

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA "ANTONIO JOSÉ DE SUCRE" VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CÁTEDRA: INGENIERÍA DE MÉTODOS

ESTUDIO DE ING. DE MÉTODOS APLICADO A LA EMPESA FUNDIMARCA S.A

PROFESOR: Turmero Iván MSc



REALIZADO POR:

Gómez Giselle C.I:18.667.985 González Idiana C.I:18.169.281 Noguera Giorgina C.I:18.885.132 Peñaranda Patricia C.I: 17.430.996 Pérez Jhinezkha C.I. 13.091.045

CIUDAD GUAYANA, AGOSTO DE 2009





<u>ÍNDICE</u>

	<u>F</u>	Pág.		
1.	Introducción3	}		
2.	Capítulos I: El problema	5		
3.	Capítulos II: Generalidades de la empresa	.9		
4.	Capítulos III: Marco teórico	12		
5.	Capítulos IV: Marco metodológico	.75		
6.	Capítulos V: Situación actual	81		
7.	Capítulos VI: Situación propuesta	105		
8.	Capítulos VII: Estudio de tiempo	113		
9.	Conclusiones	138		
10	Recomendaciones13	39		
11	.Bibliografía14	42		
12. Anexos143				





INTRODUCCIÓN

Las empresas para lograr sus objetivos realizan actividades, operaciones y procesos, de manera que puedan ser traducidos en beneficios y utilidades para la misma. No siempre las empresas trabajan con el mayor porcentaje de rendimiento y productividad que les sea posible. Algunas operan con altos porcentajes de pérdidas o de costos de producción y no obtienen el porcentaje de ganancia máxima que les sea posible; otro problema que suele suceder es que no tengan un control preciso de todas las actividades que se ejecutan, por lo que no es posible llevar bajo control parámetros que dependen de ello. Todos estos factores pueden estar vinculados con la carencia de la realización de un estudio de métodos.

Para que las empresas de bienes y servicios sean productivas, es necesario que entre sus planes de acción esté incluido un estudio que le confiera a los diferentes departamentos y gerencia, un amplio conocimiento de todas las operaciones y procesos que allí se realicen, así como del personal que labora y está involucrado directamente con el proceso de fabricación. Toda empresa debe conocer con rigurosidad sus tiempos de acción y ejecución y establecer estándares de tiempos para satisfacer las necesidades de los clientes con todas sus exigencias, los movimientos que se llevan a cabo, tanto de los materiales, personal, equipos, herramientas y demás, y, los porcentajes de ineficiencia que presentan sus operarios y sus máquinas. Para la determinación de estos parámetros se suelen utilizar los métodos de estudio de tiempo, movimiento y muestreo del trabajo.

Este proyecto tiene como finalidad la realización de un estudio de Ingeniería de Métodos, el cual debe ser implementado en una empresa propuesta. FUNDIMARCA S.A, fue la empresa escogida para tal propósito, se establecieron propuestas para reducir los traslados excesivos que efectúan los materiales, así como la implementación de otro equipo importante para el proceso, la reubicación de ciertas áreas, y finalmente, se determinó la





efectividad del trabajo de sus operarios, todo eso con el objeto de mejorar el proceso para la fabricación de piezas de bronce, en lo que particularmente respecta, la elaboración de bocinas pequeñas, el cual fue el proceso sometido a escrutinio por su alta demanda de producción.

La información recabada de la empresa se muestra de manera distribuida en VII capítulos, de igual manera, las propuestas realizadas para las mejoras, así como los análisis pertinentes.

En el capitulo I se habla acerca del problema, los antecedentes de la investigación, planteamiento, objetivos y demás generalidades de la misma.

El capítulo II trata lo concerniente a la empresa, información básica y necesaria para haber podido ejecutar los estudios y análisis.

En el capítulo III, denominado marco teórico se dan las bases teóricas que sustentan la ejecución del estudio.

En el capítulo IV, marco metodológico, se explica el tipo de estudio elegido y el por qué de la selección, también se hace mención de la población y muestra, así como los instrumentos y procedimientos que se utilizan para la obtención de los datos.

Los capítulos V y VI, se refieren a la situación actual de la empresa y a la situación propuesta, las cuales se establecen a través del análisis operacional, de los diagramas de procesos y de los diagramas de distribución de planta.

El capítulo VII contiene los cálculos de tiempo estándar y muestreo del trabajo, para la fabricación de bocinas pequeñas de bronce, así como el análisis realizado para determinar la eficiencia de los operarios.





CAPÍTULO I:

El problema

Antecedentes

FUNDIMARCA, S.A, es una importante empresa de servicios de Ciudad Guayana, especializada en la fabricación de piezas de bronce, partes, repuestos y reconstrucción de piezas metalmecánicas, principalmente. Se trabaja por medio de pedidos y necesidades de los clientes, los cuales solicitan un determinado producto, y la empresa se muestra muy responsable, al cumplir con cabalidad las exigencias de los mismos, sujeto a estrictas condiciones de calidad, con el objeto de satisfacer sus requerimientos y mostrarse altamente competitivos en el mercado.

En la actualidad, la empresa muestra una alta demanda en la compra de Bocinas, particularmente, piezas pequeñas. Mediante la observación y análisis se ha detectado que la empresa tiene algunos problemas en cuanto las operaciones y procesos que allí se llevan a cabo. La empresa tiene un solo galpón con una distribución adquirida básicamente desde el momento de su creación. La distribución de las maquinarias y equipos en el área de trabajo no parecen ser las más adecuadas, generando demoras evitables y retrasos en el proceso.

Este estudio es importante, pues con la búsqueda de nuevas alternativas se puede lograr minimizar y en el mejor de los casos eliminar las demoras en el proceso, que generen costos ocultos, mejorando la efectividad de las operaciones involucradas. Además es de alta importancia lograr la máxima eficacia y calidad del proceso.





Planteamiento del problema

Se ha observado que la ubicación del almacén de materia prima (conteiner) se encuentra a una distancia considerable con relación al área en donde se lleva a cabo el proceso. Por otro lado, el área moldeado de las piezas de bronce es un área de trabajo muy reducido y limitado.

Existen dos hornos en buenas condiciones para ser usados, sin embargo, actualmente, la empresa está operando con uno solo, ya insuficientemente, poseen un solo equipo de traslado (señorita) y no puede ser movido más allá por su base fija, lo que impide que se pueda trasladar los tobos que contienen la fundición desde que son vaciados del horno hasta los moldes donde van a ser vertidos. Indirectamente, esto reprime el uso del otro horno. A demás, existe un impedimento para la simultaneidad de las operaciones. Para realizar el proceso de moldeado los operarios utilizan un sector adyacente al horno, por lo que éste no puede ser encendido hasta que ellos se hayan retirado del lugar lo suficiente para no someterse bajo el excesivo calor emanado. El proceso resulta entonces más lento, trayendo además consigo demoras evitables.

Otra cosa que puede modificarse, a pesar de que no es parte del proceso de trabajo, es que el filtro de agua esta a una gran distancia de donde trabajan los operadores, y aquí surge la gran pregunta: por qué no colocar el filtro más cerca del área de trabajo, de manera que puedan hidratarse sin necesidad de salir del área, fatigarse, o, evitar hacer el recorrido.

Justificaciones

La importancia del estudio de método en la empresa FUNDIMARCA, S.A, radica en la posibilidad de ser mejorado, de ser más productivo, rápido y eficiente, en cuanto a la realización de sus productos como las bocinas pequeñas, determinando los factores improductivos que aumentan el tiempo de ejecución de las actividades relacionadas con el proceso, sin poner en riesgo la





calidad de los mismos y facilitando la reducción del costo por unidad producida y aumentando las ganancias.

Existen 4 operarios que trabajan directamente en el proceso de estudio, encargándose respectivamente de sus actividades asignadas. Las operaciones que se realizan en la empresa son relativamente cortas, y algunas otras, pueden durar muchas horas, ocasionando demoras; sin embargo, los procesos que allí se hacen son por medio de pedidos, no son repetitivos ni rutinarios, es decir, que varían de acuerdo con el tipo de producto que deseen comprar los clientes, por ejemplo, bocinas, deslizadores, conexiones, acoples. principalmente, y de acuerdo con las especificaciones de los mismos. Se ha planteado que es necesario hacer el estudio y seguimiento a los materiales, pues presentan muchos traslados (movimientos) involucrados.

Limitaciones

De manera general, este estudio no presenta grandes limitaciones ya que cuenta con la colaboración de la ingeniero encargada y del personal correspondiente. No obstante, pueden mencionarse las pocas oportunidades que se tuvo para tomar los datos respectivos en cuanto a las escasas visitas que se pudieron realizar, debido a la autorización del acceso.

Objetivos

General:

✓ Evaluar todo el proceso de fabricación de Bocinas de bronce en la empresa FUNDIMARCA, S.A, aplicando técnicas de estudio de movimientos y tiempos, con miras a proponer mecanismos y procedimientos de mejoras, que faciliten más la realización del trabajo, en el menor tiempo posible, al disminuir los tiempos inefectivos, los





traslados innecesarios, demoras, el ocio de maquinarias, equipos y operarios, y otras formas de desperdicios.

Específicos:

- ✓ Describir el proceso de elaboración de bocinas de bronce. Realizar diagramas de proceso actual y diagramas de flujo o recorrido de las operaciones para la obtención del producto.
- ✓ Aplicar el análisis operacional para proponer mejoras en el proceso de elaboración de bocinas de bronce, utilizando las siguientes herramientas:
 - Enfoques primarios.
 - Preguntas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)
 - Técnicas del interrogatorio.
- ✓ Elaborar un diagrama de proceso propuesto y diagrama de flujo o recorrido propuesto del conjunto de operaciones para la producción bocinas de bronce.
- ✓ Analizar los diagramas propuestos con el fin de obtener una mejor distribución física de equipos y maquinarias presentes en el proceso de elaboración de ventanas panorámicas.
- ✓ Mejorar el proceso de fabricación de bocinas pequeñas de bronce, por ser el producto de mayor demanda en la empresa.





CAPÍTULO II: Generalidades de la empresa

Reseña histórica

FUNDIMARCA, S.A, es una empresa de servicios fundada en 1985, especializada en la fabricación de partes, piezas, componentes y repuestos en bronce, fundición, así como en la reconstrucción de partes y conjuntos de maquinaria desgastada.

La empresa cuenta con equipos modernos estructurados físicamente en una parcela de 1600 m² y dentro de un galpón industrial de 1200 m², en tres áreas técnicas: Fundición, Forja y Soldadura y Mecanizado, soportados por servicios de diseño CAD, Control de Calidad y Atención al Cliente.

<u>Ubicación</u>

La empresa se encuentra ubicada en la Zona Industrial de Matanzas, UD 3-21, parcela 07-06. Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Venezuela. Sus instalaciones están comprendidas por un galpón, destinado a las áreas de producción de la empresa.

Objetivos

FUNDIMARCA, S.A, tiene como política básica ofrecer un servicio de fabricación y reconstrucción de piezas metalmecánicas sujeto a estrictas condiciones de calidad y oportunidad, cumpliendo las normas internacionales de fabricación a entera satisfacción de nuestros clientes.

FUNDIMARCA, S.A,. se compromete a cumplir cabalmente con todas las normas y parámetros establecidos por la empresa en los procedimientos del Sistema de Gestión de la Calidad, con el objeto de proporcionar únicamente productos y servicios que satisfagan completamente los requisitos exigidos por sus clientes.

La empresa garantiza el cumplimiento de esta política de calidad a través del mejoramiento continuo de sus procesos y de la formación permanente de su personal.





La competitividad de FUNDIMARCA, S.A, reside, en la garantía y calidad respaldada por tres factores claves: tecnología, producto y servicio, avalada por largos años de experiencia.

Proceso productivo

Para servir de apoyo a los programas de conservación, mantenimiento y reconstrucción de equipos industriales, dentro del vasto campo de la metalmecánica y de la metalurgia, FUNDIMARCA S.A, se ha especializado en un área específica, la fabricación de piezas de bronce; totalmente mecanizadas, dentro de las cuales destacan las siguientes:

- Impulsores para bombas y Propelas para barcos.
- Bocinas para conjuntos de maquinarias.
- Deslizaderas de hasta 5 m de largo.
- Conexiones, acoples, etc.
- Segmentos de desgaste para equipos de trenes de laminación.
- Tuercas de presión con diámetro de hasta 800 mm y 2" de paso de rosca.
- Piezas, miscelánea de acuerdo a diseño.

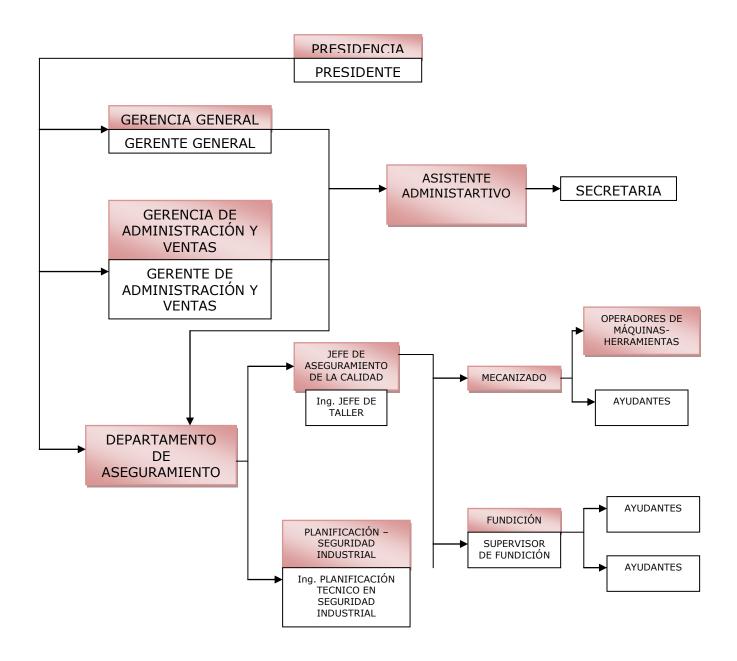
En un estado inicial del proceso productivo se distingue al cliente que necesita la fabricación de una o varias piezas de bronce. La empresa registra como clientes a grandes y medianas empresas y particulares en la zona de Guayana. Dispone de instalaciones, equipos y el personal para atender las solicitudes. Para efectos de este trabajo, se ha escogido el estudio referente al proceso de fabricación de bocinas, a manera de encontrar una oportunidad de mejora. El número de personas involucradas directamente en el proceso de elaboración de bocinas (mano de obra directa) son 4 personas, tanto el jefe de taller, supervisor de fundición, el moldeador y el torneador, son responsables por la buena operación de los equipos y por la calidad de los productos fabricados. Ellos conocen el trabajo realizado y todas las características referentes a ello. Como estado final del proceso productivo se tiene un producto terminado a solicitud del





cliente, en cuanto a especificaciones y tolerancias se refiere. Para la empresa este producto representa valor económico que justifica todas sus operaciones. No obstante, se generan desperdicios (virutas) en el proceso, los cuales son reciclados y reprocesados, formando lingotes, los cuales son depositados en el almacén a espera de ser reutilizado.

Organigrama







CAPÍTULO III: Marco Teórico

> El bronce

El bronce es el nombre con el que se denominan toda una serie de aleaciones metálicas que tienen como base el cobre y proporciones variables de otros elementos, principalmente estaño, apareciendo en una proporción de entre el 3 y el 20%, además, puede contener zinc, aluminio, antimonio, fósforo, y otros, con el objeto de obtener unas características de dureza superior al cobre. Por su elevado calor específico, el mayor de todos los sólidos, se emplea en aplicaciones de transferencia de calor.

Las aleaciones constituidas por cobre y zinc se denominan propiamente latón; sin embargo, dado que en la actualidad el cobre se suele alear con el estaño y el zinc al mismo tiempo, en el lenguaje no especializado la diferencia entre bronce y latón es bastante imprecisa.

El bronce es el elemento sólido más ligero y se emplea especialmente en aleaciones conductoras del calor, en baterías eléctricas y, sus sales, en el tratamiento de ciertos tipos de depresión.

Fue la primera aleación fabricada conscientemente: consistía en mezclar el mineral de cobre (calcopirita, malaquita, etc.) y el de estaño (casiterita) en un horno alimentado con carbón vegetal. El anhídrido carbónico resultante reducía los minerales a metales: cobre y estaño que se fundían y aleaban entre un 5 y un 10% en peso de estaño. Este material desde la antigüedad resultó significativo en cualquier civilización que lo halló, constituyendo la aleación más innovadora en la historia tecnológica de la humanidad. Se uso para fabricar herramientas, armas, y varios materiales de construcción como mosaicos y placas decorativas consiguieron mayor dureza y durabilidad que sus predecesores en piedra o cobre calcopirítico. Cabe destacar que entre sus aplicaciones actuales, se encuentra el uso en partes mecánicas resistentes al roce y a la corrosión, en instrumentos musicales de buena calidad como campanas, gongs, platillos de acompañamiento, saxofones, y en la fabricación de cuerdas de pianos, arpas y guitarras.





Comparación entre bronces y aceros

Aunque desarrollan pátina no se oxidan bajo la superficie, son más frágiles y tienen menor punto de fusión. Son aproximadamente un 10% más pesadas que el acero, a excepción de las compuestas por aluminio o sílice. También son menos rígidas, por lo tanto en aplicaciones elásticas como resortes acumulan menos energía que las piezas similares de acero. Resisten la corrosión, incluso la de origen marino, el umbral de fatiga metálica es menor, y son mejores conductores del calor y la electricidad.

Otra característica diferencial de las aleaciones de bronce respecto al acero, es la ausencia de chispas cuando se le golpea contra superficies duras. Esta propiedad ha sido aprovechada para fabricar martillos, mazas, llaves ajustables y otras herramientas para uso en atmósferas explosivas o en presencia de gases inflamables.

Principales aleaciones

La aleación básica de bronce contiene aproximadamente un 88% de cobre y 12% de estaño. El bronce "alfa" es la mezcla sólida de estaño en cobre. La aleación alfa de bronce con 4 a 5 % de estaño se utiliza para acuñar monedas y para fabricar resortes, turbinas, y herramientas de corte.

En muchos países se denomina "bronce comercial" al latón, que contiene un 90% de cobre y 10% de zinc, pero no estaño. Es más duro que el cobre, y tiene una ductilidad similar. Se le utiliza en tornillos y alambres.

La aleación de cobre con arsénico es el primer bronce utilizado por el hombre, se denomina *Bronce arsenical* Es una aleación blanquecina, muy dura y frágil. Se fabrica en una proporción de 70% de cobre y 30% de arsénico, aunque es posible fundir bronces con porcentajes de arsénico de hasta 47,5 %. En estos casos, el resultado es un material gris brillante, fusible al rojo y no alterado por el agua hirviente.





La simple exposición al aire del bronce arsenical produce una pátina oscura. Esta circunstancia, y la alta toxicidad del arsénico la convirtieron en una aleación muy poco utilizada, especialmente a partir del descubrimiento de la alpaca, plata alemana o bronce blanco, conocida desde tiempos antiguos en China y fabricada en Alemania desde fines del siglo XVIII.

El denominado *bronce sol* es una aleación utilizada en joyería, tenaz, dúctil y muy dura, que funde a temperaturas próximas a las del cobre (1.357 °C) y está constituida hasta por un 60% de cobalto.

En cuanto a las *aleaciones con plomo*, se puede decir que se utilizan para la fabricación de cojinetes y otras piezas sometidas a fricción suelen utilizarse aleaciones de bronce con hasta un 10% de plomo, que le otorga propiedades autolubricantes.

Bocina

Se denomina bocina a un instrumento compuesto de una pera de goma y una trompeta unidos. Al presionar la pera, el aire sale por la trompeta, creando sonido. Antiguamente se usaba en los automóviles como señal acústica, pero ahora ha sido sustituido por un elemento accionado por energía eléctrica.

> Horno

Un horno es un dispositivo que genera calor y que lo mantiene dentro de un compartimento cerrado. La energía calorífica utilizada para alimentar un horno puede obtenerse directamente por combustión (leña, gas u otro combustible), radiación (luz solar), o indirectamente por medio de electricidad (horno eléctrico).

Historia

El horno tradicional era un recinto formado por una fábrica de tapial o adobes, que acababa convirtiéndose en un bloque de material de alfarería por la cocción por calor. Tenían forma de pequeña bóveda sobre una base plana y una sola abertura, la entrada. Se calentaba mediante un fuego de leña, que se dejaba consumir. El grosor, la inercia térmica de la envoltura, guarda el calor.





La base donde se produce la combustión se limpia de cenizas y en ella se colocan los alimentos que deben asarse.

> Torno

Se denomina torno a un conjunto de herramientas que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramientas operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de centraje) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas. Desde el inicio de la Revolución industrial, el torno se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado.

Tipos de tornos

Actualmente se utilizan en las industrias de mecanizados los siguientes tipos de tornos que dependen de la cantidad de piezas a mecanizar por serie, de la complejidad de las piezas y de la envergadura de las piezas

Torno Paralelo

El torno paralelo o mecánico es el tipo de torno que evolucionó partiendo de los tornos antiguos cuando se le fueron incorporando nuevos equipamientos que lograron convertirlo en una de las máquinas herramienta más importante que han existido. Sin embargo, en la actualidad este tipo de torno está quedando relegado a realizar tareas poco importantes, a utilizarse en los talleres de aprendices y en los talleres de mantenimiento para realizar trabajos puntuales o especiales.

Para la fabricación en serie y de precisión han sido sustituidos por tornos copiadores, revólver, automáticos y de CNC. Para manejar bien estos tornos se requiere la pericia de profesionales muy bien cualificados, ya que el manejo manual de sus carros puede ocasionar errores a menudo en la geometría de las piezas torneadas.





o Torno Copiador

Se llama torno copiador a un tipo de torno que operando con un dispositivo hidráulico y electrónico permite el torneado de piezas de acuerdo a las características de la misma siguiendo el perfil de una plantilla que reproduce el perfil de la pieza.

Este tipo de tornos se utiliza para el torneado de aquellas piezas que tienen diferentes escalones de diámetros, que han sido previamente forjadas o fundidas y que tienen poco material excedente. También son muy utilizados estos tornos en el trabajo de la madera y del mármol artístico para dar forma a las columnas embellecedoras. La preparación para el mecanizado en un torno copiador es muy sencilla y rápida y por eso estas máquinas son muy útiles para mecanizar lotes o series de piezas que no sean muy grandes.

Las condiciones tecnológicas del mecanizado son comunes a las de los demás tornos, solamente hay que prever una herramienta que permita bien la evacuación de la viruta y un sistema de lubricación y refrigeración eficaz del filo de corte de las herramientas mediante abundante aceite de corte o taladrina.

o Torno Revolver

El torno revólver es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas sobre las que sea posible el trabajo simultáneo de varias herramientas con el fin de disminuir el tiempo total de mecanizado. Las piezas que presentan esa condición son aquellas que, partiendo de barras, tienen una forma final de casquillo o similar. Una vez que la barra queda bien sujeta mediante pinzas o con un plato de garras, se va taladrando, mandrinando, roscando o escariando la parte interior mecanizada y a la vez se puede ir cilindrando, refrentando, ranurando, roscando y cortando con herramientas de torneado exterior.

La característica principal del torno revólver es que lleva un carro con una torreta giratoria de forma hexagonal que ataca frontalmente a la pieza que se quiere mecanizar. En la torreta se insertan las diferentes herramientas que realizan el mecanizado de la pieza. Cada una de estas herramientas está





controlada con un tope de final de carrera. También dispone de un carro transversal, donde se colocan las herramientas de segar, perfilar, ranurar, etc.

También se pueden mecanizar piezas de forma individual, fijándolas a un plato de garras de accionamiento hidráulico.

Torno Automático

Se llama torno automático a un tipo de torno cuyo proceso de trabajo está enteramente automatizado. La alimentación de la barra necesaria para cada pieza se hace también de forma automática, a partir de una barra larga que se inserta por un tubo que tiene el cabezal y se sujeta mediante pinzas de apriete hidráulico.

Estos tornos pueden ser de un solo husillo o de varios husillos:

- Los de un solo husillo se emplean básicamente para el mecanizado de piezas pequeñas que requieran grandes series de producción.
- Cuando se trata de mecanizar piezas de dimensiones mayores se utilizan los tornos automáticos multihusillos donde de forma programada en cada husillo se va realizando una parte del mecanizado de la pieza. Como los husillos van cambiando de posición, el mecanizado final de la pieza resulta muy rápido porque todos los husillos mecanizan la misma pieza de forma simultánea.

La puesta a punto de estos tornos es muy laboriosa y por eso se utilizan principalmente para grandes series de producción. El movimiento de todas las herramientas está automatizado por un sistema de excéntricas y reguladores electrónicos que regulan el ciclo y los topes de final de carrera.

Un tipo de torno automático es el conocido como "tipo suizo", capaz de mecanizar piezas muy pequeñas con tolerancias muy estrechas.





Torno Vertical

El torno vertical es una variedad de torno diseñado para mecanizar piezas de gran tamaño, que van sujetas al plato de garras u otros operadores y que por sus dimensiones o peso harían difícil su fijación en un torno horizontal.

Los tornos verticales tienen el eje dispuesto verticalmente y el plato giratorio sobre un plano horizontal, lo que facilita el montaje de las piezas voluminosas y pesadas. Es pues el tamaño lo que identifica a estas máquinas, permitiendo el mecanizado integral de piezas de gran tamaño.

En los tornos verticales no se pueden mecanizar piezas que vayan fijadas entre puntos porque carecen de *contrapunta*. Debemos tener en cuenta que la contrapunta se utiliza cuando la pieza es alargada, ya que cuando la herramienta esta arrancado la viruta ejerce una fuerza que puede hacer que flexione el material en esa zona y quede inutilizado. Dado que en esta maquina se mecanizan piezas de gran tamaño su único punto de sujeción es el plato sobre el cual va apoyado. La manipulación de las piezas para fijarlas en el plato se hace mediante grúas de puente o polipastos.

Torno CNC

El torno CNC es un tipo de torno operado mediante control numérico por computadora. Se caracteriza por ser una máquina herramienta muy eficaz para mecanizar piezas de revolución. Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque la trayectoria de la herramienta de torneado es controlada a través del ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno. Es una máquina ideal para el trabajo en serie y mecanizado de piezas complejas.

Las herramientas van sujetas en un cabezal en número de seis u ocho mediante unos portaherramientas especialmente diseñados para cada máquina. Las herramientas entran en funcionamiento de forma programada, permitiendo a los carros horizontal y transversal trabajar de forma





independiente y coordinada, con lo que es fácil mecanizar ejes cónicos o esféricos así como el mecanizado integral de piezas complejas.

La velocidad de giro de cabezal portapiezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza están programadas y, por tanto, exentas de fallos imputables al operario de la máquina.

Otros Tipos De Hornos

Además de los tornos empleados en la industria mecánica, también se utilizan tornos para trabajar la madera, la ornamentación con mármol o granito.

El nombre de "torno" se aplica también a otras máquinas rotatorias como por ejemplo el torno de alfarero o el torno dental. Estas máquinas tienen una aplicación y un principio de funcionamiento totalmente diferentes de las de los tornos descritos en este artículo.

Estructura Del Torno

El torno tiene cuatro componentes principales:

- Bancada: sirve de soporte para las otras unidades del torno. En su parte superior lleva unas guías por las que se desplaza el cabezal móvil o contrapunto y el carro principal.
- Cabezal fijo: contiene los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. Incluye el motor, el husillo, el selector de velocidad, el selector de unidad de avance y el selector de sentido de avance. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo.
- Contrapunto: el contrapunto es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como otros elementos tales como portabrocas o brocas para hacer taladros en el centro de los ejes. Este contrapunto puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.





- Carros portaherramientas: Consta del carro principal, que produce los movimientos de avance y profundidad de pasada y del carro transversal, que se desliza transversalmente sobre el carro principal. En los tornos paralelos hay además un carro superior orientable, formado a su vez por tres piezas: la base, el charriot y el porta herramientas. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección.
- Cabezal giratorio o chuck: Su función consiste en sujetar la pieza a maquinar, hay varios tipos como el chuck independiente de 4 mordazas o el universal mayormente empleado en el taller mecánico al igual hay chuck magnéticos y de seis mordazas.

> Arena de Silicio

La arena de Sílice es un compuesto resultante de la combinación del Sílice con el Oxigeno. Su composición química esta formada por un átomo de sílice y dos átomos de Oxigeno, formando una molécula muy estable: SiO2. Esta molécula es insoluble en agua, y en la naturaleza se encuentra en forma de cuarzo. Si el cuarzo esta cristalizado se denomina Cristal de Roca. En nuestro país el sílice es extraído del lecho de los ríos argentinos y uruguayos.

Riesgos Del Sílice:

El sílice no es un producto peligroso ni toxico, por lo tanto los riesgos son prácticamente nulos. En nuestra planta de tratamientos, las arenas recibidas se someten a diferentes procesos, para obtener un rendimiento óptimo del material tratado en las distintas granulometrías, así como la obtención de una mayor calidad en el producto terminado, para poder ofrecerle satisfacción al usuario final, tanto de arenas normalizadas como de calidades especiales que a veces son demandadas. A estos efectos, en nuestras instalaciones contamos con el equipo necesario que nos permita secar y clasificar las arenas, así como su envasado y paletizado.





Usos Industriales

Los usos industriales del sílice derivan de sus importantes propiedades físicas y químicas, destacándose especialmente su dureza, resistencia química, alto punto de fusión, piezoelectricidad, piroelectricidad y transparencia. Es la materia prima fundamental para la fabricación del vidrio (aproximadamente el 70 % de su composición es de sílice) y de la porcelana. Sus arenas son utilizadas especialmente como lecho filtrante para depuración y potabilización de las aguas (para la retención de los flóculos de tamaños muy pequeños que no son separados por decantación), y por su dureza son utilizados para la fabricación de lejías, abrasivos industriales arenados. У Es una materia prima muy importante en la composición de las fórmulas de detergentes, pinturas, hormigones y morteros especiales, y constituyen la materia prima básica para la obtención del silicio, así mismo son la base para la fabricación de refractarios de sílica y arenas de modelo, dado su alto punto de fusión. A partir de las arenas silíceas se pueden producir fracciones granulométricas específicas destinadas a mercados industriales tan diversos Filtros de agua, Perforaciones, Fundición, Vidrio, Morteros, Plantas Potabilizadoras, Arenados, Pisos de cerámica, Pinturas, Resinas, Loza, Epoxi, Campos deportivos (Futbol, Golf, Paddle, Tenis, etc), Piletas de natación.

Bentonita

La bentonita es una arcilla utilizada en cerámica de grano muy fino (coloidal) del tipo de la montmorilinita que contiene bases y hierro. El nombre deriva de un yacimiento que se encuentra en Fort Benton, Estados Unidos. El tamaño de las partículas es seguramente inferior a un 0,03% al del grano medio de la caolinita.

El tipo más normal es la cálcica. La sódica se hincha cuando toma agua. El hierro que contiene siempre le da color, aunque existe también una bentonita blanca. Este tipo dará un mejor color en reducción que en la oxidación cuando





se emplea en cuerpos de porcelana. Existen diversos tipos de bentonita que varían tanto en la plasticidad como en la dureza. Existen unas pocas, como la tierra de batán, que carecen totalmente de plasticidad.

Es una arcilla muy pegajosa con un alto grado de encogimiento (los enlaces entre las capas unitarias permiten la entrada de una cantidad superior de agua que en la caolinita) y tiene tendencia a fracturarse durante la cocción y el enfriado. Por ese motivo no conviene trabajarla sola o como materia predominante de una masa. Su gran plasticidad puede servir de gran ayuda a cuerpos del tipo porcelana. También ayuda a la suspensión del barniz.

Localización

En la región de Tinaquillo, Estado Cojedes, se ha encontrado una extensa zona con material bentonítico, depósitos que están asociados con alteraciones de rocas básicas de los complejos de Tinaquillo y están formados por una mezcla de bentonita y otros productos de alteración.

Aplicación:

La bentonita es utilizada en la industria de la construcción, elaboración de cerámicas, elaboración de refractarios, materias plásticas y colorantes, celulosa, papelería, arenas de fundición y la siderúrgica, en la preparación de jabones y el área de perfumería. En la agricultura se utiliza para preparar fungicidas e insecticidas, también en los productos farmacéuticos y así muchísimos empleos diversos.

> Silicato

Los silicatos son el grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 75% de la corteza terrestre, además del grupo de más importancia geológica por ser petrogénicos, es decir, los minerales que forman las rocas. Todos los silicatos están compuestos por silicio y oxígeno. Estos elementos pueden estar acompañados de otros entre los que destacan aluminio, hierro, magnesio o calcio.





Químicamente los silicatos son sales del ácido silícico. Los silicatos, así como los aluminosilicatos, son la base de numerosos minerales que tienen al tetraedro de silicio-oxígeno (un átomo de silicio coordinado tetraédricamente a átomos de oxígeno) como su estructura básica: feldespatos, micas, arcillas.

Los silicatos forman materiales basados en la repetición de la unidad tetraédrica SiO₄⁴⁻. La unidad SiO₄⁴⁻ tiene cargas negativas que generalmente son compensadas por la presencia de iones de metales alcalinos o alcalinotérreos, así como de otros metales como el aluminio.

Los silicatos forman parte de la mayoría de las rocas, arenas y arcillas. También se puede obtener vidrio a partir de muchos silicatos. Los átomos de oxígeno pueden compartirse entre dos de estas unidades SiO_4^{4-} , es decir, se comparte uno de los vértices del tetraedro. Por ejemplo, el disilicato tiene como fórmula $[Si_2O_5]^{6-}$ y, en general, los silicatos tiene como fórmula $[(SiO_3)^{2-}]_n$.

En el caso de que todos los átomos de oxígeno estén compartidos, y por tanto la carga está neutralizada, se tiene una red tridimensional denominada sílice o dióxido de silicio, SiO₂.

Clasificación

Las propiedades de los silicatos dependen más de la estructura cristalina en que se disponen sus átomos que de los elementos químicos que constituyen su fórmula. Más concretamente, dependen de la forma en que se dispone y enlaza con los iones la unidad fundamental de los silicatos, el tetraedro de $(SiO_4)^{4-}$.

La diferencia entre los distintos grupos es la forma en que estos tetraedros se unen. Se distinguen así las siguientes subclases:

- Nesosilicatos: Con tetraedros sueltos, de forma que cada valencia libre del tetraedro queda saturada por un catión distinto del silicio. Sus fórmulas serán (SiO₄)⁴⁻. Se agrupan en:
 - Zircones
 - Olivinos





- Granates
- Nesosubsilicatos
- Sorosilicatos: Con dos tetraedros unidos por un vértice para formar un grupo (Si₂O₇)⁶⁻. Se agrupan en:
 - Epidotas
 - Melilitas
 - Torveititas
 - Hemimorfitas
 - o (Calamina)
- Ciclosilicatos: Con grupos de tres, cuatro o seis tetraedros, unidos en anillo. Se agrupan en:
 - o Tetraedritas
 - Turmalinas
 - o Berilos
 - Cordieritas
 - Dioptasas
- Inosilicatos: Con grupos de tetraedros unidos en largas cadenas de longitud indefinida. Los más comunes son los que presentan cadenas simples, los llamados piroxenos, mientras que los llamados anfíboles tienen cadenas dobles. Esta estructura dota a estos minerales de hábito fibroso. Se agrupan en:
 - Piroxenos
 - Anfíboles
 - Piroxenoides
 - Anfiboloides
- Filosilicatos: Con tetraedros unidos por tres vértices a otros, formando una red plana que se extiende en un plano de dimensiones indefinidas.
 Esta estructura dota a estos silicatos de hábito foliado. Se agrupan en:
 - Cloritas
 - Micas





- Talcos
- Pirofilitas
- Serpentinas
- Caolinitas
- Tectosilicatos: Con tetraedros unidos por sus cuatro vértices a otros tetraedros, produciendo una malla de extensión tridimensional, compleja.
 La sustitución de silicio por aluminio en algunos tetraedros permite que en la malla se coloquen cationes. Se agrupan en:
 - Cuarzo
 - Tridimita
 - Cristobalita
 - Feldespatos
 - Zeolitas
 - Escapolitas

Mezcla

En química, una mezcla es una materia formada al combinar dos o más sustancias sin que suceda una reacción química. Aunque no hay cambios químicos en una mezcla, algunas propiedades tales como su punto de fusión pueden diferenciar sus componentes. Las mezclas pueden separarse en sus componentes originales por medios físicos (mecánicos). Las mezclas se clasifican en homogéneas y heterogéneas.

> Esmeril

El esmeril es una roca muy dura usada para hacer polvo abrasivo. Está compuesta mayormente del mineral corindón (óxido de aluminio), mezclado con otras variedades como espinelas, hercinita y magnetita y también rutilo (titania). El esmeril industrial puede contener una variedad de otros minerales y compuestos sintéticos como la magnesia, mullita y sílice.





Lubricante

Un lubricante es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma así mismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones.

Una segunda definición es que el lubricante es una sustancia (gaseosa, líquida sólida) que reemplaza una fricción entre dos piezas en movimiento relativo por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor.

En el caso de lubricantes gaseosos, se puede considerar una corriente de aire a presión que separe dos piezas en movimiento, en el caso de los líquidos, los mas conocidos son los aceites lubricantes que se emplean, por ejemplo en los motores. Los lubricantes sólidos son por ejemplo el Disolfuro de Molibdeno (MoS2) y el grafito.

Organización Internacional Del Trabajo (OIT)

Fue creada en 1919, al término de la Primera Guerra Mundial, cuando se reunió la Conferencia de la Paz, primero en París y luego en Versalles. Ya en el siglo XIX dos industriales, el galés Robert Owen (1771-1853) y el francés Daniel Legrand (1783-1859), habían abogado por la creación de una organización de este tipo. Las ideas que éstos formularon, tras haber sido puestas a prueba en la Asociación Internacional para la Protección Legal de los Trabajadores, fundada en Basilea en 1901, adoptada por la Conferencia de la Paz en abril de 1919.

El 4 de marzo de 1999, Juan Somavia, abogado de profesión asumió las funciones de Director General. El Sr. Somavia, el noveno Director General de la OIT, ha desarrollado una extensa y distinguida carrera en el servicio público y las relaciones internacionales, habiendo asumido, entre otras, las funciones de presidente del Consejo Preparatorio de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Social (celebrada en Copenhague en 1995) y Presidente del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (de 1993 a 1994). También ha desempeñado las funciones de Embajador de Chile y Consejero sobre





cuestiones económicas y sociales del Ministerio de Asuntos Exteriores de Chile.

Estructura De La OIT

La estructura de la OIT está conformada por tres órganos: la Conferencia Internacional del Trabajo, el Consejo de Administración y la Oficina Internacional del Trabajo. Cada uno de ellos desarrolla una actividad específica; el primero constituye el órgano supremo y se reúne habitualmente en junio de cada año en la sede de la OIT en Ginebra, Suiza. La Conferencia tiene una función muy importante. Establece y adopta el texto de las normas internacionales del trabajo. Sirve de foro en donde se debaten cuestiones sociales y laborales de importancia para todo el mundo. La Conferencia aprueba también el presupuesto de la Organización y elige al Consejo de Administración de la OIT.

Está integrado por 28 miembros gubernamentales, 14 miembros empleadores y 14 miembros trabajadores. Los diez Estados de mayor importancia industrial están representados con carácter permanente, mientras que los otros miembros son elegidos por la Conferencia cada tres años entre los representantes de los demás países miembros, habida cuenta de la distribución geográfica.

Los empleadores y los trabajadores eligen sus propios representantes independientemente unos de otros. Las Normas de la OIT revisten la forma de convenios o recomendaciones. Los primeros son tratados internacionales sujetos a la ratificación de los Estados Miembros de la organización. Las recomendaciones no son instrumentos vinculantes habitualmente versan sobre los mismos temas que los convenios y recogen directrices que pueden orientar la política y la acción nacionales. Se entiende que unos y otras incidan concretamente en las condiciones y las prácticas de trabajo de todos los países del mundo. Sin embargo, el mundo del nuevo milenio tiene que hacer frente a retos de gran importancia. La mundialización, la liberalización del comercio y la integración regional han traído consigo importantes cambios en la situación





económica y social del mundo, que han afectado espectacularmente a los mercados laborales, las estructuras de empleo y las relaciones laborales.

<u>Lista Indicativa De Preguntas Utilizable Al Aplicar El Interrogatorio</u> Previsto En El Estudio De Métodos

Están agrupadas bajo los siguientes epígrafes:

- a. Operaciones.
- b. Modelo.
- c. Condiciones exigidas por la inspección.
- d. Manipulación de materiales.
- e. Análisis del proceso.
- f. Materiales
- g. Organización del trabajo.
- h. Disposición del lugar de trabajo
- i. Herramientas y equipo.
- j. Condiciones del trabajo.
- k. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto.

A. Operaciones

- 1. ¿Qué propósito tiene la operación?
- ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo,¿a qué se debe que sea necesario?
- 3. ¿Es necesaria la operación porque la anterior no se ejecutó debidamente?
- 4. ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?
- 5. Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior del producto, ¿el costo suplementario que representa mejora las posibilidades de venta?
- 6. ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
- 7. ¿No podría el proveedor de material efectuarla en forma más económica?





- 8. ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿O se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?
- 9. ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?
- 10. ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?

B. Modelo

- 1. ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?
- 2. ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?
- 3. ¿Pueden obtenerse resultados equivalentes cambiando el modelo de modo que se reduzcan los costos?
- 4. ¿No puede utilizarse una pieza de serie en vez de ésta?
- 5. ¿Cambiando el modelo se facilitaría la venta?; ¿se ampliada el mercado?
- 6. ¿No podría convertirse una pieza de serie para reemplazar a ésta?
- 7. ¿Puede mejorarse el aspecto del artículo sin perjuicio para su utilidad?
- 8. ¿El costo suplementario que supondría mejorar el aspecto y la utilidad del producto que darla compensado por un mayor volumen de negocios?
- 9. ¿El aspecto y la utilidad del producto son los mejores que se puedan presentar en plaza por el mismo precio?
- 10. ¿Se utilizó el análisis del valor?

C. Condiciones Exigidas Por La Inspección

- 1. ¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?
- 2. ¿Todos los interesados conocen esas condiciones?
- 3. ¿Qué condiciones se exigen en las operaciones anteriores y posteriores?
- 4. Si se modifican las condiciones exigidas a esta operación, ¿será más fácil de efectuar?
- 5. ¿Si se modifican las condiciones exigidas a la operación anterior será más fácil de efectuar?





- 6. ¿Son realmente necesarias las normas de tolerancia, variación, acabado y demás?
- 7. ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?
- 8. ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?
- 9. ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?
- 10. ¿Las normas aplicadas a este producto (u operación) son superiores, inferiores o iguales a las de productos (u operaciones) similares?

D. Manipulación De Materiales

- ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?
- 2. En caso contrario, ¿podrían encargarse de la manipulación los operarios de máquinas para que el cambio de ocupación les sirva de distracción?
- 3. ¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla?
- 4. ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?
- 5. ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?
- 6. ¿Se justifica un transportador? Y en caso afirmativo, ¿qué tipo seria más apropiado para el uso previsto?
- 7. ¿Es posible aproximar entre ellos los puntos donde se efectúan las sucesivas fases de la operación y resolver el problema de la manipulación aprovechando la fuerza de gravedad?
- 8. ¿Se puede empujar el material de un operario a otro a lo largo del banco?
- 9. ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?
- 10. ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?





E. Análisis Del Proceso

- 1. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?
- 2. ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones?
- 3. ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
- 4. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible? ¿O mejoraría si se le modificara el orden?
- 5. ¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?
- 6. ¿No seda conveniente hacer un estudio conciso de la operación estableciendo su cursograma analítico?
- 7. Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
- 8. Si se puede utilizar otro método para producir la pieza, ¿se justificaría el trabajo y el despliegue de actividad que acarrearía el cambio?
- 9. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?
- 10. ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?

F. Materiales

- 1. ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?
- 2. ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?
- 3. ¿No se podría utilizar un material más ligero?
- 4. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?
- 5. ¿Podría el abastecedor introducir reformas en la elaboración del material para mejorar su uso y disminuir los desperdicios?
- 6. ¿El material es entregado suficientemente limpio?
- 7. ¿Se compra en cantidades y dimensiones que lo hagan cundir al máximo y reduzcan la merma y los retazos y cabos inaprovechables?





- 8. ¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?; ¿y al elaborado?
- 9. ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, agua, ácidos, pintura, aire comprimido, electricidad? ¿Se controla su uso y se trata de economizarlos?
- 10. ¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra?
- 11. ¿Se podrían utilizar materiales extraídos?
- 12. Si el material fuera de una calidad más constante, ¿podría regularse mejor el proceso?
- 13. ¿No se podría reemplazar la pieza de fundición por una pieza fabricada, para ahorrar en los costos de matrices y moldeado?
- 14. ¿Sobra suficiente capacidad de producción para justificar esa fabricación adicional?
- 15. ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?
- 16. ¿Se altera el material con el almacenamiento?
- 17. ¿Se podrían evitar algunas de las dificultadas que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?
- 18. ¿Se podrían reducir los costos y demoras de inspección efectuando la inspección por muestreo y clasificando a los proveedores según su fiabilidad?",
- 19. ¿Se podría hacer la pieza de manera más económica con retazos de material de otra calidad?

G. Organización Del Trabajo

- 1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?
- 2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?
- 3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?
- 4. ¿Cómo se consiguen los materiales?
- 5. ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?
- 6. ¿Hay control de la hora? En caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y de fin de la tarea?





- 7. ¿Hay muchas posibilidades de retrasarse en la oficina de planos, el almacén de herramientas, el de materiales y en la teneduría de libros del taller?
- 8. ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?
- 9. ¿Los materiales están bien situados?
- 10. ¿Si la operación se efectúa constantemente, ¿cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?

H. <u>Disposición Del Lugar De Trabajo</u>

- 1. ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?
- 2. ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?
- 3. ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?
- 4. ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje?
- 5. ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?
- 6. ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?
- 7. ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?
- 8. ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?
- 9. ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?
- 10. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?

I. <u>Herramientas Y Equipo</u>

- 1. ¿Podría idearse una plantilla que sirviera para varias tareas?
- 2. ¿Es suficiente el volumen de producción para justificar herramientas y dispositivos muy perfeccionados y especializados?
- 3. ¿Podría utilizarse un dispositivo de alimentación o carga automática?





- 4. ¿La plantilla no se podría hacer con material más liviano o ser de un modelo que lleve menos material y se maneje más fácilmente?
- 5. ¿Existen otros dispositivos que puedan adaptarse para esta tarea?
- 6. ¿El modelo de la plantilla es el más adecuado?
- 7. ¿Disminuida la calidad si se empleara un herramental más barato?
- 8. ¿Tiene la plantilla un modelo que favorezca al máximo la economía de movimientos?
- 9. ¿La pieza puede ponerse y quitarse rápidamente de la plantilla?
- 10. ¿Sería útil un mecanismo instantáneo mandado por leva para ajustar la plantilla, la grapa o la tuerca?
- 11. ¿No se podrían instalar eyectores en el soporte para que la pieza se soltara automáticamente cuando se abriera el soporte?

J. Condiciones De Trabajo

- 1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
- ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?
- 3. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario ¿no se podrían utilizar ventiladores o estufas?
- 4. ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?
- 5. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?
- 6. ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas de evacuación?
- 7. Si los pisos son de hormigón. ¿Se podrían poner enrejados de madera o esteras, para que fuera más agradable estar de pie en ellos?
- 8. ¿Se puede proporcionar una silla?
- 9. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?
- 10. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?

K. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto

- 1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?
- 2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?





- 3. ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?
- 4. ¿Cuál es el tiempo del ciclo?
- 5. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
- 6. ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
- 7. ¿Puede el operado desbarbar su propio trabajo?
- 8. ¿Puede el operado efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
- 9. ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?
- 10. ¿Puede el operario hacer la pieza completa?

Técnicas De Interrogatorio

Es el medio para efectuar el "EXAMEN CRITICO", sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

FASE I (Consiste en describir los cincos elementos básicos)

El propósito	Con qué	Propósito-objetivo-qué?
El lugar	Dónde	Lugar-dónde?
La sucesión	En qué	Sucesión-secuencia/orden-cómo?
La persona	Por la qué	Medios-máquina?
Los medios	Por los qué	Persona-individuos?





Preguntas Preliminares: Primera Fase

Propósito

- ¿Qué se hace?
- ¿Por qué se hace?
- ¿Qué otra cosa podría hacerse?
- ¿Qué debería hacerse?

Lugar

- ¿Dónde se hace?
- ¿Por que se hace allí?
- ¿En que otro lugar podría hacerse?
- ¿Dónde debería hacerse?

Sucesión

- ¿Cuándo se hace?
- ¿Por qué se hace entonces?
- ¿Cuándo podría hacerse?
- ¿Cuándo debería hacerse?

<u>Persona</u>

- ¿Quién la hace?
- ¿Por qué lo hace esa persona?
- ¿Qué otra persona podría hacerlo?
- ¿Quién debería hacerlo?

Medios

- ¿Cómo se hace?
- ¿Por qué se hace de ese modo?
- ¿De que otro modo podría hacerse?
- ¿Cómo debería hacerse?





Segunda Fase

Preguntas de Fondo: Prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible remplazar por otro lugar, la sucesión, la persona, el medio, o todos. Investigan que se hace y por qué se hace según el "Debe Ser".

Análisis Operacional

Es un procedimiento empleado por el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento. La ingeniería de métodos tiene por objeto idear procedimientos para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios mientras se mantiene o mejora la calidad.

Aspectos A Considerar En El Análisis Operacional

- Los hechos deben examinarse como son y no como parecen.
- Rechazar ideas preconcebidas.
- Reto y escepticismo.
- Atención continua y cuidadosa.

Enfoques Primarios

- Propósito de la operación
- Diseño de la parte ó pieza
- Tolerancias y/o especificaciones
- Materiales
- Análisis de proceso
- Preparación y herramental
- Condiciones de trabajo
- Distribución de la planta y equipo
- Manejo de materiales
- Principios de la economía de movimiento.



Enfoques primarios



Propósito de la Operación:

Una regla cardinal que el analista debe observar es tratar de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla. Una cantidad excesiva de trabajo innecesario se efectúa en la actualidad. En muchos casos, el trabajo o el proceso no se deben simplificar o mejorar, sino que se debe eliminar por completo. Si un trabajo puede ser suprimido no hay necesidad de gastar dinero en la implantación de un método mejorado. Ninguna interrupción o demora se origina mientras se desarrolla la prueba e implanta un método mejorado. No es necesario adiestrar nuevos operarios para el nuevo método.

Diseño de la Pieza:

El ingeniero de métodos con frecuencia se inclina a creer que una vez que un diseño ha sido ha sido aceptado solo queda planear su manufactura de la manera más económica posible. Se reconoce que por lo general es difícil introducir a un ligero cambio en el diseño; no obstante, un buen analista de métodos debe revisar todo diseño en busca de mejoras posible. Los diseños no son permanentes y pueden cambiarse, y si resulta un mejoramiento y la importancia del trabajo es significativa, entonces se debe realizar el cambio sin cortapisas. Para mejorar un diseño el analista debe tener presentes las siguientes indicaciones para diseños de costo menor:

- Reducir el número de partes, simplificando el diseño.
- Reducir el número de operaciones y la magnitud de los recorridos en la fabricación uniendo mejor las partes y haciendo más fáciles el acabado a maguina y el ensamblaje.
- Utilizar un mejor material.
- Liberalizar las tolerancias y confiar en la exactitud de las operaciones
 "clave" en vez de en series de limites sostenidos estrechamente.





Tolerancias y Especificaciones

Muchas veces este punto se considera en parte al revisar el diseño. Sin embargo, generalmente esto no es adecuado y conviene considerar el asunto de las tolerancias y especificaciones independientemente de los otros enfoques en el análisis de la operación. Las tolerancias y especificaciones se refieren a la calidad del producto y, la calidad, de acuerdo con la American Society For Quality Control es la totalidad de los elementos y características de un producto o servicio que se fundan en su capacidad para satisfacer necesidades específicas.

Los diseñadores tienen una tendencia natural a establecer especificaciones más rigurosas de o necesarias cuando desarrollan un producto. Esto se realiza por una o dos razones: (1) una falta de apreciación de los elementos de costo, y (2) la creencia de que es necesario especificar tolerancias y especificaciones más estrechas de lo realmente necesario para hacer que los departamentos de fabricación se apaguen al intervalo de tolerancias requerido. El analista de métodos debe estar versado en los asuntos de costos y estar bien enterado de lo que las especificaciones con límites más estrechos de lo necesario pueden hacer al precio de venta.

El analista debe estar alerta ante las especificaciones demasiado liberales o demasiado restrictivas. El cierre de una tolerancia con frecuencia facilita una operación de ensamblado o algún otro paso subsiguiente. Esto puede estar económicamente justificado aunque aumenta el tiempo necesario para realizar la operación actual. A este respecto, el analista debe tener presente que la tolerancia global es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las tolerancias individuales que comprende la tolerancia global.

Material:

Una de las primeras cuestiones que considera un ingeniero cuando diseña un nuevo producto es: "¿Qué material se utilizara?" puesto que la capacidad para elegir el material correcto depende del conocimiento que de los materiales





tenga el diseñador, y como es difícil escogerlo por la gran variedad de materiales disponibles, en muchas ocasiones es posible y practico incorporar un material mejor y más económico a un diseño existente. El analista de métodos debe tener en mente seis consideraciones relativas a los materiales directos e indirectos utilizados en un proceso.

Tales son:

- Hallar un material menos costoso.
- Encontrar materiales más fáciles de procesar.
- Emplear materiales en forma más económica.
- Utilizar materiales de desecho.
- Usar más económicamente los suministros y las herramientas.
- Estandarizar los materiales.

Procesos de Manufactura:

Desde el punto de vista del mejoramiento de los procesos de manufactura hay que efectuar una investigación de cuatro aspectos:

- Al cambio de una operación, considerar los posibles efectos sobre otras operaciones.
- Mecanización de las operaciones manuales.
- Utilización de mejores maquinas y herramientas en las operaciones mecánicas; y
- Operación más eficiente de los dispositivos e instalaciones mecánicas.

Preparación y Herramental:

Uno de los elementos más importantes a considerar en todos los tipos de herramental y preparación es el económico. La cantidad de herramental más ventajosa depende de:

- La cantidad de piezas a producir.
- La posibilidad de repetición del pedido.





- La mano de obra que se requiere.
- Las condiciones de entrega.
- El capital necesario.

Uno de los errores mas comunes entre el personal de planeación de procesos y diseño de herramientas es el de invertir sumas considerables en dispositivos altamente economizadores si fuesen utilizados, pero rara vez se usarán.

Condiciones de Trabajo:

El analista de métodos debe aceptar como parte de su responsabilidad el que haya condiciones de trabajo que se han apropiadas, seguras y cómodas. Las condiciones de trabajo ideales elevaran las marcas de seguridad, reducirán el ausentismo y la impuntualidad, elevarán la moral del trabajador y mejorarán las relaciones públicas, además de incrementar la producción.

Las siguientes son algunas consideraciones para lograr mejores condiciones de trabajo:

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





Manejo de Materiales:

El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. El manejo adecuado de los materiales permite, por lo tanto, la entrega de un surtido adecuado en el momento oportuno y en condiciones apropiadas en el punto de empleo y con el menor costo total. Los beneficios tangibles e intangibles del manejo de materiales pueden reducirse a cuatro objetivos principales, según la American Material Handlings Society (Sociedad Norteamericana para el Manejo de Materiales), que son:

- 1. Reducción de costos de manejo:
 - a) Reducción de costos de mano de obra.
 - b) Reducción de costos de materiales.
 - c) Reducción de costos de gastos generales.
- 2. Aumento de capacidad:
 - a) Incremento de producción.
 - b) Incremento de capacidad de almacenamiento.
 - c) Mejoramiento de la distribución del equipo.
- 3. Mejora en las condiciones de trabajo:
 - a) Aumento en la seguridad.
 - b) Disminución de la fatiga.
 - c) Mayores comodidades al personal.
- 4. Mejor distribución:
 - a) Mejora en el sistema de manejo.
 - b) Mejora en las instalaciones de recorrido.
 - c) Localización estratégica de almacenes.
 - d) Mejoramiento en el servicio a usuarios.
 - e) Incremento en la disponibilidad del producto.

Considerando los seis puntos siguientes es posible reducir el tiempo y la energía empleados en el manejó de materiales:





- a. Reducir el tiempo destinado a recoger el material.
- b. Reducir la manipulación de materiales recurriendo a equipo mecánico.
- c. Hacer mejor uso de los dispositivos de manejo existentes.
- d. Manejar los materiales con el mayor cuidado.

Distribución del Equipo en la Planta

El principal objetivo de la distribución efectiva del equipo en la planta es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseados, con la calidad también deseada y al menor costo posible. La distribución del equipo es un elemento importante de todo un sistema de producción que abarca las tarjetas de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, encaminamiento y recorrido y despacho del trabajo. Todos estos elementos deben ser integrados cuidadosamente para alcanzar la meta establecida.

<u>Tipos de Distribuciones</u>

Toda distribución corresponde a uno o la combinación de dos tipos básicos de distribución. Estos tipos son el de línea recta, o por producto, y el funcional o por proceso. En la distribución en línea recta la maquinaria se sitúa de modo que la circulación o flujo de una operación a la siguiente, es mínima para cada clase de producto. Este tipo de distribución es muy usado en ciertos procesos de producción en masa, ya que de esta manera los costos por manejo de materiales son menores que cuando se tiene la agrupación de maquinaria por proceso. La distribución por proceso o funcional consiste en la agrupación de instalaciones o maquinarias semejantes.

Cualquiera que sea el tipo de agrupación que se considere, se debe tener en cuenta los siguientes puntos principales para el mejoramiento tanto en la planta como en la oficina:

a. Producción en serie, (o masiva en línea recta): el material puesto a un lado debe estar en condiciones de entrar a la siguiente operación.





- b. Producción diversificada: la distribución debe permitir costos traslados y entregas, y el material debe estar convenientemente al alcance del operario.
- c. El operario debe tener fácil acceso visual a las estaciones de trabajo, sobre todo a las porciones de aquellas que requieren control.
- d. Diseño de la estación: debe permitir a los operadores cambiar de posición regularmente durante el periodo de trabajo.
- e. Operaciones en maquinas múltiples: el equipo debe estar agrupado alrededor del operario.
- f. Apilamiento eficiente de productos: las áreas de almacenamiento tienes que estar dispuestas de modo que se aminoren la busca y el doble manejo o manipulación.
- g. Mayor eficiencia del obrero: los sitios de servicios deben estar cerca de las áreas de producción.
- h. En las oficinas: debe haber una distancia de separación entre los empleados de por lo menos 1.5 m.

Temperatura

El cuerpo humano trata naturalmente de conservar una temperatura media constante de unos 36 °C. Cuando el cuerpo humano se expone a temperaturas inusitadamente altas, se origina una gran transpiración y gran cantidad de sudor se evapora de la piel. En la transpiración sale también cloruro de sodio a través de los poros y queda ahí como residuo de la evaporación. Todo esto es una pérdida directa del sistema y puede alterar el equilibrio normal de los líquidos de organismo. El resultado se traduce en fatiga y calambres por el calor, que ocasionan a su vez una disminución en al producción. La actuación de un buen operario decrece tan rápidamente como la de un operario promedio y la de uno menos que mediano. Por otra parte, estudios detallados han revelado que el frío también ocasiona alteraciones en el ritmo normal de las personas en este caso a los operadores. La temperatura debe regularse de manera que permanezca entre unos 19 y 24°C durante todo el año para obtener el mayor rendimiento de los operarios en la estación de trabajo.





<u>Ventilación</u>

La ventilación también desempeña un importante papel en el control de la fatiga del operario. Se ha comprobado que gases, vapores, humos, polvos y toda clase de olores causan fatiga que aminora la eficiencia física de un trabajador, y suele originar tensiones mentales. Los resultados de laboratorio indican que el efecto deprimente de una mala ventilación esta asociada al movimiento del aire y a su temperatura y humedad.

Cuando se eleva el grado de humedad, el enfriamiento por medio de la evaporación decrece rápidamente, reduciendo la capacidad del organismo para disipar el calor. Estas condiciones aceleran el ritmo cardiaco, elevan la temperatura del cuerpo y producen una lenta recuperación después de las labores, dando por resultado una fatiga considerable.

Ruido

Tanto los ruidos estridentes como los monótonos, fatigan al operario. Ruidos intermitentes o constantes tienen también a excitar emocionalmente a una persona, alterando su estado de ánimo y dificultando que realice un trabajo de precisión. Controversias, conflictos personales y otras formas de mala conducta entre las personas, pueden ser atribuidos con frecuencia a ruidos perturbadores.

Se ha demostrado experimentalmente que niveles de ruido irritantes aceleran el pulso, elevan la precisión sanguínea y aun llegan a ocasionar irregularidades en el ritmo cardiaco. Para contrarrestar el efecto del ruido, el sistema del organismo se presiona, llegando a producir estados de neurastenia.

Principios de la Economía de Movimientos

Son patrones de referencia que permiten evaluar las actividades que ejecuta el operario con las manos, para de esta forma determinar mejoras en el método prescrito.





Estudio de Tiempos

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar, cada una acomodada para diferentes usos y cada uso con diferentes exactitudes y costos. Algunos de los métodos de medición de trabajo son:

- 1. Estudio del tiempo
- 2. Datos predeterminados del tiempo.
- 3. Datos estándar.
- 4. Datos históricos.
- 5. Muestreo de trabajo.

Objetivos del Estudio de Tiempos

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos
- Conservar los recursos y minimizan los costos
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad del estudio de movimientos
- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes

Equipo necesario para la Realización del Estudio de Tiempos

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de





tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo o por su conveniencia equipo de computo.

Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

Cronómetros

- 1. Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min)
- 2. Cronómetro decimal de minutos (de 0.001 min)
- 3. Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora)
- 4. Cronómetro electrónico.
- 5. Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora

El cronómetro decimal de minutos (de 0.01): tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto.

El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división (1 min.)

El cronómetro decimal de minutos (de 0.001) minutos: es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto de este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min., en dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Se usa para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. Este cronómetro de 0.001 min., no tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona.





El cronómetro decimal de hora: tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. En el cronómetro decimal de horas las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minuto de 0.01 min.

<u>Cronómetros electrónicos:</u> éstos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de 0.002%. Cuando el instrumento está en el modo de regreso rápido (*snapback*), pulsando el botón de lectura se registra el tiempo para el evento y automáticamente regresa a cero y comienza a acumular el tiempo para el siguiente, cuyo tiempo se exhibe apretando el botón de lectura al término del suceso.

Los cronómetros electrónicos operan con baterías recargables. Normalmente éstas deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo. Los cronómetros electrónicos profesionales tienen integrados indicadores de funcionamiento de baterías, para evitar una interrupción inoportuna de un estudio debido a falla de esos elementos eléctricos.

Reglas para Seleccionar Elementos

Los elementos deberán ser de fácil identificación, con inicio y término claramente definido. El comienzo o fin puede ser reconocido por medio de un sonido, por ejemplo, cuando se enciende la luz, se inicia o termina un movimiento básico.

Los elementos deben ser todo lo breves posible. Se ha de separar los elementos manuales de los de máquina, durante los manuales es el operario el que puede reducir el tiempo de ejecución según el interés y la habilidad que tenga, puesto que dependen de las velocidades, avances, etc. señalados.





Clases de Elementos

Elementos regulares y repetitivos: Son los que aparecen una vez en cada ciclo de trabajo. Ejemplo: el poner y quitar piezas en la máquina. Elementos casuales o irregulares: Son los que no aparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Ejemplo: recibir instrucciones del supervisor, abastecer piezas en bandejas para alimentar una máquina.

Elementos extraños: Son los elementos ajenos al ciclo de trabajo y en general indeseables, que se consideran para tratar de eliminarlos. Ejemplo: las averías en las maquinas.

Elementos manuales: Son los que realiza el operario y puede ser:

- Manuales sin máquina: Con independencia de toda máquina. Se denomina también libre, porque su duración depende de la actividad del operario.
 - a. Con máquina parada, como el quitar o poner una pieza.
 - b. Con la máquina en marcha, que se efectúa el operario mientras trabaja la máquina automáticamente. Aunque no intervienen en la duración del ciclo, interesa considerarlos porque forman parte de la saturación del operario.
 - De máquina con automático y, por lo tanto, sin manipulación del operario.
 - De máquina con avance manual, en cuyo caso la máquina trabaja controlada por el operario.





Elementos constantes: Son aquellos cuyo tiempo de ejecución es siempre igual; ejemplo, encender la luz, verificar la pieza, atornillar y apretar una tuerca; colocar la broca en el mandril.

Elementos variables: Son los elementos cuyo tiempo depende de una o varias variables como dimensiones, peso, calidad, etc. ejemplo, aserrar madera a mano, llevar una carretilla con piezas a otro departamento.

Una vez que tenemos registrada toda la información general y la referente al método normalizado de trabajo, la siguiente fase consiste en hacer la medición del tiempo de la operación. A esta tarea se le llama comúnmente cronometraje.

Selección del Operador y Estrategia a Seguir

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el jefe como el analista de tiempos deben estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que usará para el estudio.

En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto.

Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista. Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista.





Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quién estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala. En trabajo en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

Trato con el Operario

De la técnica usada por el analista del estudio de tiempos para establecer contacto con el operario seleccionado dependerá mucho la cooperación que reciba. A este trabajador deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación va a ser estudiada. Debe dársele oportunidad de que haga todas las preguntas que desee acerca de cosas como técnica de toma de tiempos, método de evaluación y aplicación de márgenes.

En casos en que el operario sea estudiado por primera vez, el analista debe responder a todas las preguntas sincera y pacientemente. Además, debe animar al operario a que proporcione sugerencias y, cuando lo haga, éstas deberán recibirse con agrado demostrándole que se respeta su habilidad y sus conocimientos.

El analista debe mostrar interés en el trabajo del operario, y en toda ocasión ser justo y franco en su comportamiento hacia el trabajador. Esta estrategia de acercamiento hará que se gane la confianza del operario, y el analista encontrará que el respeto y la buena voluntad obtenidos le ayudarán no sólo a establecer un estándar justo, si no que también harán más agradables los trabajos futuros que les sean asignados en el piso de producción.

Análisis de Materiales y Métodos

Tal vez el error más común que suele cometer el analista de tiempos es el de no hacer análisis y registros suficientes del método que se estudia. La forma impresa para el estudio de tiempos ilustrada, tiene espacio para un croquis o





una fotografía del área de trabajo. Si se hace un esquema, deberá ser dibujado a escala y mostrar todos los detalles que afecten al método.

El croquis mostrará claramente la localización de los depósitos de la materia prima y las partes determinadas, con respecto al área de trabajo. De este modo las distancias a que el operario debe moverse o caminar aparecerán claramente. La localización de todas las herramientas que se usan en la operación deben estar indicadas también, ilustrando así el patrón de movimientos utilizando en la ejecución de elementos sucesivos.

Registro de Información Significativa

Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos.

El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos de estándares y para el desarrollo de fórmulas. También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

Hay varias razones para tomar nota de las condiciones de trabajo. En primer lugar, las condiciones existentes tienen una relación definida con el "margen" o "tolerancia" que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Recíprocamente, si por alguna razón llegara a ser necesario alterar las condiciones de trabajo, de manera que fueran peores que cuando el estudio de tiempos se hizo por primera vez, es lógico que el factor de tolerancia o margen debería aumentarse.

Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos. La operación que está siendo efectuada se describe específicamente. Paso a paso cada procedimiento sin omitir ningún detalle de la misma. El operario en estudio debe ser identificado por su nombre y número de tarjeta de asistencia, para su mejor ubicación.





Posición del Observador

Una vez que el analista ha realizado el acercamiento correcto con el operario y registrado toda la información importante, está listo para tomar el tiempo en que transcurre cada elemento.

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. En el curso del estudio, el tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el operario, ya que esto tendería a modificar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

División de la Operación en Elementos

A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30min), el observador debe escribir los elementos mientras realiza el estudio.

Los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio y deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04min son las más pequeñas susceptibles de ser leídas consistentemente por un analista de tiempos experimentado. Sin embargo, se puede registrar con facilidad un elemento tan corto como de 0.02 min.

Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual. De este modo los puntos terminales de los elementos pueden asociarse a los sonidos producidos, como cuando una pieza terminada en fundición, cuando una broca irrumpe en la pieza que se taladra y cuando un par de micrómetros se dejan en el banco o mesa del trabajo. Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia





apropiados e incluir una división básica del trabajo que termine con un sonido o movimientos distintivos.

Los analistas de tiempos de una misma compañía adoptan frecuentemente una división estándar de elementos para determinadas clases de máquina, con objeto de asegurar uniformidad al establecer puntos terminales. El tener elementos estándares como base para la división de una operación es de especial importancia en el establecimiento de datos estándares.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

- 1. Asegúrese de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
- 2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.
 - 3. No combinar constantes con variables.
- 4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.
- 5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

Al dividir un trabajo en elementos, el analista debe conservar por separado el tiempo de máquina o de corte, del tiempo de esfuerzo o manipulación. Del mismo modo, los elementos constantes (aquellos elementos cuyos tiempos no varían dentro de un intervalo de trabajo específico) deberían mantenerse separados de los elementos variables (aquellos cuyos tiempos varían en un intervalo especificado).

Una vez que se realiza la adecuada separación de todos los elementos que constituyen una operación, será necesario que se describa cada elemento con toda exactitud. El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse "punto Terminal" (*breaking point*).





La descripción de este punto Terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. Esto es especialmente importante cuando el elemento no incluye sonido alguno en su terminación. Tratándose de elementos de operaciones de corte, la alimentación, la velocidad, la profundidad y la longitud del corte deben anotarse inmediatamente después de la descripción del elemento.

Toma de Tiempos

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el *método continuo* se deja correr el cronómetro se lee en el punto Terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En el método continuo se leen las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción.

En la técnica de *regresos a cero* el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

Lecturas de regreso vuelta a cero

Esta técnica tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

Dado que los valores elementales de tiempo transcurrido son leídos directamente en el método de regreso a cero, no es preciso, cuando se emplea este método, hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas, como en el otro procedimiento. Además los elementos ejecutados





fuera de orden por el operario, pueden registrarse fácilmente sin recurrir a notaciones especiales. Con este procedimiento no es necesario anotar los retrasos, y que como los valores elementales pueden compararse de un ciclo al siguiente, es posible tomar una decisión acerca del número de ciclos a estudiar. Es erróneo usar observaciones de algunos ciclos anteriores para decidir cuántos ciclos adicionales deberán ser estudiados. Esta práctica puede conducir a estudiar una muestra demasiado pequeña.

La técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

- 1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla lo que provoca un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
- 2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min o menos).
- 3. No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.
- 4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

Lecturas continuas

Este tipo de lecturas presenta un registro completo de todo el periodo de observación. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Con este método no se pierde tiempo al regresar la manecilla a cero, obteniendo valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min, y de elementos de 0.02 min cuando van seguidos de un elemento relativamente largo.

Esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio. Como el cronómetro se lee en el punto Terminal de cada elemento, mientras las manecillas del cronómetro continúan moviéndose, es necesario efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos.





Determinación de Tolerancias

Después de haber calculado el tiempo normal (tiempo elemental * calificación de la actuación), llamado muchas veces el tiempo "calificado", hay que dar un paso más para llegar al verdadero tiempo estándar. Este último paso consiste en añadir ciertas tolerancias que tomen en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y detenciones producidas por la fatiga inherente a todo trabajo.

En general hay que aplicar, las tolerancias, en tres áreas generales. Estas son: retrasos personales, fatiga y retrasos inevitables.

Necesidades Personales

En este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para el bienestar del empleado. Deberán incluirse visitas a la fuente de agua o a los baños. Estudios detallados de producción demuestran la tolerancia de un %, por retrasos personales, o sea aproximadamente 24 minutos en 8 horas, es apropiada para las condiciones típicas de la empresa.

Fatiga

Ya sea física o mental, la fatiga tiene como efecto: deficiencia en el trabajo. Son bien conocidos los factores más importantes que afectan la fatiga. Algunos de ellos son:

a) Condiciones de trabajo:

- Luz
- Temperatura
- Humedad
- Frescura del aire
- Color del cuarto y alrededores
- Ruido





b) Repetición del trabajo:

- Monotonía de movimientos semejantes del cuerpo.
- Cansancio muscular debido al esfuerzo de algunos músculos.

c) Salud general del trabajador, física y mental:

- Estatura física
- Dieta
- Descanso
- Estabilidad emotiva
- Condiciones familiares

Ya que la fatiga no puede eliminarse, hay que fijar tolerancias adecuadas a las condiciones de trabajo y a la monótona repetición en el mismo, que tanta influencia tienen en el grado de fatiga. Ha sido demostrada, por medio de experimentos, que la fatiga debe trazarse como una curva y no como una recta. La Oficina Internacional del Trabajo (OIT) ha tabulado el efecto de las condiciones de trabajo, a fin de llegar a un factor de tolerancias por necesidades personales y fatiga. Al aplicarse esta tabla, el analista debe determinar un valor de tolerancia por cada elemento del estudio.

Retrasos

Retrasos Inevitables.

Es aplicable únicamente a elementos de esfuerzo físico, e incluye hechos como: interrupciones de parte del capataz, del despachador, del analista de tiempos, irregularidades en los materiales, dificultades en el mantenimiento de tolerancias y especificaciones, interrupciones por interferencia en donde se asignan trabajos en máquinas múltiples.

Retrasos Evitables.

Incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, prestar ayuda a paros de máquinas sin ser llamados y tiempo ocioso que no sea para descansar de la





fatiga. No es costumbre el incorporar alguna tolerancia por estos retrasos. Estos retrasos se llevan a cabo por el operario a costa de su productividad.

Limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina

Este debe ser clasificado como retraso inevitable.

Valores típicos de las tolerancias.

En una investigación llevada a cabo en 42 plantas diferentes, se encontró que el porcentaje más bajo de tolerancias era de 10 %. Esta se aplicaba en una planta que producía accesorios eléctricos para el hogar. La tolerancia más grande que se encontró fue la de 35 %, siendo aplicada en dos plantas de acero. El promedio de todas las tolerancias encontradas, en todas las plantas que respondieron, fue de 17.7 %.

El cálculo del tiempo estándar se puede resumir de la siguiente manera:

- 1. Calcular el tiempo elemental (*TE*) del total de lecturas que satisfacen las especificaciones.
- 2. Calificar la actuación en cada elemento.
- 3. Determinar el tiempo normal (TN): TN = TE * Factor de la actuación.
- 4. Establecer tolerancias para cada elemento.

5. Calcular el tiempo estándar.
$$T.\textit{Est.} = \frac{100}{100 - \sum Tol}$$

Empleo de Datos Estándares

Para facilidad de referencia, los elementos de datos estándares constantes se tabulan y archivan según la máquina o el proceso. Los datos variables pueden tabularse o expresarse en función de una gráfica o de una ecuación, archivándose también de acuerdo con la clase de máquina o de operación.





Cuando los datos estándares se dividen para comprender lo relativo a una máquina y una clase de operación dada, es posible combinar constantes con variables y tabular el resultado, lo cual permite tener datos de referencia rápida que expresen el tiempo asignado para efectuar una operación por completo.

Estudios de Muestreo de Trabajo

El muestreo de trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

El método de muestreo de trabajo tiene varias ventajas sobre el de obtención de datos por el procedimiento usual de estudios de tiempos. Tales ventajas son:

- 1. No requiere observación continua por parte de un analista durante un período de tiempo largo.
- 2. El tiempo de trabajo de oficina disminuye.
- 3. El total de horas-trabajo a desarrollar por el analista es generalmente mucho menor.
- 4. El operario no esta expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas.
- 5. Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista.

Teoría de muestreo de trabajo

La probabilidad de x ocurrencias de un evento en n observaciones:

$$(p + q)^n = 1$$

p = probabilidad de una ocurrencia





q = 1-p = probabilidad de que no haya ocurrencia

n = número de observaciones

Planeación del estudio de trabajo

Una vez que el analista haya explicado el método y obtenido la aprobación del supervisor respectivo, estará en condiciones de realizar el planteamiento detallado, que es esencial antes de iniciar las observaciones reales.

El primer paso es efectuar una estimación preliminar de las actividades acerca de las que buscan información. Esta estimación puede abarcar una o más actividades. Con frecuencia la estimación se puede realizar razonable, deberá muestrear el área o las áreas de interés durante un período corto y utilizar la información obtenida como base de sus estimaciones.

Una vez hechas las estimaciones se debe determinar la exactitud que sea de los resultados. Esto se puede expresar mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido. El analista llevará a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Es posible determinar la frecuencia de las observaciones.

El siguiente paso será diseñar la forma para muestreo de trabajo en la que se tabularán los datos y los diagramas de control que se utilizarán junto con el estudio.

Determinación de las observaciones necesarias.

 $n = (^p (1 - ^p) / p) ^2$

p = Desviación estándar de un porcentaje

^p = proporción real d

e ocurrencias del elemento que se busca

n = número de observaciones





<u>Diagramas de Procesos</u>

Se definen los diagramas de proceso como representaciones graficas relativas a un proceso industrial o administrativo, de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, identificándolo mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza, incluye toda la información que se considera útil para una mejor definición del estudio del trabajo elegido, y presenta los hechos que posteriormente se analizan, tales como las distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Existen diversos tipos de diagramas los más utilizados son:

- 1. Diagrama de operaciones de proceso.
- 2. Diagrama de flujo de proceso.
- 3. Diagrama de recorrido.
- 4. Diagrama de interrelación hombre maquina.
- 5. Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla.
- 6. Diagrama de proceso para operario.

Los Diagramas de Procesos Tienen como Finalidad lo Siguiente:

- Detallar el proceso, visualizar costos ocultos; y con el análisis se trata de eliminar las principales deficiencias en los procesos.
- Lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipos y área de trabajo dentro de la planta.
- Los diagramas facilitan el trabajo con respecto al diseño de un puesto de trabajo además, de presentar de forma rápida y clara la información actual de los hechos que se presentan en un proceso.

Diagrama de Operaciones

Gráfico que muestra cronológicamente todas las operaciones del puesto de trabajo, equipos, etc. o el área a la que se le realiza un estudio; además de





mostrar las inspecciones, tiempos y materiales utilizados en un proceso de fabricación o administrativo, es decir, desde que llega la materia prima hasta el ensamblaje y/o empaque final del producto terminado.

Uso del Diagrama de Operaciones:

Una vez que el analista ha terminado su diagrama de operaciones, deberá prepararse para utilizarlo. Debe revisar cada operación y cada inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones, los siguientes enfoques se aplican, en particular, cuando se estudia el diagrama de operaciones:

- 1. Propósito de la operación.
- 2. Diseño de la parte o pieza.
- 3. Tolerancias y especificaciones.
- 4. Materiales.
- 5. Proceso de fabricación.
- 6. Preparación y herramental.
- 7. Condiciones de trabajo.
- 8. Manejo de materiales.
- 9. Distribución en la planta.
- 10. Principios de la economía de movimientos.

Los eventos mas importantes que el analista tiene que plantearse cuado estudia los eventos del diagrama de operaciones es el "¿Por que?", "¿Cual?", "¿Cómo?", "¿Donde?", y "¿Cuando?". Por lo tanto, el analista debe preguntase:

- 1. ¿Cual es la finalidad de la operación?
- 2. ¿Cómo podría efectuarse mejor la operación?
- 3. ¿Dónde podría ejecutarse a más bajo costo la operación?
- 4. ¿Cuándo debe llevarse a cabo la operación para que el manejo de materiales sea mínimo?





Respondiendo a estas preguntas, el analista advertirá otras cuestiones que pueden conducir al mejoramiento. Unas ideas parecen generar otras, y un analista experimentado encontrara siempre varias posibilidades de mejoramiento. Debe mantener la mente abierta y no dejar que contratiempos anteriores lo desanimen de ensayar las nuevas ideas.

Este diagrama de operaciones indica la afluencia general de todos los componentes que entraran en un producto y, como cada paso aparece en su orden o secuencia, es en si un diagrama de la distribución ideal en la planta o taller. El diagrama de operaciones ayuda a promover y explicar un método propuesto determinado. Como proporciona claramente una gran cantidad de información, es un medio de comparación ideal entre dos soluciones competidoras.

El Diagrama de Operaciones tiene como finalidad lo siguiente:

- Proporciona una imagen clara en toda la secuencia de los acontecimientos en el proceso.
- Estudiar las fases del proceso en forma sistemática.
- Mejorar la disposición de locales y el manejo de materiales.
- Disminuir demoras.
- Comparar dos métodos.
- Estudiar las operaciones y las inspecciones en relación unas con otras dentro de un mismo proceso y además para eliminar el tiempo improductivo.

Para el diagrama de Operaciones se debe tomar en cuenta:

- Los únicos símbolos que se utilizan en este diagrama son las operaciones y las inspecciones y se numeran en secuencia para comenzar con el primer paso en la parte más importante.
- El componente más importante generalmente aparece en el extremo derecho y a los demás componentes se les asigna un espacio a la izquierda de este componente.





- Siempre serán necesarios los datos tanto en el método actual como el propuesto: número de plano, número de identificación, la descripción del proceso, fecha de elaboración, nombre de la persona que lo hizo, además de otra información que nos permita identificar en cualquier momento a que se refiere el diagrama.
- Todos los pasos se deben listar en la secuencia adecuada para cada componente y se deben manejar en forma vertical de arriba hacia abajo.
- Se usan líneas verticales para indicar el flujo del proceso a medida que se realiza el trabajo y líneas horizontales que entroncan con las líneas verticales para indicar que entra material al proceso, ya sea proveniente de compras o sobre el que ya se ha hecho algún trabajo durante el proceso.

Elaboración del Diagrama de Operaciones de Proceso

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella. Algunos analistas prefieren separar las operaciones

Las operaciones manuales se relacionan con la mano de obra directa, mientras que los referentes a simples trámites normalmente son una parte de los costos directos o gastos.

Una inspección tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

Antes de empezar a construir el diagrama de operaciones del proceso, el analista debe identificarlo con un título escrito en la parte superior de la hoja. Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo, y se utilizan líneas horizontales que entroncan con las líneas de flujo verticales para indicar la introducción de material, ya sea proveniente de compras o sobre el que se ha hecho algún trabajo durante el proceso.





Los valores de tiempo deben ser asignados a cada operación e inspección. A menudo estos valores no están disponibles, por lo que los analistas deben hacer estimaciones de los tiempos necesarios para ejecutar diversas acciones.

Diagrama de Flujo de Proceso

Es una representación gráfica de todas las operaciones, las inspecciones, los transportes, las demoras y los almacenamientos que ocurren durante el proceso. Se aplica sobre todo a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o a una sucesión de trabajos en particular.

En general, contiene muchos más detalles que el diagrama de operaciones. Es por esto que no considera en conjunto ensambles complicados. Se utiliza solo para representar un componente de ese ensamble.

Presenta dos tipos de Diagramas.

- El tipo "Material" describe el proceso en términos de los eventos que suceden sobre el material. La descripción se hace por lo general en voz pasiva.
- El tipo "Operario" describe el proceso en términos de las actividades que realiza el hombre. Es una descripción en voz activa.

Uso del Diagrama de Flujo

Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Por eso es importante indicar en el diagrama todas las demoras y tiempos de almacenamientos, y el registro de los trayectos. Un estudio del plano de la planta con el proceso, suministra detalles relacionados con estos costos directos e indirectos del proceso, con vistas a introducir mejoras. El hecho de





que las distancias se registren en el diagrama, es de gran valor para poner de manifiesto como podría mejorarse la distribución de los equipos en la planta.

Una vez que el analista ha elaborado el diagrama de flujo de proceso, debe empezar a formular las preguntas o cuestiones basadas en las consideraciones de mayor importancia para el análisis de operaciones. En el caso de este diagrama se debe dar especial consideración a:

- 1. Manejo de materiales.
- 2. Distribución de equipo en la planta.
- 3. Tiempo de retrasos.
- 4. Tiempo de almacenamientos

El Diagrama de Flujo de Proceso tiene como finalidad lo siguiente :

- Proporciona una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos en el proceso.
- Sirve para la secuencia de un producto, un operario o una pieza.
- Mejorar la distribución de los locales y el manejo de materiales, disminuir esperas.
- Estudiar operaciones y otras actividades en su relación recíproca.
- Facilita la comprensión del proceso.
- Pone de manifiesto las relaciones proveedor- cliente (internos o externos).
- Supone una herramienta fundamental para obtener mejoras mediante el rediseño del proceso, o el diseño de uno alternativo.

Para el diagrama de Flujo se debe tomar en cuenta:

- Utiliza además de los símbolos de de operación e inspección, el de transporte, almacenaje y en caso de que se requiera la combinación de dos símbolos, actividad combinada.
- Para el diagrama de flujo de proceso del operario se utiliza la voz activa: plancha, lava, seca, desmancha, etc.





- Para el diagrama de flujo de proceso del material se utiliza la voz pasiva: es lavado, es secado, es desmanchado, etc.
- No debe dividirse la operación en detalles menores, para no saturar el diagrama de detalles pequeños.
- El diagrama debe indicar si el método es actual o propuesto, realizar la respectiva identificación.
- Los símbolos que se seleccionen para cada concepto deben estar conectados.

Elaboración del Diagrama de Flujo de Proceso

Como el diagrama de operaciones, el de flujo de un proceso debe ser identificado correctamente con un título. La información mencionada comprende, por lo general, número de la pieza, número del plano, descripción del proceso, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama.

El símbolo de transporte se emplea para indicar el sentido de la circulación. Así, cuando hay flujo en línea recta se coloca el símbolo con la flecha apuntando a la derecha del papel, cuando el proceso se invierte o retrocede, el cambio de sentido o dirección se señala dibujando la flecha de modo que apunte a la izquierda. Si el proceso se efectúa en un edificio de varios pisos, una flecha apuntando hacia arriba indica que el proceso que se efectúa siguiendo esa dirección, y una flecha que apunte hacia abajo indicará que el flujo de trabajo es descendente.

Es importante indicar en el diagrama todas las demoras y tiempos de almacenamiento. No basta con indicar que tiene lugar un retraso o almacenaje. Cuanto mayor sea el tiempo de almacenamiento o retraso de una pieza, tanto mayor será el incremento en el costo acumulado y, por tanto, es de importancia saber qué tiempo corresponde a la demora o al almacenamiento.

El método más económico para determinar la duración de los retrasos y los almacenamientos consiste en marcar varias piezas o partes con gris indicando la hora exacta en que fueron almacenadas o demoradas. Después hay que inspeccionar periódicamente la sección para ver cuándo regresaron a la





producción las partes marcadas. El analista obtendrá valores de tiempo suficientemente exactos, si considera un cierto número de casos, registra el tiempo transcurrido y promedia luego los resultados.

Diagrama de Recorrido

Es una representación topográfica de la distribución del área estudiada, en la que se indican la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de flujo del proceso. Dicho de otra forma, consiste en un plano del área estudiada, hecho a escala con sus máquinas y áreas de trabajo guardando la correcta relación entre sí, y representando todos los obstáculos presentes en la distribución. En el plano se trazan las trayectorias de los desplazamientos de los materiales, piezas, productos u operarios objeto del estudio.

Al elaborar este diagrama de recorrido el analista debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de flujo de proceso. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada una.

Es evidente que el diagrama de recorrido es un complemento valioso del diagrama de curso de proceso, pues en él puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito, y facilita así el poder lograr una mejor distribución en la planta.

El Diagrama de Recorrido tiene como finalidad lo siguiente:

- Mejorar la disposición de la fábrica
- Encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito.
- Lograr una mejor distribución de la planta.

Para el Diagrama de Recorrido se debe tomar en cuenta:

 La ruta del material ó del operario se sigue por medio de líneas con hilos.





- Cada actividad se localiza y se identifica por medio de un símbolo y un número que corresponde al diagrama de flujo de proceso.
- La dirección del movimiento se muestra con flechas que apuntan en la dirección del flujo o recorrido.

Para elaborar un Diagrama de Recorrido:

- Realizar un dibujo del área de estudio en una escala conveniente.
- Definir el punto de partida y llegada.
- El plano debe contener todos los obstáculos de construcción civil.
- Se dibujan los espacios ocupados por las máquinas, equipos, bancos de trabajo, etc.
- Se traza el recorrido del elemento.

Simbología Utilizada en el Diagrama de Recorrido

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
ALMACENAJE	Almacenaje. El almacenaje se da cuando un objeto se mantiene protegido contra la movilización no autorizada. El símbolo del almacenaje es un triangulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo.
OPERACIÓN OPERACIÓN	Operación. La operación sucede cuando se cambia intencionalmente alguna de las características físicas o químicas de un objeto, cuando se ensambla o se desmonta de otro objeto, o cuando se arregla o prepara para realizar otra actividad. La operación también se da cuando se entrega o se recibe información o bien cuando se lleva a cabo un calculo o se planea algo. El símbolo utilizado para la operación es un círculo.





DEMORA	Demora. Un objeto tiene demora o está rezagado cuando las condiciones, con excepción de las que de manera intencional se modifican las características físicas o químicas del mismo, no permiten o requieren que se realice de inmediato el siguiente paso, según el plan. El símbolo de la demora es una letra D mayúscula
INSPECCION	Inspección. La inspección sucede cuando se examina un objeto para identificarlo o para verificar la calidad o cantidad de cualquiera de sus características. El símbolo de la inspección es un cuadrado.
TRANSPORTE	Transporte. El transporte se presenta cuando se mueve un objeto de un lugar a otro, excepto el movimiento es parte de la operación o es provocado por el operador de la estación de trabajo durante la operación o la inspección. El símbolo de transporte es una flecha cuya orientación se usa algunas veces para indicar el sentido del movimiento.
	Actividad Combinada. Siempre que se necesite ilustrar las actividades realizadas sea concurrentemente o por el mismo operador en la misma estación de trabajo. Los símbolos para esas actividades se combinan tal como aparece en el ejemplo que representa la combinación de operación e inspección.

Estos símbolos permiten representar en forma gráfica, sencilla y rápida todas y cada una de las actividades que están sucediendo en el proceso, método o procedimiento. Dan una idea general de la situación actual de la producción





que permitirá realizar los respectivos análisis y tomar decisiones correspondientes.

A través de los símbolos de almacenaje, demora y traslado se pueden detectar los costos ocultos de cada una de las actividades que nos reportan gastos de recurso humano, pérdida de tiempo, material, etc.

Casos Particulares

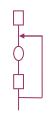
 Alternativa. Si el elemento puede seguir caminos diferentes existe bifurcación o alternativas de forma vertical. A continuación la figura:



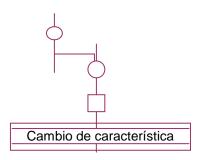
• Repetición.



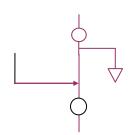
• Reproceso.



Cambio de caracteristica.



Desperdicio.

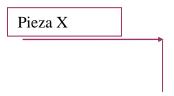




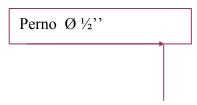


Reglas para Elaborar los Diagramas

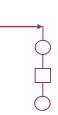
 Material que entra. Raya horizontal de identificación en la parte superior de la hoja, al final una raya vertical que indica circulación.



• La raya horizontal lleva todas las indicaciones de referencia.



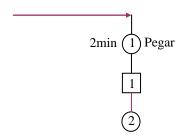
 La raya vertical lleva la sucesión de símbolos en el orden de las etapas del proceso.



Cada símbolo tiene una sucesión particular de números.



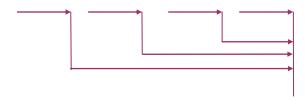
 A la derecha va el nombre de la actividad; izquierda, tiempo de duración, número de puesto o distancia.



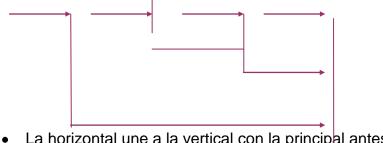




El resto de las verticales son secundarias, de derecha a izquierda en el orden en el que van entrando al proceso.



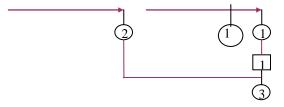
• El resto de las verticales son secundarias, de derecha a izquierda en el orden en el que van entrando al proceso.



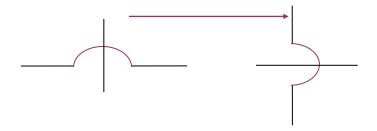
La horizontal une a la vertical con la principal antes del ensamblaje.

Vertical principal

Todo elemento o pieza que entra al proceso sin transformación se une por una "línea materia" a la circulación principal antes del símbolo de su utilización.



Numeración de la vertical principal a la izquierda teniendo en cuenta los cruces.







CAPITULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio

Este proyecto se diseñó con la finalidad de describir, registrar, analizar e interpretar la naturaleza, composición y procesos actuales del proceso productivo de la empresa FUNDIMARCA S.A. Se puede considerar que esta investigación comprende dos partes, una descriptiva y otra evaluativa.

Los primeros capítulos hablan a cerca de la empresa, su proceso productivo y el problema que se determinó, detalladamente, mencionando los elementos del proceso y los datos mínimos y necesarios que requiere una investigación descriptiva.

Una investigación descriptiva no es más que una indagación que se realiza sobre un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican con un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere

En la segunda etapa del proyecto se refleja claramente que se trata de un estudio evaluativo. Usando apreciaciones tanto cualitativas como cuantitativamente para determinar datos y cifras que arrojen resultados útiles a la investigación.

Una investigación evaluativa se puede definir como un proceso orientado a la toma de decisiones y a la acción, que busca determinar la pertinencia, eficacia e impacto del uso de recursos, actividades y resultados en función de objetivos preestablecidos, constituye un proceso dinámico, técnico, sistemático, riguroso, transparente, abierto y participativo, apoyado en datos, informaciones, fuentes y agentes diversos y explícitamente incorporado en el proceso de toma de decisiones.





Desde otro punto de vista, de la estrategia empleada por el investigador, se considera que el estudio es de Campo y aplicado; debido a que fue realizado observando los hechos en su ambiente natural, es decir, en el área de producción de la empresa FUNDIMARCA S.A., para así lograr un correcto diagnóstico de la situación actual de dicha empresa, de forma tal que se pueda hacer una propuesta que lleve a la solución del problema. Y además, se busca la mejora de un proceso mediante el diseño de estrategias, instrumentos y herramientas totalmente prácticas y directamente relacionadas con una situación real en el ambiente de trabajo.

Una investigación de ésta naturaleza, supone la demostración empírica de un conjunto de preguntas de investigación y recolección de datos de orden vivencial (Observación y Entrevistas), mediante la observación directa, los cuales se desprenden de los objetivos de la investigación. Los objetivos de la investigación serán manifestados con los resultados, por este motivo la presentación de los resultados se hará de tal forma que el lector pueda corroborar directamente que los objetivos fueron probados positivamente y se respondieron las preguntas de investigación y los datos recolectados.

Población y muestra

De acuerdo con los objetivos del presente estudio es necesario que se definan claramente las características de la muestra que será objeto de estudio de la presente investigación. Por ello debe establecerse la unidad de análisis y delimitación tanto de la población como de la muestra en estudio.

La población se define como el total de elementos sobre la cual queremos hacer una inferencia basándonos en la información relativa o la muestra. Y la muestra es definida como la parte de la población que seleccionamos, medimos y observamos.





Para la obtención de la información o datos que permitieron la descripción y evaluación del estado actual del objeto de estudio de la presente investigación, se utilizó una muestra representada por las operaciones que conforman el proceso para la fabricación de bocinas pequeñas en la empresa FUNDIMARCA S.A.

Para la selección de la muestra se utilizó el muestreo aleatorio, se tomaron en cuenta las opiniones de los 4 trabajadores no profesionales que intervienen directamente en el proceso. A demás, cabe resaltar el apoyo y opinión proporcionada por La ingeniero industrial encargada y de los 5 analistas (Estudiantes de la UNEXPO, de Ingeniería Industrial del VI semestre); para que de alguna manera u otra, fuese posible obtener la mayor cantidad de puntos de vista acerca del objeto de estudio, y así proporcionar una mayor objetividad y precisión en los resultados obtenidos.

Instrumentos

Una vez definido el tipo de estudio a realizar y la muestra adecuada al problema en estudio, le sigue una etapa que consiste en realizar la recolección de datos e información que sea pertinente, por lo que se debe hacer actividades como seleccionar o desarrollar un instrumento de medición, cuyo instrumento debe ser válido y confiable. Se debe aplicar y preparar las mediciones obtenidas para que puedan analizarse correctamente.

Las herramientas aplicadas en la etapa evaluativa del proyecto son de tipo cuantitativas en su mayoría. Algunos de ellos son tablas estadísticas en cuanto a la realización de cálculos e información par establecer resultados mediante diagramas o gráficos. De igual manera se usaron tablas cualitativas para medir variables como por ejemplo, las ambientales, en donde se determinaron los grados de las mismas.





Con base en lo planteado y para desarrollar la etapa referida a la recolección, codificación y análisis de los datos e información se utilizarán los instrumentos siguientes para la recolección de los datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Observación directa: La observación es un instrumento o herramienta de investigación que permite indagar, hacer un sondeo general, directo, detallista, repetitivo con el fin conseguir información en el lugar, en vivo y directo. Es el instrumento más básico a la hora de hacer un estudio de cualquier tipo, por eso es tan importante.
- Entrevistas: Representa una concurrencia y/o conferencia entre dos o más personas las cuales permiten expresar opiniones con relación a un tema determinado, hecho o asunto. Dicho de otra manera las entrevistas buscan opiniones por medio de una guía de preguntas bien elaboradas para aclarar un determinado tema o asunto. Además se aplicó la Técnica del Interrogatorio, las preguntas de la OIT y los Enfoques primarios al proceso de producción de ventanas panorámicas. Con la aplicación de la entrevista se logró obtener información más precisa y detallada acerca del proceso, los pasos y seguimiento de los materiales hasta la obtención del producto en la Empresa FUNDIMARCA S.A.
- Materiales: Se requirió de los siguientes materiales: Lápiz y papel, utilizados tanto en la observación y en las entrevistas debido a su facilidad de manejo y fácil acceso. Cámara fotográfica, empleada para captar las imágenes del área de proceso y para las maquinarias y equipos. Calculadora para la realización de los cálculos y sacar cuentas básicas. Un Cronómetro electrónico, para tomar las mediciones del tiempo, bien sea por concepto de demoras o para medir el tiempo de operación, basadas en minutos. Cinta métrica, para realizar las mediciones de la planta física. Computadora, Empleada en la trascripción del informe de investigación. Pent drive (Memoria portátil),





utilizados para almacenar toda la información concerniente al proyecto realizado, por su facilidad de manejo y para el respaldo de la información, de manera que pudiera ser transportado y distribuidos entre los 5 analistas, realizadores del proyecto.

Procedimiento

El procedimiento que se siguió para la realización de esta investigación se presenta a continuación:

Para llevar a cabo el procesamiento de información se realizó una serie de preguntas formuladas al personal que labora en la empresa aplicando las técnicas de la OIT y preguntas bien detalladas del proceso y de la empresa, con el fin de obtener detalles de las operaciones. De igual manera, se determinaron unas preguntas preliminares, del análisis operacional recolectada de los trabajadores

Delimitación del estudio, lo que llevó a seleccionar a la Empresa FUNDIMARCA S.A. para la realización de la actividad.

Se diseñó una entrevista orientada a recolectar información acorde a los intereses de la investigación. Esta fue realizada a modo de conversación para garantizar mejores respuestas. Se les realizó a los operarios, de forma directa. De igual manera se realizó la entrevista a la ingeniera recolectando la información, también en forma directa.

Definición y formulación del problema, considerando las áreas implicadas, personas involucradas y el posible impacto que tendrá el mismo. Con la finalidad de precisar el problema de La Empresa de INFORCA, c.a. y plantear la posible optimización o mejora a realizar.





Revisar y analizar las fuentes de información para la formulación del marco teórico; en este paso se realizó la revisión de todo el material y además los testimonios orales, con el fin de obtener toda la información posible y especificada de La Empresa FUNDIMARCA S.A.

Selección de los instrumentos de recolección de datos: los instrumentos utilizados fueron las entrevistas y visitas de observación. Estos instrumentos fueron seleccionados debido a la disposición y fácil aplicación de los mismos, y también por lo cómodo de obtener información detallada, además dada la cantidad y características de la muestra.

Análisis de la información recabada, esta se realizó con base a los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos (Observación, entrevistas, visitas). Para precisar los detalles del problema y posibles soluciones o mejoras a plantear.





CAPÍTULO V: Situación Actual

Selección de la actividad en estudio

Se seleccionó como objeto de estudio y seguimiento al material porque tiene mayor movimiento dentro de la empresa FUNDIMARCA S.A. El material empleado son residuos (chatarra) y viruta de bronce para hacer el producto final de fundición. Se trabajó específicamente con las chatarras, por ser mucho más utilizado en la empresa. Para trabajar con las virutas tendría que esperarse a que haya una cantidad suficiente acumulada para recopilarlas, fundirlas y vaciarlas en forma de lingotes.

Por otra parte se ha decidido trabajar con este producto ya que su obtención y elaboración involucra la utilización de la mayoría de las máquinas y herramientas del taller y como consecuencia, representa un seguimiento amplio sobre el funcionamiento del sistema productivo de todas las áreas de trabajo, con la finalidad de examinarla y analizarla para establecer las mejoras en las operaciones, y de esta forma hacer que el proceso sea mas óptimo.

Descripción del Proceso

FUNDIMARCA S.A., empresa especializada en la fabricación de partes, piezas y repuestos de bronce. Entre las principales piezas que fabrica se encuentran Bocinas de diámetros pequeños. La elaboración de las piezas se lleva a cabo con previo aviso, ya que es una empresa que trabaja por pedidos. La materia prima con que trabaja la empresa es residuo y piezas de bronce (chatarras), la cual, es suministrada por un camión que entra directamente al galpón de la empresa hasta el área de pesado, donde es pesada y seleccionada la cantidad de Kg. a comprar. Luego es llevada al conteiner (almacén de materia prima) en carretilla para su almacenaje. En la operación de transportar el bronce del área de pesado al conteiner, emplea un recorrido de 45m.





Se tiene un pedido de 6 Bocinas, orden de compra número 30. Especificaciones: 6 bocinas (60×50×40×38), para entregar en un lapso de 2 semanas. Se programa el día para fundir. Se sabe que la capacidad máxima del horno es de 630 a 650 Kg.

El proceso se inicia cuando se saca del conteiner la chatarra para llevarla al área de pesado, las piezas pesan 35 kg, se llevan 3 lingotes en la carretilla, esto tiene una duración total de 16 minutos. Se repite la operación 4 veces. Se depositan los pedazos de bronce en el horno. Simultáneamente, se procede a armar los moldes en el área de moldeado. La distancia entre estas dos áreas es de 2,5 m, muy cercano, debido a la existencia de un solo equipo de traslado (señorita) que no puede ser movida más allá del área por su base fija, la cual, suministra las piezas fundidas hasta los moldes, es por esta razón que hasta este momento, el horno no puede ser encendido aún, ya que ocasionaría un daño físico a los operadores por las altas temperaturas.

Por otra parte, se coloca en una mezcladora una cantidad de 20 palas de arena de sílice, también se agrega una cantidad de bentonita medida por un recipiente de 1/4 litros; otro recipiente con sílice blanco de 200 gr., y dos litros de agua, entonces, se procede a mezclar hasta que la misma quede homogénea. Para la preparación de los moldes, el operador escoge del almacén de cajas de moldeado las cajas necesarias, luego va al área de molde y toma los moldes deseados por las especificaciones requeridas por el cliente. Para hacer los moldes, primero se vierte sílice blanca sobre el suelo, de modo que cuando se lleve a cabo la operación no se peguen las piezas del suelo. En las cajas se vierte la mezcla homogénea traída de la mezcladora, constituyendo el molde en sí; esta distancia es de 5m. Se coloca la caja inferior del molde en el suelo (parte plana del piso). Se colocan los moldes dentro de ellas de manera adecuada y se empieza a rellenar con la mezcla, se va llenando la caja de moldeado poco a poco y alrededor de los moldes, compactando con el apisonador. Esto se realiza hasta llenar la primera caja, luego se le echa sílice blanca por encima para colocar la segunda caja sobre la primera. A esta caja de moldeado se le introduce dos tubitos y se le echa la





mezcla procedente de la mezcladora hasta quedar bien compactada usando el mismo procedimiento anterior. Se separan las dos cajas de moldeado para retirar los moldes y tubitos, se observa que queda marcada en la primera caja la forma que tendrán las bocinas, y en la segunda, los orificios marcados por los tubitos, por los cuales entrará la colada, es decir, por donde se vierte la fundición (montante), y el camino por donde va a fluir el material fundido (canal de la colada). Después de esto, se rocía gasolina con pintura para rociar sobre los moldes de las dos cajas, donde se enciende, con esto, la arena del molde obtiene más dureza y firmeza. Se vuelven a unir las dos cajas del moldeado, previamente, se les coloca barro para que no se derrame por las uniones, y luego se amarran con alambre para evitar igualmente el derrame.

Pasadas 4 horas de la constitución del molde se procede a prender el horno para empezar a fundir el material, a una temperatura de 1200°C. El proceso de fundición dura 2 horas. Cuando el material está completamente fundido, se deja reposar el material por 35 minutos antes de vaciarlos en los moldes para que no se formen poros en las piezas. Luego se vacía el líquido del horno, volteando el crisol para llenar un tobo especial. El tobo es transportado por la señorita, 2,5 m. y se vierte en los moldes. El tobo agarra de 50 a 60 Kg. Se deja reposar el líquido en el molde por 16 horas para luego desmoldar las piezas, seguidamente, se lleva este material para el área de corte y esmerilado a unos 16 m, para eliminar las uniones que resultaron de la fundición y esmerilar. Posteriormente, recorre 5 m hasta el área de almacén temporal (material en espera de ser procesado). Luego es llevado al área de torneado en un recorrido de 20 m, donde se coloca en la máquina de control numérico para las especificaciones y ajustes finales de forma. Finalmente las piezas son trasladadas 13 m hasta una mesa donde le dan los toques finales en cuanto a acabo superficial respecta. Estos ajustes se realizan de forma manual por un ayudante, lo lija o lima y lo limpia finalmente, luego lo coloca sobre otra mesa de inspección, recorriendo solo apenas 2m, donde se le coloca un lubricante para que no se oxide. Luego se devuelve a la mesa de inspección, ya que en ese lugar se mantienen las piezas hasta el final, a la espera que sea despachado por los clientes.





DIAGRAMA DE PROCESO(ACTUAL)

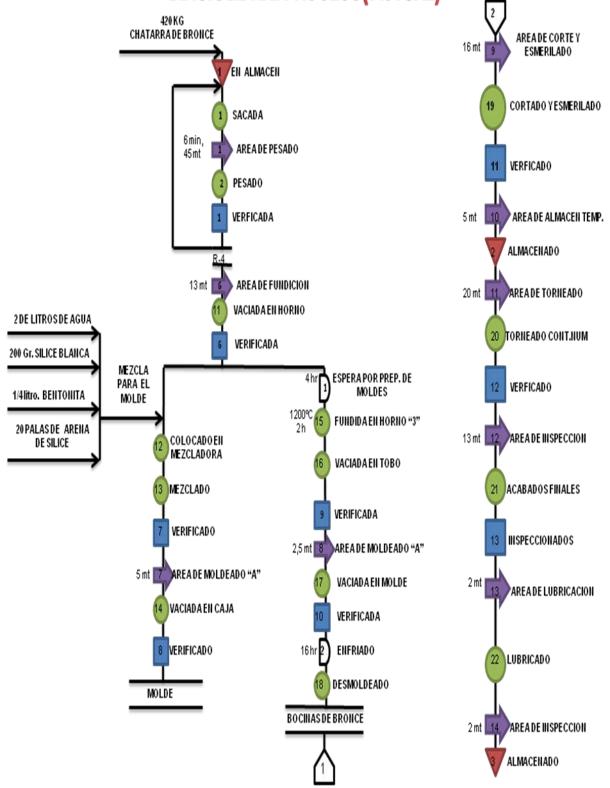
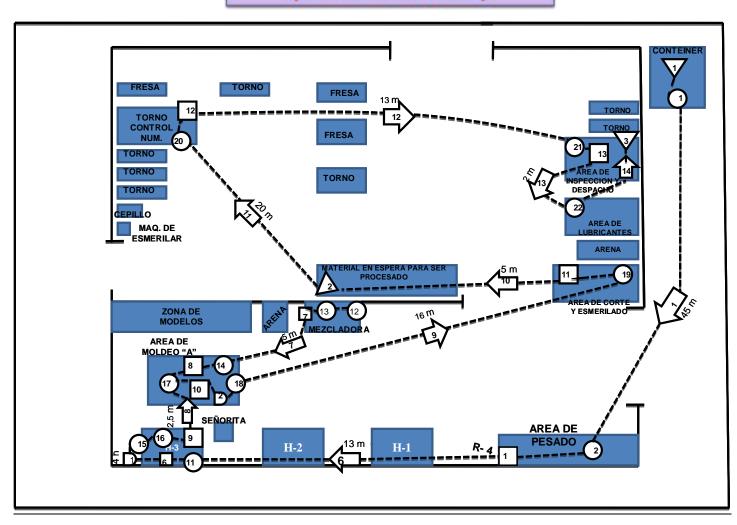






DIAGRAMA DE RECORRIDO ACTUAL (fabricación de bocinas)







Análisis actual del diagrama de proceso

El proceso para la fabricación de bocinas en la empresa FUNDIMARCA S.A. Se realiza mediante pedidos, por lo que la empresa planifica los días que utilizará para cada una de las operaciones y actividades, esto es debido a los tiempos de duración de algunos como el moldeado y fundición, los cuales son uno de los más largos que se invierten en su realización.

Cabe destacar que se realizó el seguimiento al material, por lo que no se especifican las actividades que directamente realizan los operarios y sus ayudantes, sino que se hace énfasis a las ubicaciones, traslados y transformaciones que puede tomar la materia prima.

El proceso lleva un total de 22 operaciones, 2 demoras de 20 horas ,13 verificaciones, 3 almacenes y 14 traslados con un total de 123,5 metros. Se puede observar que una de las mayores distancias lo representa el traslado desde el almacén de materia prima hasta el área de pesado con 45 metros, lo cual toma un tiempo de recorrido de 6 minutos incluyendo ida y vuelta. Otra gran distancia que se observa son 20 metros desde almacén temporal hasta el torno, sin embargo, esta distribución no se pretende cambiar, pues no resulta necesario, ya que hay otras máquinas herramientas puestas a menor distancia, las cuales rectifican piezas más grande y es conveniente así por el peso de las mismas.

La empresa posee una gran demora de 4 horas debido a la cercanía del área de moldeado al área de fundición, por lo que el horno no puede ser encendido hasta que los operadores hayan terminado su labor con los moldes porque el calor es abrasador.

El total de operaciones que se realizan en la empresa FUNDIMARCA S.A. para la realización de un pedido de bocinas pequeñas de bronce como el ya mencionado en la descripción del proceso es de: 54 operaciones en total.



Análisis Operacional



1. Propósito de la operación.

Consiste básicamente, en transformar chatarra de bronce por medio de un proceso de fundición en bocinas o deslizaderas de bronce. Es recomendable el mejoramiento del proceso. Siendo en particular las bocinas, los productos terminados a estudiar.

2. Diseño de las partes.

En nuestro caso, el diseño de las bocinas depende de las especificaciones del cliente. Estas especificaciones pueden ser en cuanto a: dimensiones, si se requieren huecas o macizas, los diámetros internos y externos.

3. Tolerancias y/o Especificaciones.

El diseño de las piezas exige unas medidas y especificaciones estrictas, que son las exigidas por el cliente, los tornos numéricos están graduados para realizar las bocinas, por lo tanto es necesario inspecciones periódicas que permitan calibrar el equipo.

4. Materiales.

Se utiliza chatarra de bronce, no es posible cambiarlo ya que éste es el más económico y también el más adecuado para la realización de las bocinas de bronce y el mismo nos da la calidad deseada del producto. Cuando se hacen las operaciones por arranque de viruta, también se utilizan estas escorias, sin embargo, para efectos de este proyecto no se trabajará en base a ese material, ya que implica la acumulación de una suficiente cantidad de viruta para ser fundida en lingotes y reprocesadas, lo que involucraría mucho tiempo de espera por recolectar el material.

Análisis del proceso.

El proceso de manufactura es parte manual y parte mecánica. Se pude sugerir la posibilidad de mecanizar aun más el proceso con la inversión requerida, y realizar la organización de algún área del taller. Existen actividades que los





operarios realizan aplicando fuerza física, que pueden ser mejorados y no necesariamente con altos costos. Por ejemplo, en una parte del proceso, cuando se vacía la colada en los tobos desde el crisol, los operarios dan unos pocos pasos hasta la señorita, llevando el tobo a pulso. Esta actividad lo debe realizar con sumo cuidado por las altas temperaturas del líquido fundido. Se recomienda usar un carrito para transportar al tobo esta pequeña distancia. Este medio de transporte no debe tener mucha altura para colocar el tobo con poca fuerza y que lo puedan hacer con el cuidado que requiere, sin fatigarse por el peso y evitar lo más posible el contacto cercano con el vapor que emana.

6. Preparación y Herramental.

Este proceso tiene una preparación previa ya que la elaboración de las bocinas se programa para un día específico ya que todos los días no se puede fundir. La Ingeniera Industrial encargada hace las planificaciones diarias de las actividades a realizar. Se utilizan las maquinarias a su máxima capacidad. Una de las deficiencias observadas en el proceso es con respecto a la preparación de los moldes. Los operarios hacen la actividad el mismo día de la fundición y se genera un retraso al proceso ya que son ellos mismos quienes realizan las actividades, es decir, no hay más trabajadores, y por otro lado, que pueden encender el horno luego de terminar el moldeo por las altas temperaturas que se produce en la zona. Con el método propuesto se quiere disponer de otro espacio para que sea el área de moldeado, de manera que sea mucho más amplio y se puedan hacer la mayor cantidad de moldes posibles de una sola vez. El objeto de disponer de dos áreas para el moldeo radica en que en un día se puede realizar los moldes para una fundición y prepara en la otra área los moldes para el día siguiente. Esto traería ventajas al proceso, se evitarían demoras y perder tiempo por este concepto, los cuales son traducibles en costos significativos.

7. Condiciones de trabajo.

Los operarios trabajan en un galpón que tiene un techo bastante alto por donde se puede decir que circula los vapores, gases y polvo y por donde penetra





relativamente la luz. Sin embargo, la iluminación no es la más adecuada, sobre todo se observa en la tarde, en el área donde están ubicadas las máquinas herramientas (tornos, fresas, rectificadoras) y donde se realizan los moldes. Las altas temperaturas en el área ocurren durante el encendido del horno y enfriado de éste. Las personas tienen que retirarse suficientemente para evitarlo durante esta operación, no obstante, de igual manera se ven afectados por el calor durante toda la jornada de trabajo. Sería necesario mejorar la ventilación del lugar. Se recomienda estudiar la posibilidad de colocar grandes ventiladores en la parte superior del galpón que sean bastante eficientes y no generen ruidos o un sistema de aire acondicionado industrial para mejorar el clima.

Los mismos trabajadores limpian diariamente su lugar de trabajo, por lo que se puede decir que no se encuentran desperdicios por doquier, las zonas están bien organizadas, incluso los desechos están apilados por la parte de afuera adyacente al conteiner.

8. Manejo de materiales.

Se recomienda disminuir el tiempo de recorrido del material y la energía involucrada en el proceso debido a que el operario realiza movimientos muy bruscos de agacharse y levantarse para colocar la chatarra en el peso, en el horno y al realizar el moldeado se recomienda aprovechar la fuerza de gravedad para el manejo del material.

9. Distribución de la planta y Equipos.

En este caso el recorrido del material de almacén al área de pesado es relativamente largo, se recomienda reducir estas distancias con la reubicación del almacén más cerca del galpón, también es conveniente proporcionar un nuevo equipo (señorita) para así poder poner operativo el otro horno para la utilización de un área mayor para moldear, a demás de garantizar la continuidad del trabajo en caso de que se dañe el otro horno o cuando sea necesario cambiar el crisol.





Técnica del interrogatorio en la empresa FUNADIMARCA S.A.

Preguntas Realizadas a los operarios:

- Material:
- 1. ¿Puede hacerse el material en la empresa?
- R: No, el material se obtiene por pedidos.
- 2. ¿Puede sustituirse por otro mejor, más barato o menos escaso?
- R: No, ya se usa lo más barato que es chatarra.
- 3. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?
- R: Si.
- 4. ¿Pueden usarse los desperdicios?
- R: Si.
- Maquinarias y Herramientas:

(Pesa, hornos, moldes, mezcladora, carretilla, torno, etc.,)

- 1. ¿Los equipos y herramientas se encuentran en buenas condiciones?
- R: Si, sin embargo hay un horno fuera de uso por estar dañado.
- 2. ¿Puede reducirse el tiempo de montaje?
- R. Si, se puede.
- 3. ¿Se utiliza la maquinaria adecuada?
- R: Si.
- 4. ¿Están colocadas convenientemente?
- R: Si.





5. ¿Se puede aprovechar el tiempo libre de los operadores y de las maquinas?

R: Si, hay muchas holguras.

- Distribución y Condiciones del lugar:
- 1. ¿Se han reducido al mínimo los transportes?

R: No, se pueden reducir más.

2. ¿Está limpio y ordenado el lugar de trabajo?

R: No, hay muchas virutas del bronce

3. ¿Se usa el espacio disponible para realizar las bocinas de bronce?

R: No, hay limitaciones.

4. ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?

R: Si, de hecho conversan bastante.

- Seguridad:
- 1. ¿Qué utiliza el operario para protegerse al realizar las bocinas?

R: Lentes, camisa, jeans, botas, uniforme.

2. ¿El operario entiende las reglas y normas de seguridad?

R: Si.

3. ¿Qué requisitos o aptitudes debe reunir el trabajador?

R: Solo que tenga experiencia como operario, conocimiento del tema y aptitud. El tornero a demás, debe tener como mínimo un grado de técnico medio con relación y previa capacitación.





4. ¿Cuenta con el equipo de seguridad necesario?

R: Si.

- Diseño:
- 1. ¿Puede variar la calidad de la bocina cambiando el diseño?
- R: No, hay vario tipos y tamaños de bocinas.
- 2. ¿Son necesarias y apropiadas las tolerancias?
- R: Sí.
- 3. ¿Se reduce el tiempo y los materiales combinándolo?
- R: Sí, relativamente.
- 4. ¿Es más fácil su manejo?
- R: Si.

Técnica del interrogatorio

Se aplicará esta herramienta a todas las operaciones básicas en la fabricación de Bocinas de Bronce en la empresa FUNDIMARCA S.A., que son pesar, moldear, fundir, esmerilar, tornear y lubricar.

- Pesar
- 1. ¿Qué se hace?

Se colocan los pedazos de bronce en el peso.

2. ¿Dónde se hace?

En el área de pesado.

3. ¿Quién lo hace?

Un ayudante.

4. ¿Cómo se hace?

Se colocan uno a uno en la balanza de pesado.

- Moldear
- 1. ¿Qué se hace?

Se toman las cajas de moldeado y el molde de las bocinas.

2. ¿Dónde se hace?





En el área de moldeado.

- ¿Quién lo hace?Un operario y un ayudante.
- 4. ¿Cómo se hace?

En el suelo se coloca sílice blanca y encima de esta se pone la primera caja de moldeo dentro de esta se coloca los molde de las bocinas y se empieza a rellenar todo el alrededor del molde con una mezcla especial al quedar bien compactada se retiran los molde y se hace un camino por donde pase la colada toma la segunda caja de moldear se le hace la misma operación que a la primera con la variación que a esta en vez de los molde de las bocinas se le colocara 2 tubos en cada extremo de la caja al quedar la mezcla bien compactada se retiran los tubos y quedaran 2 orificios por donde correrá la colada, luego se unirán las 2 cajas de moldeado.

Fundir

1. ¿Qué se hace?

Se prende el horno.

2. ¿Dónde se hace?

En el área de fundición.

3. ¿Quién lo hace?

Un operario y dos ayudantes.

4. ¿Cómo se hace?

Se toman los pedazos de bronce se colocan dentro del horno cuando este hasta el tope se prende el horno para empezar a fundir, cuando el bronce esta liquido se colocan los pedazos sobrantes.

Esmerilar

1. ¿Qué se hace?

Se toman las bocinas de bronce se esmerilan y cortan las uniones.

2. ¿Dónde se hace?

En el área de corte y esmerilado.

3. ¿Quién lo hace?

Un operario capacitado.





4. ¿Cómo se hace?

Se toman las bocinas de bronce se cortan con el esmeril las uniones y se quitan los excesos de la pieza.

- Tornear
- 1. ¿Qué se hace?

Se toman las bocinas y se colocan en el torno numérico.

2. ¿Dónde se hace?

En el torno numérico.

3. ¿Quién lo hace?

Un operario capacitado.

4. ¿Cómo se hace?

Se van dando las especificaciones en el torno para que le de las dimensiones deseadas.

- Lubricar
- 1. ¿Qué se hace?

Se toman las bocinas de bronce y se le coloca un lubricante.

2. ¿Dónde se hace?

En la mesa de lubricación.

3. ¿Quién lo hace?

Un ayudante.

4. ¿Cómo se hace?

Se toma la bocina y con una brocha se coloca el lubricante.

Preguntas de la OIT:

A. Operaciones.

1. ¿Qué propósito tienen las operaciones?

El propósito es elaborar bocinas de bronce según los requerimientos del cliente.

2. ¿El propósito de las operaciones puede lograrse de otra manera?





No, ya que este es el único método con el cual se trabaja en esta empresa.

3. ¿Las operaciones se efectúan para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿o se implantaron para atender las exigencias de uno o dos clientes nada más?

Se efectúan para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto, es decir, de todos los clientes que hacen pedidos a esta empresa.

- 4. ¿Puede comprarse la pieza a menor costo?
- Si, pero depende de las especificaciones del cliente, pueden ser de diferentes dimensiones y la cantidad del pedido.
- 5. ¿Las operaciones se pueden efectuar de otro modo con el mismo resultado?

No, este método es el más adecuado.

¿Podrían combinarse algunas operaciones?No.

B. Modelo.

- 1. ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación? El modelo puede modificarse dependiendo de las especificaciones exigidas por el cliente, pero no se puede simplificar o eliminar la operación.
- 2. ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?

Si permite seguir una buena práctica de fabricación.

- C. Condiciones exigidas por la inspección.
 - 1. ¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?





Las condiciones son máximas, debido a que son necesarias al terminar cada fase del proceso.

- ¿Todos los interesados conocen esas condiciones?Si.
- 3. ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes? No necesariamente.
- ¿Concuerdan todos los interesados en lo que es la calidad aceptable?
 Si.
- ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?
 Estas pueden ser algunas tales como: medidas erróneas y mal acabado superficial.
- 6. ¿La norma de calidad está precisamente definida o es cuestión de apreciación personal?
 Está precisamente definida.
- D. Manipulación de Materiales.
 - 1. ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?

La cantidad de tiempo que se emplea en traer el material del almacén (conteiner) hasta el área de pesado en proporción con el tiempo invertido en manipularlo si el almacén estuviese más cerca seria considerable.

¿Podría el operario inspeccionar su propio trabajo?
 Si.





3. ¿Se podría aprovechar la fuerza de la gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?
No.

4. ¿Se resolvería más fácilmente el problema del curso y manipulación de los materiales trazando un curso grama analítico?
Si.

5. ¿Está el almacén en un lugar cómodo?

El lugar es cómodo aunque tiene deficiencias ya que esta muy alejado del área de pesado, por lo tanto las ida y venidas produce fatigas en los operarios.

- 6. ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?
- Si, pero muy alejados de las áreas de trabajo
- 7. ¿Es fácil despachar los a medida que se acaban?

Si.

8. ¿Se evitarían los agolpamientos con una mejor programación de las etapas?

Si.

9. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?

Si.





E. Análisis del Proceso.

1. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?

Las operaciones de fabricación de paletas de almacenaje se combinan con las inspecciones en cada fase del proceso, pero no se pueden eliminar porque son fundamentales en la elaboración de este tipo de paletas.

2. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible? ¿o mejoraría si se le modificara el orden?

La sucesión no es la mejor posible, por ello se hace la propuesta de cumplir con ciertas operaciones de forma simultánea y además establecer labores fijas para los operarios.

- 3. ¿No sería conveniente hacer un estudio conciso de la operación estableciendo su curso grama analítico?
 Si sería conveniente.
- 4. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?
- Si, de hecho en la fabricación de paletas de almacenaje las operaciones van de la mano de la inspección.
- 5. ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?

El trabajo se inspecciona a medida que se realizan las operaciones y al final de todo el proceso.

- 6. ¿Podrían fabricarse otras piezas similares utilizando el mismo método, las mismas herramientas y la misma forma de organización?
- Si, de hecho también se fabrican paletas de almacenaje de acuerdo al modelo que requiere el cliente, usando las mismas herramientas y equipos además de un método y organización muy similar.





F. Materiales.

- ¿El material que se utiliza es realmente el adecuado?
 Si es el material adecuado.
- 2. ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera? Si se podría reemplazar, pero el resultado obtenido con otra clasificación de materiales seria de una calidad inferior.
- 3. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso? No, el material se compra en estado natural.
- 4. ¿El material es entregado suficientemente limpio? Si.
- ¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?
 se saca el máximo partido, porque se reprocesa el desperdicio (viruta).
- 6. ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes de material o retazos inaprovechables?
- Si, la viruta se funde para hacer los lingotes para después utilizarlos para la elaboración de las bocinas de bronces.
- G. Organización del trabajo.
 - 1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?

El ingeniero comisionado recibe el pedido y da especificaciones al operario encargado el cual asigna labores al resto de los operarios dependiendo de las exigencias del cliente.

2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?





No, porque en oportunidades falta material y algunos operarios se encuentran es estado de ocio. En otras ocasiones, las labores dependen del número de pedidos.

¿Cómo se dan las instrucciones al operario?De forma escrita y verbal.

4. ¿Cómo se consiguen los materiales?

Los materiales son pedidos vía telefónica y en algunos casos personalmente al proveedor, y en cierto tiempo envían el material a la empresa, y dependiendo de la urgencia con que sea necesitado.

5. ¿Hay control de la hora? En caso afirmativo, ¿cómo se verifican la hora de comienzo y de fin de la tarea?

El control de la hora de inicio y fin de las tareas de los operarios se lleva por la llegada y salida de ellos a la empresa (en transporte), pero no hay un documento que registre estos tiempos.

6. ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o puede mejorarse?

Puede mejorarse.

7. ¿Los materiales están bien situados?

No, porque al momento de sacar los pedazo de bronce del almacén tardan mucho en trasladarlo al área de pesado.

8. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?

Deben recuperarse, por lo general lo reutilizan, lo funden para otro pedido.

9. ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajaran y se les dan suficientes explicaciones?

Si se hace conocer cada unas de las áreas de la empresa con explicaciones necesarias a los nuevos obreros.





10. Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?

Si.

11. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas? No.

- H. Disposición del lugar de trabajo.
 - ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?

Si.

- ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?
 No.
- ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?
 No.
- 4. ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos? Si.
- 5. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, entre otros?

Si.

6. ¿La luz existente corresponde a la tarea?

Si.

7. ¿Se ha persisto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?





Si.

8. ¿Existen armarios para que los operarios guarden sus objetos personales?

Si.

I. Herramientas y equipos.

- 1. ¿Es suficiente el volumen de producción para justificar herramientas y dispositivos muy perfeccionados y especializados?
- Si, porque trabajan por pedidos de gran tamaño.
- 2. ¿Disminuiría la calidad si se usara un herramental más barato?

 No disminuiría la calidad pero si modificaría los costos, pues por lo general la vida útil de las herramientas sería menor y habría que adquirir nuevos implementos de trabajo en menos tiempo.
- 3. ¿Se suministran las mismas herramientas a todos los operarios?

 Todas las herramientas están al alcance de todos los operarios pero sólo utilizan las que les corresponden según el trabajo a realizar.
- 4. ¿Las herramientas están en posiciones calculadas para el uso al fin de evitar la demora de la reflexión?
 Si.
- J. Condiciones de trabajo.
- 1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
- Si, en el galpón principal la luz es suficiente.
- 2. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable? Y en caso contrario, ¿no se podrían usar ventiladores?





No. Pueden instalarse ventanales que permitan la suficiente ventilación del lugar.

¿Se pueden reducir los niveles de ruido?No.

4. ¿Se puede proporcionar una silla?

No.

5. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?

Si.

6. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad? No, en su totalidad.

7. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?

No. Es rustico y bastante adherente.

8. ¿Se enseñó al trabajador a evitar los accidentes?

Si.

9. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?

Si.

K. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto.

1. ¿Es la tarea aburrida y monótona?

Es monótona.

2. ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?

Si.





- 3. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
- Si.
- ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
 Si puede.
- 5. ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
- Si puede.
- 6. ¿Puede el operario hacer la pieza completa? No puede. Solo con la ayuda de un ayudante.
- ¿Es posible la rotación entre puestos de trabajo?
 Si es posible.
- 8. ¿Se puede aplicar la distribución del trabajo organizado por grupos? Si es posible.
- ¿Es posible y deseable el horario flexible?Si.
- 10. ¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?
- Si, aunque hay ocasiones en que depende del desempeño de los operarios.





CAPÍTULO VI: Situación Propuesta

Descripción del Proceso

FUNDIMARCA S.A., empresa especializada en la fabricación de partes, piezas y repuestos de bronce. Entre las principales piezas que fabrica se encuentran Bocinas de diámetros pequeños. La elaboración de las piezas se lleva a cabo con previo aviso, ya que es una empresa que trabaja por pedidos. La materia prima con que trabaja la empresa es residuo y piezas de bronce (chatarras), la cual, es suministrada por un camión que entra directamente al galpón de la empresa hasta el área de pesado, donde es pesada y seleccionada la cantidad de Kg. a comprar. Luego es llevada al conteiner (almacén de materia prima), el cual está ubicado adyacente al galpón, en carretilla para su almacenaje. En la operación de transportar el bronce del área de pesado al conteiner, emplea un recorrido de 11m.

Se tiene un pedido de 6 Bocinas, orden de compra número 30. Especificaciones: 6 bocinas (60×50×40×38), para entregar en un lapso de 2 semanas. Se programa el día para fundir.

Se sabe que la capacidad máxima del horno es de 630 a 650 Kg.El proceso se inicia cuando se saca del conteiner la chatarra para llevarla al área de pesado, las piezas pesan 35 kg, se llevan 3 lingotes en la carretilla, esto tiene una duración total de 16 minutos. Se repite la operación 4 veces. Se depositan los pedazos de bronce en el horno. La distancia del área de pesado al horno es 3,8m. Simultáneamente, se procede a armar los moldes en el área de moldeado. La distancia entre el área de moldeado y fundición es de 2,5 m, ya que se esta utilizando la nueva señorita recomendada por el estudio.

Por otra parte, se coloca en una mezcladora una cantidad de 20 palas de arena de sílice, también se agrega una cantidad de bentonita medida por un recipiente de 1/4 litros; otro recipiente con sílice blanco de 200 gr., y dos litros de agua, entonces, se procede a mezclar hasta que la misma quede





homogénea. Para la preparación de los moldes, el operador escoge del almacén de cajas de moldeado las cajas necesarias, luego va al área de molde y toma los moldes deseados por las especificaciones requeridas por el cliente. Para hacer los moldes, primero se vierte sílice blanca sobre el suelo, de modo que cuando se lleve a cabo la operación no se pequen las piezas del suelo. En las cajas se vierte la mezcla homogénea traída de la mezcladora, constituyendo el molde en sí; esta distancia es de 2,5 m. Se coloca la caja inferior del molde en el suelo (parte plana del piso). Se colocan los moldes dentro de ellas de manera adecuada y se empieza a rellenar con la mezcla, se va llenando la caja de moldeado poco a poco y alrededor de los moldes, compactando con el apisonador. Esto se realiza hasta llenar la primera caja, luego se le echa sílice blanca por encima para colocar la segunda caja sobre la primera. A esta caja de moldeado se le introduce dos tubitos y se le echa la mezcla procedente de la mezcladora hasta quedar bien compactada usando el mismo procedimiento anterior. Se separan las dos cajas de moldeado para retirar los moldes y tubitos, se observa que queda marcada en la primera caja la forma que tendrán las bocinas, y en la segunda, los orificios marcados por los tubitos, por los cuales entrará la colada, es decir, por donde se vierte la fundición (montante), y el camino por donde va a fluir el material fundido (canal de la colada). Después de esto, se rocía gasolina con pintura para rociar sobre los moldes de las dos cajas, donde se enciende, con esto, la arena del molde obtiene más dureza y firmeza. Se vuelven a unir las dos cajas del moldeado, previamente, se les coloca barro para que no se derrame por las uniones, y luego se amarran con alambre para evitar igualmente el derrame.

Pasadas 4 horas de la constitución del molde se procede a prender el horno para empezar a fundir el material, a una temperatura de 1200°C. El proceso de fundición dura 2 horas. Cuando el material está completamente fundido, se deja reposar el material por 35 minutos antes de vaciarlos en los moldes para que no se formen poros en las piezas. Luego se vacía el líquido del horno, volteando el crisol para llenar un tobo especial. El tobo es transportado por la señorita nueva 2,5 m. y se vierte en los moldes. El tobo agarra de 50 a 60 Kg. Se deja reposar el líquido en el molde por 16 horas para luego desmoldar las

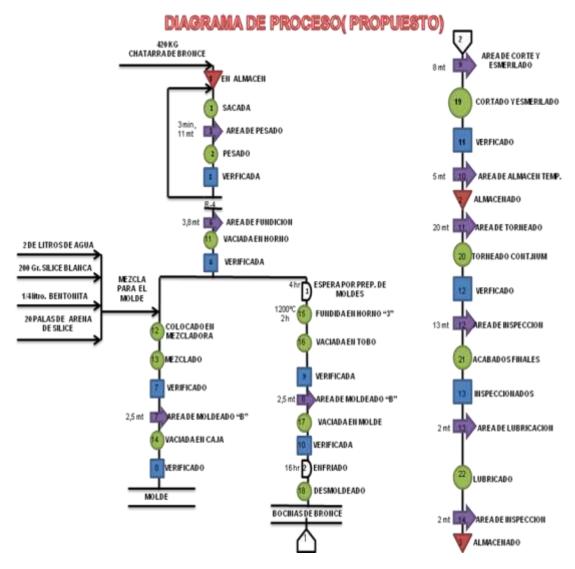




piezas, seguidamente, se lleva este material para el área de corte y esmerilado a unos 8 m, para eliminar las uniones que resultaron de la fundición y esmerilar. Posteriormente, recorre 5 m hasta el área de almacén temporal (material en espera de ser procesado). Luego es llevado al área de torneado en un recorrido de 20 m, donde se coloca en la máquina de control numérico para las especificaciones y ajustes finales de forma. Finalmente las piezas son trasladadas 13 m hasta una mesa donde le dan los toques finales en cuanto a acabo superficial respecta. Estos ajustes se realizan de forma manual por un ayudante, lo lija o lima y lo limpia finalmente, luego lo coloca sobre otra mesa de inspección, recorriendo solo apenas 2m, donde se le coloca un lubricante para que no se oxide. Luego se devuelve a la mesa de inspección, ya que en ese lugar se mantienen las piezas hasta el final, a la espera que sea despachado por los clientes.







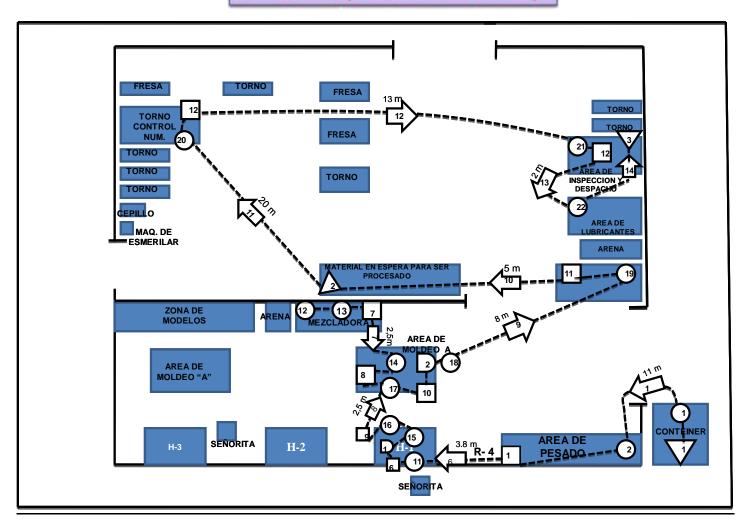


TOTAL: 54





DIAGRAMA DE RECORRIDO PROPUESTO (fabricación de bocinas)







Mejoras Proyectadas para el Método Actual

El nuevo método presenta una gran ventaja con respecto al método actual. Básicamente estas son las propuestas para mejorar el método de trabajo:

- 1. Trasladar el conteiner con una grúa y colocarlo a una distancia menor del área en donde se dan forma y vida a las bocinas de bronce. La nueva ubicación del almacén de materia prima sugiere una reducción enorme de las distancias que tenía que recorrer la persona encargada de sacar las chatarras y llevar a pesarlas, siendo esta de 11 m, cuando actualmente está ubicado a unos 45 m. Se pudo calcular también que aproximadamente la persona invertiría solo 3 min en total por viaje desde que selecciona las piezas, monta y llega hasta el área de pesado. Actualmente dura 6 min apróximadamente por viaje.
- 2. Habilitar el horno número 1. realizándose un mantenimiento al mismo, el cual no es tan costoso, se tendría la ventaja de que colocaría operativo otro horno más. Se sabe que la vida útil del crisol son para 60 coladas (sin embargo, siempre realizan más coladas por crisol, hasta que luzca sin vida útil), por lo que en algun momento se tendrá que invertir tiempo para cambiar el crisol y eso toma prácticamente una semana. Cuando sucede esos casos la empresa pierde esa semana de fundición, por lo que sólo realizan otras operaciones. Con esta nueva propuesta no se tendrían esas pérdidas de tiempo, ya que el otro horno estaría a disposición para reemplazar las actividades del otro, para eso y en otros casos como daños y reparación.

En el diagrama de flujo o recorrido se puede observar que está siendo utilizado el horno número 1, y por consecuencia, se reducen unos pocos metros las distancias recorridas ya que queda más cerca tanto del área de pesado, de la mezcladora y del área de corte y esmerilado. No osbtante, para efectos del trabajo cotidiano estarían ambos hornos en





servicio, usándose alternadamente y dependiendo de las próximas propuestas a tratar.

- 3. La implementación de otra señorita, es decir, de otro equipo móvil (de traslado) que pueda surtir el transporte del nuevo horno a usar hasta el área de moldeado. El impedimento que tenía la habilitación de ese horno radica en que resultaba engorroso para los operadores trasladar una cantidad mayor de metros el tobo desde ese horno H-1 hasta la señorita, para llegar hasta el área de moldeado. Desde el horno H-3 solo tenían quedar unos pocos pasos para engancharlo, pero la ditancia del horno H-1 hasta la señorita actual es comprensible, considerando el peso de los tobos, lo caliente que está y considerando el riesgo bajo la cual se someten al trasladarlo a pulso. Como es de suponerse, los operadores no estaban dispuestos a realizan esta actividad porque se fatigan mucho.
- 4. Comprar una cachurra para trasladar los tobos desde los hornos hasta la señorita. La cachurra puede ser básica y rudimentaria, lo importante es que el piso de la misma sea de poca altura, de manera que los encargados de esta operación no tenga que elevar tanto el tobo para ponerlo sobre este medio de transporte. Allí se realiza esta actividad manual, sin embargo implica un riesgo, a pesar de que se cumple con medidas de seguridad deben algunas hacer esta actividad pausadamente y con mucho rigor. No obstante, con estas propuestas sería mucho más conveniente usar una cachurra por otra razón, con la utilización del otro horno podría trasladarse el tobo usando ambas señoritas (la actual y la propuesta) y el riesgo se duplicaría, ya que se montaría y bajaría el tobo dos veces más. Para evitar algún accidente seguir estas recomendaciones.





- 5. la utilización de otra área de moldeado, usándose simultáneamente. Teniendo un área de moldeado a y un área de moldeado b, podrían utilizarse la que sea más conveniente según los tamaños de los pedidos, ya que el área de moldeado actual traía muchas limitaciones en cuanto al espacio y cuando el pedido es muy grande tiene que hacerse una planificación de trabajo en donde se dividan los días de colada, ya que la zona limita la cantidad de moldes que se puedan colocar. Esta nueva área es más desahogada y fácilmente podría abastecer un pedido más grande que el propuesto en la descripción del proceso. El espacio actualmente se encuentra dispuesto, su utilidad es nada más que de circulación del personal y de en cierto caso de los equipos, pero se consideró que sería efectivo y no impide los accesos.
- 6. Como última propuesta, y a pesar de que no tiene que ver directamente con el proceso, es también importante, considerar la reubicación, o en el mejor de los casos, colocar otro filtro de agua que quede más cerca del área de trabajo para estos operadores. El filtro se encuentra muy cerca de la oficina de la ingeniero y de los tornos y fresas, pero del área donde se funde se encuentra muy distante y los que trabajan en esa área se fatigan nada más para ir a suministrarse de agua, por lo que muchas veces evitan ese recorrido y puede que algunas veces necesiten estar más hidratados para no fatigarse tanto. Recordando que en esa área es donde hay más calor.





CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE TIEMPO

Tiempo Estándar

En la operación de la fabricación de las bocinas de bronce en la empresa FUNDIMARCA S.A, le realizamos el estudio de tiempo al moldeado de las bocinas. Se debe conocer el número de observaciones necesarias para que dicho estudio sea confiable. Para examinar que tan confiable es el estudio se utiliza la distribución de probabilidad "t student"; la cual se aplica a una muestra de 30 ó menor (<30) observaciones. Por esta razón se trabaja con una muestra representativa de 10 lecturas, pues la misma proporciona los tiempos de ejecución de las actividades realizadas por el operador.

Clasificación de las operaciones en la fabricación de los moldes para las bocinas

- ✓ E1: Preparación y herramental se prepara el material que va a ser mezclado y se mezcla.
- ✓ E2: tiempo de elaboración del molde
- ✓ E3: tiempo de fabricación de machos





Departar	Departamento: taller									Estudio numero: 1					
Operació	ón: m	oldeo d	e bocin	as de b	ronce			Hoja num.1-1							
Observado por: GISELLE, GIORGINA, IDIANA,								Fecha:	03-08-09						
JHINEZKHA, PATRICIA								Aprobad	lo: Ing. Ivá	n Turmer)				
					Ti	empo C	bservad	los (Ciclo	os)						
activida	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum T$	$\overline{T}(s)$		
E-1	Т	5.28	6.0	5.40	6.20	6.15	5.32	5.49	6.18	6.01	6.10	58.13	5.813		
	L	5.28	6.0	5.40	6.20	6.15	5.32	5.49	6.18	6.01	6.10				
E-2	T	95.0	90.0	93.0	96.0	94.0	95.0	95.0	94.0	93.0	95.0	940	94		
	L 100. 96.0 98.4 102. 100. 100.32 100. 100.18 99.01 101.10 28 0 2 15 49								101.10						
E-3	E-3 T 15.0 14.3 13.5 12.2 15.0 15.0							13.5	14.2	14.5	15.0	142.2	14.22		
	L 115. 110. 111. 114. 115. 115.32 113. 114.38 113.51 116.10														
		28	3	9	4	15		99							

Determinación del tamaño de la muestra

Los cálculos serán realizados con 5 cifras.

✓ Calcular el Tiempo promedio seleccionado TPS

$$T.P.S = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_n}{n} \implies T.P.S = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_{10}}{10}$$

$$TPS = \frac{115.28 + 110.3 + 111.9 + 114.4 + 113.15 + 115.32 + 113.99 + 114.38 + 113.51 + 116.10}{10}$$

TPS = 114.033 min





✓ Calcular la Desviación Estándar S

Cálculo de la desviación estándar: se tomaron los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo (extraídos de la tabla de registro de datos). La tabla siguiente muestra los valores tomados para ejecutar el procedimiento.

Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo T	115.28	110.3	111.9	114.4	115.15	115.32	113.99	114.38	113.51	116.10

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{\sum T^2}{n}}{n-1}}$$

$$S = 1.75584$$

✓ Definir el Coeficiente de Confianza C

El coeficiente de confianza seleccionado para la muestra en estudio corresponde al 95%, es decir:

$$c = 0.95$$

✓ Determinar el t_c

Para fijar el estadístico T_c se procede a calcular el nivel de significación (α) y el grado de libertad (ν) y con los valores que se obtengan remitirse a la Tabla T De Student para una muestra de 10 observaciones.

$$c = 1 - \alpha$$
 \Rightarrow $\alpha = 1 - c$ \Rightarrow $\alpha = 1 - 0.95$ \Rightarrow $\alpha = 0.05$

$$v = n - 1$$
 \Rightarrow $v = 10 - 1$ \Rightarrow $v = 9$

$$T_c = T_{\P, n-1} \rightarrow T_c = T_{\P, 95; 9} \rightarrow T_c = 1.833$$





Paso 5. Determinar el intervalo de confianza I

$$I = LC = \overline{X} \pm \frac{T_c \times S}{\sqrt{n}}$$

$$I = 114.033 \pm \frac{1.833 + 1.75584}{\sqrt{10}}$$

$$I_1 = 115.05076$$

$$I_2$$
 = 113.01524

$$I = I_1 - I_2$$

$$I = 2.03552$$

\checkmark Determinar el intervalo de la muestra I_m

$$I_m = \frac{2 \times T_c \times S}{\sqrt{n}}$$

$$I = \frac{2*1.833*1.75584}{\sqrt{10}}$$

$$I_m = 2.03552$$





✓ Criterio de decisión

Si
$$\begin{cases} I_m \leq I & \text{Se acepta} \\ I_m > I & \text{Se rechaza} \end{cases}$$
 2.03552 \leq 2.03552 \therefore se acepta

Calculo del Tiempo Estándar (TE)

- ✓ Calcular la calificación de Velocidad C_V
- ✓ Habilidad: Este factor se encuentra en un nivel excelente debido a que los operarios deben poseer habilidades apropiadas para la elaboración de ventanas, además de poseer destreza suficiente para poder terminarlo según el tiempo de demanda establecido por la obra.
- ✓ Esfuerzo: El operario posee la rapidez adecuada, y gran habilidad.
- ✓ Condiciones: Donde se realiza dicho proceso posee las condiciones ambientales necesarias para dicha labor.
- ✓ Consistencia: El rendimiento del operario promedio es regular, debido a la labor que realiza.

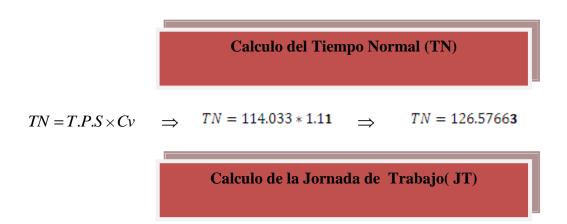
Se determinó el factor de calificación y la calificación de la velocidad, de la siguiente manera





FACTOR	CLASE	CATEGORÍA	%
Habilidad	Excelente	B2	+0.08
Esfuerzo	Bueno	C1	+0.05
Condiciones	Aceptable	E	-0,03
Consistencia	Buena	С	+0,01
Facto	r de Calificac	ión (c)	
			+0.11

La calificación de Velocidad (C_v) indica que como promedio el operario trabaja un 80% de eficiencia por encima del promedio.



El horario de trabajo es de (7:30 a.m. a 4:30 p.m.) lo que significa que la jornada de trabajo es de 9 hrs. al día = 540 min./día, continua.



A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga.





Condiciones de Trabajo

✓ Temperatura:

a) Ambientes sin circulación de aire: Temperatura $\geq 32^{\circ}C$. b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}C \leq Temperatura < 41.5^{\circ}$. (GRADO4)

✓ Condiciones Ambientales:

Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada (GRADO 3).

- ✓ Humedad: ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
 (GRADO 2).
- ✓ Nivel de ruido: ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes. (GRADO 4).
- ✓ Iluminación: luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección. (GRADO 1).

Repetitividad y Esfuerzo Aplicado

- ✓ Duración del trabajo: la operación puede completarse en más de una hora (GRADO 4).
- ✓ Repetición del ciclo: operaciones de un patrón fijo razonable o donde existan tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro. (GRADO 2).
- ✓ Esfuerzo físico: a) esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. b) esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. (GRADO 3).
- ✓ Esfuerzo mental o visual: atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la maquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados. (GRADO 2).





Posición De Trabajo

✓ Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obligan a un continuo agacharse o empinarse; o donde el trabajo requiere la extensión de los brazos o de las piernas constantemente. (GRADO 3).

A continuación se presentan de manera clara los grados y puntos asignados a cada factor mediante la utilización de una hoja de concesiones:

				NÚN	MERO	1
Н	OJA DE CONCE	SIONES		VIGI	ENCIA	
				FEC	НА	03/08/2009
CÓDIGO DE CARGO:	CONCESIONE	S:		FECHA	:	
	FATIGA,	NP ,TPI,	TPF,	03 - 08	- 2009	
	ALMUERZO					
ÁREA:	GERENCIA O	DIVISIÓN:		PREPA	RADO POR:	
TALLER	GERENCIA ZO	NA SUR		GRUPO	DE INVESTIG	ACIÓN
PROYECTO:		NTO O SECCIO	N:		DO POR:	
	INGENIERIA II				ÁN TURMERO	
PROCESO:	TÍTULO DE CA	ARGO:			ADO POR:	
CORTE DE PERFIL					ÁN TURMERO	
		PUNTO	S POR	GRADO	S DE FACTORI	ES
FACTORES DE FATIG	A	1er.	2	do.	3er.	4to
- CONDICIONES DEL TRABAJO:						_
1 TEMPERATURA		5		10	15	40 🔀
2 CONDICIONES AMBIENTALES		5		10	20 🛮	30
3 HUMEDAD		5		10 🛛	15	20
4 NIVEL DE RUIDO		5		10	20	30 🛚
5 LUZ		5 🛛		10	15	20
- REPETITIVIDAD:						K
6 DURACIÓN DEL TRABAJO		20		40	60	80
7 REPETICIÓN DEL CICLO		20		40 🛛	60	80
8 DEMANDA FÍSICA		20		40	60 🛛	80
9 DEMANDA VISUAL O MENTAL		10		20 🛛	30	50
- POSICIÓN						
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENT	ADO-ALTURA					
DE TRABAJO		10	:	20	30 🔀	40
тс	TAL PUNTOS	335 puntos.				
CONSECIONES POR FATIO	GA (MINUTOS)	115 min.				





- OTRAS CONSECIONES- (MINUTOS)

TIEMPO PERSONAL 15 min.

DEMORAS INEVITABLES 55 min.

TOTAL CONCESIONES 185 min.

A través de estos datos obtenidos se calcula la fatiga mediante la siguiente fórmula:

Rango: 311-317

Clase: E4

% de Concesión: 24 %

$$Fatiga = \frac{\% concesiones \times JT}{1 + \% concesiones}$$
 \Rightarrow FATIGA = 114.80314 min.

✓ (Determinación De Tolerancias Fijas)

- Almuerzo: 30 min.; está pautado de 12:00 a 12:30.
- Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI): 30 min; en este tiempo es preparada el área de trabajo, encufando las maquinas a utilizar.
- Tiempo de preparación al final (TPF): 25 min.; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo, desenchufando las maquinas.
- Necesidades personales: 15 min., considerando que este valor es la suma de todos los tiempos empleados por el operario durante la jornada de trabajo, esto involucra el tiempo empleado para las necesidades personales de cada operario, los concede la empresa.

√ (Determinación De La Jornada Efectiva De Trabajo Jet)

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente fórmula:

$$JET = JT -$$
 \sum $Tolerancias fijas$





$$JET = JT - (Almuerzo + TPI + TPF)$$

$$JET = 540 \text{ I}(30 + 25 + 30) \rightarrow JET = 455 \text{ min.}$$

√ (Normalización de Tolerancias)

Se deben tomar en cuenta los 115 minutos de tolerancias por fatiga y los 15 minutos dados por la empresa por necesidades personales, estas son las tolerancias variables.

$$X = 50.63065 \text{ min.}$$

T2

% por contingencia= 4.5%

4.5%/100=0.045xTN= 0.045x 126.57663=6.32883min

% por charla de seguridad industrial = 5%

5%/100= 0.05x 126.57663=5.69594min

✓ Determinación Del Tiempo Estándar (TE)

$$TE = TN + \sum Tolerancias$$
 \Rightarrow TE = 126.57663 + 62.65542
TE =189.23205 min.

TE = 3.9.23205

3 hr

9 min

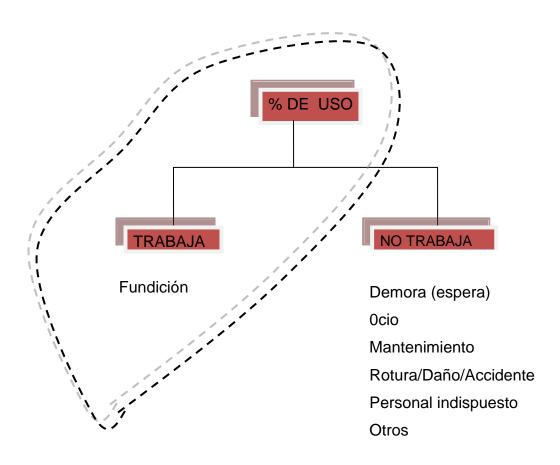
23205 seg







✓ Objetivo: Se desea determinar el % uso del horno de trabajo.



- ✓ Nivel de Confianza y Exactitud del Estudio: En este estudio se trabajara con un k = 1.96 ya que tomaremos un nivel de confianza de un 95 % y con una exactitud de S = 5 %.
- ✓ Realización del Estudio. (Método empleo)

Para este estudio se tomaran 5 observaciones en el transcurso de 2 semanas.

	Observaciones										
L	M	M	J	V							
1		2	3								
4		5									





√ Observaciones:10

✓ Duración del estudio :5 días

✓ Observaciones totales: 50

Leyenda formato para el estudio de muestreo del trabajo:

√ T: fundición

√ NT₁: demora(espera)

√ NT₂: ocio

√ NT₃: mantenimiento

√ NT_{4:} rotura/daño/accidente

√ NT_{5:} personal indispuesto

✓ NT₆· otros

Para determinar los números de observaciones diarias al equipo, se hizo mediante números aleatorios, específicamente, utilizando el factor Ran# de la calculadora. Se obtuvo un valor aleatorio de: 0,829. Se procedió a sumar cada uno de los dígitos por separado: 0 + 8 + 2 + 9 = 19. Posteriormente, este valor obtenido se volvió a sumar por separado sus dígitos: 1 + 9 = 10. Entonces, para efectos del proyecto se trabajó con esta cifra, se realizaron 10 observaciones diarias para determinar si trabajaba o no el horno. Cabe destacar que la cantidad de días para hacer los estudios y análisis del muestreo fueron escogidos por el equipo investigador de este proyecto (5 días), ya que por factor de tiempo, es la cantidad mínima de días que puede llevarse el estudio. Para la hora, igualmente, se tomó valores aleatorios del factor Ran# de la calculadora y se hizo tal cual como se explicó en la clase de lng. de métodos. Por ejemplo, con un valor de 0,948, se tomaron los dos primeros números, traduciéndose como las horas, los dos últimos como los minutos. Por lo que quedó así: 9:48 AM. En caso de que los números correspondientes a los minutos se excedieran de 60 (60 min.), se aumentó la hora a un valor más y se le restó esos minutos obtenidos a 60 y es ese nuevo valor los minutos determinados. Por ejemplo: 1,198 arroja valores de: 11:98 AM, pero deben modificarse a: 12:38. Se rechazaron los valores que no están comprendidos dentro de la jornada de trabajo (de 7:30 a 4:30), y se colocaron AM y PM respectivamente.





Para día 1:

- $0,764 \rightarrow 7:64 \rightarrow 8:04 \text{ AM}.$
- $0.778 \rightarrow 7:78 \rightarrow 8:18 \text{ AM}.$
- $0.852 \rightarrow 8:52 \text{ AM}.$
- $0,908 \rightarrow 9:08 \text{ AM}.$
- $0{,}883 \quad \rightarrow \quad 8{:}83 \quad \rightarrow \quad 9{:}23 \text{ AM}.$
- $0{,}965 \quad \rightarrow \quad 9{:}65 \quad \rightarrow \quad 10{:}05 \text{ AM}.$
- $1,120 \rightarrow 11:20 \text{ PM}.$
- $1,204 \rightarrow 12:04 \text{ PM}.$
- $0,353 \rightarrow 3:53 \text{ PM}.$
- $0,374 \quad \rightarrow \quad 3:74 \quad \rightarrow \quad 4:15 PM.$

Para día 2:

- $0,742 \rightarrow 7:42 \text{ AM}.$
- $0,785 \quad \rightarrow \quad 7:85 \quad \rightarrow \quad 8:25 \text{ AM}.$
- $0,903 \rightarrow 9:03 \text{ AM}.$
- $0,881 \rightarrow 8:81 \rightarrow 9:21 \text{ AM}.$
- $0.971 \quad \rightarrow \quad 9:71 \quad \rightarrow \quad 10:11 \text{ AM}.$
- $1,198 \rightarrow 11:98 \rightarrow 12:38 \text{ PM}.$
- $0,124 \rightarrow 1:24 \text{ PM}$
- $0,242 \rightarrow 2:42 \text{ PM}.$
- $0,333 \rightarrow 3:33 \text{ PM}.$
- $0{,}381 \quad \rightarrow \quad 3{:}81 \quad \rightarrow \quad 4{:}21 \; PM.$





Para dia 3:

- $0,784 \rightarrow 7:84 \rightarrow 8:24 \text{ AM}.$
- $0,865 \rightarrow 8:65 \rightarrow 9:05 \text{ AM}.$
- $1,137 \rightarrow 11:37 \text{ AM}.$
- $1,248 \rightarrow 12:48 \text{ PM}.$
- $0{,}206 \quad \rightarrow \quad 2{:}06 \; PM.$
- $0{,}169 \quad \rightarrow \quad 1{:}69 \quad \rightarrow \quad 2{:}09 \; PM.$
- $0{,}198 \quad \rightarrow \quad 1{:}98 \quad \rightarrow \quad 2{:}38 \; PM.$
- $0,246 \rightarrow 2:46 \text{ PM}.$
- $0{,}337 \quad \rightarrow \quad 3{:}37 \; PM.$
- $0,388 \rightarrow 3:88 \rightarrow 4:28 \text{ PM}.$

Para dia 4:

- $0,750 \rightarrow 7:50 \text{ AM}.$
- $0,777 \rightarrow 7:77 \rightarrow 8:17 \text{ AM}.$
- O,859 \rightarrow 8:59 AM.
- $0.935 \rightarrow 9:35 \text{ AM}.$
- $0.983 \quad \rightarrow \quad 9:83 \quad \rightarrow \quad 10:23 \; \text{AM}.$
- $1,275 \rightarrow 12:75 \rightarrow 1:15 \text{ PM}.$
- $0,202 \rightarrow 2:02 \text{ PM}.$
- $0{,}287 \quad \rightarrow \quad 2{:}87 \quad \rightarrow \quad 3{:}27 \; \text{PM}.$
- $\text{O,378} \quad \rightarrow \quad 3\text{:}78 \quad \rightarrow \quad 4\text{:}18 \text{ PM}.$
- $0,430 \rightarrow 4:30 \text{ PM}.$





Para dia 5:

 $0,772 \quad \rightarrow \quad 7:72 \quad \rightarrow \quad 8:12 \text{ AM}.$

 $0{,}998 \quad \rightarrow \quad 9{:}98 \quad \rightarrow \quad 10{:}38 \text{ AM}.$

 $1,079 \quad \rightarrow \quad 10.79 \quad \rightarrow \quad 11.19 \; AM.$

 $1{,}145 \quad \rightarrow \quad 11{:}45 \text{ AM}.$

1,218 \rightarrow 12:18 PM.

 $0,131 \rightarrow 1:31 \text{ PM}.$

 $0,\!251 \quad \rightarrow \quad 2:\!51 \; PM.$

 $0,315 \quad \rightarrow \quad 3:15 \; PM.$

 $0{,}362 \quad \rightarrow \quad 3{:}62 \quad \rightarrow \quad 4{:}02 \; PM.$

 $0{,}386 \quad \rightarrow \quad 3{:}86 \quad \rightarrow \quad 4{:}26 \; PM.$







OPERACIÓN: Fabricación de bocinas en bronce.

AREA: Fundición

NOMBRE ANALISTA: Equipo №1 SEGUIMIENTO: Equipo

FECHA: 20/ 07 / 2009 REVISADO POR: Ing. Iván Turmero

DIA Nº1

				TRABAJA				
N [°] Observaciones	HORA	NT ₁	NT ₂	NT ₃	NT ₄	NT ₅	NT ₆	T ₁
	8:04	✓						
1	AM							
	8:18	✓						
2	AM							
	8:52	✓						
3	AM							
	9:08	✓						
4	AM							
	9:23	✓						
5	AM							
	10:05	✓						
6	AM							
	11:20							✓
7	AM							
	12:04							✓
8	PM							
	3:53		✓					
9	PM							
	4:14		✓					
10	PM							
TOTAL		6	2					2

OBSERVACIONES: Para 60% del total se determinó que el horno estuvo sin trabajar, en espera a que se termine el proceso de moldeado para poder ser encendido. Solo se observó dos veces trabajando y dos veces más en ocio, por lo que se puede decir que la máquina no trabajó el 80% de las veces.







OPERACIÓN: Fabricación de bocinas en bronce.

AREA: Fundición

NOMBRE ANALISTA: Equipo №1 SEGUIMIENTO: Equipo

FECHA: 22/ 07 / 2009 REVISADO POR: Ing. Iván Turmero

DIA Nº2

				TRABAJA					
N [°] Observaciones	HORA	NT ₁	NT ₂	NT ₃	NT ₄	NT ₅	NT ₆		T ₁
	7:42	✓							
1	AM								
	8:25	✓							
2	AM								
	9:03	✓							
3	AM								
	9:21	✓							
4	AM								
	10:11	✓							
5	AM								
	12:38							✓	
6	PM								
	1:24							✓	
7	PM								
	2:42		✓						
8	PM								
0	3:33		✓						
9	PM								
10	4:21 PM		✓						
10	PIVI	5	3					2	
TOTAL		5	3					2	

OBSERVACIONES: Aleatoriamente, las observaciones arrojaron valores de demora o espera del 50% y ocio del 20%. Por tanto, la máquina trabajó el 30% de las veces.







OPERACIÓN: Fabricación de bocinas en bronce.

AREA: Fundición

NOMBRE ANALISTA: Equipo №1 SEGUIMIENTO: Equipo

FECHA: 23/ 07 / 2009 REVISADO POR: Ing. Iván Turmero

DIA Nº3

				TRABAJA					
N [°] Observaciones	HORA	NT ₁	NT ₂	NT ₃	NT ₄	NT ₅	NT ₆		T ₁
	8:24	✓							
1	AM								
	9:05	✓							
2	AM								
	11:37							✓	
3	AM								
	12:48							✓	
4	PM								
	1:16							✓	
5	PM								
	1:30							✓	
6	PM								
	2:06		✓						
7	PM								
	2:38		✓						
8	PM								
	3:37		✓						
9	PM								
	4:28		√						
10	PM								
TOTAL		2	4					4	

OBSERVACIONES: Las horas de trabajo del horno arrojan unas mismas horas específicas, por lo que los porcentajes dependen prácticamente de los datos aleatorios. Esta vez se arrojó unos datos de trabajo del 40% del total.







OPERACIÓN: Fabricación de bocinas en bronce.

AREA: Fundición

NOMBRE ANALISTA: Equipo Nº1 SEGUIMIENTO: Equipo

FECHA: 27/ 07 / 2009 REVISADO POR: Ing. Iván Turmero

DIA Nº4

					TRABAJA				
N [°] Observaciones	HORA	NT ₁	NT ₂	NT ₃	NT ₄	NT ₅	NT ₆		T ₁
	7:50	✓							
1	AM								
	8:17	✓							
2	AM								
	8:59	✓							
3	AM								
	9:35	✓							
4	AM								
	10:23	✓							
5	AM								
	1:15							✓	
6	PM								
	2:02		✓						
7	PM								
	3:27		✓						
8	PM								
	4:18		✓						
9	PM								
	4:30		✓						
10	PM								
TOTAL		5	4					1	

OBSERVACIONES: los valores aleatorios seleccionados para el día 4, arrojaron una información un poco más imparcial. Siendo un 50% la demora o espera, 10% trabajando y 40% de ocio.







OPERACIÓN: Fabricación de bocinas en bronce.

AREA: Fundición

NOMBRE ANALISTA: Equipo Nº1 SEGUIMIENTO: Equipo

FECHA: 28/ 07 / 2009 REVISADO POR: Ing. Iván Turmero

DIA Nº5

				TRABAJA					
N° Observaciones	HORA	NT ₁	NT ₂	NT ₃	NT ₄	NT ₅	NT ₆		T ₁
	8:12	✓							
1	AM								
	10:38	✓							
2	AM								
	11:19	✓							
3	AM								
	11:45							✓	
4	AM								
	12:18							✓	
5	PM								
	1:31							✓	
6	PM								
	2:51		✓						
7	PM								
	3:15		✓						
8	PM								
•	4:02		✓						
9	PM								
40	4:26		✓						
10	PM								
TOTAL		3	4					3	

OBSERVACIONES: El estudio del día 5 arroja valores más parejos, confirma que si utilizan las mismas horas para hacer la fundición. Siendo un 30% las horas de trabajo, 30% de espera y 40% de ocio.





PORCENTAJE DE OCURRENCIA PRELIMINAR

DIA	T1	NT1	NT2
1	2	6	2
2	2	5	3
3	4	2	4
4	1	5	4
5	3	3	4
TOTAL	12	21	17

T: Trabaja

NT: No Trabaja

 $\overline{P} = N^0$ de veces que trabaja

Observaciones totales

$$\overline{P} = \frac{12}{50} = 0.24$$

$$\overline{P} = 24\%$$

Al realizar este calculo, se obtuvo que el 24%, corresponde al porcentaje de eficiencia en cuanto al horno, en la realización del proceso de fundición. Estos valores proyectados son bastante críticos, pues no representan ni siquiera la mitad del porcentaje. Es decir, el equipo esta siendo subutilizado por cada jornada de trabajo, a demás, es necesario agregar que poseen otros hornos y no están siendo utilizados. Esto se especifica en los otros capítulos anteriores, los cuales tiene más relación con esa problemática

CÁLCULO DE LA EXACTITUD

$$S' = K\sqrt{\frac{(1-\overline{P})}{\overline{P}*N}}$$

$$S' = 1,96\sqrt{\frac{(1-0,24)}{0,24*50}}$$

$$S' = 0.49325 = 49,325\%$$





APLICACIÓN DEL CRITERIO DE DECISIÓN

El estudio no es confiable, por lo tanto se requiere recalcular N y estudiar el comportamiento del gráfico de control.

RECALCULO DE N

$$N = \frac{K^2 * (1 - \overline{P})}{S^2 * \overline{P}} = \frac{(1,96)^2 * (1 - 0,24)}{(0.10)^2 * (0.24)} = 70,0707 \approx 70$$

$$N' = 70 - 50 = 20$$
 Observaciones adicionales

Se requiere que se realicen 20 observaciones adicionales, lo que significa 2 días más de observaciones para que el muestreo sea confiable. Estas observaciones no serán realizadas para efectos de este proyecto, por factores de tiempo, pero se continuará el estudio del muestreo con las observaciones ya realizadas aun cuando no sean muy confiables.

CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL

$$LC = \overline{P} \pm K \sqrt{\frac{\overline{P} * (1 - \overline{P})}{n}}$$

$$LC = 0.24 \pm 1.96 \sqrt{\frac{0.24 * (1 - 0.24)}{10}}$$

LCS = 0,5046

LCI = -0.0246

$$LC = \overline{P} = 0.24$$

Cuando en los gráficos de control, que son los mismos utilizados en calidad, ocurre que los límites de control inferior quedan con un valor negativo, se toma inmediatamente un valor igual a cero para el mismo.

Por lo que: LCI = -0.0246 = 0.





Los valores de los porcentajes de ocurrencia para los cinco días de estudios son:

$$\overline{P}_1 = \frac{2}{10} = 0.2$$

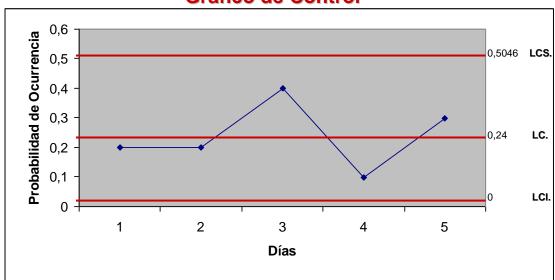
$$\overline{P}_2 = \frac{2}{10} = 0.6$$

$$\overline{P}_3 = \frac{4}{10} = 0.4$$

$$\overline{P}_4 = \frac{1}{10} = 0.1$$

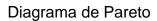
$$\overline{P}_5 = \frac{3}{10} = 0.3$$

Gráfico de Control



Aparentemente, el gráfico se encuentra bajo control. No presenta ningunas fluctuaciones o anomalías clásicas de este tipo de diagrama. Se considera entonces que está bajo control. Esto es debido a que la fundicón es sólo una de las partes del proceso general para hacer las bocinas y a penas llev 4 horas. Existen otros procesos que llevan más tiempo de duración, a pesar de ser la fundición el proceso que básicamente permite dar la forma y dimensión al producto.

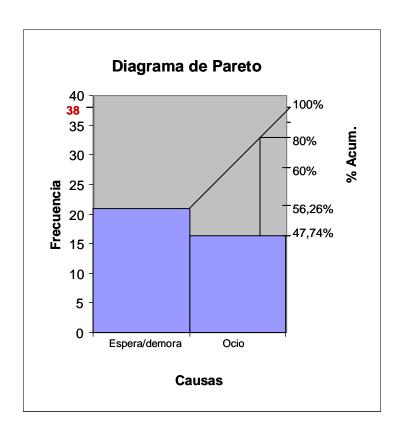






Durante el estudio se observaron algunas causas del ocio del horno de trabajo:

		Fr.	%	%
Causas	Frecuencia	Acumulada	Absoluta	Acumulada
Demora				
(espera)	21	21	55,26	55,26
Ocio	17	38	44,74	100
Totales	38			







En el diagrama de pareto se muestra notoriamente que ambas causas son de gran vitalidad en el problema. No se tuvieron más causas a estudiar mediante esta herramienta debido a la veracidad con que se realizaron la toma de datos. Durante esos días de estudio no se realizaron ningún mantenimiento, no hubo ninguna incapacidad por parte de algún trabajador, algún daño u otra razón. Se puede decir que fue un plan de trabajo que se mostró rutinario, por lo que realizaban actividades semejantes a las mismas horas y eso limitaba naturalmente, el uso de horno. No obstante se hacen recomendaciones más adelante, porque no es posible que estén trabajando con un solo horno, habiendo dos equipos más en el lugar, deben hacerlos operativos, y en caso de que exista alguna problemática con ese horno garantizar la continuidad del proceso si existe la necesidad de un reemplazo.

En todo caso, las otras causas incidirían en el proporción de ocio del horno de manera insignificativa, representando un pequeño porcentaje del total. Ya que serían casos eventuales pero que pudieran ocurrir en cualquier momento.





CONSLUSIONES

Después de haberse efectuado el estudio de movimiento y tiempo, mediante la aplicación del análisis operacional, tiempo estándar, estudio de muestreo, y demás herramientas aplicadas en este proyecto, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Existe una inadecuada ubicación de algunas áreas, principalmente, el almacén de materia prima y de moldeado. Esto genera unas grandes distancias y pérdida de tiempo.
- Las inadecuadas condiciones del trabajo para el operador (poca iluminación, ruidos, polvos) afectan negativamente el desarrollo del proceso productivo.
- Carencia de equipos que hagan más eficientes el proceso, ya que tiene mucha parte manual, esto lo hace más lento y riesgoso para los mismos operarios.
- En la empresa no se hacen esfuerzos por realizar estudios de ningún tipo (tiempos o muestreos del trabajo) que permitan detectar fallas en el proceso e introducir mejoras.
- Se encuentra inutilizado un horno, lo cual sería efectivo para mejorar el proceso.
- Posterior a las observaciones y evaluaciones realizadas en la empresa, es posible darse cuenta de la incomodidad con la que laboran, pues manifestaron la falta de sistemas de iluminación, una inadecuada distribución de los dispositivos de manejo de materiales, produciendo fatiga y demoras en el proceso operativo.





RECOMENDACIONES

- 2. Trasladar el conteiner con una grúa y colocarlo a una distancia menor del área en donde se dan forma y vida a las bocinas de bronce. La nueva ubicación del almacén de materia prima sugiere una reducción enorme de las distancias que tenía que recorrer la persona encargada de sacar las chatarras y llevar a pesarlas, siendo esta de 11 m, cuando actualmente está ubicado a unos 45 m. Se pudo calcular también que aproximadamente la persona invertiría solo 3 min en total por viaje desde que selecciona las piezas, monta y llega hasta el área de pesado. Actualmente dura 6 min apróximadamente por viaje.
- 2. Habilitar el horno número 1. realizándose un mantenimiento al mismo, el cual no es tan costoso, se tendría la ventaja de que colocaría operativo otro horno más. Se sabe que la vida útil del crisol son para 60 coladas (sin embargo, siempre realizan más coladas por crisol, hasta que luzca sin vida útil), por lo que en algun momento se tendrá que invertir tiempo para cambiar el crisol y eso toma prácticamente una semana. Cuando sucede esos casos la empresa pierde esa semana de fundición, por lo que sólo realizan otras operaciones. Con esta nueva propuesta no se tendrían esas pérdidas de tiempo, ya que el otro horno estaría a disposición para reemplazar las actividades del otro, para eso y en otros casos como daños y reparación.

En el diagrama de flujo o recorrido se puede observar que está siendo utilizado el horno número 1, y por consecuencia, se reducen unos pocos metros las distancias recorridas ya que queda más cerca tanto del área de pesado, de la mezcladora y del área de corte y esmerilado. No osbtante, para efectos del trabajo cotidiano estarían ambos hornos en servicio, usándose alternadamente y dependiendo de las próximas propuestas a tratar.





- 3. La implementación de otra señorita, es decir, de otro equipo móvil (de traslado) que pueda surtir el transporte del nuevo horno a usar hasta el área de moldeado. El impedimento que tenía la habilitación de ese horno radica en que resultaba engorroso para los operadores trasladar una cantidad mayor de metros el tobo desde ese horno H-1 hasta la señorita, para llegar hasta el área de moldeado. Desde el horno H-3 solo tenían quedar unos pocos pasos para engancharlo, pero la ditancia del horno H-1 hasta la señorita actual es comprensible, considerando el peso de los tobos, lo caliente que está y considerando el riesgo bajo la cual se someten al trasladarlo a pulso. Como es de suponerse, los operadores no estaban dispuestos a realizan esta actividad porque se fatigan mucho.
- 4. Comprar una cachurra para trasladar los tobos desde los hornos hasta la señorita. La cachurra puede ser básica y rudimentaria, lo importante es que el piso de la misma sea de poca altura, de manera que los encargados de esta operación no tenga que elevar tanto el tobo para ponerlo sobre este medio de transporte. Allí se realiza esta actividad manual, sin embargo implica un riesgo, a pesar de que se cumple con medidas de seguridad deben hacer algunas esta actividad pausadamente y con mucho rigor. No obstante, con estas propuestas sería mucho más conveniente usar una cachurra por otra razón, con la utilización del otro horno podría trasladarse el tobo usando ambas señoritas (la actual y la propuesta) y el riesgo se duplicaría, ya que se montaría y bajaría el tobo dos veces más. Para evitar algún accidente seguir estas recomendaciones.
- la utilización de otra área de moldeado, usándose simultáneamente.
 Teniendo un área de moldeado a y un área de moldeado b, podrían utilizarse la que sea más conveniente según los tamaños de los pedidos,





ya que el área de moldeado actual traía muchas limitaciones en cuanto al espacio y cuando el pedido es muy grande tiene que hacerse una planificación de trabajo en donde se dividan los días de colada, ya que la zona limita la cantidad de moldes que se puedan colocar. Esta nueva área es más desahogada y fácilmente podría abastecer un pedido más grande que el propuesto en la descripción del proceso. El espacio actualmente se encuentra dispuesto, su utilidad es nada más que de circulación del personal y de en cierto caso de los equipos, pero se consideró que sería efectivo y no impide los accesos.

6. Como última propuesta, y a pesar de que no tiene que ver directamente con el proceso, es también importante, considerar la reubicación, o en el mejor de los casos, colocar otro filtro de agua que quede más cerca del área de trabajo para estos operadores. El filtro se encuentra muy cerca de la oficina de la ingeniero y de los tornos y fresas, pero del área donde se funde se encuentra muy distante y los que trabajan en esa área se fatigan nada más para ir a suministrarse de agua, por lo que muchas veces evitan ese recorrido y puede que algunas veces necesiten estar más hidratados para no fatigarse tanto. Recordando que en esa área es donde hay más calor.





BIBLIOGRAFÍA

- Niebel. Ing. De métodos.
- Rosa Narváez. Metodología.
- Enciclopedia Encarta 2007.

Páginas Consultadas:

www.monografias.com

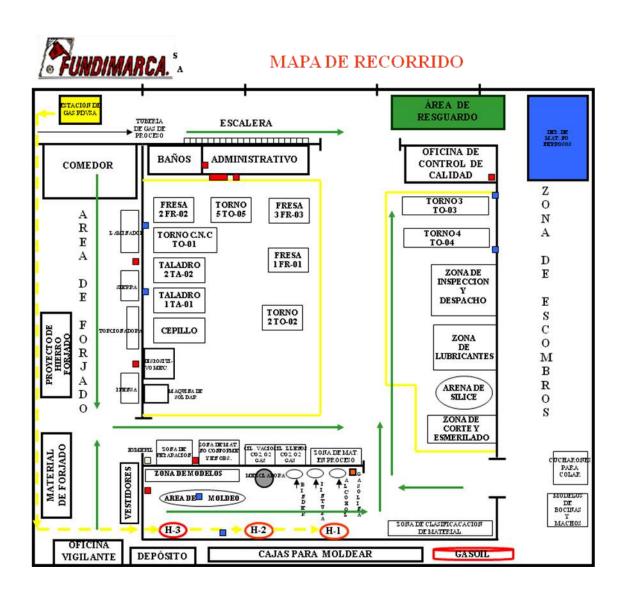
www.procesosdefundiciontk.com

www.wikipedia.com





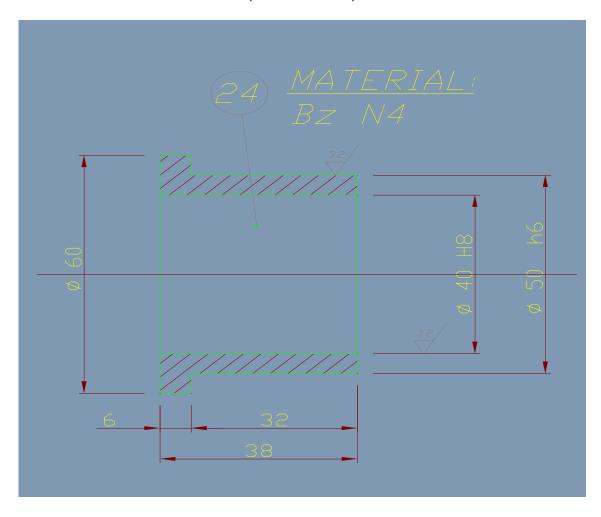
ANEXOS







BOCINA PEQUEÑA DE BRONCE ESPECIFICACIONES: (60×50×40×38)



























































Torno.





Hojas utilizadas.

	HOJA DE	E CONCESIONES VIGENCIA					
				25103N===	4		
CÓDIGO DE CARGO:	CONCEBIO	VEB	PECHA.	O EFECT			
ÁREA:	GERENCIA	D DIVISIÓN:	PREPARA		-		
PROVECTO:	DEPARTAM	ENTO O SECCIÓN:	REVISADO	POR:			
PROCESO:	TITULO DEL	CARGO	APROSAD	Q POR			
		PUNT	DS POR GRA	nos ne sac	roase		
FAC	FORES DE FATIGA	ter.	260.				
- GONDICIONES DEL T	RABAJO:						
1 TEMPERATURA 2 CONDICIONES AM 3 HUMEDAD 4 NIVEL DE RUIDO 5 LUZ	BIENTALES	5 🖸		22 [] 15 []	30 🗆		
-REPETITIVIDAD:							
8 DURACIÓN DEL TR 7 REPETICIÓN DEL C 8 DEMANDA FÍSICA 9 DEMANDA VISUAL	ncro	20 Cl 20 Cl 10 Cl	40 🖸	€ □	80 CC 80 CC 80 CC		
- POSICIÓN:							
10 DE PIE MOVIÉNDO	SE, SENTADO-ALTURA DE	TRABAJO to □	20	20 🗆	40		
-GTRAS CONCESSONS	CONCESIONES PO (MINUTOR)	AL PUNTOS					
	TIEMPO DENORAS IN	PERSONAL EVITABLES NCESIONES					
-CARDA DE TRABAJO	ESTÁNDAR:						
MATE - SECULADIAN	LOLA 🖾 LA PUNTUACIÓN	CORRESPONDENTE					





TABLAT DE STUDENT Area en ambos extremos combinados			T	101 A T	DE ETUD	ENT		7
GRADO DE TC 0,90 0,95 0,98 0,98			17			_		
LIBERTAD K		The second second second						
1		THE RESERVE OF THE PROPERTY OF THE						T
2		-	K	THE RESIDENCE OF THE PARTY NAMED IN	Committee of the commit			
3								1
\$ 2,132 2,776 3,747 4,604 \$ 2,015 2,447 3,143 3,707 \$ 1,895 2,365 2,996 3,499 \$ 1,603 2,2365 2,996 3,355 \$ 1,893 2,262 2,851 3,250 \$ 10 1,812 2,228 2,764 3,169 \$ 11 1,796 2,201 2,718 3,006 \$ 13 1,771 2,160 2,650 3,012 \$ 14 1,761 2,145 2,624 2,977 \$ 1,762 2,179 2,681 3,055 \$ 13 1,771 2,160 2,650 3,012 \$ 14 1,761 2,145 2,624 2,977 \$ 15 1,753 2,131 2,602 2,947 \$ 16 1,746 2,120 2,583 2,921 \$ 17 1,740 2,110 2,567 2,698 \$ 1 1,724 2,101 2,552 2,878 \$ 1 1,724 2,080 2,518 2,831 \$ 2 1 1,721 2,080 2,518 2,831 \$ 2 2 1,717 2,074 2,508 2,819 \$ 2 3 1,714 2,080 2,518 2,831 \$ 2 2 1,717 2,074 2,508 2,819 \$ 2 3 1,714 2,080 2,518 2,831 \$ 2 2 1,717 2,074 2,508 2,819 \$ 2 3 1,714 2,080 2,518 2,831 \$ 2 2 1,717 2,074 2,508 2,819 \$ 2 3 1,714 2,080 2,518 2,831 \$ 2 3 1,714 2,080 2,518 2,831 \$ 2 7 1,708 2,060 2,485 2,767 \$ 2 6 1,706 2,060 2,485 2,767 \$ 2 7 1,708 2,060 2,485 2,767 \$ 2 8 1,701 2,048 2,462 2,758 \$ 2 9 1,690 2,045 2,462 2,758 \$ 3 0 1,897 2,042 2,457 2,750 \$ 3 0 1,897 2,045 2,462 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,462 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,462 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,462 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,462 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897 2,045 2,467 2,756 \$ 3 0 1,897					4,303			
\$ 2,015 2,571 3,365 4,032 3,707 7 1,895 2,2467 3,143 3,707 7 1,895 2,2352 2,996 3,355 9 1,833 2,262 2,851 3,260 10 1,812 12,228 2,764 3,160 11 1,796 2,201 2,718 3,106 12 1,782 2,179 2,681 3,055 13 1,771 2,160 2,650 3,012 14 1,761 2,145 2,624 2,977 15 1,753 2,131 2,602 2,947 16 1,746 2,120 2,583 2,921 17 1,740 2,110 2,567 2,696 18 1,734 2,101 2,552 2,868 16 1,734 2,101 2,552 2,868 16 1,734 2,101 2,552 2,861 20 1,729 2,093 2,861 22 1,717 2,074 2,508 2,819 2,201 2,717 2,074 2,508 2,819 2,21 1,711 2,080 2,518 2,831 22 1,717 2,074 2,508 2,819 2,24 1,711 2,084 2,492 2,797 2,79 2,79 1,703 2,052 2,473 2,771 2,8 1,706 2,056 2,485 2,787 2,78 1,706 2,056 2,485 2,787 2,78 2,78 1,706 2,056 2,473 2,771 2,8 1,706 2,056 2,473 2,771 2,8 1,706 2,056 2,473 2,771 2,8 1,701 2,048 2,462 2,758 3,0 1,697 2,045 2,462 2,758 3,0								1
6 1.943 2.447 3.143 3.707 7 1.895 2.386 2.996 3.355 8 1.860 2.306 2.896 3.355 9 1.833 2.262 2.821 3.250 10 1.812 2.228 2.764 3.166 11 1.796 2.201 2.718 3.106 12 1.782 2.179 2.681 3.055 13 1.771 2.160 2.650 3.012 14 1.761 2.145 2.624 2.977 15 1.753 2.131 2.602 2.947 16 1.746 2.120 2.583 2.921 17 1.740 2.110 2.567 2.698 16 1.746 2.120 2.583 2.921 17 1.740 2.110 2.567 2.698 10 1.729 2.093 2.539 2.861 10 1.729 2.093 2.539 2.861 20 1.725 2.086 2.528 2.845 21 1.721 2.080 2.518 2.831 22 1.717 2.074 2.508 2.819 23 1.714 2.069 2.500 2.807 24 1.711 2.064 2.492 2.797 25 1.708 2.060 2.485 2.767 26 1.706 2.056 2.470 2.779 27 1.703 2.052 2.473 2.771 28 1.701 2.048 2.467 2.763 29 1.699 2.045 2.467 2.758 30 1.697 2.042 2.467 2.758 40 1.684 2.021 2.423 2.704								
7 1.895 2.385 2.996 3.499 8 1.860 2.306 2.896 3.495 9 1.833 2.262 2.821 3.250 10 1.812 2.228 2.764 3.169 11 1.796 2.201 2.718 3.106 12 1.782 2.179 2.681 3.055 13 1.771 2.160 2.650 3.012 14 1.761 2.145 2.624 2.977 15 1.753 2.131 2.602 2.947 16 1.746 2.120 2.583 2.921 17 1.740 2.110 2.567 2.698 16 1.734 2.101 2.567 2.698 16 1.734 2.101 2.552 2.878 19 1.725 2.086 2.528 2.845 21 1.721 2.080 2.518 2.831 22 1.717 2.074 2.508 2.819 23 1.714 2.069 2.500 2.807 24 1.711 2.064 2.492 2.797 25 1.708 2.060 2.485 2.767 26 1.706 2.056 2.479 2.779 27 1.703 2.052 2.473 2.771 28 1.701 2.048 2.467 2.763 29 1.699 2.045 2.467 2.763 29 1.699 2.045 2.462 2.756 30 1.897 2.042 2.457 2.750 40 1.684 2.021 2.423 2.704								1
8								1
9					2 305			
10								1
11								
12								1
13								1
14								
15						2,000		1
16								1
17	14							
18		0.120						1
19								
20		77/7/2				2.530		1
21								
22 1,717 2,074 2,508 2,819 23 1,714 2,069 2,500 2,807 24 1,711 2,064 2,492 2,797 25 1,706 2,060 2,485 2,767 26 1,706 2,056 2,479 2,779 27 1,703 2,052 2,473 3,771 28 1,701 2,048 2,467 2,763 29 1,699 2,045 2,462 2,756 30 1,697 2,042 2,457 2,750 40 1,664 2,021 2,423 2,704 60 1,671 2,000 2,390 2,660 120 1,658 1,980 2,358 2,617 Distribución normal 1,645 1,990 2,326 2,576								
23				1.717				
24 1,711 2,064 2,492 2,797 25 1,706 2,060 2,485 2,787 26 1,706 2,056 2,479 2,779 27 1,703 2,052 2,473 2,771 28 1,701 2,048 2,467 2,763 29 1,699 2,045 2,462 2,756 30 1,697 2,042 2,457 2,758 40 1,684 2,021 2,423 2,704 60 1,671 2,000 2,390 2,660 120 1,658 1,980 2,355 2,617 Distribución normal 1,645 1,990 2,326 2,576		23						
25								
26								1
27								1
28 1,701 2,048 2,467 2,763 29 1,699 2,045 2,462 2,756 30 1,697 2,042 2,457 2,758 40 1,664 2,021 2,423 2,704 60 1,671 2,000 2,390 2,660 120 1,658 1,980 2,358 2,617 Distribución normal 1,645 1,990 2,328 2,576						2.473	2771	1
29						2.467	2 763	100
30 1,697 2,042 2,457 2,750 40 1,684 2,021 2,423 2,704 60 1,671 2,000 2,390 2,660 120 1,658 1,980 2,358 2,617 Distribución normal 1,645 1,980 2,328 2,576						2 462		+
40 1.684 2,021 2.423 2.704 60 1.671 2,000 2.390 2.660 120 1.658 1,980 2.358 2.617 Distribución normal 1.645 1,980 2.328 2.576								1
60 1.671 2.000 2.390 2.660 120 1.658 1.980 2.358 2.617 Distribución normal 1.645 1.980 2.328 2.576								K.1
120 1,658 1,980 2,358 2,617 Distribución normal 1,645 1,990 2,326 2,576								100
Distribución 1.645 1,990 2,326 2,576		2000			1,980			
normal 1,645 1,990 2,326 2,576		1000000				STREET, STREET,	T CONTRACT	
			-	1.645	1,990	2.326	2,576	1 100
				1	-			1
			12		. 3		1	
		220	1	-			- /	
	2		135					
					*		76.10	
	The second second	7				19	- 1000	
-: //				-	1	-	36	3
		-8			1	A	1	





CONCESIONES POR FATIGA MINLITOS CONCESIODOS CONCESIÓN EX JORNADA EFECTIVA

1 + GONGESION N

ш		ITES LASE	CONCESIÓN(%) POR FATIGA			A EFECTIVA JUTOS)	
CLASE			E A	510	480	460	420
0	INFERIOR	SUPERIOR	SONO	M	INUTOS CONCE	DIDOS POR FAT	IGA.
A1	0	156	1	5	15	1 4	4
A2	157	163	2	10	10	-9	6
A3	164	170	3	15	14	13	12
AA	171	177	4	20	18	17	15
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	8	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4.	208	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	48	44	41	38
C1	220	228	11	51	48	45	42
02	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	84
D4	278	282	19	81	77	72	87
DS	283	289	20	85	50	75	70
	290	296	21	-09	83	70	
E2	297	307	22	62	88	81	70
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	517	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	98	90	84
Ft	325	331	26	105	99	93	- 57
F2 F3	332	338	27	108	102	96	89
F4	339	345	28	112	105	98	92
FB	350	349 Y MÁS	30	115	108	101	94





			FLADAGE TO S DE ENTURO DEL TRABAD
	19000	EUCIONES OF	ERACIONALES DE LOS EACTORES DE PATIGA
A	CONDICIONAL DE	ERABARD U YE 4) NI	MPERATURA, 2) CONDICIONES AMBIENTALES, 2) HUMERAD. VAL DE MUDIO, 5) BLUMINACIÓN
1,710	TEMPERATURA	GRADO L	ES PUNTOS). Christiacone bajo control aléctrite e menianos. 2010 - Tiropination e 24°C.
		GRADO 2.	(10 PUNTOS). Temperatura resemblido por los requestramente de la tarona, a). Para trabajos intáficiese. 24°C × Temperatura v. 28.5°C. 5). Para trabajos estanoco. 26.9°C × Temperatura × 12°C.
		ORADO L	(13 PUNCOS). Temperature undrobada pur los repartencientes de la taria. Al Para testinjos reteneras. 26.5°C > Temperatura 5.20°C. 5) Pora temperatura extensos a con cumilicado de alic. 22°C > Temperatura 5.14.3°C.
		ORADOL.	(40 PUNTOR) a) Automos on combolin de sire Temperarus à 27°C b) Automos con circilisces menul de sire 35°C < Temperarus à 41.5°C.
7.	CONDICTORES	ORADO I.	(5 PUNTOS) at Openscorpt contains in Extendes 10 Openscorpt or unitaries acondisconsists see also firm by the air mans seems.
		GRADO Z	(10 PLECTOS) Archisme: ticpianto o de oficien se sine sesselicio- ardo. Ocacionalmente profesi petermano milas silves o mila van- tilacido:
		088003	220 PUNTOS). Ambientes comulto y propeitre, ao recominate de non. Ambientes sem polivo y la lectica en forma limitada.
		GRADO 4	(SII PUNTOS). Aniquetes trauces. Marine pulses yet harmen no elimi- millies per extraction de gior





2		FUNDAMENTON DE ENTREIO DEL TRABADO				
		DRAPA I	S RESTREE Would work a state of the land			
3. HUMEDAD		ORADO L	(5 PENTOS). Harmful round, arthoris ellerationies. For la gaza- nii lay hamaful adatos del acts. al. 33%, con temperature de 21 a 24%.			
		GRADUA.	(10 PUNTOS). Ambienes auce. Mesos del 20% de humedad referen.			
		GRADU3.	(15 PUNTOS). Also humerind. Serencies pegapour en la purl y repu- leurendezido. Hamerind esterior del SIN.			
		084004	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de leumentad, tales como traticas bajo la lleviu e en nalsa de vaprar a fragostriane, que amentane el vaca de rope experint			
4. NIVEL DE REIDO		J OGVRO	() PUNTON). Raido de 30 a 10 declaries. Casameristico en oficines o en antivestas poca midoses.			
		GRADQ2	(10 PONTOS), a) Roofe per celajo de 30 decidades. Ambiente dem- tardo tampeta: 4) Baido site estre 40 y 40 decidades, pero de naturo- lem constanto.			
		GEADQL	(30 PUNTOS) a) Ruidos agodes per serios de 90 declados. In) Ambardos serios berealeses trangellos con amidar intermatantes a custos melestas, a) Ruidos por occaso de 100 decibeles so asternadores.			
		GRADOA.	(NI PUNTOS), Buides de são focuencia o estac, canastrolóficos eso- lectes, ya sea: interminante o condustro.			
S. BARMINACIÓN		ORANO.1.	(5 PUNTOS). Lacrosco regilados Blemancico Riperecente y era ano posser de 215 a 338 km para la seguein de Jas aplicaciones in- docration y 536 a 1977 los para oficiases y logaron de arapección.			





7 1			FORDMENTOS DE ESTIGIO DEL TRABAJO 2
1			
	10	BADO.2	(10 PUNTOS). Ambientes que esqueten llemmación especial e por debajo del extendor. Resplicación occasionales.
	-	HADO1	(15 PUNTOS) at Luz doude al magiandor continuo es inte- cente al mitiga. In Trabajo que requissa anueltema de large obrar a concres care muses de 54 los.
	0	EADO 4	(20 PUNTOS). Testinjo in teerdae, sin liuz yes al tunto. Les correcterations del terbojo impositivitane u observação la visida.
11. 11.12.23	THE PARTY PARTY	LEUD APLE	AINS, D BERACIÓN BEL YRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO.
Control Control			26 ESPUERZO HISICO. 40 ESPUERZO MENTAL O VINCAL.
		EADO L	(20 PUNTOS). Operación o subsperazión que pueda completarse os se mineste o menos.
	- 10	MADOL	(10 PLNTOS). Operación o autroporteción que punhe complaturas en 13 minutas o minute.
		KADO 3.	(no PUNCOS). Operation o subopurschild que punde complatates es una liera o nazione.
	7 (0	SADOA.	(80 FUNTOS). Operation a suboparation que possile completarse que este de anti hora.
	CICLO CICLO	RAPQ.L	CO PUNTOS) a) Poca posibilidad de monatoria. El trabojador puede programar as pergos trabajo es varier as parios de ajecucios. 5) Operaciones que variar trada das a desda los subspecialmentes sus americamento de mallacente diamia.





INGENIERÍA DE MÉTODOS

DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

SISTEMA WESTINGHOUSE

ERZO	FUE	E.S	IDAD	BIL	HA
Excesivo	A1	+ 0.13	Extrema	A1	+ 0.15
Excesivo	A2	+ 0.12	Extrema	A2	+ 0.13
Excelente	81	+ 0.10	Excelente	B1	+ 0.11
Excelente	B2	+ 0.08	Excelente	B2	+ 0.08
Bueno	C1	+ 0.05	Buena	C1	+ 0.06
Bueno	C2	+ 0.02	Buena	C2	+ 0.03
Regular	D	0.00	Regular	D	0.00
Aceptable	E1	- 0.04	Aceptable	E1	- 0.05
Aceptable	E2	- 0.08	Aceptable	E2	- 0.10
Deficiente	E1	- 0.12	Deficiențe	E1	0.16
Deficiente	F2	+ 0.17	Deficiente	F2	0.22
TENCI	SIS	CON.	IONES	DIC	CON
Perfecta	Α	+ 0.04	Ideales	A	0.06
Excelente	В	+ 0.03	Excelentes	В	+.0.04
Buena	C	+ 0.01	Buenas	C	+ 0.02
Regular	0	0.00	Regulares	D	0.00
Aceptable	E	- 0.02	Aceptables	E	0.03
Deficiente	F	- 0.04	Deficientes	F	0.07

ING. IVÁN J. TURMERO A.

UNEXPO





OPERACIÓN : Estudio de Métodos nim. : INSTALACIÓN/MÁQUINA : HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES :							ESTUDIO núm.: HOJÁ núm.: TERMING: COMIENZO: TIEMPO TRANSC:						
PLANO Núm : MATERIAL : CONDICIONES TRABA IO						OPERARIO: FICHA: OBSERVADO POR:							
NOTA : Dibuje plano del taller a	dorso								DBAC			-	-
ELEMENTO		T 4	len 2	3	4	5 6	fv a	7	(C)	9	10	TZ	T(s)
	I I I												





1			
	7		PUMPHISTATOS DE SELTUDO DEL TIRRALID
		GEARO,Z	(40 PUNTOS). Operaciones de un patrio Fijo rasmoble o doude existen tempor preventes a provisiones pasa termina. La tures en manda, amonte les operaciones pueden estate de un cuito o seu
		GRADO J.	(60 PLINYOS). Operactures decide la terminación posicións asia pro- gramada y su excernicas so regular, o dunde la terminación del naco- miento e los primeres posiciones se aposidas por la termin 10 venta al día.
		DRADO.6	(10 PLINTOS). a) Operationer dande la transitación del enreament o de los patremes prevente se más de 10 par día. (i) Operationes met- trolades por la magnina con alta monumenta o techo del equandos
	± ESPUTRIO PISICO	GRADO I.	(20 PLNITOS), a). Enforces essential aplicatio man del 15% del sampo, por encoma del 36 kg, b) finforces essential guinado sono al 15% y el 40% del nompo, para pesso entre 12.5 kg 5 fil kg, e) Enforces manual aplicado entre 40% y el 70% del morpo, para pesso entre 2.5 kg 5 (2.5 kg, d) Enforces manual aplicado por securio del 70% para pesso septembro a 2.5 kg.
		SBADQ2	(40 PUNTOS) a) Reference estituti aplicado entre el 15% y el 40% inti- ticirpo par encuesa de 30 de 30 Esference internal aplituelle entre el 42% y el 30% del ferripo, pues perse entre 12.5% y 30%; y 2 Esference manunt aplitudes per encuesa del 20% gera puese entre 2.5 hz. y 13.5 by
		GRADO 3.	(60 PUNCYOS): a) Esfection material aphicular material 40% y el 20% y el 20% y el 10% y el 10% y el 20% y el 10% y el 10
1			





C POSICIONI ULI TEARADI. PARADIR, SENTABO. MOVEMBOSE, ALTERA BE TRABADO.

CHADO 1. (III PLINTOS). Resiliences del inchese se previous surrato e mediante sua evolubración de ministre y destinado, porodo y estimiendo, donde sé intrado entre emolitos de possible se influénce a siste eministre. De selecto de tendre, premete uma afreta normal responto la posición de la calcular y data bases del tendandor.

CRADO I. (OI PLINTOS), al soultare se del tradago parte la contradade una descentar y hi III site de tribuge province que la temperador en accesso sido en segue programado para descentar y hi III site de tribuge provincement man disposición flacas del responsa de trabago en accidente de tradago en combinador de trabago en combinador de trabago en combinador de trabago en descenta y la combinador de trabago en la minima debagos.

CRADO I. (OI PUNTOS), Operadores doute el man de trabago en la minima del mismo de for locazión de for accidente de trabago en descenta de combinador de minima de la proposición de la combinador de combinador de combinador de la proposición de la proposición de contraba en combinador de combinador de la proposición de la combinador de combinador de la proposición de la combinador de combinador de combinador de la proposición de la combinador de combinador de la proposición de la combinador de combinador de combinador de la combinador de la combinador de combinador de la combinador de combinador de la combinador de





1		FUNDAMENTOS DE ESTUDIO DEL TRADAJO
	GBA00.6.	(NO PLINTOS). Exfures manual aplicado per entina del 20% del tempo para passa superioses a 20 kg.
6 ESPUELEO SHENTAL O VISUAL	GRADO I.	(10 PCNTOS). Assection resettal or would applicable communitation, detailed a good in operation or printing assection assection in processing and technique of our supported or networks only larger.
	GRADO.2.	(20 PUNTOS). American muntal y visual fluorests donds el tribuyo es informitante, e la operacion involunta la numa del tribuyo pero que la méquina o el provinci completan un cicle con illegiante especiales.
	GRADO 3	(30 PUNITOS). America mental y venis common debelo a nacione de caladad o de seguridad. Centralmente occare en operaciones repolitivas que requieme un estado sovietade de alerte e de actividad de pane del tempolador.
	GRADO 4	(50 PUNTOS) a) America mental y statul commenda a astana an especies reducitios. In Randonschia de militare completius nas. Itinius american de american de american de calidad et Colombian que requistros la coordinamento de gans destreta matinal con alectria vistal carrieda moterada por farque periodos de timpos. El Actividade de ampecación para destina el objetivo Pundamental de cel interpres de la calidad.