Republica Bolivariana de Venezuela
Universidad Experimental Politécnica
"Antonio José de Sucre"
Vice-Rectorado de Puerto Ordaz
Departamento de Ingeniería Industrial
Catedra: Ingeniería de Métodos.

Estudio de Tiempo de la producción de lingotes en la Empresa Aluminios Bellmart C.A.

Profesor:

MSc. Ing. Iván Turmero

Integrantes:

Cardozo, Paola
Hernández, Rhonal
González, Raúl
Guevara, Ana
Moreno, Katherine
Zambrano, José

Ciudad Guayana, julio de 2012

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 5

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA 10

1.1 Antecedentes 10

1.2 Planteamiento del problema 11

1.3 Justificación 11

1.4 Limitaciones 12

1.5 Objetivos: 12

1.5.1 Objetivo general: 12

1.5.2 Objetivos específicos: 12

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 14

2.1. Tiempo estándar 14

2.2.1 Aplicaciones del tiempo estándar 14

2.2.2 Propósito de Tiempo Estándar 15

2.2.3 Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar 16

2.2.4 Como se calcula el tiempo estándar 16

2.2 estudio de movimientos 17

2.2.1 antecedentes 17

2.3 estudio de movimientos y tiempo 17

2.3.1 técnicas del estudio de tiempo 17

2.4 análisis operacional 18

2.4.1 aspectos a considerar en el análisis operacional 18

2.4.2 utilidad del análisis operacional 18

2.4.3 enfoques primarios 19

2.4.4 Estudio de tiempos 24

2.4.4.1 Objetivos del estudio de tiempos 24

2.4.4.2 Requisitos para el estudio de tiempo 25
2.4.4.2.1 Responsabilidad del Analista de Tiempos 25
2.4.4.2.2 Responsabilidades del Supervisor 27
2.4.4.2.3 Responsabilidades del Sindicato 28
2.4.4.2.4 Responsabilidad del Trabajador 29
2.5 Técnicas para el estudio de tiempos 30
2.5.1 Cronometraje 30
2.5.2 Tiempos predeterminados 32
2.5.3 Datos históricos 33
2.5.4 Muestreo del trabajo 33
2.6 Elementos del estudio de tiempos 34
2.6.1 Selección del operador y estrategia a seguir 34
2.6.4 Posición del Observador 37
2.6.4.1 División de la Operación en Elementos 37
2.7 Equipos para el estudio de tiempos 39
2.7.1 Toma de tiempos 41
2.7.1.1 Lecturas de Regreso Vuelta a Cero 42
2.7.1.2 Lecturas continuas 44
2.8 Calificación de desempeño 44
2.9 Métodos de calificación 45
2.9.1 Sistema Westinghouse (Calificación de la Actuación) 45
2.9.2 Calificación Sintética 49
2.9.3 Calificación por Velocidad 50
2.9.4 Calificación Objetiva 51
2.10 Determinación de tolerancias 52
2.10.1 Necesidades Personales 53
2.10.2 Fatiga 53

2.10.3 Retrasos 55

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO 57
3.1 Tipo de estudio..... 57
3.2. Población y muestra..... 58
3.3. Recursos..... 59
3.4. Procedimiento de la investigación..... 60

CAPÍTULO IV: SITUACIÓN ACTUAL 62
4.1. Actividad elegida para el estudio..... 62

CAPÍTULO V: CALCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR 64
5.1. Determinación del tiempo estándar..... 64
5.2. Cálculo del tiempo estándar..... 64
5.3. Cálculo del tiempo estándar de la actividad de carga y descarga de el horno basculante nº 5 de la empresa aluminios bellmart c.a. 65
5.4. Procedimiento estadístico 65
5.5 Determinación del tamaño de la muestra 67

CONCLUSIONES..... 76
RECOMENDACIONES 77
BIBLIOGRAFÍA 78
ANEXOS 79
APÉNDICES..... 89

INTRODUCCIÓN

ALUMINIOS BELLMART C.A. es una empresa que se encarga de producir lingotes y pailas de aluminios tanto primarios como reciclados, mediante la recuperación del aluminio contenido en los subproductos de la producción de aluminio primario elaborado en las empresas básicas de la zona.

El propósito general de este proyecto es el de realizar un estudio de tiempos y movimientos al horno basculante Nº5, así poder obtener los tiempos reales, los cuales servirán para determinar el porcentaje real del tiempo que trabaja el operador para mejorar así el proceso de producción de lingotes y pailas para sus despachos nacionales e internacionales.

Para la elaboración de dicho proyecto se siguió una metodología a través de un diseño de campo, ya que se baso en observaciones del lugar de trabajo y entrevista no estructuradas con el supervisor y personal que labora en dicha empresa los cuales suministraron la información necesaria para evaluar los tiempos y demoras.

Para lograr el propósito de este estudio, se va a obtener a través de visitas a la empresa con el propósito de tomar los datos necesarios para hacer los cálculos del estudio de tiempo, debido a que los tiempos de ejecución de las actividades realizadas por los operarios no están estipulados.

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA

En este capítulo se estudiara el problema que se presenta en la empresa ALUMINIOS BELLMART C.A, debido a la falta de un estudio de tiempo. Se explicara el origen de este problema, los objetivos de la investigación, los antecedentes y las limitaciones que complican la elaboración de la investigación, dando como resultado que a través de los diversos estudios obtengamos una actualización de los de tiempos reales operativos y tiempos de realización de las distintas actividades realizados en la empresa, descartando así los tiempos no productivos que afectan la eficiencia en la producción de los lingotes de aluminio.

1.1 ANTECEDENTES

Aluminios Bellmart C.A. es una empresa que fue constituida el 8 de Octubre de 1999 por el Sr. Luis Martínez siendo este el único socio con el 100% de las acciones de la empresa.

El 25 de Febrero del año 2002, se cristaliza la compra de los terrenos e instalaciones ubicados en la UD-502, carrera el samán, cruce con vía i, zona industrial Matanzas, Ciudad Guayana, Municipio autónomo Caroní del estado Bolívar.

Aluminios Bellmart C.A. es una empresa que se caracteriza por la fabricación de lingotes de aluminio. Es indispensable mencionar que luego de distintas visitas realizadas se pudo notar que debido a que la empresa es relativamente nueva, no posee un estudio de movimientos y tiempo donde se refleje los tiempos estándares de los procesos que se realizan diariamente, ya que en el momento de la instalación de la empresa se busco la mejor ubicación de las estaciones basados principalmente en la accesibilidad más que en su correcta ubicación.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Toda investigación se origina en un problema al cual debe dársele solución, lo que se logra mediante el desarrollo de la investigación, dicho esto es indispensable mencionar que en las visitas realizadas a la empresa ALUMINIOS BELMMART C.A se pudo notar que las instalaciones no poseen un estudio de estándares de tiempo, afectando así el óptimo funcionamiento y eficacia en el desempeño laboral del operario.

Para la realización de las diferentes operaciones realizadas en la empresa es necesario obtener una forma automatizada de llevar en control diversos estudios que permitan determinar el porcentaje de las tolerancias de los operarios ya que es otro factor faltante en la empresa, esto permitirá tener una exactitud del porcentaje verdadero efectivo de los operarios en el desempeño de la actividad que le corresponde realizar. ; tomando en cuenta que puede existir un porcentaje de variabilidad debidos a entes externos que puedan afectar a la hora de empezar con la producción de lingotes de aluminio, o en otros casos la experiencia que pueda tener el operario en la realización de la tarea.

La implantación de los estudios de tiempo en la empresa ALUMINIOS BELLMART C.A permitirá obtener una mayor eficacia en las tareas realizada y mejorar la planeación del control de producción obteniendo así un control de los factores que puedan intervenir en el retraso.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En esta investigación se eligió estudiar por qué Aluminios Bellmart C.A. no cuenta con un estudió de tiempo, debido a que este permite saber con precisión cuál sería el tiempo necesario para que el operario pueda desempeñarse en su trabajo con una mayor eficacia, dando como resultado que se obtengan mejoras en el proceso de producción.

1.4 LIMITACIONES

Las limitaciones que se presentaron a la hora de realizar el estudio de tiempo, es que la empresa no tenia materia prima, por lo tanto su productividad estuvo fuera de servicio durante una semana, generando un atraso inevitable, esto dio como resultado que fuera imposible realizar un toma de datos de las operaciones realizadas para la fabricación de lingotes. Cabe destacar que luego de transcurrida esa semana de improductividad, se lograron realizar los debidos estudios con la pertinente llegada de la materia prima.

1.5 OBJETIVOS:

1.5.1 OBJETIVO GENERAL:

A pesar de que la empresa es nueva es inevitable mencionar que aunque no posee estudios anteriores con respecto a un estudio de tiempos o movimiento ha tenido una fuerte jornada de trabajo capaz de realizar su trabajo y de fabricar los lingotes necesarios para mantener las ventas activas.

1. Es necesario aplicar un estudio que permita determinar la mayor eficacia que podría tener el operario a la hora de realizar el trabajo.
2. Aplicar el estudio de tiempo para determinar el tiempo Estándar de la producción de lingotes en la empresa ALUMINIOS BELLMART C.A.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

TIEMPO ESTÁNDAR

1. Ejecutar investigaciones para obtención de datos con la finalidad de determinar el tamaño de la muestra que se tomará para la realización del estudio de tiempo.

2. Evaluar las condiciones en las que el operario realiza el trabajo.

3. Emplear de manera estadística el procedimiento para la determinación del tiempo estándar.

4. Determinar la calificación de velocidad de la operación realizada.

5. Determinar las tolerancias de la jornada de trabajo según las características de la operación.

6. Determinar la jornada de trabajo a evaluar.

7. Controlar de manera correcta el cronometro para así poder obtener los valores exactos de la operaciones realizadas.

8. Determinar, a través del cronometraje, los tiempos promedios seleccionados de la operación y, clasificarlos de acuerdos a la velocidad de ejecución de cada elemento de la misma.

9. Determinar el tiempo estándar de la operación escogida.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. TIEMPO ESTÁNDAR

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

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

2.2.1 Aplicaciones del tiempo estándar

1.- Para determinar el salario de vengable por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.

2.- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.

3.- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.

4.- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.

5.- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.

6.- Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.

7.- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.

8.- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.

9.- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

2.2.2 Propósito de Tiempo Estándar

1.- Base para el pago de incentivos.
2.- Denominador común para la comparación de diversos métodos.
3.- medio para asegurar una distribución del espacio disponible.
4.- Medio para determinar la capacidad de la planta.
5.- Base para la compra de equipos.
6.- Equilibrio de la fuerza laboral.
7.- Mejoramiento del control de producción.
8.- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
9.- Base para primas y bonificaciones.

10.- Control presupuestal.

11.- Cumplimiento de la normas de calidad.

12.- Simplificación de los problemas de dirección de las empresas.

13.- Mejoramiento de los servicios a los consumidores.

14.- Elaboración de los planes de mantenimiento.

2.2.3 Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar

1.- Reducción de los costos; al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce un mayor número de unidades en el mismo tiempo.

2.- Mejora de las condiciones obreras; los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pagos de salarios con incentivos, en los cuales los obreros, al producir un número de unidades superiores a la cantidad obtenida a la velocidad normal, perciben una remuneración extra.

2.2.4 Como se calcula el tiempo estándar

El tiempo estándar se determina multiplicando el tiempo promedio seleccionado (TPS) por la velocidad de trabajo (CV), más la sumatoria de las tolerancias.

$$TE = TN + \sum Tolerancias$$

Donde:

$$TN = TPS * CV$$

Donde:

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado

CV = Factor de Calificación

TE = Tiempo estándar

TOL= tolerancia

2.2 ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

Técnica que consiste en el estudio de los movimientos del cuerpo humano que son utilizados para ejecutar una operación o trabajo determinado con el fin de ser evaluados identificando los productivos e improductivos de forma tal que una vez analizados se puedan reducir, combinar simplificar y en el mejor de los casos eliminar para luego establecer una mejor secuencia o sucesión de movimientos más favorables que permita lograr la eficiencia máxima

2.2.1 ANTECEDENTES

Fue en Francia en el siglo XVIII, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres, cuando se inició el estudio de tiempos en la empresa, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica, el padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 80's, allí desarrolló el concepto de la "tarea", en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado. Después de un tiempo, fuel matrimonio Gilbreth el que, basado en los estudios de Taylor, ampliará este trabajo y desarrollara el estudio de movimientos, dividiendo el trabajo en 17 movimientos fundamentales llamados Therbligs (su apellido al revés)

2.3 ESTUDIO DE MOVIMIENTOS Y TIEMPO

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

2.3.1 TÉCNICAS DEL ESTUDIO DE TIEMPO

- Estudio cronométrico de tiempos
- Datos Estándares
- Sistema de tiempos predeterminados
- Muestreo del trabajo
- Estimaciones basadas en datos históricos

2.4 ANÁLISIS OPERACIONAL

Es un procedimiento sistemático empleado por el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento permitiendo así incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios sin perjudicar la calidad. Es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración de empresas y servicios.

2.4.1 ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL ANÁLISIS OPERACIONAL

1. Los hechos deben examinarse como son y no como parecen.
2.Rechazar ideas preconcebidas.
3. Reto y escepticismo.
4. Atención continua y cuidadosa.

2.4.2 UTILIDAD DEL ANÁLISIS OPERACIONAL

1. Origina un mejor método de trabajo.
2.Simplifica los procedimientos operacionales.
3. Maximiza el manejo de materiales.
4. Incrementa la efectividad de los equipos.
5. Aumenta la producción y disminuye el costo unitario.
6. Mejora la calidad del producto final.
7. Reduce los efectos de la impericia laboral.
8. Mejora las condiciones de trabajo.
9. Minimiza la fatiga del operario.

2.4.3 ENFOQUES PRIMARIOS

1.- Propósito de la Operación

Justificar el objetivo, el para qué y el por qué, determinando así la finalidad de la tarea. Es recomendable evaluar si es posible eliminarla, cambiarla, simplificarla, reducirla o mejorarla. Una regla cardinal que el analista debe observar es tratar de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla. 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.

2.- Diseño de la Parte o Pieza

Los diseños no son permanentes y pueden modificarse, y si es para un mejoramiento y la importancia del trabajo es significativa, entonces se debe realizar el cambio sin cortapisas. Por lo tanto, se debe considerar al diseño como algo cambiante, su grado de complejidad y evaluar si es posible mejorarlo a través de la:

A. Disminuir el número de partes, simplificando el diseño.
B. Reducción del número de operaciones y la magnitud de los recorridos en la fabricación uniendo mejor las partes y haciendo más fáciles el acabado a maquina y el ensamblaje.
C. Utilización de un mejor material.
D. Liberalizar las tolerancias y confiar en la exactitud de las operaciones clave en vez de en series de limites sostenidos estrechamente.

3.- Tolerancias y Especificaciones

- Tolerancia: Margen entre la calidad lograda en la producción y la deseada.

- Especificaciones: Conjunto de normas o requerimientos impuestos al proceso, para adecuar el producto terminado respecto al diseñado.

Seleccionar el mejor método o técnica de inspección que implique control de calidad, menor tiempo y ahorro en costo.

Existen dos razones para que los diseñadores tengan una tendencia natural a establecer especificaciones más rigurosas necesarias cuando desarrollan un producto. Estas razones son las siguientes: (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 cierre de una tolerancia 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.

4.- Materiales

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 el diseñador tenga sobre los materiales, y como es difícil escogerlo por la gran variedad de materiales disponibles, en muchas ocasiones resulta mejor incorporar un material mejor y más económico a un diseño existente.

Representan un porcentaje alto del costo total de la producción y su correcta selección y uso adecuado es importante. El analista de métodos debe tener en cuenta seis consideraciones relativas a los materiales directos e indirectos utilizados en el proceso. Estas consideraciones son las siguientes:

A. Hallar un material menos costoso.

B. Encontrar materiales más fáciles de procesar.

C.Emplear materiales en forma más económica.

D.Utilizar materiales de desecho.

E. Usar más económicamente los suministros y las herramientas.

F. Estandarizar los materiales.

5.- Análisis del Proceso

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

A. Al cambio de una operación, considerar los posibles efectos sobre otras operaciones.

B.Mecanización de las operaciones manuales.

C.Utilización de mejores máquinas y herramientas en las operaciones.

D.Operación más eficiente de los dispositivos e instalaciones mecánicas

6.- Preparación y Herramental

Las actividades de preparación son necesarias para el proceso, evitar perder tiempo por este concepto que se traduciría en costos significativos. Se debe considerar:

- Mejorar la planificación y control de la producción.
- Entregar instrumentos, instrucciones, materiales, etc., al inicio de la jornada de trabajo.
- Programar trabajos similares en secuencia.
- Entregar por duplicado herramientas de corte.
- Implantar programas de trabajo para cada operación.

Las herramientas deben tener la calidad adecuada, se debe corresponder

con la actividad que se realiza, uso correcto, para ello se recomienda:

- Efectuar mayor número de operaciones de maquinado por cada preparación.
- Diseñar herramental que pueda utilizar la máquina a su máxima capacidad.
- Utilizar la mayor capacidad de la máquina.
- Introducir un herramental más eficiente.

7.- Condiciones de Trabajo

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. Es necesario proveer al operario un ambiente de trabajo adecuado considerando su entorno:

- Adaptar la iluminación según la naturaleza del trabajo.
- Mejorar las condiciones climáticas hasta hacerlas óptimas.
- Control de ruidos y vibraciones.
- Ventilación adecuada.
- Promover orden, limpieza y buen cuidado.
- Eliminación de desecho de polvos, humos, gases, nieblas irritantes y dañinas.
- Proporcionar equipo de protección personal adecuado.
- Organizar y promover un buen programa de primeros auxilios.

8.- Manejo de Materiales

En la elaboración del producto, es necesario evaluar y controlar la inversión de dinero, tiempo y energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro. Según la American Material Handlings Society (Sociedad Norteamericana para el Manejo de Materiales), los beneficios tangibles e

intangibles del manejo de materiales se reducen a cuatro objetivos:

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.

9.- Distribución de la Planta y Equipos

El objetivo de la distribución efectiva del equipo en la planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseados, con calidad satisfactoria 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.

La distribución de la planta y equipos implica la ordenación física de los elementos del proceso en cuanto a:

- Espacio necesario para el movimiento de materiales.
- Áreas de almacenamiento.
- Trabajadores indirectos.
- Equipos y maquinarias de trabajo.
- Puestos de trabajo.
- Personal de taller.
- Zonas de carga y descarga.
- Espacios para transportes fijos.

2.4.4 ESTUDIO DE TIEMPOS

Técnica que consiste en el establecimiento de un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada con base a la medición del contenido de trabajo del método prescrito. Considerando al operario promedio el ritmo o la velocidad de trabajo y los suplementos o tolerancias por concepto de fatiga, demoras personales, retrasos inevitables y otros.

Existe una estrecha asociación entre las funciones del analista de tiempos y las del ingeniero de métodos. Aunque difieren los objetivos de ambos, un buen analista del estudio de métodos es un buen ingeniero de métodos, puesto que su preparación tiene a la ingeniería de métodos como componente esencial.

2.4.4.1 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

2.4.4.2 REQUISITOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPO

2.4.4.2.1 Responsabilidad del Analista de Tiempos

Todo trabajo encierra distintos grados de habilidad y esfuerzos físicos y mentales para ser ejecutado satisfactoriamente. Además de tales variaciones en el contenido del trabajo, existen diferencias de aptitud, aplicación física y destreza de los trabajadores. El analista no tiene dificultad alguna para medir el tiempo que un trabajador emplea al ejecutar un trabajo.

Es esencial que el supervisor, el obrero, el representante sindical y el analista comprendan perfectamente los principios y la práctica de un estudio de tiempos, debido a los numerosos intereses y reacciones humanas relacionadas con tal técnica. Las responsabilidades del analista de tiempos generalmente son las siguientes:

1.- Poner a prueba, cuestionar y examinar el método actual, para asegurarse que es correcto en todos aspectos antes de establecer el estándar

2.- Analizar con el supervisor, el equipo, el método y la destreza del operario antes de estudiar la operación

3.- Contestar las preguntas relacionadas con la técnica del estudio de tiempos o acerca de algún estudio específico de tiempos que pudieran hacerle el representante sindical, el operario o el supervisor

4.- Colaborar siempre con el representante del sindicato y con el trabajador para obtener la máxima ayuda de ellos

5.- Abstenerse de toda discusión con el operario que interviene en el estudio o con otros operarios, y de lo que pudiera interpretarse como crítica o censura de la persona

6.- Mostrar información completa y exacta en cada estudio de tiempos realizado para que se identifique el método que se estudia

7.- Anotar las medidas de tiempos correspondientes a los elementos de la operación que se estudia

8.- Evaluar con toda honradez y justicia la actuación del operario

9.- Observar siempre una conducta irreprochable con todos y dondequiera, a fin de atraer y conservar el respeto y la confianza de los representantes laborales y de la empresa.

Las características que un analista de métodos debe reunir para desempeñar con éxito todos sus deberes y responsabilidades, son similares a las que se necesitan para triunfar en cualquier otro campo en que las miras principales estén dirigidas al establecimiento de relaciones humanas. Es de vital importancia que el trabajo del analista de tiempos sea exacto, ya que influye directamente sobre las percepciones monetarias del personal laborante y el estado de pérdidas y ganancias de la compañía.

Existen requisitos personales que son esenciales para cualquier analista de métodos, estos requisitos son los siguientes:

1.- Honradez y honestidad

2.- Tacto y comprensión

3.- Gran caudal de recursos

4.- Confianza en si mismo

5.- Buen juicio y habilidad analítica

6.- Personalidad agradable y persuasiva, complementada con un sano optimismo.

7.- Paciencia y autodominio.

8.- Energía en cantidades generosas, moderada con actitudes de cooperación.

9.- Presentación y atuendo personal impecables.

10.- Entusiasmo por su trabajo.

El analista de tiempos, al observar y tratar a los diversos trabajadores, tiene que aprender a reconocer las cualidades humanas de una persona y tener en cuanta las limitaciones de la naturaleza humana. De esta manera, para lograr la cooperación tiene que elegir y seguir el mejor método posible de acercamiento hacia el trabajador.

2.4.4.2.2 Responsabilidades del Supervisor

Todos los supervisores de una factoría son representantes de la empresa. Después de un operario o trabajador, no existe alguien en la fábrica o planta que se encuentre tan cerca de las operaciones como el supervisor. El supervisor debe sentir la obligación de procurar que prevalezcan estándares de tiempos equitativos, con la finalidad de conservar relaciones armoniosas con los trabajadores del departamento a su cargo. Tanto los estándares “estrechos” como “holgados” son causa de interminables problemas con el personal, y cuanto más pueda evitárselos, más difícil y placentero resultará su trabajo. Naturalmente que si todos los estándares fueran demasiado liberales, sus responsabilidades de supervisión resultarían relativamente fáciles.

El supervisor debe avisar con tiempo al operario que su trabajo va a ser observado. Esto despeja el camino tanto al analista de tiempos como al operario. Este último tendrá la certeza de que su superior inmediato está en conocimiento de que se va a tratar de evaluar el tiempo de su trabajo, y de que así tendrá oportunidad de exponer las dificultades que cree pudieran ser corregidas antes de establecer el estándar. Naturalmente que el analista de tiempos se sentirá más seguro sabiendo que su presencia ya es esperada. El supervisor tiene la responsabilidad de ver que se emplee el método correcto establecido por el departamento de métodos, y que el operario que elija sea apto para realizar el trabajo.

El supervisor esta en la obligación de notificar al departamento de tiempos acerca de cualquier cambio introducido en los métodos, para así hacer el ajuste apropiado de los estándares. Los cambios de métodos comprenderán cosas como cambio en el manejo de los materiales hacia o desde la estación de trabajo, modificaciones en el proceso de inspección, cambios de alimentaciones y velocidades, alteración de la ubicación de equipo en la estación de trabajo y giros en el proceso.

2.4.4.2.3 Responsabilidades del Sindicato

La gran parte de los organismos sindicales se opone a la medición del trabajo y preferirían que todos los estándares fuesen establecidos por arbitraje. Sin embargo, los sindicatos reconocen que los estándares son importantes para el funcionamiento provechoso de una empresa, y que la dirección o gerencia seguirá su desarrollo mediante las técnicas de medición del trabajo principal.

El sindicato debe instruir a todos los miembros acerca de los principios, teoría y necesidad económica de la práctica del estudio de tiempos a través de programas de instrucción y entrenamiento. Un representante sindical debe asegurarse de que el estudio de tiempos comprenda un registro completo de las condiciones de trabajo, el método de trabajo y el arreglo de la estación de

trabajo. Debe comprobar que la descripción del trabajo actual sea exacta y completa. A su vez, es aconsejable que vea que se haya efectuado la descomposición en elementos con límites bien definidos, ayudando así a la consistencia de los resultados de los tiempos.

Los sindicatos que adiestran a sus miembros en lo tocante al estudio de tiempos, promueven la cooperatividad y ayudan con todos sus recursos al programa de la dirección, obtendrán los beneficios de una mayor cooperación en la mesa de negociación, menos suspensiones de trabajo y miembros de su organización mucho más satisfechos.

2.4.4.2.4 Responsabilidad del Trabajador

Todo obrero o empleado debe tener suficiente interés en el buen funcionamiento de su compañía, para participar sin reservas su plena colaboración en toda práctica y procedimiento que trate de implantar la empresa con fines de mejoramiento. Infortunadamente, son pocas las veces que se encuentra semejante situación; sin embargo, puede alcanzarse en algún grado si la dirección de una compañía muestra su deseo de operar con estándares justos, tasas de salarios justas, buenas condiciones de trabajo y beneficios o prestaciones adecuados para los trabajadores, en forma de planes de seguros y jubilación.

Los operarios deben ser responsables de dar una apreciación justa a los nuevos métodos introducidos. Deben cooperar plenamente en la eliminación de los tropiezos inherentes a toda innovación. El operario debe aceptar como una de sus responsabilidades la de hacer sugerencias dirigidas al mejoramiento de los métodos. Nadie se encuentra más cerca de cada trabajo que quien lo ejecuta, y por eso el operario puede hacer una eficaz contribución a la compañía y a si mismo, haciendo su parte en el establecimiento de los métodos ideales.El operario es responsable de trabajar a un ritmo continuo y normal mientras se efectúa el estudio, debe introducir el menor número de elementos extraños movimientos que no estén establecidos. Debe seguir con precisión el método prescrito.

2.5 TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento prestablecido.

2.5.1 Cronometraje

Esta técnica se divide en dos partes: 1) determinación del numero de ciclos a cronometrar y 2) cálculo del tiempo estándar. Para efectuar la primera parte, inicialmente se selecciona el trabajo o actividad a analizar y se definen los elementos en que se divide la misma. Habiendo definido los elementos de la actividad, se procede a efectuar un cronometraje preliminar de al menos 5 ciclos de cada uno de los elementos; este cronometraje puede ser de dos tipos: vuelta a cero o acumulativo.

A partir de los datos obtenidos en el cronometraje preliminar, se determina el número de ciclos necesarios a ser cronometrados. Finalmente, efectuado el cronometraje de los ciclos obtenidos en la primera parte, se determina el tiempo estándar de cada uno de los elementos en que se ha dividido la actividad.

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

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

a. Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.

b. Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.

c. Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.

d. Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivo.

e. Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Pasos para su realización

1. Preparación

- Se selecciona la operación
- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

2. Ejecución

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

3. Valoración

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

4. Suplementos

- Análisis de demoras
- Estudio de fatiga
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias

5. Tiempo estándar

- Error de tiempo estándar
- Cálculo de frecuencia de los elementos
- Determinación de tiempos de interferencia

- Cálculo de tiempo estándar

2.5.2 Tiempos predeterminados

Los tiempos predeterminados se basan en la idea de que todo el trabajo se puede reducir a un conjunto básico de movimientos. Entonces se pueden determinar los tiempos para cada uno de los movimientos básicos, por medio de un cronómetro o películas, y crear un banco de datos de tiempo. Utilizando el banco de datos, se puede establecer un tiempo estándar para cualquier trabajo que involucre los movimientos básicos.

Se han desarrollado varios sistemas de tiempo predeterminados, los más comunes son: el estudio del tiempo de movimiento básico (BTM) y los métodos de medición de tiempo (MTM): los movimientos básicos utilizados son: alcanzar, empuñar, mover, girar, aplicar presión, colocar y desenganchar. Un porcentaje muy grande de trabajo industrial y de oficina se puede describir en términos de estos movimientos básicos.

El procedimiento utilizado para establecer un estándar a partir de datos predeterminados de tiempo es como sigue: Primero cada elemento de trabajo se descompone en sus movimientos básicos. Enseguida cada movimiento básico se califica de acuerdo a su grado de dificultad. Alcanzar un objeto en una posición variable, es más difícil y toma más tiempo que alcanzar el objeto en una posición fija. Una vez que se ha determinado el tiempo requerido para cada movimiento básico a partir de las tablas de tiempos predeterminados, se agregan los tiempos básicos del movimiento para dar el tiempo total normal. Se aplica entonces un factor de tolerancia para obtener el tiempo estándar.

Algunos ingenieros industriales que han utilizado tiempos predeterminados encuentran que son más exactos que los tiempos de los cronómetros. La mejoría de la exactitud se atribuye al número grande de ciclos utilizados para elaborar las tablas iniciales de tiempos predeterminados.

Entre las ventajas más grandes de los sistemas de tiempos

predeterminados se encuentra el hecho de que no requieren del ritmo del uso de cronómetros, y que además, con frecuencia estos sistemas son los menos caros.

2.5.3 Datos históricos

El uso de datos históricos es tal vez uno de los enfoques más pasados por alto para la medición del trabajo. Esto se debe a que los métodos no se controlan con datos históricos y por lo tanto sería imposible establecer un estándar en el sentido usual de la palabra. Para medir el trabajo sobre la base de datos históricos, cada empleado o el supervisor registran el tiempo requerido para terminar cada trabajo.

Para algunos trabajos el enfoque de utilizar los datos históricos puede ser preferible debido a que el trabajo en si se utiliza para desarrollar un estándar. No se requieren cronómetros y se permite la flexibilidad en el método, impulsando así la innovación sin la necesidad de establecer un nuevo estándar. Este enfoque puede ser especialmente efectivo cuando se acopla con un plan de incentivo salarial, donde el objetivo es hacer mejoras continuas sobre los niveles históricos.

2.5.4 Muestreo del trabajo

Un estudio del muestreo del trabajo se puede definir como una serie aleatoria de observaciones del trabajo utilizada para determinar las actividades de un grupo o un individuo. Para convertir el porcentaje de actividad observada en horas o minutos, se debe registrar también o conocerse la cantidad total de tiempo trabajado. Nótese que el muestreo del trabajo, como las estimaciones de tiempo histórico, no controla el método. Además no se controla la capacitación del trabajador, de tal manera que los estándares no se pueden establecer por muestreo del trabajo.

El muestreo del trabajo, sin embargo, se puede utilizar para un gran número de otros propósitos. Algunos de los usos más comunes son los del

trabajo.

1) Para evaluar el tiempo de productividad e improductividad como una ayuda para establecer tolerancias.

2) Para determinar el contenido del trabajo.

3) Para ayudar a los gerentes y trabajadores a hacer un mejor uso de sus tiempos.

4) Para estimar las necesidades gerenciales, necesidades de equipo o el costo de varias actividades.

2.6 ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

2.6.1 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. Evidentemente, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en realizarlo 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.

Ciertas 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 trabajos en los cuales participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

2.6.1.1 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, sino que también harán más agradables los trabajos futuros que les sean asignados en el piso de producción.

2.6.2 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 en la figura 8, 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.

2.6.3 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. Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia a un principiante, pero la experiencia le demostrará que cuanto más información pertinente se tenga, tanto más útil resultará el estudio en los años venideros.

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.

Si las condiciones de trabajo que existían durante el estudio fueran diferentes de las condiciones normales que existen en el mismo, tendrían un efecto determinando en la actuación normal del operario. Por ejemplo, si en un

taller de forja por martinete se hiciera el estudio durante un día de verano muy caluroso, es de comprender que las condiciones de trabajo serían peores de lo normal y la actuación del operario reflejaría el efecto del intenso calor. Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos.

2.6.4 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. Un analista que efectuara sus anotaciones estando sentado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y pronto perdería el respeto del personal del piso de producción. Además, estando de pie el observador tiene más facilidad para moverse y seguir los movimientos de las manos del operario, conforme se desempeña en su ciclo de trabajo. 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.

2.6.4.1 División de la Operación en Elementos

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de therbligs conocidos como "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 30 min.), el observador debe escribir los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04 min. (2.4 seg.) 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 las siguientes:

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.

En el momento de 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 (o sea, 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).

2.7 EQUIPOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

•Cronómetro Decimal de Minutos (de 0.01 min.)

El cronómetro decimal de minutos 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, es decir, un minuto.

Para poner en movimiento este cronómetro se mueve la corredera lateral hacia la "corona. Para detenerlo y hacer que las manecillas conserven sus posiciones respectivas, la corredera lateral se mueve alejándose de la corona. Para continuar la operación del cronómetro desde el punto en que se habían detenido las manecillas se mueve de nuevo la corredera hacia la corona. Para poner en cero las dos agujas se oprime la corona.

El cronómetro decimal de minutos tiende a ser el favorito de los analistas de tiempos por la facilidad con que se lee y registra. Su manecilla mayor se mueve a un 60% de la velocidad de la aguja mayor de un cronómetro decimal de hora, de suerte que los puntos terminales son más claros. Al registrar las

medidas de tiempo, el trabajo del analista se simplifica porque las lecturas elementales se hacen en centésimos de minuto, eliminando los ceros que hay que anotar cuando se usa el cronómetro decimal de hora, el cual se lee en diezmilésimos de hora. (Ver Figura 2)

•Cronómetro Decimal de Minutos (de 0.001 min.)

El cronómetro decimal de minutos de 0.001 min. Es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. En el primero 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 este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min. No tiene corredera lateral de arranque sino que se pone en movimiento, se detiene y se, vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona. Las dos manecillas largas indican decimales de minuto y dan una vuelta completa en un minuto. El cuadrante pequeño está graduado en minutos y una vuelta completa de su aguja marca 30 min.

Para arrancar este cronómetro se oprime la corona y ambas manecillas rápidas parten de cero simultáneamente. Al terminar el primer elemento se oprime el botón lateral, lo cual detendrá únicamente la manecilla rápida inferior. El analista de tiempos puede observar entonces el tiempo en que transcurrió el elemento sin tener la dificultad de leer una aguja o manecilla en movimiento. A continuación se oprime el botón lateral y la manecilla inferior se une a la superior, la cual ha seguido moviéndose ininterrumpidamente. Al finalizar el segundo elemento se vuelve a oprimir el botón lateral y se repite el procedimiento.

• Cronómetro Decimal de Horas (de 0.0001 hora)

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., o sea, 0.30 de hora. En el cronómetro decimal de hora las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 min.

El aparato decimal de hora es un medidor de tiempo práctico y ampliamente utilizado ya que la hora es una unidad universal de tiempo que se emplea para expresar rendimiento. Debido a la velocidad de la manecilla mayor suele necesitarse una destreza mayor para leer este cronómetro al tomar el tiempo de elementos cortos. Algunos de los analistas de tiempos prefieren, por esta razón, el cronómetro decimal de minutos por su manecilla de menor velocidad.

- **Cronómetro Electrónico**

El cronómetro electrónico permite estudios acumulativos y de regreso rápido; en ambos casos puede ser registrada una lectura digital detenida. Cuando está en el modo acumulativo, el cronómetro acumula el tiempo y muestra el transcurrido desde el comienzo del primer evento. Al término de cada suceso, presionando el botón de lectura se proporciona una lectura numérica mientras el instrumento continúa acumulando el tiempo. Al final del siguiente elemento, presionando otra vez el botón de lectura, se presenta una lectura detenida del tiempo total acumulado hasta ese momento.

2.7.1 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.

2.7.1.1 Lecturas de Regreso Vuelta a Cero

Esta técnica ("snapback") 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. Los propugnadores del método de regresos a cero exponen también el hecho de que 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. En realidad, 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.

W. O. Lichtner señala un inconveniente reconocido del método de regresos a cero, y es que los elementos individuales no deben quitarse de la operación y estudiarse independientemente, por que los tiempos elementales dependen de los elementos precedentes y subsiguientes. Si se omiten factores como

retrasos, elementos extraños y elementos transpuestos, prevalecerán valores erróneos en las lecturas aceptadas.

Otra de las objeciones al método de regresos a cero que ha recibido considerablemente atención, particularmente de organismos laborales, es el tiempo que se pierde en poner en cero la manecilla. Lowry, Maynard y Stegemerten expresan: "Se ha encontrado que la manecilla del cronómetro permanece inmóvil de 0.00003 a 0.000097 de hora, en el momento del regreso a cero, dependiendo de la velocidad con la que se oprime y se suelta el botón del cronómetro". Esto significaría una pérdida media de tiempo de 0.0038 min. Por elemento, o sea, 3.8% de error en un elemento que durase 0.10 min. Por supuesto, cuanto más corto sea el elemento, tanto mayor será el porcentaje de error introducido; y cuanto más largo sea el elemento, tanto menor será el error.

Aun cuando analistas de tiempos experimentados tenderán, al hacer la lectura del cronómetro, a dar un margen por el "tiempo de regreso a cero" leyendo hasta el dígito superior inmediato, debe reconocerse que es posible tener un error acumulado considerable al emplear el método de regreso a cero. Los nuevos relojes electrónicos no tienen esta desventaja puesto que no se pierde tiempo al regresarlos a cero.

Desventajas:

1.- Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce 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.

2.7.1.2 Lecturas continuas

Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es, probablemente, la de que este tipo presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes. 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. Es más fácil explicar y lograr la aceptación de esta técnica de registro de tiempos, al exponer claramente todos los hechos.

El método de lecturas continuas se adapta mejor también para registrar elementos muy cortos. No perdiéndose tiempos al regresar la manecilla a cero, puede obtenerse valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min., y de elementos de 0.02 min. Cuando van seguidos de un elemento relativamente largo. Con la práctica, un buen analista de tiempos que emplee el método continuo, será capaz de apreciar exactamente tres elementos cortos sucesivos (de menos de 0.04 min.), si van seguidos de un elemento de aproximadamente 0.15 min. O más largo. Se logra esto recordando las lecturas cronométricas de los puntos terminales de los tres elementos cortos anotándolas luego mientras transcurre el elemento más largo.

2.8 CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO

Antes de que el observador abandone la estación de trabajo, tiene que haber dado una calificación justa de la actuación del operario. Es costumbre aplicar una calificación a todo el estudio cuando se trata de ciclos cortos de trabajo repetitivo. Sin embargo, cuando los elementos son largos y comprenden movimientos manuales diversos, es más práctico evaluar la ejecución de cada elemento tal como ocurre durante el estudio.

En el sistema de calificación de la actuación, o nivelación, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario

"normal" que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad a eficiencia se la expresa en forma decimal o en por ciento y se asigna al elemento observado. Un operario "normal" se define como un obrero preparado, altamente calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo no muy alto ni muy bajo sino uno representativo del promedio. El trabajador normal sólo existe en la mente del analista de tiempos, y el concepto es el resultado de un exigente entrenamiento y una amplia experiencia en la medición de una gran variedad de trabajos.

El principio básico de la calificación de la actuación de un operario es el saber ajustar el tiempo medio para cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo. Para hacer una buena labor de calificación de actuación el analista de tiempos debe despojarse de todo prejuicio y apreciación personal, y de cualquier otro factor variable, y solamente tomar en consideración la cantidad de trabajo quo haría el trabajador normal.

2.9 MÉTODOS DE CALIFICACIÓN

2.9.1 Sistema Westinghouse (Calificación de la Actuación)

Uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation, que describen en detalle Lowry, Maynard y Stegemerten. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia. La habilidad se define como "pericia en seguir un método dado" y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por

completo las deficiencias en aptitud natural. La habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos. Una disminución en la habilidad generalmente es resultado de una alteración en las facultades debida a factores físicos o psicológicos, como reducción en agudeza visual, falla de reflejos y pérdida de fuerza o coordinación muscular. De esto se deduce fácilmente que la habilidad de una persona puede variar de un trabajo a otro, y aun de operación a operación en una labor determinada.

Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (u óptima). El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad o destreza manifestada por un operario. La calificación de la habilidad se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente, que va desde más 15%, para los individuos superhábiles, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad. Este porcentaje se combina luego algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final, o al factor de calificación de la actuación del operario.

Según este sistema o método de calificación, el esfuerzo o empeño se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación. Igual que en el caso de la habilidad, en lo que toca a la calificación del esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente (o bajo), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de más 13%, y al esfuerzo deficiente un valor de

menos 17%.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas, como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17°C (60°F) mientras que generalmente se mantiene en 20°C a 23°C (68° a 74°F), las condiciones se considerarían abajo de lo normal. Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación. Se han enumerado 6 clases generales de condiciones con valores desde más 6% hasta menos 7%. Estas condiciones "de estado general" se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro, y presencia de elementos extraños. Los elementos mecánicamente controlados tendrán, como es comprensible, una consistencia de valores casi perfecta, pero tales elementos no se califican. Hay seis clases de consistencia: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente. Se ha asignado un valor de más 4% a la consistencia perfecta, y de menos 4% a la deficiente, quedando las otras categorías entre estos valores.

No puede darse una regla general en lo referente a la aplicabilidad de la tabla de consistencias. Algunas operaciones de corta duración y que tienden a estar libres de manipulaciones y colocaciones en posición de gran cuidado, darán resultados relativamente consistentes de un ciclo a otro. Por eso, operaciones de esta naturaleza tendrían requisitos más exigentes de consistencia promedio, que trabajos de gran duración que exigen gran habilidad para los elementos de colocación, unión y alineación. La determinación del intervalo de variación justificado para una operación particular debe basarse, en gran parte, en el conocimiento que el analista tenga acerca del trabajo.

El analista de estudio de tiempos debe estar prevenido contra el operario que continuamente actúa de manera deficiente tratando de engañar al observador. Esto se logra fácilmente por uno mismo, estableciendo un ritmo que pueda ser seguido con exactitud. Los operarios que se familiarizan con este modo de calificar, algunas veces llegan a trabajar a un ritmo que es consistente y que, sin embargo, se halla abajo de la curva de calificación del esfuerzo. En otras palabras, pueden estar trabajando a un paso que es más deficiente que el deficiente. En casos como éste, el operario no puede nivelarse. El estudio deberá detenerse y dar aviso de la situación al operario, al supervisor o a ambos.

Una vez que se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación, y se han establecido sus valores numéricos equivalentes, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando su suma a la unidad.

El método Westinghouse para calificar la actuación está adaptado a la nivelación de todo el estudio, más que a la evaluación elemental. La aplicación de este método resultaría laboriosa si se usara para nivelar cada elemento tan pronto acaba de tener lugar. De hecho, la forma para el estudio de tiempos no proporciona el espacio suficiente para evaluar la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia para cada elemento de cada ciclo.

Muchas compañías han modificado el sistema Westinghouse, de modo que incluya únicamente factores de habilidad y esfuerzo que intervienen en la determinación del factor de actuación. El argumento que se aduce es que la consistencia está estrechamente relacionada con la habilidad, y que las condiciones se califican casi siempre de tipo promedio o regular. Si las condiciones se apartan sustancialmente de lo normal, se podría posponer el estudio o considerar el efecto de las condiciones especiales al aplicar las tolerancias o márgenes.

La Westinghouse Electric Corporation desarrolló en 1949 un nuevo método de calificación que llamó "plan para calificar actuaciones", a fin de distinguirlo del procedimiento de nivelación, que acaba de explicarse. Desde entonces se emplea el plan para calificar actuaciones en la mayor parte de las plantas de Westinghouse. (Ver Anexo Nº 6)

2.9.2 Calificación Sintética

En un intento por desarrollar un método de calificación que no descanse en el criterio o juicio del observador de estudio de tiempos y que dé resultados consistentes, R. L. Morrow estableció un procedimiento conocido como "nivelación sintética". El procedimiento de nivelación sintética determina un factor de actuación para elementos de esfuerzo representativos del ciclo de trabajo por la comparación de los tiempos reales elementales observados con los desarrollados por medio de los datos de movimientos fundamentales. Por lo tanto, el factor de actuación puede expresarse algebraicamente como:

Donde:

P = Factor de actuación o nivelación.

F_T = Tiempo de movimiento fundamental.

O = Tiempo elemental medio observado para los elementos utilizados en F_T.

2.9.3 Calificación por Velocidad

La calificación por velocidad es un método de evaluación de la actuación en el que sólo se considera la rapidez de realización del trabajo (por unidad de tiempo). En este método, el observador mide la efectividad del operario en comparación con el concepto de un operario normal que lleva a cabo el mismo trabajo, y luego asigna un porcentaje para indicar la relación o razón de la actuación observada a la actuación normal. Hay que insistir, particularmente, en que el observador ha de tener un conocimiento perfecto del trabajo antes de estudiarlo. Es evidente que para el principiante, el ritmo de trabajo de los obreros de una fábrica que produce piezas de motores de aviación, parecerá considerablemente más lento que el de los operarios que fabrican elementos de maquinaria agrícola. La gran precisión que se requiere en la fabricación aeronáutica exige tanto cuidado, que los movimientos de los operarios parecerían desmesuradamente lentos a quien no estuviera bien familiarizado con la clase de trabajo que se ejecuta.

Al calificar por velocidad, 100% generalmente se considera normal. De manera que una calificación de 110% indicaría que el operario actúa a una velocidad 10% mayor que la normal, y una calificación de 90% significaría que actúa con una velocidad de 90% de la normal. Algunas empresas que emplean la técnica de la calificación por velocidad han escogido 60% como valor estándar o normal. Lo anterior se basa en el enfoque o método de horas estándares, esto es, producir 60 minutos de trabajo en cada hora. Sobre esta base, una calificación de 80 significaría que el operario estaba trabajando a una velocidad de 80/60, que equivale a 133%, es decir, a 33% sobre la normal. Una calificación de 50 indicaría una velocidad de 50/60, o sea, 83 1/3% del estándar o normal.

Con el procedimiento de calificación por velocidad, el analista realiza en primer lugar una estimación acerca de la actuación, a fin de averiguar si está por encima o por debajo de su concepto de lo normal. Luego formula un

segundo juicio tratando de ubicar la actuación en el sitio preciso de la escala, que dé la evaluación correcta de la diferencia numérica entre la actuación estándar y la que se estudia.

La industria básica del acero ha estudiado detalladamente una forma de calificación por velocidad llamada "calificación por ritmo o marcha". En efecto, calificar el ritmo equivale a calificar la velocidad. Sin embargo, en un intento por definir por completo una marcha normal en diferentes labores, se ha establecido un cierto número de puntos de referencia para una amplia gama de trabajos. De este modo, además de la manipulación de tarjetas, operaciones de esfuerzo como palear arena, hechura de corazones para fundición, puesta de ladrillos y caminar, se han identificado claramente en lo que respecta a método, y cuantificado en lo referente a rapidez normal de producción. Una vez que el analista de tiempos se familiariza con una serie de puntos de referencia muy cercanamente relacionados con el trabajo que va a estudiar, estará mejor preparado para evaluar la velocidad a rapidez desarrollada. Las personas del estudio de tiempo usan calificaciones rápidas para calificaciones elementales, de ciclo y total.

2.9.4 Calificación Objetiva

Este procedimiento fue desarrollado por M. E. Mundel, trata de eliminar las dificultades para establecer un criterio de velocidad a rapidez normal para cada tipo de trabajo. En este método se establece una asignación de trabajo con la que se comparan, en cuanto a marcha se refiere, todos los demás trabajos. Después de la apreciación del ritmo a marcha, se asigna al trabajo un factor secundario para tener en cuenta su dificultad relativa. Los factores que influyen en el ajuste de dificultades son: 1) extensión a parte del cuerpo que se emplea, 2) pedales, 3) bimanualidad, 4) coordinación ojo-mano, 5) requisitos sensoriales o de manipulación y 6) peso que se maneja a resistencia que hay que vencer.

Se han asignado valores numéricos a una serie de grados de cada factor, aprovechando resultados experimentales. La suma de los valores numéricos

para cada uno de los seis factores comprende el ajuste secundario. Según este método el tiempo normal puede expresarse de la siguiente manera:

Donde:

T_n = Tiempo normal establecido calculado.

P_2 = Factor de calificación por velocidad.

S = Factor de ajuste por dificultades del trabajo.

O = Tiempo elemental medio observado.

Este procedimiento para calificar la actuación tiende a dar resultados consistentes, debido a que la comparación de la marcha de la operación que se estudia con una operación con la que está completamente familiarizado el observador, puede llevarse a cabo más fácilmente que juzgar al mismo tiempo todos los atributos de una operación, comparándolos con el concepto de normalidad para ese trabajo especifico. El factor secundario no dará lugar a inconsistencia, pues tal factor solamente ajusta el tiempo calificado por la aplicación de un porcentaje. Este valor porcentual se toma de una tabla que valoriza los efectos de diversas dificultades presentes en la operación que se lleva a cabo.

2.10 DETERMINACIÓN DE TOLERANCIAS

Después de haber calculado el tiempo normal (tiempo elemental calificación de la actuación), llamado muchas veces el tiempo “calificado”, hay que realizar un paso más para obtener el verdadero tiempo estándar. Este 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.

2.10.1 Necesidades Personales

Dentro de este aspecto se sitúan 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 porcentaje (%), por retrasos personales, o sea aproximadamente 24 minutos en 8 horas, es apropiada para las condiciones regulares de la empresa.

2.10.2 Fatiga

La fatiga puede ser tanto física como mental, y tiene como efecto: deficiencia en el trabajo. Los factores conocidos más importantes que afectan la fatiga son los siguientes:

a) <u>Condiciones de trabajo:</u>

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

b) <u>Repetición del trabajo:</u>

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

c) <u>Salud general del trabajador, física y mental:</u>

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

Debido a 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.

Métodos para calcular los suplementos de fatiga

La determinación de los suplementos por fatiga se pueden hacer mediante:

1.- La valoración objetiva con estándares de fatiga
2.- La investigación directa

El primer método consiste en hacer el análisis de las características del trabajo estudiado, y posteriormente con base en valores asignados para diferentes condiciones, se procede a calcular el suplemento a concederse.

En el método "A" para calcular el suplemento de fatiga, contiene siempre una cantidad básica constante y, algunas veces, una cantidad variable que depende del grado de fatiga que se suponga cause el elemento. La parte constante del suplemento corresponde a lo que se piense necesita un obrero que cumple su tarea sentado, que efectúa un trabajo leve en buenas condiciones de trabajo que precisa emplear sus manos, piernas y sentidos normalmente. Es común el 4% tanto para hombres como para mujeres. La cantidad variable sólo se añade cuando las condiciones de trabajo son penosas y no se pueden mejorar.

A los efectos del cálculo puede decirse, que el suplemento por descanso

consta de:

a.- Un mínimo básico constante, que siempre concede.

b.- Una cantidad variable, añadida a veces, según las circunstancias en que se trabaje.

El método "B" considera 3 factores:

1.- Esfuerzo físico
2.- Esfuerzo mental
3.- Monotonía

Esfuerzo mental. Puede ser ocasionado por planeamiento de trabajo, cálculos matemáticos mentales para registro o actuación, presión por decisiones rápidas inesperadas, planeación para presentar trabajo, planeación de distribución de tareas, etc.

El esfuerzo físico es causado por acumulación de toxinas en los músculos, por lo fatigoso del trabajo típico, el predominante del puesto; por posición incómoda de trabajo, por tensión sostenida muscular, tensión nerviosa, etc.

La monotonía se motiva por aburrimiento, fatiga por la repetición exacta del ciclo de trabajo, acompañado de ruidos, reflejos luces, etc.

2.10.3 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.

Estos retrasos 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.

CAPÍTULO III
DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE ESTUDIO

En esta investigación se aplica el estudio de tiempo para evaluar el proceso de fabricación de lingotes en la empresa Aluminios Bellmart. C.A.

Debido a la estructura de la investigación que desarrollaremos y con el fin de realizar satisfactoriamente con los objetivos del estudio, se utilizo un método descriptivo, el cual se desarrolla dentro de una investigación aplicada, de campo, evaluativa, de tipo no experimental.

•Método descriptivo

Decimos que un estudio es descriptivo, debido a que, se describe minuciosamente cada una de las características que se encuentran dentro del proceso de producción de lingotes y pailas de aluminio secundario de la empresa Aluminios Bellmart., C.A., así como también se describe, la distribución física, el origen del problema y las posibles soluciones, las técnicas usadas en dicha investigación, el método de trabajo propuesto y todos los aspectos señalados en esta práctica.

- Investigación aplicada

Basada en la realidad que se presenta en estas actividades a través de la información manejada y los resultados que se obtendrán buscara la aplicación de soluciones para la mejora de los procesos.

•Investigación de campo

Es una investigación de campo debido a que, fue realizada directamente en la empresa, ya que hizo posible el contacto y/o la interacción directa entre investigadores y el problema, ya fuera de manera participativa o de manera de

saber todo, obteniendo así una mayor y mejor visión e información de este.

•Investigación evaluativa

Permite obtener información sobre problemas, expectativas y necesidades de la sociedad para contribuir de una manera eficaz a las decisiones de política social. Luego de describir el proceso, inmediatamente se comienza a evaluar detalladamente todos los problemas así como sus causas.

•Investigación de tipo no experimental

Es una investigación no experimental debido a que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es una investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Con los objetivos de dicho estudio es importante que se definan claramente las características de la muestra que será objeta de estudio de dicha investigación. Debido a esto debe establecerse la unidad de análisis y delimitación, tanto de la población como de la muestra en estudio.

La población la definimos como el conjunto de todos los elementos que son objeto del estudio estadístico, basándonos en la información relativa o la muestra. Tamayo y Tamayo (1998) define población: “como la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”.

La población de la presente investigación esta conformada únicamente por el horno basculante número 5 que se encuentra en la empresa aluminios Bellmart. C.A, la cual es una máquina que permite realizar el proceso de fusión

y colada para la obtención de lingotes de aluminio secundario destinados al mercado nacional y/o internacional.

La muestra se define como un subconjunto, extraído de la población (mediante técnicas de muestreo), cuyo estudio sirve para inferir características de toda la población.

Para el caso de esta investigación la muestra fue conformada únicamente por el proceso de producción de lingotes.

3.3. RECURSOS

Una vez definido el tipo de estudio y la muestra adecuada al problema que estudiaremos, le sigue una etapa que consiste en realizar la recolección de datos e información que sea pertinente, por lo que se debe hacer distintas actividades como seleccionar o desarrollar un instrumento de medición, cuyo instrumento debe ser válido y confiable. Dichas técnicas darán respuesta a la necesidad de investigación de manera oral y escrita.

•Entrevistas

Representa una conferencia entre dos o más personas las cuales permiten expresar opiniones con relación a un tema en específico, hecho o asunto. Buscan opiniones por medio de una guía de preguntas bien elaboradas para aclarar un tema o asunto. Se aplicó la técnica del interrogatorio, usando las preguntas de la OIT, con el cual se logro obtener información precisa y detallada acerca del proceso, pasos y seguimiento de los materiales hasta la obtención del producto en la empresa Aluminios Bellmart C.A.

•Observación directa

Es aquella en la que el investigador puede observar y recoger los datos mediante su propia observación. Esta técnica se aplicó favorablemente obteniendo de ella información factible y necesaria en la investigación. Esta

técnica se implemento mediante 3 visitas donde, fue observado detalladamente el proceso y sus implicaciones. Es el instrumento más básico al momento de hacer un estudio de cualquier tipo, por eso es tan vital e importante.

•Materiales

Utilizamos los siguientes materiales: papel y lápiz, usados en la observación y entrevistas debido a su facilidad de manejo y fácil acceso. Cámara fotográfica, empleada para captar imágenes del área de proceso y para maquinarias, equipos y productos. Computadora, empleada en la transcripción del informe de investigación. Pentdrive (memoria portátil) usado para almacenar información necesaria para el proyecto realizado y para el respaldo de información de manera que pudiera ser intercambiado entre los 5 analistas, realizadores del proyecto. Tabla de t de student, Tabla de concesiones por fatiga, Hoja de concesiones, Tabla de la calificación de la velocidad (sistema Westinghouse), Tablas de los factores de fatiga y los formatos para vaciar los datos obtenidos.

•Revisión bibliográfica

Un conjunto de libros, revistas, prácticas de años pasados, páginas web, tesis de grado y trabajos de ascenso, los cuales le dieron vida y estructura a esta investigación. Gracias a esto fue posible realizar, el marco teórico, darle los debidos enfoques al marco metodológico, recopilar información en cuanto a términos desconocidos y fundamentar dicha investigación presentada.

3.4. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

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

1. Visitar a la empresa Aluminios Bellmart C.A.
2. Determinar el tamaño de la muestra que se tomara para la realización del estudio de tiempo.

3. Identificar los elementos que estén más asociados a la operación para realizar el estudio.
4. Utilizar el cronometro para la toma de tiempo.
5. Calcular los tiempos seleccionados de la operación del proceso para vaciarlos en el formato.
6. Suponer un coeficiente de confianza. (C).
7. Hallar el intervalo de confianza. (I)
8. Calcular el intervalo de la muestra (Im) y comparar con el intervalo de confianza.
9. Determinar la calificación de la velocidad del operario a través del método Westinghouse.
10. Determinar el tiempo normal
11. Determinar las tolerancias a ser asignadas según las características de la operación. (fatiga y necesidades personales).
12. Normalización de las tolerancias.
13. Calcular el tiempo estándar de la operación seleccionada.

CAPÍTULO IV
SITUACIÓN ACTUAL

4.1. ACTIVIDAD ELEGIDA PARA EL ESTUDIO

La empresa Aluminios Bellmart C.A. es una empresa de carácter productivo que trabaja con desechos de aluminio de las empresas básicas CVG Venalum y CVG Alcasa. Posee 8 hornos de fusión de diferentes tipos, se eligió la actividad del proceso de colada que se realiza en el horno basculante Nº5 como estudio para estandarizar el tiempo que hace efectiva la actuación del operario.

En esta actividad primero se prende la mecha del horno para que caliente a la temperatura adecuada para fundir el material luego se carga el horno basculante ya sea con bultos de lingotes (aproximadamente 53 lingotes) ya procesados o con planchones de aluminios de 650kg de peso, después que se funde el material se vierte la colada en diferentes moldes de lingotes, al verter el material se le rocía agua para ayudar a enfriar el lingote para poder extraerlo del molde y finalmente con un punzón de hierro se apuñala para despegarlo y así alzarlos con unas pinzas especiales para posteriormente almacenarlos.

El operario que ejecuta la actividad posee grandes habilidades gracias a la experiencia y esfuerzo que aplica para la operación. Sin duda alguna la actividad escogida para realizar el estudio de tiempo es de alto riesgo, para entrar al área de fusión y colada se debe llevar puesto botas de seguridad, casco, tapa bocas, lentes para proteger la visión, chaqueta y seguir las normas de seguridad que esta estipulada en los manuales de la empresa.

Aluminios Bellmart C.A. no tiene estandarizados los tiempos del proceso de colada, algo que es muy importante tener registrado para saber en cuanto tiempo se realiza la actividad, así como también saber cuanto tiempo efectivo trabaja el operario teniendo como principal obstáculo las deficientes condiciones en las que trabaja debido a las altas temperaturas, niveles de ruido y humedad.

Se tomaron tres ciclos dentro de esta actividad los cuales son: el primer ciclo cuando se vierte la colada en los moldes, el segundo es el enfriamiento de los mismos y el tercero la extracción de los lingotes de dichos moldes, estos tres elementos son fundamentales para el estudio de tiempo de este proceso de colada.

CAPÍTULO V
CALCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR

5.1. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTÁNDAR

Para la obtención del tiempo estándar se eligió la actividad del proceso de carga del horno basculante número 5 debido a que este es una de las actividades más importantes dentro de la producción de Aluminios Bellmart C.A. ubicada en el área de fundición.

5.2. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR

Para el cálculo del tiempo estándar se realizo un seguimiento a las distintas etapas necesarias para la realización del proceso de carga y descarga del horno basculante número 5, para esto se utilizo un cronometro utilizando el método de vuelta a cero ya que permite obtener directamente el tiempo empleado para cada operación y se comprueba la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de la actividad realizada.

Cabe destacar que los tiempos obtenidos tienen una gran variación debido a distintos factores que influyen en el proceso de llenado del molde, entres estos tenemos: moldes de diferentes tamaños los cuales hacen que el llenado varié dependiendo del tamaño del mismo, también el canal de la colada se encuentra deteriorado por tanto uso y hace que el material a veces se quede estancado en este. En cuanto a los tiempos que se obtuvieron en la etapa de descarga existe una variación debido a que los moldes no se encuentran distribuidos a una distancia equitativa, otra causa de esta alteración es el difícil desmolde de algunos lingotes los cuales no se despegan fácilmente y hace que el operario tarde un poco mas en extraer de estos el producto.

Es necesario establecer la duración de la jornada de trabajo de la empresa Aluminios Bellmart C.A. la cual es continua de 8 horas diarias de Lunes a Viernes de 7am a 3pm; el tiempo de preparación inicial (TPI) es de 15min y el

tiempo de preparación final (TPF) es de 15min, el operario cuenta con un tiempo estimado de 30min para almorzar y de 8min para necesidades personales. De esta manera se estableció la Jornada efectiva de trabajo (JET).

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

$$JET = 480min - (30 + 15 + 15)min$$

$$JET = 480\ \min - 60min$$

$$JET = 420min$$

5.3. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DE LA ACTIVIDAD DE CARGA Y DESCARGA DE EL HORNO BASCULANTE Nº 5 DE LA EMPRESA ALUMINIOS BELLMART C.A.

- Carga: En esta actividad el operario se encarga de hacer la colada en cada uno de los moldes ubicados alrededor del horno basculante Nº 5 fundiendo planchones de 650kg para obtener la mezcla que se verterá en estos(moldes) para formar lingotes de aluminio.
- Operación: Es el proceso mediante el cual se enfría el molde, añadiendo agua encima de los mismos para facilitar la extracción del producto.
- Descarga: Consiste en desmontar el producto terminado del molde con una varilla de hierro y luego se utilizan unas pinzas de metal para su posterior traslado.

Estas son las actividades que conforman nuestro ciclo, obteniendo de cada una de estas una media de 10 muestras de tiempo que se utilizaron para el calculo del tiempo estándar, también tomando en cuenta los factores que generan fatiga en el operario. Con esto procedemos a hacer los cálculos estadísticos.

5.4. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

Este procedimiento permite determinar el número de observaciones que deben hacerse al momento de la recolección de datos, destacando que para este proyecto de investigación solo se tomaron 10 observaciones debido al

poco tiempo con que se cuenta, y que este representa el 33,3% del total que por lo general arrojan datos satisfactorios.

Definir el coeficiente de confianza:

Se estableció un coeficiente de confianza de 95%= 0.95

Definir los grados de libertad:

Debido a que la muestra es de 10, se tiene que los grados de libertad son de 9, es decir:

$$\boldsymbol{v = n - 1 = 9}$$

Definir el intervalo de confianza:

$$\boldsymbol{LC = I = X \pm \frac{t_c * S}{\sqrt{n}}}$$

Para el cálculo de la t de Student, se busca en la tabla de distribución t (observar tabla A.4 anexo 1) el cual da un valor de:

$$\boldsymbol{t_c = t(0.05; 9) = 1.833}$$

OBSERVACIONES - TIEMPO (seg.)												
ELEMENTO	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	$\sum T$	$\bar{T}(s)$
E-1	32,73	21,33	37,59	17,52	16,45	22,51	24,99	24,99	24,46	27,51	250,08	25,00
E-2	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	621,6	62,16
E-3	5,24	6,76	7,43	6,52	8,33	8,37	10,4	7,68	6,52	5,53	72,78	7,278
TOTAL	**100,13**	**90,25**	**107,18**	**86,2**	**86,94**	**93,04**	**97,55**	**94,83**	**93,14**	**95,2**	**944,4**	**94,44**

C = 95% = 0.95

TPS_1 = 25,008

TPS_2= 62,16

TPS_3 = 7,278

5.5 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Paso N°1 (Calcular el Tiempo promedio seleccionado TPS)

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

T.P.S = (100.13+90.25+107.18+86.2+86.94+93.04+97.55+94.83+93.14+95.2) / 10

T.P.S = 94.44 Seg.

Transformando a minutos = 1.574min

Paso Nº 2 (Calcular la Desviación Estándar S)

Para el cálculo de la desviación estándar, se tomó en cuenta los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo, mostrados en la siguiente tabla:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100.13	**90.25**	**107.18**	**86.2**	**86.94**	**93.04**	**97.55**	**94.83**	**93.14**	**95.2**

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{\left(\sum T\right)^2}{n}}{n-1}} \Rightarrow \text{S = 6,24000}$$

Paso Nº 3 (Definir el intervalo de confianza I)

$$I = LC = \overline{X} \pm \frac{T_c \times S}{\sqrt{n}} \qquad \Rightarrow \quad I = 94{,}44 \pm \frac{1{,}833 + 6{,}24000}{\sqrt{10}}$$

I_1= 96,9929 (*Se elige este valor por ser el mayor de los intervalos)*

I_2 = 91,8870

Paso Nº 4 (Determinar el intervalo de la muestra Im)

$$I_m = \frac{2 \times T_c \times S}{\sqrt{n}} \quad \Rightarrow \quad Im = \frac{2 \text{ x } 1{,}833 \text{ x } 6{,}24000}{\sqrt{10}} \quad \Rightarrow \quad Im = 7{,}23397 \text{ Seg.}$$

Paso Nº 5 (Criterio de decisión)

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

$$Im = 7.23397 \text{ Seg.} \quad \leq \quad I = 96.9929 \text{ seg.}$$

Como I es mayor que Im se acepta el número de observaciones realizadas.

Como I ≥ Im, se acepta el numero de observaciones realizada

CALIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD

Para este cálculo se utilizo el método Westinghouse (ver anexo 2), con esto obtuvimos los siguientes resultados:

a) Calcular la calificación de Velocidad Cv

- **Habilidad:** Este factor se encuentra calificado como excelente ya que los operarios poseen una gran habilidad para la ejecución del proceso de colada y también tiene la capacidad suficiente para realizar la actividad en un periodo de tiempo adecuado.
- **Esfuerzo:** Se tomo como excelente el esfuerzo porque para la realización de este proceso se necesita de una gran habilidad y destreza para vaciar la mezcla en los hornos y a su vez desmoldar los lingotes.
- **Condiciones:** Calificamos las condiciones como deficientes debido a que el área donde se realiza el proceso de colada se trabaja con temperaturas que llegan a ser mayores de 40ºC haciendo que el operario soporte fuertes

calores y se exponga a posibles accidentes como quemaduras en la piel o dificultades en la respiración.

- **Consistencia:** La consistencia es excelente debido a que el operario posee un ritmo de trabajo impecable gracias a su experiencia en cuanto a esta actividad aun así estando expuesto a condiciones ambientales deficientes su trabajo es satisfactorio.

Ya habiendo definido la clase y categoría de cada uno de los factores que posee el operario en el cálculo de la velocidad con el sistema Westinghouse procedemos a observar los valores de cada uno de estos en la siguiente tabla:

FACTOR	CLASE	CATEGORÍA	%
Habilidad	Excelente	B1	+0.11
Esfuerzo	Excelente	B1	+0.10
Condiciones	Deficientes	F	-0.07
Consistencia	Consistencia	B	+0.03
Factor de Calificación			**+0.17**

$$C_v = 1 \pm c \quad \rightarrow \quad C_v = 1 + 0.17 \quad \rightarrow \quad C_v = 1.17$$

La calificación de velocidad (C_v) nos indica que el operario trabaja un 17% de eficiencia por encima del promedio, esto se le atribuye notablemente a la habilidad, el esfuerzo y la consistencia, es por esto que el operador posee grandes destrezas y experiencias que le permite adecuarse a la deficiente condición ambiental en la que realiza la actividad.

Ahora procedemos a calcular el tiempo Normal de la actividad:

Ya teniendo el cálculo del T.P.S:

T.P.S = (100.13+90.25+107.18+86.2+86.94+93.04+97.55+94.83+93.14+95.2)

T.P.S = 94.44 Seg. = 1.574min.

TN= T.P.S x Cv = 94.44Seg. x 1.17

TN= 110.4948 Seg. → **1.84158min.**

CÁLCULO DE LAS TOLERANCIAS

- Almuerzo: 30min; no esta estipulado una hora especifica para almorzar. Se considera en los cálculos debido a que la jornada es continua.
- Tiempo de preparación inicial (TPI): 15 min; en este tiempo se colocan las herramientas a utilizar en el área de trabajo, estando así preparada.
- Tiempo de preparación final (TPF): 15 min; en este tiempo se arregla el área de trabajo utilizada en la jornada de trabajo.
- Necesidades personales (NP): 8 min, tiempo concedido por la empresa para las necesidades personales de los trabajadores.
- La jornada de trabajo es de tipo continua siendo esta de 8Hr/día (7am a 3pm) = 480min/día.

CÁLCULO DE TOLERANCIAS POR FATIGA

Para el cálculo de las fatigas se utilizo el método sistemático (ver anexos 3 a 8). A continuación se presenta el análisis realizado:

a) CONDICIONES DE TRABAJO.

- **Temperatura:** Esta considerada de nivel 4 debido a que el área donde se realiza la actividad (colada) posee altos niveles de temperaturas que pueden sobre pasar los 40ºC.
- **Condiciones ambientales:** Es de nivel 4 por que es un ambiente en el cual se genera mucho polvillo de aluminio y es toxico además de ser inflamable por la distribución de gases alrededor de esta área.
- **Humedad:** Se considera de nivel 3 ya que la humedad es alta y el operario tiene esa sensación de piel pegajosa y ropa humedecida.

- **Nivel de ruido:** Ruidos considerados por encima de 90 decibeles de nivel 3 esto se debe a que la llama del horno genera ruidos intermitentes y molestos.
- **Iluminación:** De nivel 2 es un ambiente al aire libre en el cual de día se tiene luz del sol pero de noche necesita iluminación especial o por debajo del estándar.

b) REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO.

- **Duración del trabajo:** Se estableció la duración de trabajo como nivel 2 porque hay operaciones que pueden completarse en aproximadamente un periodo de 15min como por ejemplo verter la colada en los moldes de fabricación de lingotes.
- **Repetición del ciclo:** Considerado de nivel 2 debido a que es una actividad donde los ciclos pueden variar y posee un tiempo previsto de duración.
- **Esfuerzo físico:** Se considera de nivel 3 porque el operario ejerce esfuerzos manuales la mayoría del tiempo a pesos mayores de 30kg ya que nuestra actividad (colada) requiere de grandes esfuerzos físicos.
- **Esfuerzo mental o visual:** Considerados de nivel 2 debido a que la atención que se requiere en la actividad por parte del operario es intermitente ya que debe esperar a que la maquina complete el ciclo de la operación.

c) POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.

- La posición de trabajo se considero de nivel 3 ya que el operario debe agacharse constantemente para tomar el material y además requiere la extensión de los brazos regularmente para levantar el material.

Ya definido todos los grados o niveles a los que pertenecen estos factores de fatigas se realizo la siguiente tabla con los puntajes de cada uno de ellos:

CONDICIONES	GRADO	PUNTOS
Temperatura	4	40
Condiciones Ambientales	4	30
Humedad	3	15
Nivel de Ruido	3	20
Iluminación	2	10
Duración del Trabajo	2	40
Repetición del Ciclo	2	40
Esfuerzo Físico	3	60
Esfuerzo Mental o Visual	2	20
Posición de trabajo	3	30
Total		$\sum \mathbf{305}$

La sumatoria de las tolerancias por fatiga da un total de 305 puntos. Buscando en la tabla de concesiones por fatiga se establece que:

1. El limite de clase esta entre 304 – 310 (ver anexo 9).
2. La clase es E3 (ver anexo 9).
3. El % de concesiones por clase es igual a 23(ver anexo 9).
4. El tiempo de fatiga estableciendo que la jornada de trabajo es de 8hrs/día = 480min es de 90min de fatiga (ver anexo 9).

Por la formula se obtiene que:

$$Fatiga = \frac{Concesión\%\ x\ Jornada\ de\ trabajo}{1 + Concesión\%}$$

$$Fatiga = \frac{0.23\ x\ 480min}{1 + 0.23} = \frac{110.4}{1.23} = 89.75min$$

$$\boldsymbol{Fatiga = 89.75min}$$

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

UNEXPO	HOJA DE CONCESIONES	NÚMERO	II - 001
		VIGENCIA	
		FECHA	16/07/2012

CÓDIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: FATIGA, NECESIDADES PERSONALES, TPI, TPF, ALMUERZO	FECHA ■ EFECTIVA ☐ REEMPLAZADA
ÁREA: DE FUNDICIÓN	GERENCIA O DIVISIÓN: FUSIÓN Y COLADA	PREPARADO POR: EQUIPO DE INVESTIGACIÓN
PROYECTO: N/A	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: INGENIERÍA INDUSTRIAL	REVISADO POR: IVÁN TURMERO
PROCESO: COLADA DEL HORNO BASCULANTE N° 5	TÍTULO DEL CARGO: N/A	APROBADO POR: IVÁN TURMERO

PUNTOS POR GRADO DE FACTORES

FACTORES DE FATIGA	**1er.**	**2do.**	**3er.**	**4to.**
CONDICIONES DE 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:				
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 MENTAL O VISUAL	10 ☐	20 ■	30 ☐	50 ☐
POSICIÓN:				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 ☐	20 ☐	30 ■	40 ☐

TOTAL PUNTOS: 305 PUNTOS

CONCESIONES POR FATIGA: 90 Minutos

(MINUTOS)

OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)

TIEMPO PERSONAL: 5 Minutos

DEMORAS INEVITABLES: 60 Minutos

TOTAL CONCESIONES: 155 Minutos

NOTA: SEÑALAR CON UNA ■ LA PUNTUACIÓN CORRESPONDIENTE

CÁLCULO DE LA JORNADA EFECTIVA DE TRABAJO (JET).

Para el calculo de la Jornada Efectiva de Trabajo (JET) necesitamos establecer la Jornada de trabajo (JT) que es de 8hrs/día (480min) y las tolerancias fijas que son el tiempo de preparación inicial (TPI), Tiempo de preparación Final (TPF) y el tiempo para el Almuerzo. Entonces tenemos:

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

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

$$JET = 480min - (15 + 15 + 30)min$$

$$\boldsymbol{JET = 420min}$$

NORMALIZACIÓN DE LAS TOLERANCIAS.

$$JET - (NP + Fatiga) \longrightarrow NP + Fatiga$$

$$TN \longrightarrow x$$

$$420min - (8 + 89.75)min \longrightarrow (8 + 89.75)min$$

$$1.84158min \longrightarrow x$$

$$\boldsymbol{x = 1.790134min}$$

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR (TE)

$$TE = TN + \sum Tolerancias$$

$$= 1.84158min + 1.790134min$$

$$\boldsymbol{TE = 3.631714min}$$

5.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos nos arrojan que el tiempo estándar total que emplea el operario en la actividad del proceso de colada para fabricación de lingotes es de 3.631714min tomando en cuenta la influencia de las tolerancias

por fatiga. El tiempo de necesidades personales para el operario que se tomo no es un tiempo estipulado por la empresa. La variación del resultado por los tiempos obtenidos se debe a los distintos tamaños de los moldes y la mala condición del canal de la colada dando esto una gran variedad en los tiempos iniciales para el inicio de los cálculos del tiempo estándar. Algo que también influye notoriamente en los resultados son las concesiones por fatiga como ya se menciono anteriormente esta es una actividad complicada donde las condiciones son extremas debido a las altas temperaturas que se realiza y sobre todo es considerada un proceso muy peligroso y esto destaca en el desempeño del operario.

CONCLUSIONES

Después de los estudios realizados en la empresa ALUMINIOS BELMART C.A se pudo concluir que se lograron los objetivos generales, a través de la aplicación de herramientas de la ingeniera de métodos se evaluó el proceso de producción del horno basculante número 5 realizando un estudio de tiempos y movimientos al mismo.

1. Se ejecuto una investigación para obtención de datos con la finalidad de determinar el tamaño de la muestra que se tomo para la realización del estudio de tiempo.
2. Se evaluó las condiciones en las que el operario realiza el trabajo.
3. Se empleo de manera estadística el procedimiento con que se determino el tiempo estándar.
4. Se determino la calificación de velocidad de la operación realizada.
5. Se determinaron las tolerancias de la jornada de trabajo según las características de la operación.
6. Se Determino la jornada de trabajo a evaluar.
7. Se controlo de manera correcta el cronometro y se pudo obtener los valores exactos de la operaciones realizadas.
8. Se determino a través del cronometraje, los tiempos promedios seleccionados de la operación y se clasificaron de acuerdo a la velocidad de ejecución de cada elemento de la misma.
9. Se determino el tiempo estándar de la operación escogida.

RECOMENDACIONES

Una vez realizado el estudio de los tiempos y movimientos de la empresa ALUMINIOS BELMART C.A se establecen las siguientes recomendaciones para la mejora en la producción en el horno basculante Nº5 donde se producen pailas y lingotes.

1. Se debe Utilizar los estándares del estudio de tiempo y movimiento como una herramienta variables para conseguir productividad óptima.
2. Realizar mantenimiento a los hornos luego de realizar el proceso para así tener un proceso más eficiente y seguro.
3. Usar los respectivos implementos de Seguridad mientras se realiza el proceso (botas de seguridad, lentes, casco y mascarilla).
4. Realizar un estudio de tiempo con mayor profundidad para conocer el tiempo promedio que tarda el proceso completo y posteriormente poder mejorarlo.
5. Inspeccionar que los operarios cumplan con los implementos de trabajos y cumplan los manuales de procedimiento del proceso.
6. Dotar al operario de hidratación debido a las altas temperaturas en las que trabaja.

De tomar en cuenta estas recomendaciones se lograra que esta la empresa ALUMINIOS BELLMART C.A tenga un proceso de producción optimo.

BIBLIOGRAFÍA

- http://www.mitecnologico.com/Main/CalculoDelTiempoEstandar
- http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiempos ymovimientos.htm
- Turmero Iván, (2012-I) Apuntes de clases de Ingeniería de Métodos, Ingeniería Industrial UNEXPO.
- http://www.monografias.com/trabajos91/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-libreria-y-papeleria-latina/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-libreria-y-papeleria-latina.shtml
- http://www.monografias.com/trabajos91/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-industrias-santos-duque-c-a/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-industrias-santos-duque-c-a.shtml
- http://www.monografias.com/trabajos91/estudio-tiempo-y-muestreo-del-trabajo-piezas-grafito/estudio-tiempo-y-muestreo-del-trabajo-piezas-grafito.shtml
- http://www.monografias.com/trabajos91/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-mundo-bateria/tiempo-estandar-y-muestreo-del-trabajo-mundo-bateria.shtml
- http://www.monografias.com/usuario/perfiles/iva_n_turmero_astros/monografias

ANEXOS

Tabla A.4* Valores críticos de la distribución *t*

ν	α				
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
inf.	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Tabla de la "t" de student (Anexo1)

CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

SISTEMA WESTINGHOUSE

HABILIDAD			ESFUERZO		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

Tabla: factor de calificación (método Westinghouse) (Anexo2)

DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA

A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA. 2) CONDICIONES AMBIENTALES. 3) HUMEDAD. 4) NIVEL DE RUIDO. 5) ILUMINACIÓN

1. TEMPERATURA	GRADO 1.	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. 20°C < Temperatura ≤ 24°C.
	GRADO 2.	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: 24°C < Temperatura ≤ 29.5°C. b) Para trabajos externos: 26.5°C < Temperatura ≤ 32°C.
	GRADO 3.	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: 26.5°C < Temperatura ≤ 28°C. b) Para trabajos externos o con circulación de aire: 32°C < Temperatura ≤ 34.5°C.
	GRADO 4.	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: Temperatura ≥ 32°C. b) Ambientes con circulación normal de aire: 35°C < Temperatura ≤ 41.5°C.
2. CONDICIONES AMBIENTALES	GRADO 1.	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	GRADO 2.	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	GRADO 3.	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada
	GRADO 4.	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

Tabla: Factores de Fatiga (Anexo3)

3. HUMEDAD	GRADO 1.	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	GRADO 2.	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	GRADO 3.	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	GRADO 4.	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial
4. NIVEL DE RUIDO	GRADO 1.	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	GRADO 2.	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	GRADO 3.	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	GRADO 4.	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
5. ILUMINACIÓN	GRADO 1.	(5 PUNTOS). 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.

Tabla: Factores de Fatiga (Anexo4)

	GRADO 2.	(10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
	GRADO 3.	(15 PUNTOS). a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux
	GRADO 4.	(20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las caracteristicas del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

B. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.

1. DURACIÓN DEL TRABAJO	GRADO 1.	(20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
	GRADO 2.	(40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
	GRADO 3.	(60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
	GRADO 4.	(80 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en más de una hora.
2. REPETICIÓN DEL CICLO	GRADO 1.	(20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonia. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varian cada dia o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

Tabla: Factores de Fatiga (Anexo5)

	GRADO 2.	(40 PUNTOS). Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.
	GRADO 3.	(60 PUNTOS). Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al dia.
	GRADO 4.	(80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por dia. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonia o tedio del operador
3. ESFUERZO FISICO	GRADO 1.	(20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.
	GRADO 2.	(40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.
	GRADO 3.	(60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.

Tabla: Factores de Fatiga (Anexo6)

	GRADO 4.	(80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.
4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL	GRADO 1.	(10 PUNTOS). Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.
	GRADO 2.	(20 PUNTOS). Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.
	GRADO 3.	(30 PUNTOS). Atención mental y visual continuas debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador.
	GRADO 4.	(50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. b) Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos periodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.

Tabla: Factores de Fatiga (Anexo7)

C. POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.

GRADO 1.	(10 PUNTOS). Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.
GRADO 2.	(20 PUNTOS). a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que le trabajador se siente sólo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por periodos cortos inferiores a un minuto.
GRADO 3.	(30 PUNTOS). Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empinarse; o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.
GRADO 4.	(40 PUNTOS). Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos periodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva .

Tabla: Factores de Fatiga (Anexo8)

CONCESIONES POR FATIGA				MINUTOS CONCEDIDOS = CONCESIÓN % x JORNADA EFECTIVA / 1 + CONCESIÓN %			
CLASE	LIMITES DE CLASE		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
				510	480	450	420
	INFERIOR	SUPERIOR		MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	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	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
D5	283	289	20	85	80	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92
F4	346	349	29	115	108	101	94
F5	350	... Y MAS	30	118	111	104	97

Material elaborado por:
Ing. Iván J. Turmero Astros MSc
Prof. Agregado
Dpto. Ing. Industrial
UNEXPO

Tabla: Concesiones por fatiga (Anexo 9)

APÉNDICES

Horno Basculante Nº5 Aluminios Bellmart C.A. (apéndice 1)

Planchones de Aluminio de 650kg. (Apéndice 2)

Moldes para verter la colada y fabricar los lingotes (apendices 3 y 4)

Toma de tiempo del proceso de colada (apéndice 5)

Preparación de los moldes para verter la colada (apéndice 6)

Preparación de los moldes para verter la colada (apéndice 7)

Explicación del proceso de colada (apéndice 8)

Vertimiento de la colada en los moldes (apéndice 9)

Moldes completamente vertidos con la colada (apéndice 10)

Momento de enfriamiento de los moldes con agua (apéndice 11)

Momento de extracción de los lingotes con las pinzas de metal

(Apéndice 12)

Momento de extracción de los lingotes con las pinzas de metal

(Apéndice 13)

Momento en que se extrae el lingote con una varilla de hierro

(Apéndice 14)