hebilla cuadrada con mosquetón y el correa de 40 x 3 (+/- 0,3) cm formando un ojal.</p> <p>4 1 correa de suela de 40 x 3 (+/- 0,3) cm unidas a las hebillas circulares.</p>	
		<p>5 1 correa de suela de 30 +/- 0,3 cm de largo, de 6 +/- 0,3 cm. de ancho en la parte central y de 4.5 +/- 0,3 cm de ancho en los extremos. Formado por tres piezas (2 de suela vira y una pieza de badana), en cada lado de la vista frontal llevará escamas y una lámina rectangular.</p> <p>6 En la parte central llevará el escudo de la</p>	

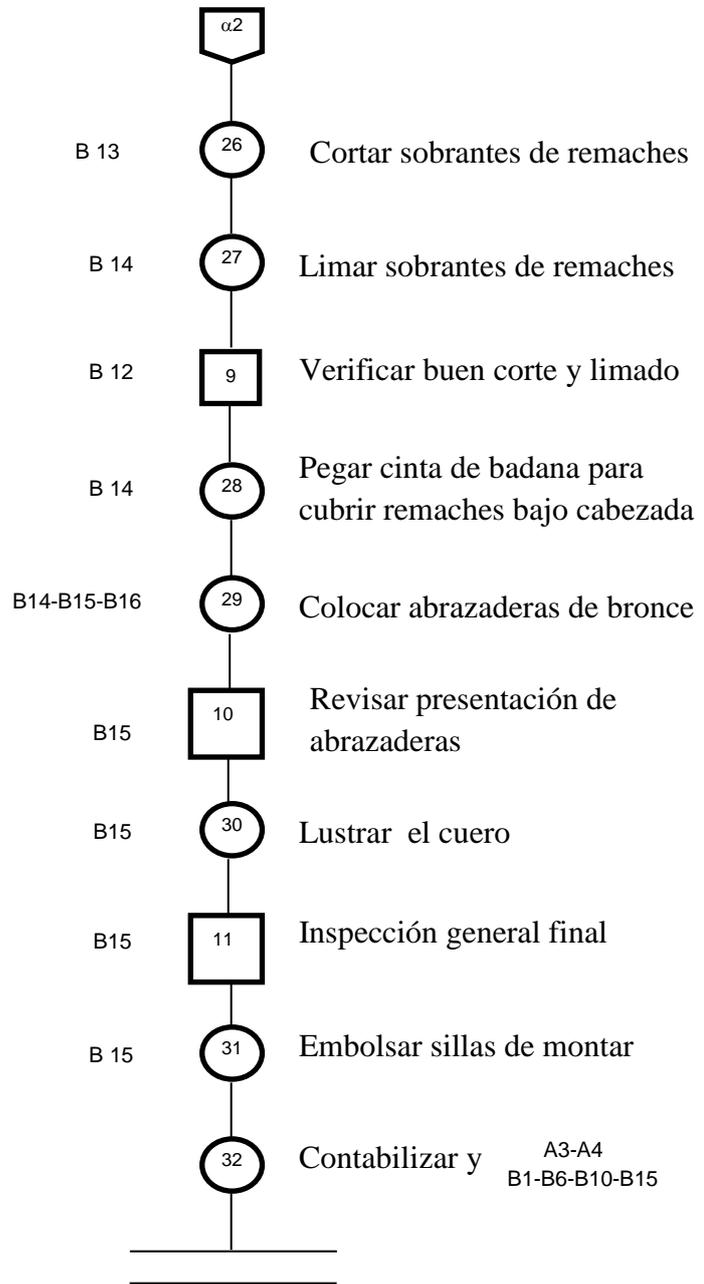
16.	<p>CAÑERA a. MATERIAL Composición Tejido</p> <p>Hilo de costura</p> <p>b. CONFECCION Modelo Descripción</p> <p>Dimensiones Alto Ancho</p>	<p>escolta.</p> <p>2 correajes de suela para ajuste regulable, unidos a las hebillas formado por: Una pieza de 11 +/- 1 cm de largo por 3 +/- 0,3 cm de ancho con hebilla tipo "D". Una pieza de 63 +/- 2 cm de largo por 3 +/- 0,3 cm de ancho, con 8 ojales para ajuste regulable.</p> <p>Algodón 100% color rojo Jersey doble Reforzado con fibra de caucho Poliéster 100% 40/2 de dos cabos retorcidos color rojo Estándar</p> <p>Una faja elasticada de una sola pieza. Faja elasticada para protección de las cañas de los caballos. Se cierre con cinta pega pega en los extremos.</p> <p>15 +/- 1 cm 20 +/- 1 cm</p>	
17.	<p>PORTA LANZA a. MATERIAL Composición Espesor de cuero Color</p> <p>b. CONFECCION Modelo Forma</p> <p>Dimensiones Correajes Ancho de Correaje Largo de correaje</p> <p>Vaso de la porta asta Diámetro interno Alto total</p>	<p>Cuero box calf. 1,6 +/- 0,2 mm Negro</p> <p>EP según reglamento Dos correajes unidos por una hebilla de bronce. En la parte central delantera irá engarzado, un recipiente en forma cilíndrica para portar el asta.</p> <p>20 +/- 2 mm 12 +/- 1 cm, con 5 ojalillos</p> <p>40 +/- 1 mm 10 +/- 0,5 cm</p>	

ANEXO N° 02: D.O.P. de la línea principal con operarios asignados









ANEXO N° 03: DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS

A) D.A.P. de la línea principal para fabricar una silla de montar para tropa

Materiales: triplay, latón, pegamento, cuero, badanas

Diagrama : 1		Resumen							
ACTIVIDAD				Actual	Propuesta	Econom.			
Acabado Método Inicial	Operación								
	Transporte								
	Demora								
	Inspección								
	Almacenamiento								
Lugar:	Distancia								
Operarios: SI	S....	Tiempo							
Compuesto por:	Fecha:	Costo							
Aprobado por:	Fecha:	Mano de obra							
Operarios: SI	S....	Material							
					Total...				
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones
				○	➔	D	□	▽	
Ingreso de armazones	Variable	4pisos	20 min		●				
Almacenaje			10 min						
Demora			Variable						Minutos, horas, días
Centrar piezas	4 piezas		4 min	●					
Perforar piezas	4 piezas		3,2 min	●					

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	D	□	▽		
Numerar piezas	4 piezas		1 min	●						
Almacenaje de armazones numerados	4 piezas		Variable						●	Minutos, horas, días
Transporte al tercer piso	Variable	1 piso	2 min		◆					Escaleras
Almacenaje	Variable		variable						●	Donde hubiera espacio
Demora										
Separar piezas (delantero, borrén trasero y bastes)	4 piezas		0,5 min	●						
Almacenar bastes	2 piezas		1 min						◆	Cualquier lugar
Pegar forro en delantero	1 pieza		5,3 min	●						
Demora			variable							Esperar espaldar
Pegar triplay en borrén trasero	1 pieza		30,5 min	◆						Prensado
Demora			variable							Disponibilidad de operarios
Pegar forro en borrén trasero	1 pieza		5,3 min	●						
Inspeccionar forros	2 piezas		1,2 min						●	
Perforar forros	1 pieza		2,1 min	●						
Transportar espaldar al 4to piso	1 pieza	1 piso	2 min		●					
Almacenaje	1 pieza		2 min						◆	
Demora			variable							Disponibilidad operario
Colocar argollas en borrén trasero	2 piezas		5,6 min	◆						
Soldar argollas	2 piezas		6,7 min	●						
Demora			variable						●	Falta de material
Limar y pulir soldadura	2 piezas		8,3 min	●						
Inspeccionar pulido de soldadura	2 piezas		0,8 min						◆	

Transportar espaldar al 3er piso		1 piso	2 min						
Almacenaje			variable						Disp. operario
Demora			variable						Disp. operario
Remachar delantero y borrén trasero en bastes	2 piezas		25,5 min	●					
Inspeccionar medidas después de remachar	1 armazón		1,3 min						Del., b.tr., 2 bastes
Perforar bastes y remachar latiguillos	6 piezas		30,4 min	●					
Almacenaje			variable						Disp.de operario
Demora			variable						Disp. de materiales

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	D	□	▽		
Entornillar hebilla de estribo en bastes	1 pieza		6,8 min	●						
Remachar faldón de cuero en bastes	2 piezas		42,8 min	●						C/faldón 3 correas
Pegar complemento de cuero en borrén trasero	1 pieza		15,4 min	◆						
Inspeccionar medidas			2,2 min							
Demora			Variable			●				Secado de piezas
Almacenaje			Variable						◆	Disp. operario
Engraprar cinta de gamuza entre borrén tra. y delantero	1 cinta		5,7 min	◆						
Inspeccionar medidas y caída de cinta	1 cinta		2,2 min						◆	
Engomar delantero y espaldar	1 armazón		1,6 min	◆						
Colocar y cuadrar silla de cuero	1 armazón		0,8 min	●						
Inspeccionar el cuadro de la silla	1 silla		0,5 min						●	
Almacenaje		5 m	Variable						◆	
Demora			Variable			●				
Perforar espaldar para remachar	1 silla		5,2 min	●						
Remachar borrén trasero	1 pieza		6,3 min	●						
Perforar delantero para colocar cabezada de bronce	1 pieza		23,8 min	◆						
Colocar cabezada y remaches	1 pieza		10,7 min	●						
Revisar presentación de cabezada y remaches	1 pieza		2,3 min						●	
Almacenaje			Variable						◆	
Demora			Variable			●				
Jabonar bastes	2 piezas		4,2 min	●						
Colocar cojines de poliuretano	1 pieza		5,4 min	●						
Revisar si calzaron bien los cojines	2 piezas		0,8 min						●	
Transporte al 2do piso		1 piso	2 min			●				
Almacenaje			Variable						◆	
Demora			Variable			●				
Cortar sobrantes de remaches	12 piezas		10,6 min	●						

●

Limar sobrantes de remaches	12 piezas		5,2 min	●				
Inspeccionar corte y limado de sobrantes de remaches	12 piezas		1,2 min		●			
Pegar cinta de badana bajo remaches de cabezada	1 pieza		6,3 min	●				
Almacenaje			Variable					●	
Demora			Variable					●	

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	D	□	▽	
Colocar (entornillar) abrazaderas de bronce	13 piezas		30,4 min	◆				
Revisar presentación de abrazaderas	13 piezas		0,8 min					●	
Almacenaje			Variable					●	
Demora			Variable			◆			
Lustrar y pulir el cuero	1 montura		4,5 min	●				
Almacenaje			Variable					●	
Demora			Variable			●			
Inspección final			2,5 min					●	
Embolsado			2,6 min	●			●	
Almacenaje			Variable					◆	
Transporte al 1er piso para despacho		2 pisos	5,2 min		●			

B) DAP para cojines de poliuretano de una silla de montar

Diagrama : 2		Materiales: poliuretano, poliols, isocianatos, pegamentos, cuero, badanas							
		R e s u m e n			Actual	Propuesta	Econom.		
Acabado		ACTIVIDAD							
Método Inicial		Operación							
		Transporte							
		Demora							
		Inspección							
		Almacenamiento							
Lugar:		Distancia							
Operarios: SI	S....	Tiempo							
Compuesto por:	Fecha:	Costo							
Aprobado por:	Fecha:	Mano de obra							
		Material							
Operarios: SI	S....	Total...							
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones
									
Ingreso de compuestos químicos	4 cilindros	6m	10 min						
Pesar compuestos y colorante	13 kg	2m	2,5 min	●					
Mezclar compuestos y colorante	10 kg	2m	0,5 min	●					
Batir mezcla	10 kg	1m	4 min	◆					
Pesar y mezclar compuestos secantes	3 kg	2m	3,2 min	●					
Inspeccionar moldes	2 moldes	3m	1 min				●		

Untar cera y desmoldante en moldes	2 moldes	3m	2,5 min	•					
Calentar moldes	2 moldes	3m	1,5 min	•					
Pesar y combinar compuestos para 1 molde	590 g	1m	0,8 min	•					
Batir la mezcla	590 g	1m	0,2 min	•					
Verter en molde	500 g	3m	0,4 min	•					
Cerrar a presión el molde y activar cronómetro	1 molde	1m	0,4 min	•					
Abrir el molde y desactivar cronómetro	1 molde	3m	0,5 min	•					
Retirar el cojín	1 molde	1m	0,5 min	•					
Colocar cojín en el suelo	1 molde	4m	0,5 min	•					
Punzonar cojín	1 molde		0,5 min	•					
Presionar cojín con los pies para retirar el aire	1 molde		2 min	•					
Inspeccionar medidas y acabado	1 molde		0,5 min	•					
Colocar pares	2 moldes		0,5 min	•					
Contabilizar	x moldes		2 min	•					
Inspeccionar para llevar al forrado y armado	1 molde		2,5 min	•					
Esmerilar bordes sobrantes	1 molde		3,4 min	•					
piezas de gamuza cuero y correas con hebillas			Variable	•					
Pegar gamuza	1 molde		30,6 min	•					
Pegar cuero con accesorios	1 molde		30,5 min	•					
Juntar y pegar contorno de cuero y gamuza	1 molde		14,3 min	•					
Cortar sobrantes según medidas	1 molde		11,3 min	•					
Pegar cinta de cuero en todo el contorno del cojín	1 molde		12,4 min	•					
Coser cinta de cuero con falso faldón lateral	1 molde		5,7 min	•					
Inspeccionar medidas y acabado	1 molde		1,3 min	•					
Colocar en pares	2 moldes		1,5 min	•					
Contabilizar y almacenar	2 moldes		2 min	•					

C) D.A.P. de piezas de bronce

1 D.A.P. de cabecera de bronce

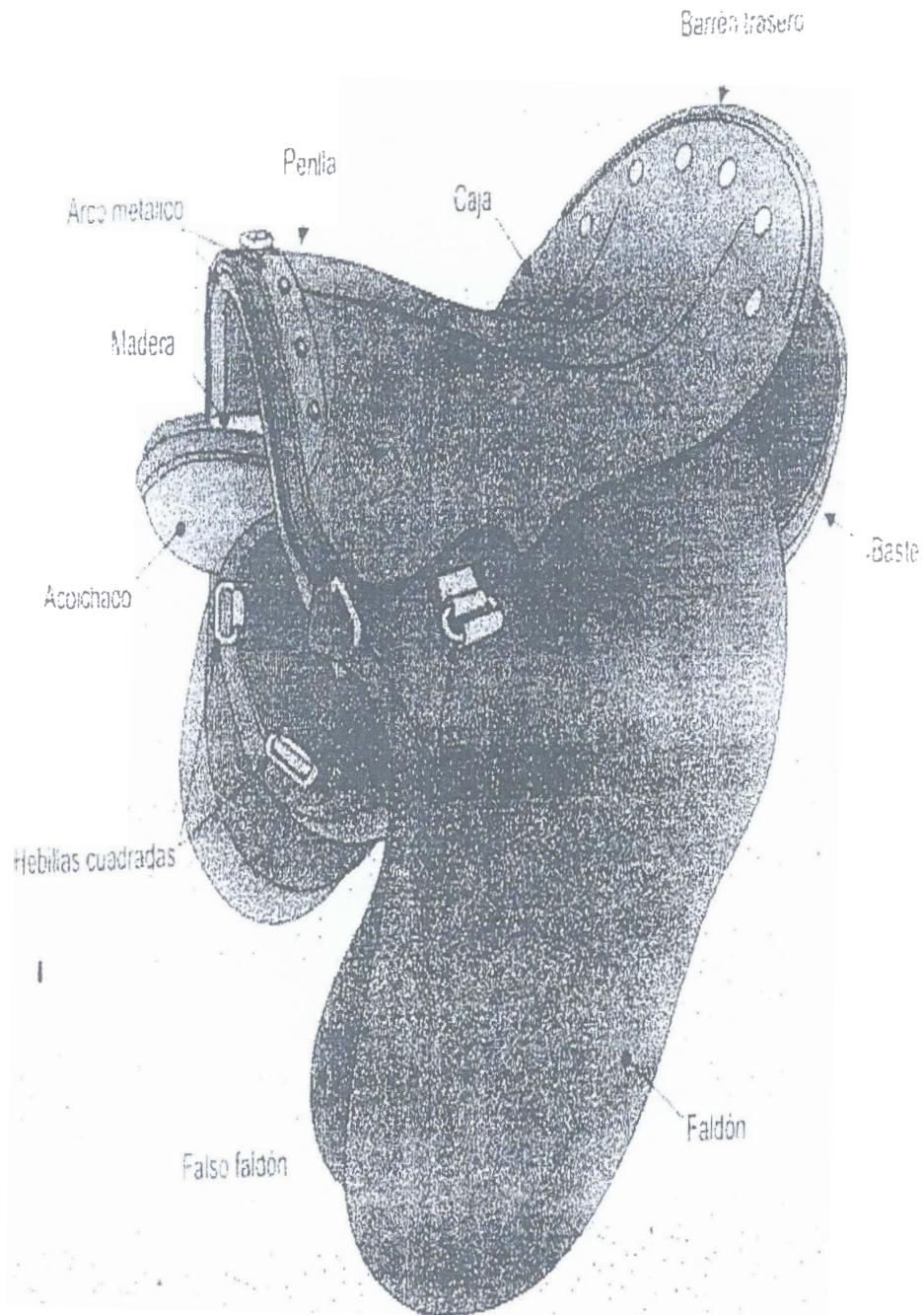
Diagrama : 3		Materiales: bronce, oxígeno, acetileno, gas propano, esmeril, lima, taladro							
		Resumen							
		ACTIVIDAD			Actual	Propuesta	Econom.		
Acabado	Operación								
	Transporte								
	Demora								
	Inspección								
	Almacenamiento								
Método Inicial									
Lugar:		Distancia							
Operarios: SI	S....	Tiempo							
Compuesto por:	Fecha:	Costo							
Aprobado por:	Fecha:	Mano de obra							
		Material							
Operarios: SI	S....				Total...				
Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones
									
Ingreso de plancha de bronce	1 plancha	4 pisos	5 min						
Medir y marcar de acuerdo a molde	1 molde		0,8 min	●					
Cortar en caliente	1 molde		2,5 min	●					

Dar forma fina con esmeril	1 molde		3,3 min	◆					
Dar forma curva caliente	1 molde		2,5 min	●					
Enfriar en agua	1 molde		0,5 min	●					
Medidas, acabado en curvaturas	1 molde		0,5 min	●				●	
Limar rebaba	1 molde		2,1 min	●					
Medir y marcar para perforar	1 molde		1,2 min	●					
Perforar	1 molde		1,4 min	●					
Centrado de perforaciones	1 molde		0,5 min	◆					
Limar rebaba	1 molde		1,2 min	●					
Posicionar hebilla central y platina	1 molde		0,5 min	●					
Colocar pernos y tuercas	1 molde		1,5 min	◆					
Esmerilar pernos	1 molde		1,8 min	●					
Limar rebabas	1 molde		2,2 min	●					
Pulir cabezada	1 molde		4,3 min	●					
Inspeccionar acabados de cabezada	1 molde		0,8 min	●				●	
Contabilizar	x moldes		1 min	●					
Distribuir	x moldes		3,5 min	●					

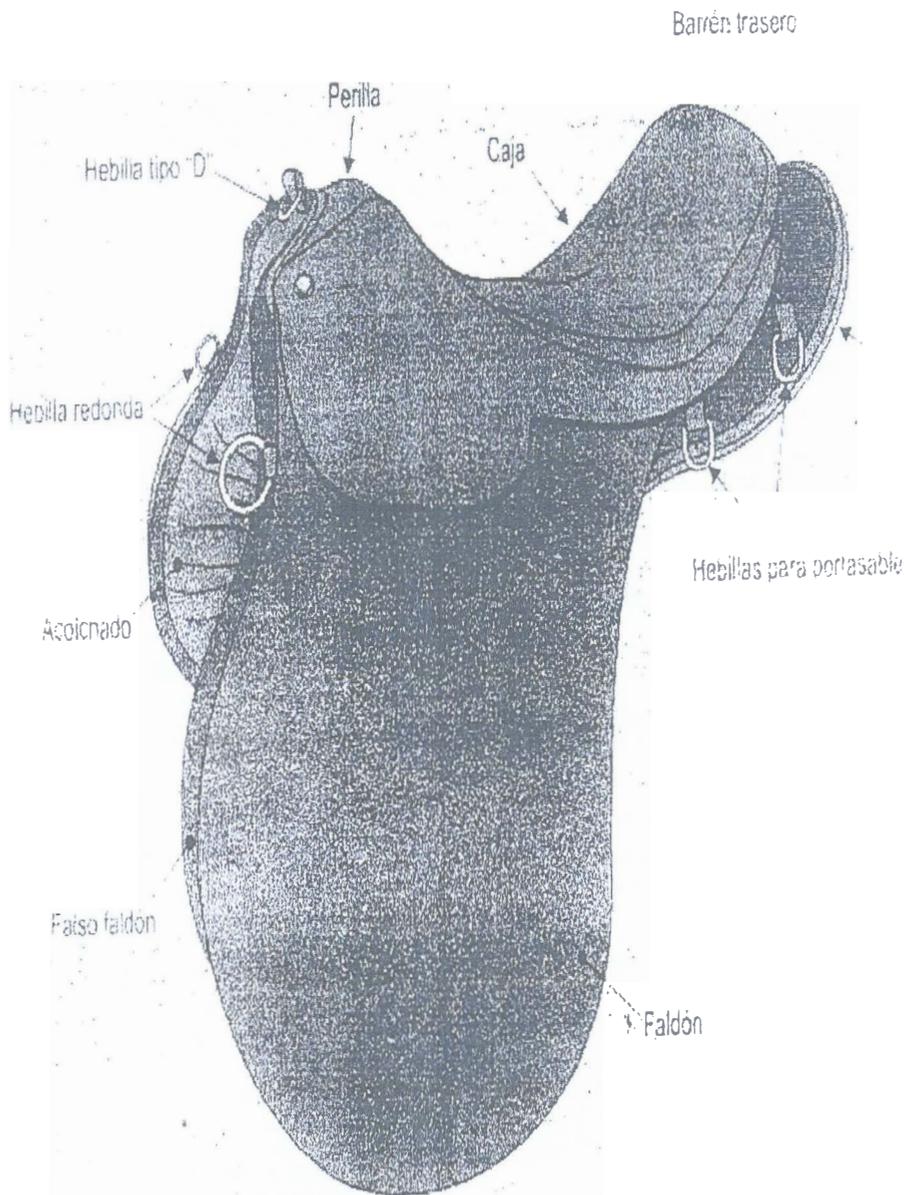
2. D.A.P. de hebillas y platinas para una silla de montar

Diagrama : 4		Resumen			Materiales: bronce, pegamento, badanas					
		ACTIVIDAD			Actual	Propuesta	Econom.			
Acabado	Método Inicial	Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento				
Lugar:		Distancia								
Operarios: SI	S....	Tiempo								
Compuesto por:	Fecha:	Costo								
Aprobado por:	Fecha:	Mano de obra								
		Material								
Operarios: SI	S....	Total...								
Descripción	Cantidad por montura	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones	
				○	➡	D	□	▽		
Ingreso de varillas de bronce										
Medir y marcar según tipo de hebilla	9 pzas		1,2 min	●	●					
Cortar varillas	9 pzas		3,5 min	●						
Dar forma a la hebilla en caliente	9 pzas		1,3 min	●						
Soldar uniones	9 pzas		5,7 min	◆						
Inspeccionar uniones	9 pzas		1,1 min	●						

**ANEXO N° 04: DIAGRAMA DE MONTURA DE ARMAS
PARA TROPA**



ANEXO N° 05: DIAGRAMA DE MONTURA DE ARMAS PARA OFICIAL



ANEXO N°06: INFORMACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTOS PARA FABRICAR LOS COJINES DE POLIURETANO

Información Técnica del Producto

Poliuretanos / Sistemas Automotriz

POLIOLES

Emisión: Agosto 2002
Hoja 1 de 2

ELASTOMOL 829-A / ISO 233

1 DESCRIPCIÓN.

Sistema de poliuretano basado en dos componentes químicos en estado líquido, que al mezclarse homogéneamente forman una espuma tipo flexible, diseñada para el moldeo de piezas de asientos (molde abierto) para la industria automotriz y mueblera

El componente A (Poliol) no contiene HCFC's o CFC's que dañen la atmósfera

2 PROPIEDADES TÍPICAS DE LOS QUÍMICOS

Los componentes tienen las siguientes propiedades típicas

Elastomol 829-A Líquido viscoso de color blanco a transparente

ISO 233 Líquido color café a temperatura de 20-30°C.

DENSIDAD @ 25°C

Poliol	1.02 g/cm ³
Isocianato	1.20 g/cm ³

VISCOSIDAD @ 25°C, cPs

Poliol	1800
Isocianato	175

3 RELACION DE MEZCLA

Los dos líquidos se usan bajo la siguiente relación de mezcla para obtener la espuma con las mejores propiedades

Poliol	100 partes en peso
Isocianato	63.4 partes en peso

4 VERIFICACIÓN EN EL LABORATORIO

El sistema de Poliuretano da los siguientes valores de reactividad y densidad a nivel laboratorio, a 25 °C, mezclados de 7 s con una propela de 5 cm de diámetro a una velocidad aprox. de 2250 rpm. En vaso de 1 05 L

La reactividad es medida por medio de un cronómetro en segundos (s)

Parámetro	Especificación
Tiempo de inicio, s	10-15
Tiempo de llenado s	31-45
Tiempo de hilo, s	52-75
Tiempo de ascenso, s	98-113
Densidad Libre, kg/m ³	38-44
% H ₂ O	2.84-2.96

5 CONDICIONES EN MÁQUINA:

La máquina que recomendamos para el procesado de este sistema es de alta presión.

Las condiciones de proceso recomendadas para el sistema son las siguientes:

Parámetro	Recomendación
Temperatura de molde	40-50 °C
Temperatura de componentes	
Poliol	19 – 25 °C
Isocianato	19 – 25 °C
Presiones de inyección	
Poliol	160 - 200 bar
Isocianato	160 - 200 bar
Tiempo de desmoldeo	3-4 min

Todas las pruebas en máquina o en laboratorio son hechas en Lerma, Edo. de Mex. a una altura de 2640 msnm.

6 SUMINISTRO

Para suministro en pipa comunicarse con nuestro departamento de ventas.

Componente A: Elastomol 829-A

Disponible en tambores con capacidad de 200 kg. (en boca abierta a nivel nacional y en boca cerrada para exportación) Los tambores se identifican por su color azul

Componente B ISO 233

Disponible en tambores con capacidad de 227 kg en color rojo y de boca cerrada

Los datos indicados en este reporte están basados en nuestros conocimientos y experiencias actuales. No queda exento el transformador de poliuretano de hacer comprobaciones y ensayos probos a causa de las numerosas influencias en la elaboración y aplicación de nuestros productos. De los datos indicados por nosotros no se puede derivar una garantía legal para ciertas propiedades o la aptitud para un fin de aplicación concreto

Información Técnica del Producto



Poliuretanos / Sistemas Automotriz

Emisión: Agosto 2002
Hoja 2 de 2

ELASTOMOL 829-A / ISO 233

7 ALMACENAMIENTO

Colocar los tambores de ambos componentes sobre tarimas.

Elastomol 829-A Colocar los tambores de preferencia bajo sombra a la temperatura ambiente.

No dejar abiertos los tambores para evitar contaminación con agua. El material es higroscópico y al ser contaminado modifica las propiedades de la espuma obtenida.

ISO 233. Colocar el material de preferencia bajo sombra a temperatura entre 30-40 °C. No abrir para evitar contacto con agua o humedad.

No dejar abiertos los tambores para evitar contacto con agua o humedad. Evite contaminación con el agua ya que reacciona violentamente.

8 PROPIEDADES DE LA ESPUMA.

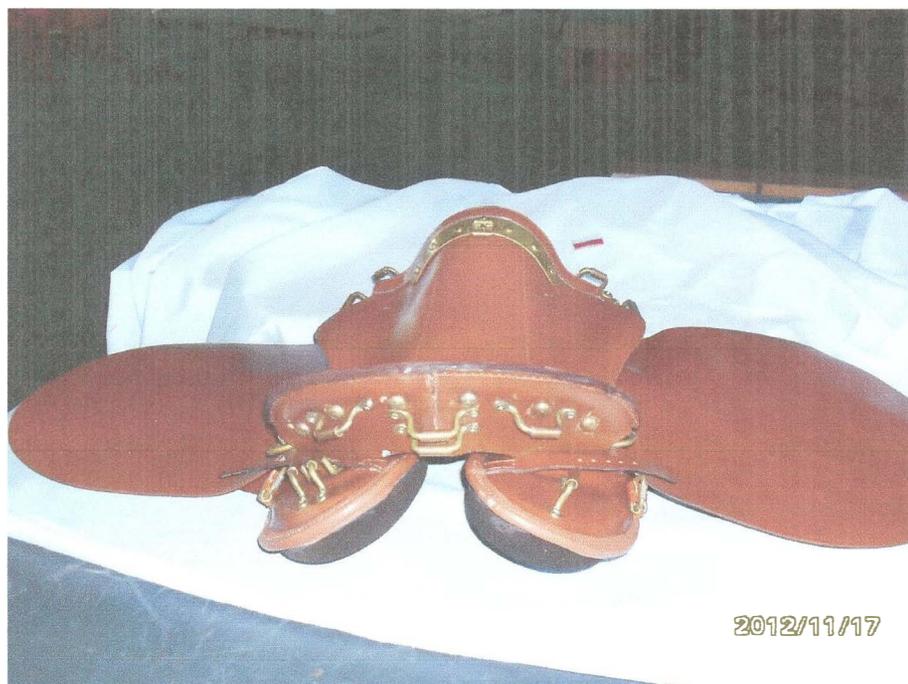
Las propiedades fueron obtenidas en máquina de alta presión.

Las propiedades indicadas en la tabla No 1 son típicas.
Desmoldante recomendado: mezcla Base agua.

Tabla No. 1: Propiedades Mecánicas

Propiedad	Método	Unidad	Valor
Densidad	ASTM D-3574	Kg/m ³	45-60
ILD al 25%	ASTM D-3574	Kgf	13-36

c) **Detalle posterior**



d) **Detalle inferior**



**ANEXO N° 07: FOTOGRAFIAS SOBRE DETALLES DE LA SILLA DE
MONTAR DE TROPA**

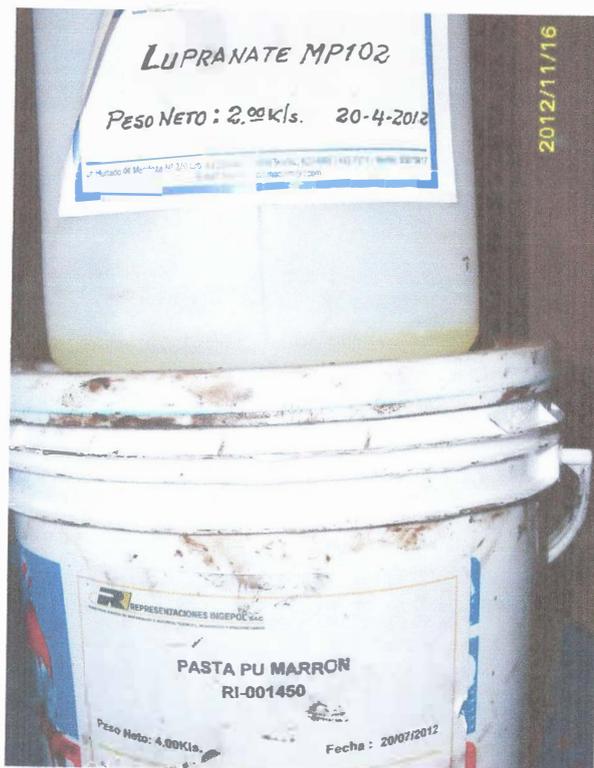
a) **Detalle de latiguillos**



b) **Detalle del delantero**



e) Detalle de productos químicos



f) **Detalles de sub productos después de obtener los
Cojines de poliuretanos**

