



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE MÉTODOS

**APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE MÉTODOS A LA EMPRESA
ALUMINIOS BELLMART C.A.**

ASESOR:

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

Integrantes:

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

CIUDAD GUAYANA, JULIO DE 2.012



U
N
E
X
P
O



U
N
E
X
P
O

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE MÉTODOS

**APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE MÉTODOS A LA EMPRESA
ALUMINIOS BELLMART C.A.**

Proyecto Final de Curso presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice-Rectorado Puerto Ordaz como requisito parcial para aprobar la Cátedra de **INGENIERÍA DE MÉTODOS**.

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

Asesor Académico

CIUDAD GUAYANA, JULIO DE 2.012



**“APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE MÉTODOS A LA EMPRESA
ALUMINIOS BELLMART C.A.”**

Págs. 184

Proyecto Final de Cátedra: **INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Vice-
Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

UNEXPO

Asesor Académico: MSc. Ing. Iván J. Turmero A.

Ciudad Guayana, Julio de 2.012

Capítulos: I. El Problema. II. Generalidades de la Empresa. III. Marco Teórico.
IV. Marco Metodológico. V. Situación Actual. VI. Situación Propuesta. VII.
Estudio de Tiempo. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Apéndices.
Anexos.



U
N
E
X
P
O

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE MÉTODOS

ACTA DE APROBACIÓN

Quien suscribe, **MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros**, Profesor Titular de la Cátedra **INGENIERÍA DE MÉTODOS**, adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vice-Rectorado Puerto Ordaz y designado para evaluar el Proyecto Final, titulado: **“APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE MÉTODOS A LA EMPRESA ALUMINIOS BELLMART C.A.”**, considero que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaro **APROBADO**.

En Ciudad Guayana a los 23 días del mes de Julio de dos mil doce.

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros
Asesor Académico



DEDICATORIA

Principalmente a Dios, que se ha encargado de guiarnos, con amor y sabiduría por el buen camino.

A nuestros Padres, quienes con dedicación, han ayudado para que este sueño hoy sea posible.

Al Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros por apoyarnos en la realización de este proyecto, dándonos la sabiduría necesaria para la culminación satisfactoria del mismo.



AGRADECIMIENTOS

A todo el personal que labora en la empresa Aluminios Bellmart, por habernos permitido la realización de esta investigación en sus instalaciones, facilitando toda la información necesaria para el mismo.

A nuestro asesor Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros quien día a día nos enseñó la importancia de la materia en nuestra carrera profesional.



U
N
E
X
P
O

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA DE MÉTODOS

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

Asesor Académico: Msc. Ing. Iván J. Turmero Astros

Fecha: Julio 2.012

RESUMEN

La elaboración de este proyecto tuvo como objetivo principal la realización de un estudio métodos para el proceso de producir lingotes y pailas de aluminios en la empresa ALUMINIOS BELLMART C.A. Debido a la estructura de la investigación de este informe se aplica un método descriptivo, el cual se desarrolla dentro de una investigación aplicada, de campo, evaluativa, de tipo no experimental. Consecutivamente se realizaron los distintos estudios correspondientes para identificar las causas de los problemas en el proceso, utilizando las diferentes herramientas aprendidas, que permitieron de forma clara y precisa, plantear las posibles soluciones con el fin de incrementar la eficiencia del proceso.

PALABRAS CLAVES: Aluminio, eficiencia, proceso, BELLMART



ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	vi
Agradecimientos	vii
Resumen	viii
Índice de figuras	xiii
Índice de tablas	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	3
1.1.-Antecedentes.....	3
1.2.- Planteamiento del problema	4
1.3.- Justificación	5
1.4.- Limitaciones.....	6
1.5.- Objetivos	6
1.5.1.- Objetivo general.....	6
1.5.2.- Objetivos específicos:.....	7
CAPÍTULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	8
2.1.- Descripción de la Empresa	8
2.2.- Ubicación	8
2.3.- Visión	8
2.4.- Misión	9
2.5.- Proceso Productivo	9
2.5.1.- Recepción de Escoria y Derrames:.....	9
2.5.2.- Alimentación de la escoria a la planta de Cribado:.....	9
2.5.3.- Proceso de Fusión:	10
2.5.4.- Proceso de vaciado y desmolde:.....	10
2.5.5.- Proceso de pesaje, marcaje, almacenamiento y despacho:.....	10
2.6.- Estructura Organizativa	11
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO	12
3.1 Materia prima y equipos.....	12
3.1.1Aluminio Primario	12
3.1.2 Características del Aluminio.....	12
3.2 Ingeniería de métodos.....	13
3.2.1 Características	15



3.2.2 La Etapa Analítica	16
3.2.3 La Etapa Constructiva	17
3.2.4 Estudio de movimientos	17
3.2.5 Estudio Tiempo.....	18
3.3.- Diagrama de proceso de operación	18
3.4.- Diagrama de flujo del proceso	22
3.5.- Diagrama de flujo de recorrido	24
3.6.- Análisis operacional.....	25
3.6.1.- Objetivos	25
3.6.2.- Puntos clave	26
3.6.3.- Propósito de la operación	26
3.6.4.- Diseño del trabajo	26
3.7.- Organización internacional del trabajo (OIT)	33
3.7.1. Preguntas que sugiere la organización internacional del trabajo	34
3.8.- Técnica del interrogatorio	40
3.9.- Tiempo estándar	41
3.9.1.- Aplicaciones del tiempo estándar	42
3.9.2.- Propósito de Tiempo Estándar.....	43
3.9.3.- Ventajas de la aplicación de los tiempos estándar	43
3.9.4.- Como se calcula el tiempo estándar	44
3.10.- Estudio de movimientos	44
3.10.1.- Antecedentes	45
3.11.- Estudio de movimientos y tiempo	45
3.11.1.- Técnicas del estudio de tiempo	45
3.12.- Análisis operacional	45
3.12.1.- Aspectos a considerar en el análisis operacional.....	46
3.12.2.- Utilidad del análisis operacional	46
3.12.3.- Enfoques primarios	46
3.12.4.- Estudio de tiempos	51
3.12.4.1.- Objetivos del estudio de tiempos	52
3.12.4.2.- Requisitos para el estudio de tiempo	52
3.13.- Técnicas para el estudio de tiempos.....	57
3.13.1.- Cronometraje	57
3.13.2.- Tiempos predeterminados	59
3.13.3.- Datos históricos	60
3.13.4.- Muestreo del trabajo	60
3.14.- Elementos del estudio de tiempos.....	61



3.14.1.- Selección del operador y estrategia a seguir	61
3.14.2.- Análisis de materiales y métodos	62
3.14.3.- Registro de información significativa	63
3.14.4.- Posición del Observador	64
3.15.- Equipos para el estudio de tiempos	66
3.15.1.- Toma de tiempos.....	68
3.15.1.1.- Lecturas de Regreso Vuelta a Cero	69
3.15.1.2.- Lecturas continuas.....	70
3.16.- Calificación de desempeño.....	71
3.17.- Métodos de calificación	72
3.17.1.- Sistema Westinghouse (Calificación de la Actuación).....	72
3.17.2.- Calificación Sintética.....	76
3.17.3.- Calificación por Velocidad	76
3.17.4.- Calificación Objetiva	78
3.18.- Determinación de tolerancias	79
3.18.1.- Necesidades Personales	79
3.18.2.- Fatiga	79
3.18.3.- Retrasos	82
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO	83
4.1.- Tipo de estudio.....	83
4.2.- Población y muestra.....	84
4.3.- Recursos	85
4.4.- Procedimiento de la investigación	86
CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL	88
5.1.- Método actual de trabajo	88
5.2.- Problemas generales de la empresa.....	90
5.3.- Diagrama de proceso actual	91
5.4.- Diagrama de flujo/recorrido actual	97
5.5.- Plano de la empresa	98
5.6.- Técnica del interrogatorio	98
5.7.- Preguntas de la oit.....	103
5.8.- Análisis operacional.....	113
5.9.- Actividad elegida para el estudio de movimiento y tiempo	115
CAPÍTULO VI: SITUACIÓN PROPUESTA.....	117



6.1.- Descripción del nuevo método de trabajo	117
6.2.- Diagrama de proceso propuesto	118
6.3.- Diagrama de flujo/recorrido propuesto	123
6.4.- Análisis de las mejoras	124
CAPÍTULO VII: CALCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR	125
7.1.- determinación del tiempo estándar	125
7.2.- cálculo del tiempo estándar	125
7.3.- cálculo del tiempo estándar de la actividad de carga y descarga de el horno basculante n° 5 de la empresa aluminios bellmart c.a.	126
7.4.- procedimiento estadístico	126
7.5.- análisis de los resultados obtenidos	135
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES	139
BIBLIOGRAFÍA	141
ANEXOS	142
APÉNDICES	156



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
1. Estructura organizativa de Aluminios Bellmart.....	11
2. Ejemplo del diagrama de operaciones de proceso que ilustra la fabricación de masillas para teléfonos.....	22
3. Ejemplo de un diagrama de flujo de proceso.....	23
4. Empleando ejemplo del diagrama de recorrido utilizando simbología correspondiente y las consideraciones.....	24



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.
1. Simbología universal para la elaboración de un diagrama de operaciones.....	21
2. Otra clasificación de acciones que tienen lugar durante un proceso...	21
3. sumatoria de tiempos totales.....	128
4. Factor de Calificación.....	130
5. De Concesiones.....	133
6. De la “t” de student (Anexo1).....	143
7. factor de calificación (método Westinghouse) (Anexo2).....	144
8. Factores de Fatiga.....	145
9. Concesiones por fatiga (Anexo 9).....	151



INTRODUCCIÓN

Toda empresa diseña planes estratégicos para el logro de sus objetivos y metas planteadas, estos planes pueden ser a corto, mediano y largo plazo, según la amplitud y magnitud de la empresa. Es decir, su tamaño, ya que esto implica que cantidad de planes y actividades debe ejecutar cada unidad operativa, ya sea de niveles superiores o niveles inferiores. Es de considerarse que es fundamental conocer y ejecutar correctamente los objetivos para poder lograr las metas trazadas por las empresas.

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 análisis operacional basado en la organización internacional del trabajo (OIT), que abarca una serie de interrogantes las cuales permiten observar e identificar los problemas o fallas, que se presentan, dichas preguntas hacen referencia al *¿qué? ¿Cómo? ¿Dónde? ¿Por qué? ¿Cuándo? ¿Quién?* De la situación en general, de tal forma que esto nos permita poder identificar los procesos y métodos que podamos mejorar, y un estudio de movimientos tiempos y al horno basculante N°5, 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 basó 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.

El desarrollo del presente informe se estructuró de la siguiente manera:

- Capítulo I El Problema: Donde se explica la problemática existente, se formulan los objetivos y la justificación de la investigación.
- Capítulo II Generalidades de la Empresa: El cual presenta la descripción y funcionalidades de la empresa en cuestión, así como del área de trabajo y del proceso realizado.
- Capítulo III Marco Teórico: Contiene los aspectos teóricos utilizados como herramienta y base del estudio realizado.
- Capítulo IV Marco Metodológico: Se describe la metodología detallando el tipo de investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra, y las Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos así como el Procedimiento utilizado.
- Capítulo V Situación Actual: Incluye la descripción de la situación actual evidenciada mediante la observación directa.
- Capítulo VI Situación Propuesta: En la cual se describen y presentan los aportes desarrollados por el investigador.
- Capítulo VII Estudio de Tiempo: El cual presenta los cálculos del tamaño de la muestra, evaluación del operario, cálculo del Tiempo Normal, asignación de Tolerancias, cálculo del Tiempo Estándar.
- Conclusiones y Recomendaciones.



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 área de almacenamiento, pesaje y carga del producto final (lingotes y planchones de aluminio). Se explicara el origen de este problema, los objetivos de la investigación, los antecedentes y las limitaciones que complican la elaboración de la investigación.

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. cuenta con un total de terreno de 7144m², inicialmente la distribución del área se daba por: 1 galpón 641m², edificación de oficinas 158m² y área de caseta de talleres 38m². Luego se adquirió un galpón adicional el cual solo es utilizado para descarga de materia prima, clasificación y almacenamiento temporal, ya que este servirá para la implementación de nuevos hornos para el proceso productivo de la empresa. El área totalizada en cuanto a los 2 galpones queda distribuida por 1102m² de terreno.

El área de almacenamiento del producto ya terminado se ubicaba anteriormente muy cerca del perímetro de la carga de las tolvas de las cribas, así como también el pesaje de lingotes y la carga de las gandolas para su distribución al cliente.



Debido a la ubicación de la antigua área de almacenamiento del producto terminado, se decidió cambiar su ubicación. En el momento del despacho del material se tenía que detener la carga y el funcionamiento de las cribas, así como también el pesaje de los lingotes, ya que esta zona se utilizaba para el despacho del producto final.

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 buscó la mejor ubicación de las estaciones basados principalmente en la accesibilidad más que en su correcta ubicación.

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de la observación que se hizo a la empresa Aluminios Bellmart C.A., se encontró que el problema más relevante, es el problema de la falta de un área de almacenamiento, pesaje y carga del producto final (lingotes y planchones de aluminio).

La principal causa del problema del almacenamiento es que no se cuenta con un galpón o área específica de almacenamiento para realizar esta actividad, el terreno donde está ubicado esta empresa al momento de ser diseñada en la distribución no fue tomado en cuenta la realización de un galpón de almacenamiento debido a los gastos que generaba y además no estaban incluidos en el presupuesto inicial.

El problema con el almacenamiento del producto terminado es lo suficientemente grave ya que estos se encuentran expuestos a la intemperie y se encuentran ubicadas en el mismo lugar de la materia prima.



También es indispensable mencionar que en las visitas realizadas a la empresa ALUMINIOS BELLMART 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 área de almacenamiento, pesaje y carga de los lingotes de aluminio producidos y así de esta manera poder contribuir con un estudio en el cual se base en ubicar un nuevo galpón donde se pueda almacenar, pesar y cargar el producto también tomando en cuenta que a la hora de ser transportados, las gandolas hagan un recorrido simple y eficaz al momento de cargar el producto, así como también por qué la empresa no cuenta con un estudio 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

Algunas limitaciones para la realización de esta Investigación fueron las siguientes:

- ✓ Ubicación de la empresa debido a que está lejos de la zona urbana (zona industrial).
- ✓ Disponibilidad del personal para la atención.

Cabe destacar que las limitaciones que se presentaron a la hora de realizar el estudio de tiempo, es que la empresa no tenía materia prima, por lo tanto su productividad estuvo fuera de servicio durante una semana, generando un atraso inevitable, esto dio como resultado que fuera casi imposible realizar un toma de datos de las operaciones realizadas para la fabricación de lingotes. 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

- Aplicar los enfoques primarios para crear un área de almacenaje del producto terminado en la empresa Aluminios Bellmart C.A.

- 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:

1. Aplicación de la técnica del interrogatorio (Lugar, sucesión, propósito, persona y medios) al problema escogido para el estudio.
2. Aplicar las preguntas de la OIT para mejorar el proceso.
3. Realiza un análisis operacional al proceso productivo de la empresa Aluminios Bellmart C.A.
4. Diagnosticar el método de trabajo propuesto.
5. Elaborar el diagrama de proceso propuesto de fabricación de lingotes y planchones d aluminio de la empresa Aluminios Bellmart C.A.
6. Elaborar el diagrama de flujo de recorrido propuesto de la empresa Aluminios Bellmart C.A.
7. Definir propuestas para mejorar la situación actual de acuerdo al problema escogido.
8. Realizar un análisis general y jerarquizado del proceso.
9. 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.
10. Evaluar las condiciones en las que el operario realiza el trabajo.
11. Emplear de manera estadística el procedimiento para la determinación del tiempo estándar.
12. Determinar la calificación de velocidad de la operación realizada.
13. Determinar las tolerancias de la jornada de trabajo según las características de la operación.
14. Determinar la jornada de trabajo a evaluar.
15. Controlar de manera correcta el cronometro para así poder obtener los valores exactos de la operaciones realizadas.
16. 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.
17. Determinar el tiempo estándar de la operación escogida.



CAPÍTULO II:

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1.- Descripción de la Empresa

Aluminios Bellmart C.A., es una empresa especializada en la recuperación del aluminio contenido en los sub-productos provenientes de las empresas que producen aluminio primario por medio de celdas electrolíticas, para la producción de lingotes de aluminio reciclado que suplen al mercado internacional.

Aluminios Bellmart C.A. fue constituida el 08 de Octubre de 1999 en el registro mercantil primero de la circunscripción judicial del estado Bolívar con sede en Puerto Ordaz, quedando inscrita bajo el N°20, tomo a-N°62.

El 25 de Febrero de 2002 se adquieren los terrenos ubicados en la UD-502, carrera el Samán, cruce con vía 1, zona industrial matanzas, Ciudad Guayana, municipio autónomo Caroní del estado Bolívar.

La planta cuenta con cuatro parcelas contiguas identificadas con los números UD-502-03-67, UD-502-02-53, UD-502-02-54 y UD-502-02-55, de 1786m² cada una, para un área total del terreno de 7.144m².

2.2.- Ubicación

La empresa **Aluminios Bellmart C.A.** se encuentra ubicada en la UD-502, carrera el samán, cruce con vía I, zona industrial matanzas, Ciudad Guayana, municipio autónomo Caroní del estado Bolívar.

2.3.- Visión

La empresa **Aluminios Bellmart C.A.** tiene como visión desarrollarse como empresa sólida en la producción y comercialización de lingotes de aluminio reciclado (R.S.I), según los requerimientos de clientes usuarios nacionales e internacionales, establecido en la norma COVENIN/ISO 9.001/2.008.



2.4.- Misión

Producir y comercializar lingotes de aluminio reciclado, según los requerimientos del cliente y de acuerdo con las exigencias de la norma COVENIN/ISO 9001/2008 y Ambiente que permitan el bienestar económico e integral de los trabajadores y sus accionistas.

2.5.- Proceso Productivo

Aluminios Bellmart C.A. es una empresa como ya mencionamos que se encarga de la producción de lingotes de aluminio reciclados. Los principales proveedores de materia prima (Subproductos) son las Empresas Básicas Alcasa y Venalum. El Número de Código de Cliente, en ambas Empresas, es: 10000431. Es importante resaltar que estas empresas básicas de aluminio generan “Desperdicios” (Técnicamente se denomina subproducto) con un gran pasivo ambiental. Aluminios Bellmart C.A, al igual que otras empresas del sector, procesa estos “Desperdicios” y los transforma en pailas de aluminio R.S.I (aluminio reciclado) con el % AL en el rango de 97 a 99%. Es esta especificación la que lo diferencia del ALUMINIO PRIMARIO (el % AL es de 99,7 Min.).

El proceso productivo se da en varias etapas que a continuación serán detalladas por cada área específica:

2.5.1.- Recepción de Escoria y Derrames:

- La escoria que llega a la planta, se distribuye en los patios de almacenamiento con el propósito de proceder a su clasificación.
- Los derrames son colocados en los patios para su proceso posterior.
- Se establece un control del proceso de la escoria para garantizar la mezcla adecuada que deben ir en los hornos de fusión.

2.5.2.- Alimentación de la escoria a la planta de Cribado:

- Se carga la escoria clasificada en la planta de cribado y clasificación.



- Proceso de cribado y clasificación.
- La escoria ya clasificada se traslada hacia el patio de almacenamiento.
- En el caso de la escoria compactada, planchones y chatarra no hay necesidad de utilizar la planta de preparación.
- La disponibilidad del cargador frontal es de vital importancia para realizar esta operación.

2.5.3.- Proceso de Fusión:

- La escoria trasladada es trasladada a los hornos para el proceso de alimentación.
- Se inicia el proceso de fusión en los hornos mediante la práctica operativa que está establecida para cada tipo de escoria y/o subproducto.
- Una vez completado el proceso de fusión y escorificación de los hornos, se procede a controlar la temperatura de colada que debe estar en el rango de 680+/-10 grados centígrados.
- Con el fin de garantizar la productividad de los hornos se debe utilizar el cargador compacto a fin de lograr una eficaz escorificación.

2.5.4.- Proceso de vaciado y desmolde:

- Se inicia el proceso de vaciado de aluminio líquido en los moldes de bajo perfil para generar pailas de 680 kg. (peso promedio). Asimismo se procede a tomar la muestra para la realización de los análisis químicos de tal manera de garantizar la certificación de la calidad en función de las especificaciones acordadas con los clientes.
- Al terminar el vaciado se tiene un tiempo de espera, que se indica en la práctica operativa en función a las dimensiones de las pailas y se procede a desmoldar las mismas.
- Una vez desmoldadas las pailas se dejan enfriar al aire libre de tal manera de garantizar las propiedades físicas solicitadas por el cliente.

2.5.5.- Proceso de pesaje, marcaje, almacenamiento y despacho:



- Se procede a pesar, en la balanza oferida, cada una de las pailas producidas.
- Las pailas son trasladadas a la zona de almacén de despacho y se procede a estampar, por pila, las siglas AB (que indican Aluminios Bellmart), el número consecutivo de la colada y el peso.
- Las pailas son almacenadas en el patio de despacho.
- Una vez que llega la gandola se procede a su carga y se despacha al cliente.

2.6.- Estructura Organizativa

En la figura 1, se presenta un diagrama de la estructura organizativa de **Aluminios Bellmart C.A.**

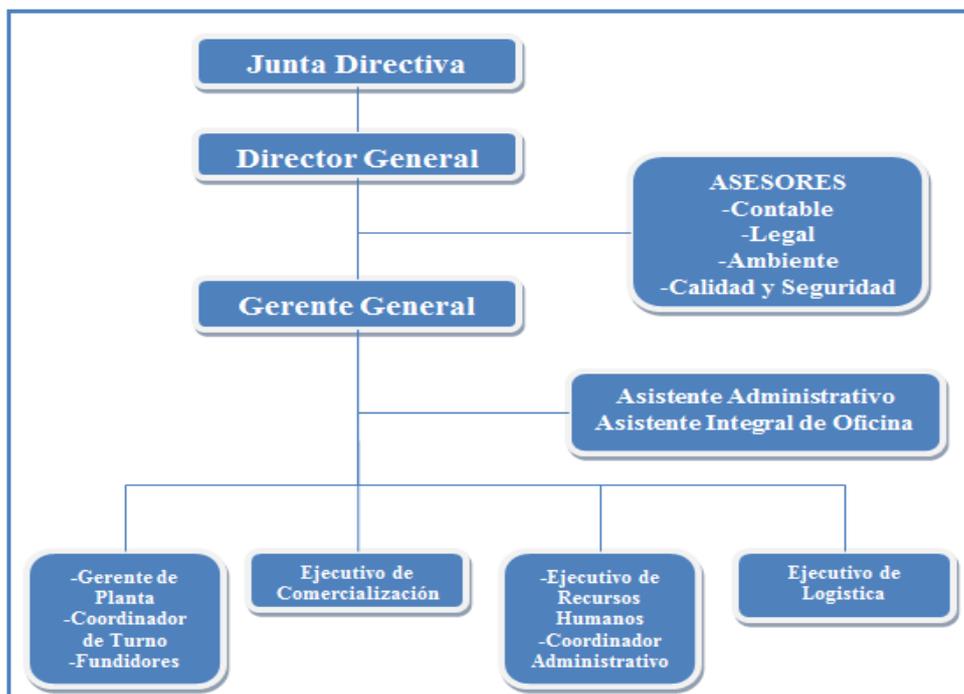


Figura 1. Estructura organizativa de Aluminios Bellmart



CAPÍTULO III:

MARCO TEÓRICO

3.1 MATERIA PRIMA Y EQUIPOS

3.1.1 Aluminio Primario

El aluminio es un elemento químico y se trata de un metal no ferromagnético. Es el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre. Los compuestos de aluminio forman el 8% de la corteza de la tierra y se encuentran presentes en la mayoría de las rocas, de la vegetación y de los animales. En estado natural se encuentra en muchos silicatos. Como metal se extrae únicamente del mineral conocido con el nombre de bauxita, por transformación primero en alúmina mediante el proceso Bayer y a continuación en aluminio metálico mediante electrolisis.

3.1.2 Características del Aluminio

El aluminio es un metal sin igual por sus características:

- Liviano.
- Fuerte y de larga duración.
- No tóxico.
- Resistente a la corrosión.
- Excelente conductor del calor y la electricidad.
- No magnetizable.
- De fácil manejo.
- Excelente reflector de la luz.
- Reciclable.
- Escorias de Aluminio.

Las escorias son un subproducto indeseable en todos los procesos que involucran al aluminio fundido y dependiendo y se comienza la inyección de



argón para impedir la de las condiciones de trabajo, representan entre el 2 y el 10% oxidación del metal. Se continúa rotando el horno por algún del peso del metal colado.

Están constituidas principalmente por la capa oxidada que forma sobre la superficie del metal fundido y por un porcentaje variable de aluminio (30-60%) atrapado mecánicamente

El proceso tradicional para recuperar el aluminio contenido en las escorias, consiste en la trituración, tamización y fusión de la fracción gruesa en un horno rotativo, con una importante adición de sales fundentes protectoras. Como resultado de este proceso se forman dos fases líquidas inmiscibles, una metálica que se genera por la coalescencia de las gotas fundidas provenientes cantidades de economía de recuperación que al desecharse pueden ser lixiviadas por los agentes atmosféricos y originar problemas de contaminación ambiental.

3.2 INGENIERÍA DE MÉTODOS

La Ingeniería de Métodos, como una de las herramientas básicas de la Ingeniería Industrial, tiene, como problemática básica, la integración del ser humano dentro del proceso de producción de bienes o del proceso de generación de servicios.

Debe decidir dónde y cómo encaja el hombre en el trabajo para lograr el desempeño más eficaz de su labor, especificando las condiciones, las herramientas, el equipo, los formularios y los procedimientos necesarios para que estos, los componentes de un sistema, funcionen en las mejores condiciones económicas posibles.

Su campo de acción no se limita a trabajos fabriles. También se emplea con éxito en trabajos de mantenimiento, de operaciones de almacén, de limpieza, de servicios industriales, de servicios hospitalarios y de educación, en el diseño de cuadrillas o de equipos de trabajadores, en la simplificación de



procedimientos, en la utilización de equipos y de instrumental profesional y en general, en cualquier actividad en la que intervenga el ser humano.

En la actualidad, su uso más frecuente como técnica de aplicación directa está en el diseño de sistemas automatizados, habiéndose constituido, por la economía de esfuerzos (y, por tanto, de recursos), en una de las fases previas al diseño final de procedimientos computarizados.

Sin embargo, su mayor potencial está en las facilidades que presta en el levantamiento de datos para la aplicación posterior de otras técnicas, sean estas estadísticas, de control de costos, de investigación de operaciones, de teoría de decisiones, de diagnósticos operacionales, etc.

En una forma analítica, la Ingeniería de Métodos es definida como "la técnica que somete cada actividad de una determinada tarea a un delicado y minucioso análisis tendiente a eliminar toda actividad innecesaria, y en aquellas que sean necesarias, hallar la mejor y más rápida manera de ejecutarlas". Incluye la normalización del equipo y de las condiciones generales de trabajo.

Esta definición corresponde a la primera de las dos fases que constituyen la Ingeniería de Métodos, conocida como el Estudio de Métodos. En la segunda fase, "se determina, por medio de mediciones muy precisas, el tiempo que requiere un trabajador normal para realizar una tarea ya normalizada". Esta es la Medición del Trabajo.

En una forma sintética, podemos definirla como "la técnica que asegura el mejor aprovechamiento posible de los recursos humanos y materiales para llevar a cabo una determinada tarea".

En la definición analítica nos referimos a las dos fases que, en conjunto, constituyen la Ingeniería de Métodos. El Estudio de Métodos es "el registro, análisis y examen crítico de las maneras actuales y propuestas de llevar a cabo un trabajo, y el desarrollo y aplicación de maneras más sencillas y eficaces".



La Medida del Trabajo es "la aplicación de técnicas para determinar el contenido de trabajo de una tarea definida, fijando el tiempo requerido para que un trabajador calificado pueda ejecutarla y cumpla así una norma de rendimiento preestablecido".

3.2.1 Características

Observemos algunas de las características resultantes de un trabajo de Métodos profesionalmente bien realizado:

1. Aumenta la productividad de la inversión, requiriendo poco o ningún desembolso para la implantación de sus recomendaciones.

2. La naturaleza de su ejecución garantiza la consideración de todos los factores que influyen en la eficacia de la tarea a analizar.

3. Es la manera más exacta para determinar normas de rendimiento, sistemas de incentivos, cuotas de atención o de servicios.

4. Las economías resultantes de su correcta aplicación son palpables de inmediato, y se mantienen siempre que las condiciones necesarias para ello subsistan también.

5. Es un instrumento que permite ser utilizado en todas partes en donde se ejecute un trabajo, en fábricas, oficinas, comercio, laboratorios, hospitales, restaurantes, etc.

6. Es el instrumento de investigación más penetrante con el que cuenta la Dirección de las organizaciones.

7. Constituye un arma excelente para comprobar la eficacia de cualquier elemento de la organización, ya que siendo eminentemente investigativo, pone invariablemente al descubierto una serie de deficiencias que deberán ser corregidas. Se puede llegar a demostrar, por ejemplo, que el número creciente de personas esperando servicio en una institución de servicio público, o la acumulación de las órdenes de trabajo o de operaciones en un hospital, se deben a fallas imputables a la dirección de tales unidades.

La aplicación de Métodos no ha sido toda de color de rosa. Al no considerar debidamente todas sus repercusiones, la estabilidad del personal



principalmente, por eficiente que sea la operación de cualquier sistema, corre serios riesgos, y los conflictos no tardarían en presentarse. A continuación se expone algunos de los peligros más impactantes y comunes en la aplicación incorrecta de Métodos:

- Su carácter revelador hace imperioso que quien tenga que aplicar estos principios haga uso de mucho tino y habilidad personal, pues si no pudiese sortear la reacción justa originada por sacar a luz las fallas de los trabajadores, la organización podría verse envuelta en serios conflictos laborales, echando por tierra cualquier oportunidad o intento posterior de utilización de esta técnica.

- Las ventajas que podrían obtenerse con su utilización podrían ser mínimas si inicialmente no se hubiere logrado imbuir en la mentalidad de todas las personas relacionadas con el estudio, el espíritu básico de las técnicas: el evitar, a todas luces y en todas las formas, el desperdicio de materiales, de tiempo, de esfuerzo humano y de recursos en general.

- Deplorable también sería la situación si es que al analizar un trabajo, no se lograre desterrar el principio tan negativo de que "las cosas se hacen de una cierta manera porque así se han hecho siempre".

La aplicación de Métodos requiere del cumplimiento de dos etapas:

3.2.2 La Etapa Analítica

a. Dividir la tarea que realiza un trabajador en sencillos movimientos elementales.

b. Describir, especificar y justificar cada uno de los movimientos.

c. Descubrir y eliminar todos los movimientos inútiles.



3.2.3 La Etapa Constructiva

- a. Identificar las causas para la existencia de condiciones defectuosas.
- b. Reunir en grupo las combinaciones de movimientos en el mismo orden en el que suceden en la práctica.
- c. Seleccionar de estos registros las series más apropiadas (menor duración, menor costo) para ejecutar un trabajo.

La ingeniería de Métodos se divide en dos ramas fundamentales:

3.2.4 Estudio de movimientos

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. Los esposos Gilbreth fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía. A ellos se debe también la técnica cinematográfica para realizar estudios detallados de movimientos, conocidos por “estudios de micro movimientos”, que han demostrada su gran utilidad en el análisis de operaciones manuales repetidas.

El estudio de movimientos, en su acepción más amplia, entraña dos grados de refinamiento con extensas aplicaciones industriales. Tales son el estudio visual de los movimientos y el estudio de micro movimientos.

El estudio visual de movimientos se aplica con mucha mayor amplitud, porque la actividad que se estudia no necesita ser de tanta importancia para justificar económicamente su empleo. Este tipo de estudio comprende la observación cuidadosa de la operación y la elaboración de un diagrama de proceso del operario, con el consiguiente análisis del diagrama considerando las leyes de la economía de movimientos.



3.2.5 Estudio Tiempo

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 preestablecido.

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

Existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar cada una con especificaciones diferentes para los usos y cada uso con diferentes exactitudes y costos.

Algunos métodos de mediciones son:

- Estudio de los tiempos.
- Datos predeterminados del tiempo.
- Datos históricos.
- Muestreo de trabajo.

De acuerdo con algunos estudios realizados, se dice que se utilizan diferentes métodos para estudiar la mano de obra directa e indirecta.

3.3.- DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye,



además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

El diagrama de operaciones de proceso permite exponer con claridad el problema, pues si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

Los diagramas de operaciones muestran una secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal. De tal manera que un plano o dibujo de taller presenta un conjunto detalles de fabricación o administración las cual podemos visualizar en un diagrama de operación de proceso.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

Existen dos tipos de diagramas de procesos:

3.3.1.- Técnicos: Son aquellos en donde se definen las etapas de un



proceso de producción, paso a paso cada una de las etapas del proceso, desde la toma de requerimientos, revisión tecnológica, generación de casos de uso, diseño de diagramas de proceso a nivel macro, diagramas de estados, modelo entidad relación, diagrama de navegación, hasta realizar la confrontación de requerimientos con el diseño inicial, para luego diseñar etapas o procedimientos adecuados.

3.3.2.- Organizacionales: Tiene que ver con la planeación de recursos humanos y elementos organizacionales.

Los pasos al desarrollar una hoja de proceso son:

- Hacer la hoja respectiva, cuyo encabezado tendrá datos de identificación del proceso.
- El cuerpo consta de cinco columnas para los símbolos anteriores, una para la descripción breve del trámite, dos para las distancias de los transportes y minutos de demora y una para observaciones.
- Se anota la descripción de los pasos del proceso y se marcan puntos en las columnas de los símbolos correspondientes, uniéndolos con una línea.
- Se obtienen los totales, una vez terminada la descripción del proceso las operaciones, transportes, inspecciones, demoras, así como el tiempo perdido en el almacenamiento.
- Los totales indican el tipo de acción que conviene tomar para un análisis más profundo.



SIMBOLOS	ACTIVIDAD / DEFINICION
	OPERACION: Modificación internacional que se hace a un objeto cualquiera de sus características químicas y físicas
	INSPECCION: Verificación de la calidad y/o de la cantidad de la parte
	TRANSPORTE O TRASLADO: Indica movimientos de los trabajadores materiales o equipos de un lugar a otro (La flecha indica sentido dirección idas, venidas y sentidos inversos).
	DEMORAS: Ocurre cuando las condiciones no permiten la inmediata realización de la operación de acción planeada <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitable ✓ Inevitable
	ALMACENAMIENTO: tiene lugar cuando un objeto se mantiene y protege contra traslado no autorizado. <ul style="list-style-type: none"> ✓ Temporalmente ✓ permanentemente
	COMBINADO: se caracteriza por que ambas actividades se hacen simultáneamente es difícil establecer su inicio y fin

Tabla 1. Simbología universal para la elaboración de un diagrama de operaciones

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales.
Actividad combinada		Operación combinada con una inspección.

Tabla 2. Otra clasificación de acciones que tienen lugar durante un proceso

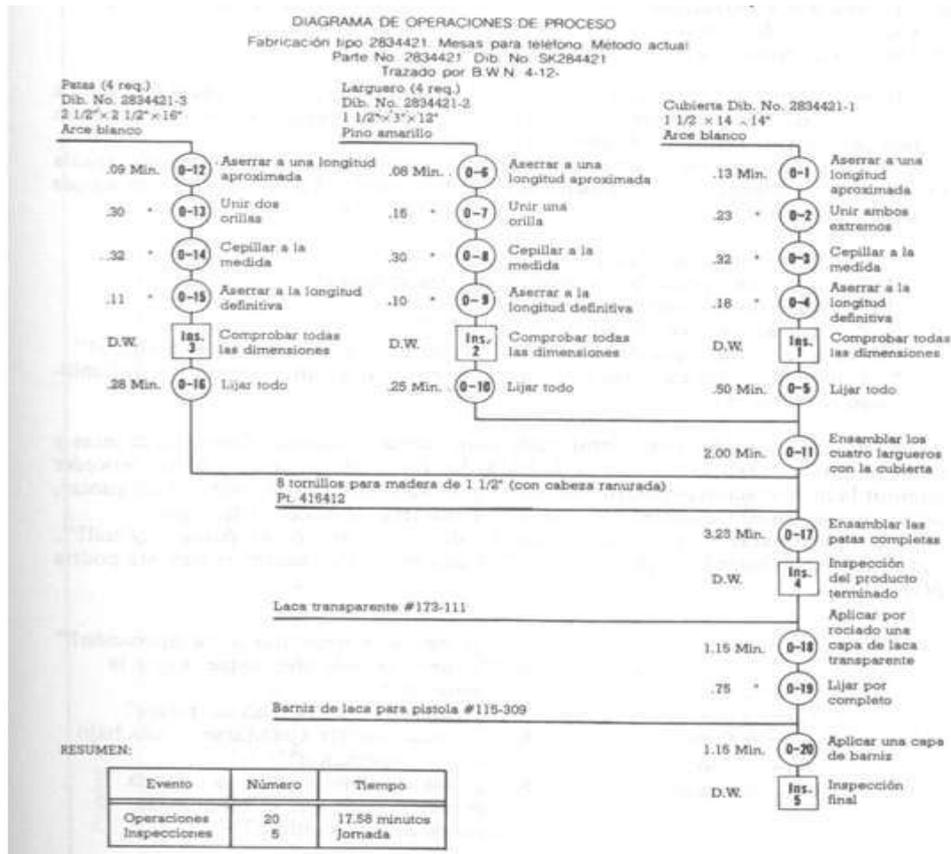


Figura 2. Ejemplo del diagrama de operaciones de proceso que ilustra la fabricación de masillas para teléfonos

3.4.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

El diagrama de flujo de proceso contiene muchos más detalles que el diagrama de proceso de operación. Por lo tanto, es común que no se aplique al ensamble completo. Se usa, en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura o en un procedimiento aplicable a una componente o secuencia de trabajo específico. El diagrama de flujo de proceso es valioso en especial al registrar costos ocultos no productivos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez detectados estos periodos no productivos, el analista puede tomar medidas para minimizarlas y, por ende, sus costos.

Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en su paso



por la planta. Entonces, los diagramas de flujo del proceso requieren símbolos adicionales a los usados en el diagrama de proceso de la operación. Una pequeña flecha significa un transporte, que se puede definir como mover un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una D mayúscula indica demora (dela y) que ocurre cuando no se permite el procesamiento inmediato de una parte en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero sobre un vértice significa un almacenamiento, que sucede cuando una parte se detiene protegida contra el movimiento no deseado. Estos cinco símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos del diagrama de proceso.

El diagrama de flujo del proceso de uso común son de dos tipos: de producto o material y operativo o de persona. El diagrama de producto proporciona detalles de los eventos que ocurren sobre un producto o material, y el diagrama operativo da los detalles de cómo realiza una persona una secuencia de operaciones.

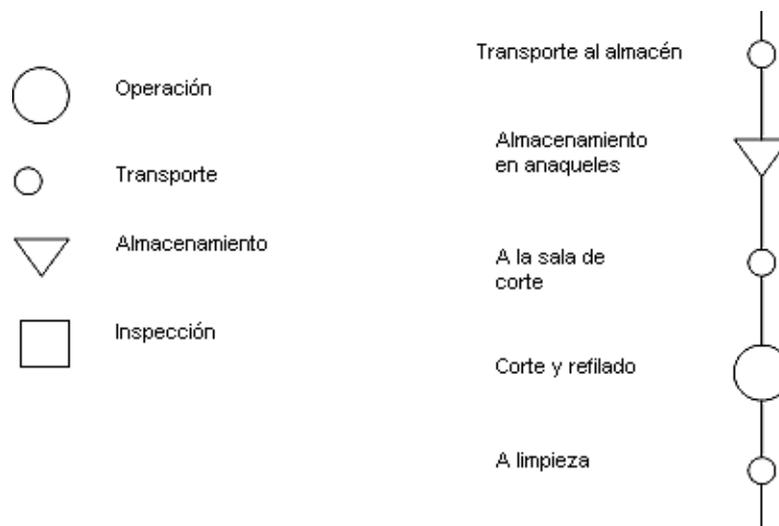


Figura 3. Ejemplo de un diagrama de flujo de proceso

En el diagrama de flujo de proceso se hace lo mismo que el diagrama de proceso de la operación, En este se identifica con un título, “Diagrama de Flujo de Proceso”, y se acompaña de la información que incluye número de partes, sus dibujos, descripción del proceso, método actual y propuesto, y el nombre de la persona que lo realiza.



3.5.- DIAGRAMA DE FLUJO DE RECORRIDO

La construcción del diagrama de El flujo o diagrama de recorrido en la parte sumamente fácil e interesante. Se trata unir con una línea todos los puntos en donde se efectúa una operación, un almacenaje, una inspección o alguna demora, de acuerdo con el orden natural del proceso. Esta línea representa la trayectoria usual que siguen los materiales o el operario que los procesa, a través de la planta o taller en donde se lleva a cabo. Ya terminado el diagrama de flujo se puede observar el transporte de un objeto, el camino de algún hombre, durante el proceso; este transporte, aún en lugares pequeños, llega a ser algunas veces de muchos kilómetros por día que calculados anualmente representan una pérdida considerable en tiempo, energía y dinero.

Cuando se sospecha que se tiene un número bastante grande de transportes, almacenamientos y demoras en un proceso, es necesario realizar un diagrama de proceso de recorrido con el fin de visualizar y reducir el número de ellos, y con esto disminuir los costos.

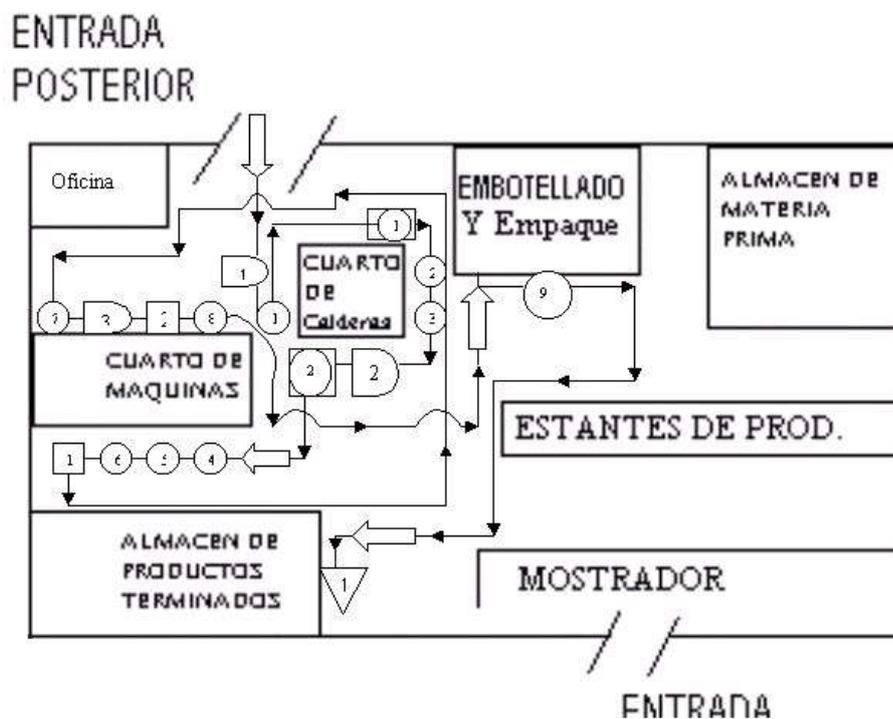


Figura 4. Empleando ejemplo del diagrama de recorrido utilizando simbología correspondiente y las consideraciones



3.6.- ANÁLISIS OPERACIONAL

El análisis operacional constituye una de las herramientas para el desarrollo de un estudio eficiente de métodos para realizar un estudio enfocándose en: el diseño, materiales, tolerancia, procesos y herramientas, y en base a esto se plantean las siguientes interrogantes con el propósito de poder detectar los posibles cambios en cada uno de ellos. Ya sea haciéndolos más eficientes, productivos, o en su defecto poder eliminar procesos innecesarios.

Las interrogantes planteadas en forma general serian:

- Estudiar los elementos productivos e improductivos de una operación.
- Dirigir la atención del operario y el diseño del trabajo preguntando *quién*.
- Realizar un estudio en la distribución de planta preguntando *dónde*.
- Realizar arreglos, ya sea: simplificando, eliminando, combinando y arreglando las operaciones

3.6.1.- OBJETIVOS

- Origina un mejor método de trabajo.
- simplificar los procedimientos operacionales.
- maximizar el manejo de materiales.
- Incrementar la efectividad de los equipos.
- Aumenta la producción y disminuye el costo unitario.
- Mejora la calidad del producto final.
- reduce los efectos de impericia laboral.
- mejora las condiciones de trabajo.
- minimiza la fatiga del operario.

Aplicar las interrogantes: porque, cuando, donde, quien, de tal forma que en base a esto nos permita poder identificarlos procesos y métodos que podamos mejorar



3.6.2.- PUNTOS CLAVE

- Uso del análisis de la operación para mejorar el método.
- Centrar la atención en el propósito de la operación preguntando. ¿Por qué?
 - Centrar su enfoque en diseño, materiales, tolerancias, procesos y herramientas preguntando ¿Cómo?
 - Dirigir al operario y el diseño del trabajo preguntando. ¿Quién?
 - Concentrarse en la distribución de planta preguntando. ¿Dónde?
 - Examinar con detalle la secuencia de manufactura preguntando. ¿Cuándo?
- Simplificar eliminando, combinando y re-arreglando las operaciones.

Esto puede ser englobado en los siguientes enfoques del análisis de operación.

3.6.3.- PROPÓSITO DE LA OPERACIÓN

Se puede decir q es el más importante de los puntos del análisis operacional.

Justificar.

Dicho propósito justifica el objetivo, ¿Para qué? y ¿Por qué?, así determinar la finalidad de la tarea, simplificando, ajustando y cambiando, para una mejor manera de obtener los mismos resultados o mejores sin costo adicional.

3.6.4.- DISEÑO DEL TRABAJO

Debido al nuevo reglamento (como OSHA) y preocupación por la salud, las técnicas de diseño del trabajo manual y los principios de la economía de movimiento integran a la ergonomía, diseño de herramientas y condiciones de trabajo y ambientales.



1. Análisis de la operación:

- ¿Es posible lograr mejores resultados de otra manera?
- ¿Se puede eliminar la operación analizada?
- ¿Se puede combinar con otra?
- ¿Se puede efectuar durante el tiempo muerto de otra?
- ¿Es la secuencia de operaciones la mejor posible?
- ¿Debe realizarse la operación en otro departamento, para ahorrar en costo y manejo?

2. Diseño de la pieza:

Reducción del número de operaciones, longitud de recorridos, unión de partes, haciendo el ensamblaje más fácil

- ¿Se puede simplificar los diseños para reducir el número de partes?
- ¿Se pueden reducir el número de operaciones y las distancias recorridas en la fabricación, ensamblando mejor las partes y facilitando el maquinado?
- ¿Se pueden utilizar otros materiales mejores?

3. Tolerancias y especificaciones:

- ¿Son necesarias las tolerancias, el margen, el acabado y otros requisitos?
- ¿Son costosas estas especificaciones?
- ¿Son adecuadas para la pieza?

Tolerancias: Maren entre la calidad lograda en la producción y la descarga (rango de variación).

Especificaciones: Conjunto de normas o requerimientos que se encuentran en un proceso.



Se refiere a las tolerancias y especificaciones que se relacionan con la calidad del producto, su habilidad para satisfacer una necesidad dada.

Mientras las tolerancias y las especificaciones siempre se toman en cuenta al revisar el diseño, en general, esto no es suficiente. Debe estudiarse independiente mente de otros enfoques del análisis de la operación.

El analista debe estar pendiente de especificaciones demasiado liberadas lo mismo que de las restrictivas.

Cerrar una tolerancia a menudo facilita una operación de ensamble u otro paso subsiguiente.

En el proceso final del producto terminado, se pueden permitir una cierta tolerancia en cuanto a la calidad del producto. Esta tolerancia no debe rebasar un cierto porcentaje establecido, debido a que no tendría la calidad que se requiere para poder obtener un muy buen servicio.

4. Material:

Representa un alto costo del total de la producción y su correcta selección y uso adecuado.

¿Qué material debe usar? Es la pregunta que el ingeniero debe formular en este punto. Y para su análisis debe desarrollar los siguientes puntos:

- Encontrar un material menos costoso.
- Encontrar materiales que sean más fáciles de procesar.
- Usar materiales de manera más económica.
- Usar materiales de desecho.
- Usar materiales y suministrar de materia más económica.
- Estandarizar los materiales.
- Encontrar el mejor proveedor respecto a precio y disponibilidad.



- Considerar el tamaño, en uso apropiado y las condiciones y características adecuadas.

- ¿Puede emplearse material de más bajo costo?

5. Proceso de Manufactura:

El ingeniero de métodos debe entender que el tiempo dedicado al proceso de manufactura se divide en dos pasos: plantación y control de inventarios.

Para perfeccionar el proceso de manufactura, el analista debe considerar lo siguiente:

- Reorganización de las operaciones.
- Mecanizado de las operaciones manuales.
- Utilización de instalaciones mecánicas más eficientes.
- Operación más eficiente de las instalaciones mecánicas.
- Fabricación cerca de la forma final.

- ¿Qué material debe usar? Es la pregunta que el ingeniero debe formular en este punto. Y para su análisis debe desarrollar los siguientes puntos.

- Encontrar un material menos costoso.
- Encontrar materiales que sean más fáciles de procesar.
- Usar materiales de manera más económica.
- Usar materiales de desecho.
- Usar materiales y suministrar de materia más económica.
- Estandarizar los materiales.
- Encontrar el mejor proveedor respecto a precio y disponibilidad.

6. Manejo de Materiales

Es necesario evaluar tiempo y energía en el transporte de los materiales de un lugar a otro. El manejo de materiales puede llegar a ser un problema en la producción ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del



presupuesto de manufactura. Este manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales. Se asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta.

El manejo de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento. El manejo de materiales incluye movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Primero, el manejo de material debe asegurar que las partes, la materia prima y los materiales en el proceso se muevan periódicamente de un lugar a otro mediante:

- Reducción del tiempo dedicado a recoger el material.
- Usar equipo mecanizado o automático.
- Utilizar las instalaciones de manejo de materiales existentes.
- Manejar los materiales con más cuidado.
- Considerar la aplicación de códigos de barras par los inventarios y actividades relacionadas.

6.1 Riesgos de un manejo ineficiente de materiales

- Sobrestadía.
- Desperdicio de tiempo de máquina.
- Lento movimiento de los materiales por la planta. Todos han perdido algo en un momento o en otro.
- Un mal sistema de manejo de materiales puede ser la causa de serios daños a partes y productos.
- Un mal manejo de materiales puede dislocar seriamente los programas de producción.



- Desde el punto de vista de la mercadotecnia, un mal manejo de materiales puede significar clientes inconformes.
- Otro problema se refiere a la seguridad de los trabajadores.

7. Preparación y herramental:

Uno de los elementos más importantes de todas las formas de trabajo, herramientas y preparación de su economía. La cantidad de herramientas que proporciona las mayores ventajas depende de:

1. La cantidad de producción.
2. Lo repetitivo del negocio.
3. La mano de obra.
4. Los requerimientos de entrega.
5. El capital necesario.

Así como:

- Reducción de tiempos de preparación.
- Uso de toda la capacidad de la máquina.
- Uso de herramientas más eficientes.

8. Almacenamiento De Materiales:

El servicio de almacenamiento tiene la finalidad de guardar las herramientas, materiales, piezas y suministros hasta que se necesiten en el proceso de fabricación. Este objetivo puede enunciarse de forma más completa como la función de proteger las herramientas, materiales, piezas y suministros contra pérdidas debido a robo, uso no autorizado y deterioro causado por el clima, humedad, calor, manejo impropio y desuso.

Además, la función de almacenamiento cumple el fin adicional de facilitar un medio para recuento de materiales, control de su cantidad, calidad y tipo, en cuanto a la recepción de los materiales comprados y asegurar mediante el control de materiales que las cantidades requeridas de los mismos se



encuentren a mano cuando se necesiten.

Probablemente, los mayores errores observados en los almacenamientos son la falta de espacio suficiente y la colocación de las zonas de almacenamiento temporal demasiado lejos de los puntos en que se utilizan los materiales. La cantidad de espacio que debe destinarse puede calcularse muy fácilmente si se conocen la cuantía de los pedidos y las cantidades máximas en existencia de cada artículo. Si la planta que se proyecta es nueva y no se dispone de datos, deben calcularse de manera estimada las cantidades de cada artículo que se almacenarán y su volumen, la suma de dichos volúmenes dará el volumen total de espacio necesario para el almacén; la superficie del suelo puede calcularse determinando la altura a que se apilará cada artículo o el número de bandejas o estantes que se utilizarán en sentido vertical.

9. Distribución de Planta:

La distribución de planta se desarrolla en un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos, con la calidad deseada al menos costo, mediante el estudio de:

- Tipos de distribución.
- Graficas de recorrido.
- Plantación del sistema de la distribución de Muther.
- Distribución de planta asistida por computadora.

10. Espacio para almacenamiento:

El espacio requerido para almacenamiento puede ser para diferentes propósitos. El método de determinación de espacio necesita, sin embargo, ser el mismo para todo. Consiste principalmente en enumerar los diferentes artículos para ser almacenados y expresar sus características físicas en pies cuadrados o cúbicos para poder ser almacenados. A menudo, los cálculos son hechos con programas de computadoras, usando información de almacenamiento para otros propósitos.



Unos pocos cálculos serán necesarios para hacer una aproximación del espacio requerido para almacén en una planta.

Factores a considerar en situaciones ordinarias de almacenamiento:

- Balanceo de líneas.
- El volumen de la producción.
- Espacio disponible.
- Altura disponible.
- Tamaño de la carga.
- Características de los materiales.
- La distancia desde el punto de uso.
- El método de manejo y el equipo.
- La tasa de producción.
- La producción del producto.
- Calidad del proceso.
- Requisitos ambientales.
- Tiempo de almacenamiento.
- Dirección de flujo.
- Costo de almacenamiento.
- Volumen de almacenamiento requerido.

3.7.- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT)

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) es un organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de los asuntos relativos al trabajo y las relaciones laborales. Son acuerdos suscritos por Estados y de obligado cumplimiento. Fue fundada el 11 de abril de 1919, en el marco de las negociaciones del tratado de Versalles. Se puede definir también como institución mundial responsable de la elaboración y supervisión de las normas internacionales del trabajo, este organismo especializado de las Naciones Unidas está consagrada a la promoción de oportunidades de trabajo decente y productivo para mujeres y hombres, en condiciones de libertad, igualdad,



seguridad y dignidad humana.

Respecto a la composición de la OIT, en primer lugar podemos señalar que están presididas por un principio de base: el tripartismo (gobiernos, empleadores y trabajadores) de la representación de los Estados Miembros en la organización.

3.7.1. PREGUNTAS QUE SUGIERE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO

Preguntas de la OIT

A.- Operaciones

- 1.- ¿Qué propósito tiene la operación?
- 2.- ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella?
- 3.- ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?
- 4.- ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
- 5.- ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿o se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?
- 6.- ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?
- 7.- ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?

B. Diseño de piezas y productos

- 1.- ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?
- 2.- ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?
- 3.- ¿Pueden obtenerse resultados equivalentes cambiando el modelo de modo que se reduzcan los costos?
- 4.- ¿Puede mejorarse el aspecto del artículo sin perjuicio para su utilidad?
- 5.- ¿El aspecto y la utilidad del producto son los mejores que se puedan presentar en plaza por el mismo precio?



C. Normas de Calidad

- 1.- ¿Todas las partes interesadas se han puesto de acuerdo acerca de lo que constituye una calidad aceptable?
- 2.- ¿Qué condiciones de inspección debe llevar esta operación?
- 3.- ¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?
- 4.- ¿Son realmente apropiadas las normas de tolerancia y demás?
- 5.- ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar necesariamente los costos?
- 6.- ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?
- 7.- ¿Existe alguna forma de dar al producto un acabado de calidad superior al actual?
- 8.- ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?
- 9.- ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?
- 10.- Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspección, ¿aumentarían o disminuirían las mermas, desperdicios y gastos de la operación, del taller o del sector?
- 11.- ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?
- 12.- ¿Una modificación a la composición del producto podría dar como resultado una calidad más uniforme?

D. Utilización de Materiales

- 1.- ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?
- 2.- ¿No podría remplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?
- 3.- ¿No se podría utilizar un material más ligero?
- 4.- ¿El material es entregado lo suficientemente limpio?
- 5.- ¿Se saca el máximo partido al material al elaborarlo? ¿Y al cortarlo?
- 6.- ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, aguas, pintura, aire comprimido electricidad? ¿Se controla su uso y se trata de economizarlos?
- 7.- ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?



- 8.- ¿Se podrían utilizar los sobrantes o los retazos?
- 9.- ¿Se podrían clasificar los sobrantes o retazos para venderlos mejor?
- 10.- ¿La calidad de materiales es uniforme?
- 11.- ¿El material es entregado sin bordes filosos o rebabas?
- 12.- ¿Se altera el material con el almacenamiento?

E. Disposición del lugar de trabajo

- 1.- ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?
- 2.- ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?
- 3.- ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje?
- 4.- ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?
- 5.- ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?
- 6.- ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?
- 7.- ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?
- 8.- ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?
- 9.- ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

F.- Manipulación de materiales

- 1.- ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?
- 2.- ¿Se deberían utilizar carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla?
- 3.- ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?
- 4.- ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales



que llegan o que salen?

5.- ¿Se justifica un transportador? Y en caso afirmativo, ¿Qué tipo sería más apropiado para el uso previsto?

6.- ¿Se puede empujar el material de un operario a otro a lo largo del banco?

7.- ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?

8.- ¿Puede el material llevarse hasta un punto central de inspección con un transportador?

9.- ¿Podría usarse con provecho algún dispositivo neumático o hidráulico para izar?

10.- ¿Se resolvería más fácilmente el problema en curso y manipulación de los materiales trazando un cursograma analítico?

11.- ¿Está el almacén en un lugar cómodo?

12.- ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?

13.- ¿Podría la materia prima que llega, ser despachada desde el primer lugar de trabajo para así evitar la manipulación doble?

14.- ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la manipulación doble?

15.- ¿Se pueden comprar materiales en tamaños más fáciles de manipular?

16.- ¿Se ahorrarían demoras si hubieran señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?

17. ¿Se evitarían las esperas por el montacargas con una mejor planificación?

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

G.- Organización del trabajo

1.- ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?

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



- 3.- ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?
- 4.- ¿Cómo se consiguen los materiales?
- 5.- ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?
- 6.- ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?
- 7.- ¿Los materiales están bien situados?
- 8.- ¿Cómo se mide la cantidad de material acabado?
- 9.- ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?
- 10.- ¿Cómo está organizado la entrega y mantenimiento de las herramientas?
- 11.- ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?
- 12.- ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajaran y se les da suficientes explicaciones?
- 13.- Cuando los trabajadores no alcanzan cierta forma de desempeño, ¿se averiguan las razones?
- 14.- ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

H.- Condiciones de trabajo

- 1.- ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
- 2.- ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no podrían utilizar ventiladores o estufas?
- 3.- ¿Se justificaría la instalación de aparatos ventiladores?
- 4.- ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?
- 5.- ¿Se pueden eliminar los vapores, humo y el polvo con sistemas de evacuación?
- 6.- ¿Se puede proporcionar una silla o cualquier otro artefacto similar?
- 7.- ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?
- 8.- ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?
- 9.- ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?
- 10.- ¿Se le enseñó al trabajador a evitar los accidentes?
- 11.- ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?



- 12.- ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?
- 13.- ¿Con cuanta minucia se limpia el lugar de trabajo?
- 14.- ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?

I. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto

- 1.- ¿Es la tarea aburrida o monótona?
- 2.- ¿Puede hacerse la operación más interesante?
- 3.- ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?
- 4.- ¿Cuál es el tiempo del ciclo?
- 5.- ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
- 6.- ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
- 7.- ¿Puede el operario hacer la pieza completa?
- 8.- ¿Es posible y deseable la rotación entre los puestos de trabajo?
- 9.- ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

J.- Análisis del proceso

- 1.- ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?
- 2.- ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones? ¿O mejoraría si se modificara el orden?
- 3.- ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible?
- 4.- ¿Podría efectuarse la misma operación en otro lugar para evitar los costos de manipulación?
- 5.- Si se modificara la operación de, ¿Qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
- 6.- ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?
- 7.- ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?



3.8.- TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

Es el medio para efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas. Se tienen a su vez dos fases:

FASE I (Consiste en describir los cinco elementos básicos)

El propósito ¿Con qué Propósito-objetivo-qué?

El lugar ¿Dónde Lugar-dónde?

La sucesión ¿En qué Sucesión-secuencia/orden-cómo?

La persona ¿Por la qué Medios-máquina?

Los medios ¿Por los qué Persona-individuos?

Se comprenden las actividades con objeto de: eliminar, combinar, reordenar y reducir las operaciones factibles al cambio.

En esta primera etapa del interrogatorio se pone en tela de juicio, sistemáticamente y con respecto a cada actividad registrada, el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución, y se le busca justificación a cada respuesta.

Combinando las dos preguntas preliminares y las dos preguntas de fondo de cada tema (propósito, lugar, etc.) se llega a la lista completa de interrogaciones, es decir:

PROPÓSITO: ¿Qué se hace?

¿Por qué se hace?

¿Qué **otra cosa** podría hacerse?

¿Qué **debería** hacerse?

LUGAR: ¿Dónde se hace?

¿Por qué se hace **allí**?

¿En que **otro lugar** podría hacerse?

¿Dónde **debería** hacerse?



SUCESIÓN: ¿Cuándo se hace?

¿Por qué se hace **entonces**?

¿Cuándo **podría** hacerse?

¿Cuándo **debería** hacerse?

PERSONA: ¿Quién lo hace?

¿Por qué lo hace **esa** persona?

¿Qué **otra persona** podría hacerlo?

¿Quién **debería** hacerlo?

MEDIOS: ¿Cómo se hace?

¿Por qué se hace de **ese** modo?

¿De qué **otro** modo podría hacerse?

¿Cómo **debería** hacerse?

Esas preguntas, en ese orden deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición básica de un buen resultado.

FASE II (Preguntas de fondo)

Estas preguntas prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible remplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona, el medio o todos. Investiga que se hace y el por qué se hace según el “debe ser”.

En esta se busca la posibilidad de plantear una nueva forma de hacer el trabajo teniendo en cuenta las especificaciones de cada caso.

3.9.- 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.

3.9.1.- Aplicaciones del tiempo estándar

1.- Para determinar el salario devengable 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.

3.9.2.- 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.

3.9.3.- 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.

3.9.4.- 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.

$$TE = TN + \sum Tolerancias$$

Dónde:

$$TN = TPS * CV$$

Dónde:

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado

CV = Factor de Calificación

TE = Tiempo estándar

TOL= tolerancia

3.10.- 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



3.10.1.- 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, fue el matrimonio Gilbreth el que, basado en los estudios de Taylor, amplió este trabajo y desarrolló el estudio de movimientos, dividiendo el trabajo en 17 movimientos fundamentales llamados Therbligs (su apellido al revés)

3.11.- 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.

3.11.1.- TÉCNICAS DEL ESTUDIO DE TIEMPO

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

3.12.- 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.

3.12.1.-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.

3.12.2.- 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.

3.12.3.- 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 máquina 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 límites 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 elevarán 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.

3.12.4.- 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.

3.12.4.1.- 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

3.12.4.2.- REQUISITOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPO

3.12.4.2.1.- 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 sí 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 cuenta 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.

3.12.4.2.2.- 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 está 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.

3.12.4.2.3.- 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.

3.12.4.2.4.- 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 sí 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.

3.13.- 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 preestablecido.

3.13.1.- Cronometraje

Esta técnica se divide en dos partes: 1) determinación del número 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

3.13.2.- 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.

3.13.3.- 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.

3.13.4.- 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.

3.14.- ELEMENTOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

3.14.1.- 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.

3.14.1.1.- 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.

3.14.2.- 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, 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.

3.14.3.- 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.

3.14.4.- 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.

3.14.4.1.- 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).

3.15.- 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.

•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.

3.15.1.- 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.

3.15.1.1.- 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, porque 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.

3.15.1.2.- 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.

3.16.- 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 que haría el trabajador normal.

3.17.- MÉTODOS DE CALIFICACIÓN

3.17.1.- 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 N° 6)

3.17.2.- Calificación Sintética

En un intento por desarrollar un método de calificación que no descansa 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:

Dónde:

P = Factor de actuación o nivelación.

F_T = Tiempo de movimiento fundamental.

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

3.17.3.- 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.

3.17.4.- 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:

Dónde:

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 específico. 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.

3.18.- 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.

3.18.1.- 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.

3.18.2.- 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) Condiciones de trabajo:

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

b) Repetición del trabajo:

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

c) Salud general del trabajador, física y mental:

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

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.

3.18.3.- 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 IV:

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1.- 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 utilizó 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 buscaremos 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.

4.2.- POBLACIÓN Y MUESTRA

Con los objetivos de dicho estudio es importante que se definan claramente las características de la muestra que será objeto 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 está 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.

Y 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.

4.3.- 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 logró 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 implementó 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. Pen drive (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.

4.4.- 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. Se realizó la delimitación del estudio, seleccionando para esto el almacenamiento del material.
3. Se diseñó una entrevista, a modo de conversación, orientada a recopilar información.
4. Se observó directamente, analizó y consultó a detalle cada una de las actividades desempeñadas en la empresa Aluminios Bellmart C.A.
5. Se planteó la definición y formulación del problema, considerando las áreas y personas involucradas y el posible impacto que tendrá el mismo, con el fin de precisar el problema y/o fallas de la empresa Aluminio Bellmart C.A. y plantear la posible optimización o mejora a realizar.
6. Se realizó la revisión de todo el material y los testimonios orales, con el



propósito de obtener toda la información posible y especificada de la empresa Aluminio Bellmart C.A.

7. Selección de los instrumentos de recolección de datos: los instrumentos utilizados fueron entrevistas, visitas de observación, materiales y referencias bibliográficas.

8. Realización del análisis de la información recabada, ésta se realizó con base a los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos, con el fin de desarrollar las recomendaciones en busca de la optimización del proceso.

9. Se realizó el diagrama de operaciones y el diagrama de flujo recorrido (tanto el presente como el propuesto), a fin de evidenciar todas las fallas que pueden estar inmersas en el proceso, para reducirlas, combinarlas y en el mejor de los casos eliminarlas.

10. Se desarrollaron las posibles oportunidades de mejoras.

11. Determinar el tamaño de la muestra que se tomara para la realización del estudio de tiempo.

12. Identificar los elementos que estén más asociados a la operación para realizar el estudio.

13. Utilizar el cronometro para la toma de tiempo.

14. Calcular los tiempos seleccionados de la operación del proceso para vaciarlos en el formato.

15. Suponer un coeficiente de confianza. (C).

16. Hallar el intervalo de confianza. (I)

17. Calcular el intervalo de la muestra (I_m) y comparar con el intervalo de confianza.

18. Determinar la calificación de la velocidad del operario a través del método Westinghouse.

19. Determinar el tiempo normal

20. Determinar las tolerancias a ser asignadas según las características de la operación. (fatiga y necesidades personales).

21. Normalización de las tolerancias.

22. Calcular el tiempo estándar de la operación seleccionada.



CAPÍTULO V:

SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo detallaremos la situación actual de la empresa Aluminios Bellmart C.A. abarcando la descripción detallada del método de trabajo que se lleva a cabo y los problemas generales que perjudican a la empresa seleccionada para nuestro trabajo.

5.1.- MÉTODO ACTUAL DE TRABAJO

El proceso productivo de Aluminios Bellmart C.A., abarca la producción de dos tipos de productos: lingotes de aluminio primario transformado y lingotes de aluminio reciclado (RSI). A fin de facilitar la explicación a continuación se hará la descripción del proceso de fabricación de lingotes de aluminio reciclado y el cual puede ser dividido en cuatro etapas. En la primera etapa, se recibe la materia prima. Esta materia prima está constituida por escoria compactada, planchones, derrame y metal envarillado. Los planchones, derrame y envarillado pasan directamente a almacenamiento, mientras que la escoria debe clasificarse primero.

La segunda etapa la compone la clasificación de la escoria. Esta se realiza en dos fases, una manual y una automatizada por medio de cribas. En la clasificación manual, se separa la pedacería y el calcinado del resto de la pila. El material granulado es cargado en las dos cribas.

La criba 1 es cargada con la Escoria Gruesa y la Escoria Semi-Gruesa proveniente de la criba 2. Esta criba clasifica el material en cuatro tamaños, Grueso, Semi-Grueso, Semi-Fina y Polvo Fino. El grueso y el Semi-grueso son almacenados para luego ser cargados a los hornos rotativos. La escoria Semi-fina es apilada para ser cargada a la criba 2. El polvo fino es almacenado para luego ser desechado.

La criba 2 se carga con la escoria Semi-Fina y la escoria procedente de la clasificación manual. La criba 2 clasifica el material en tres tamaños, Grueso,



Semi-Grueso y Polvo Fino. La escoria gruesa y la Semi-gruesa son cargadas a la criba 1. El polvo fino se almacena para ser desechado.

La tercera etapa del proceso productivo está constituida por la fusión del aluminio contenido en los subproductos. Para esto, la empresa cuenta con 8 hornos operativos, de los que cuatro son hornos tipo rotativos, tres son hornos tipo basculante y uno es estático.

Los hornos rotativos 1 y 4 son cargados con escoria, pedacería y envarillado. La cantidad de cada elemento varía según el tipo de mezcla. Con una mezcla de escoria y pedacería, la proporción de carga es usualmente 1:1. Sin embargo, si se desea cargar el horno con una mezcla de envarillado y escoria, la proporción varía a 3: 1. El horno 3, es cargado con escoria y planchones debido a su gran tamaño y capacidad.

El horno 2 se utiliza para precalentar la escoria que se carga a los hornos 1, 3 y 4. El precalentamiento del material disminuye los tiempos entre coladas y evita que la escoria sea cargada húmeda a los hornos rotativos (normas de seguridad). La escoria húmeda al ser cargada a los hornos, provoca pequeñas explosiones dentro de los hornos con la probabilidad de producir condiciones de trabajo inseguras.

Los hornos basculantes y el estático, son cargados con planchones y derrames.

Luego que los hornos son cargados con la materia prima, es necesario agitar la carga con regularidad, para asegurar que el aluminio contenido en la escoria pase al fondo del horno. Esto se realiza mediante un sistema mecánico que le permite a los hornos realizar un movimiento de rotación. De igual manera, mediante un mini cargador y una pala escorificadora que se acopla a este, se homogeniza la mezcla contenida en el horno y se asegura que el aluminio pase al fondo del mismo.



Al momento de realizar la colada del aluminio en el horno 6, se rompe un tapón de arcilla ubicado en la parte inferior del horno. Para los hornos rotativos el tapón de arcilla se encuentra ubicado a un lado del mismo. El aluminio líquido es vertido por el canal de colada hasta los moldes previamente ubicados en la base del horno. Luego de llenar el molde, se procede al proceso de desnatado, donde se retiran de la superficie, aquellas impurezas que se mezclaron con el aluminio líquido al momento de la colada.

Al terminar la colada, se taponan nuevamente el orificio de colada con arcilla y se procede a la escorificación del horno. Este proceso se realiza con la ayuda de un montacargas y una pala que se acopla a este. Posterior a esto, el proceso de carga, fusión, colada y escorificación inicia nuevamente.

Para los hornos 5, 7 y 8, se cumple un proceso similar. Al abrir la tapa de los hornos, son cargados con planchones y derrame. Para realizar la colada, el horno bascula y el aluminio fundido es vertido en los moldes por el orificio de colada. Se retira la escoria remanente en el horno y el proceso inicia nuevamente. La escoria resultante de las coladas, es retirada en contenedores de acero y almacenada para ser desechada.

La cuarta y última etapa está conformada por el proceso de pesaje, marcaje, embalado y despacho del producto terminado. Luego de que el aluminio contenido en los moldes está completamente solidificado, se retira del molde y se pesa cada paila. El peso, así como el número de colada y el nombre de la empresa, son estampados en cada paila. Luego de pesadas, las pailas son almacenadas hasta el momento de su despacho.

5.2.- PROBLEMAS GENERALES DE LA EMPRESA

En la empresa Aluminios Bellmart C.A. se presentan los siguientes problemas:

- Falta de materia prima para el proceso de producción.
- Mala distribución del área de desechos.
- El horno número 2 se encuentra fuera de servicio actualmente.



- Almacenamiento de la materia prima y producto terminado en la misma área.
- Uno de los mini cargadores se encuentra fuera de servicio actualmente.
- Falta de un almacén para el producto terminado.

5.3.- Diagrama de proceso actual

DIAGRAMA ACTUAL

Inicialmente se recibe la materia prima. Esta materia prima está constituida por escoria compactada, planchones, derrame y metal envarillado. Los planchones, derrame y envarillado pasan directamente a almacenamiento. Seguidamente encontramos la clasificación de la escoria. Tenemos tanto manual como mecanizada; En la clasificación manual, se separa la pedacería y el calcinado del resto de la pila. La criba 1 es cargada con la Escoria Gruesa y la Escoria Semi-Gruesa. Esta criba clasifica el material en cuatro tamaños, Grueso, Semi-Grueso, Semi-Fina y Polvo Fino. El grueso y el Semi-grueso son almacenados para luego ser cargados a los hornos rotativos. La escoria Semi-fina es apilada para ser cargada a la criba 2. El polvo fino es almacenado para luego ser desechado. La criba 2 se carga con la escoria Semi-Fina y la escoria procedente de la clasificación manual. La criba 2 clasifica el material en tres tamaños, Grueso, Semi-Grueso y Polvo Fino. La escoria gruesa y la Semi-gruesa son cargadas a la criba 1. El polvo fino se almacena para ser desechado. El horno 2 se utiliza para precalentar la escoria que se carga a continuación a los hornos 1, 3 y 4. Los hornos rotativos 1 y 4 son cargados con escoria, pedacería y envarillado. El horno 3, es cargado con escoria y planchones debido a su gran tamaño y capacidad. Luego que los hornos son cargados con la materia prima, es necesario agitar la carga con regularidad, para asegurar que el aluminio contenido en la escoria pase al fondo del horno mediante un minicargador y una pala escorificadora que se acopla a este. El aluminio líquido es vertido por el canal de colada hasta los moldes previamente ubicados en la base del horno. Luego de llenar el molde, se procede al proceso de desnatado, donde se retiran de la superficie, aquellas impurezas que se mezclaron con el aluminio líquido al momento de la colada. Al terminar la colada, se taponan nuevamente el orificio de colada con arcilla y se procede a la



escorificación del horno. Este proceso se realiza con la ayuda de un montacargas y una pala que se acopla a este. Posterior a esto, el proceso de carga, fusión, colada y escorificación inicia nuevamente.

Para los hornos 5, 7 y 8, se cumple un proceso similar. Al abrir la tapa de los hornos, son cargados con planchones y derrame. Para realizar la colada, el horno bascula y el aluminio fundido es vertido en los moldes por el orificio de colada. Se retira la escoria remanente en el horno y el proceso inicia nuevamente. La escoria resultante de las coladas, es retirada en contenedores de acero y almacenada para ser desechada. La última etapa está conformada por el proceso de pesaje, marcaje, embalado y despacho del producto terminado. Luego de que el aluminio contenido en los moldes está completamente solidificado, se retira del molde y se pesa cada paila. El peso, así como el número de colada y el nombre de la empresa, son estampados en cada paila. Luego de pesadas, las pailas son almacenadas hasta el momento de su despacho.

PROCESO: Producción de lingotes y pilas de aluminio de la empresa ALUMINIOS BELLMART C.A.

DIAGRAMA: Proceso.

INICIO: Llegada de la materia prima.

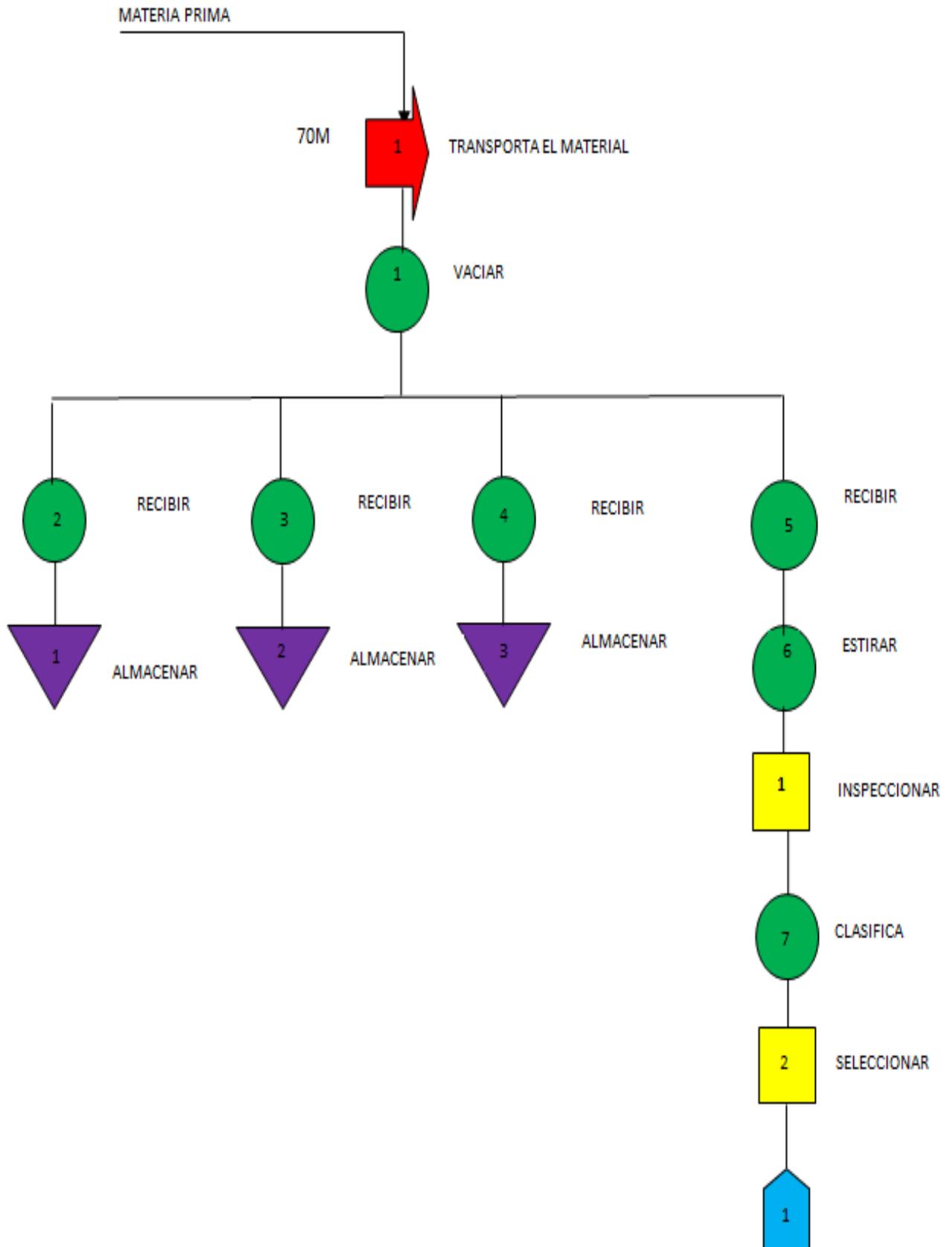
FIN: Almacén de lingotes.

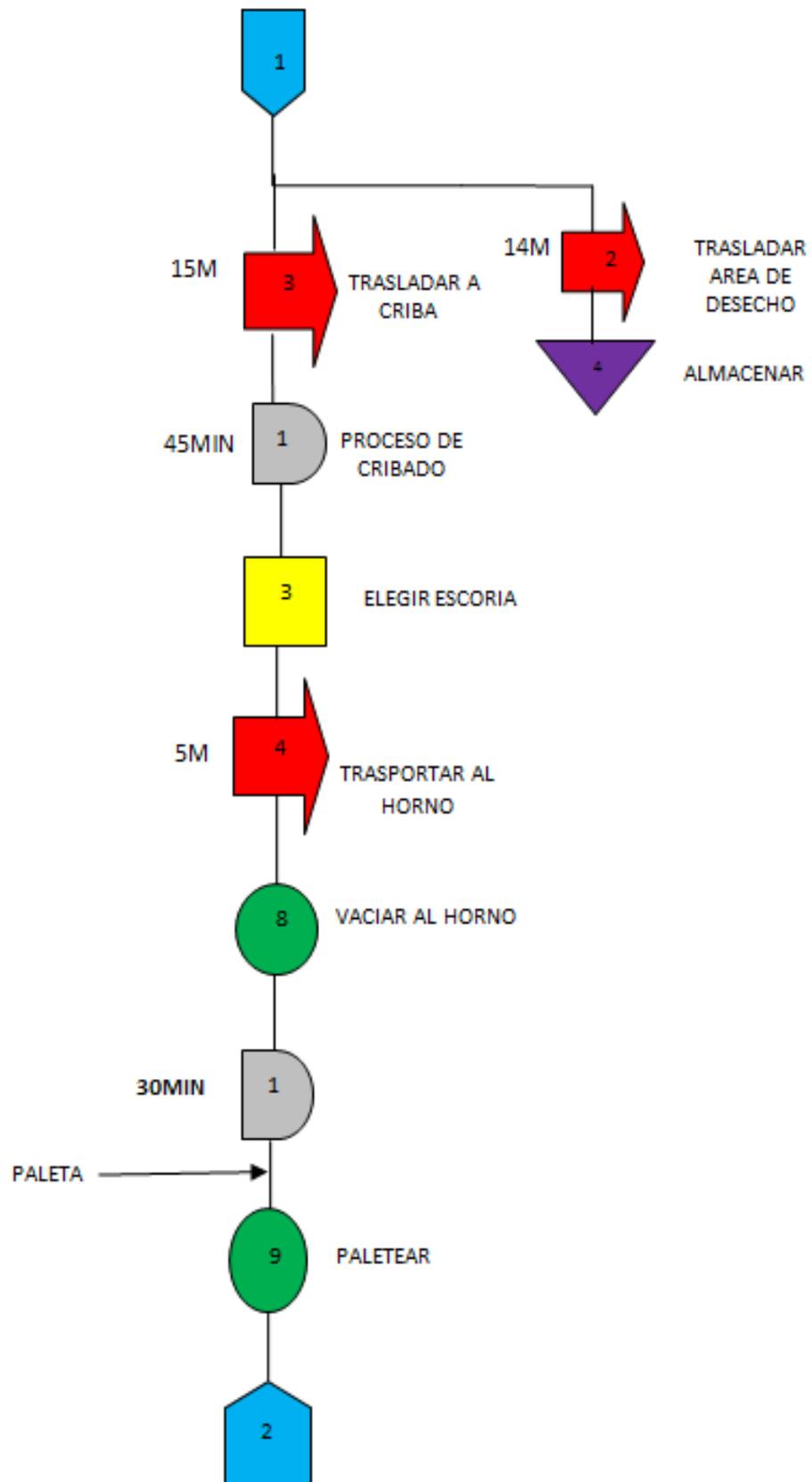
FECHA: 22/05/2012.

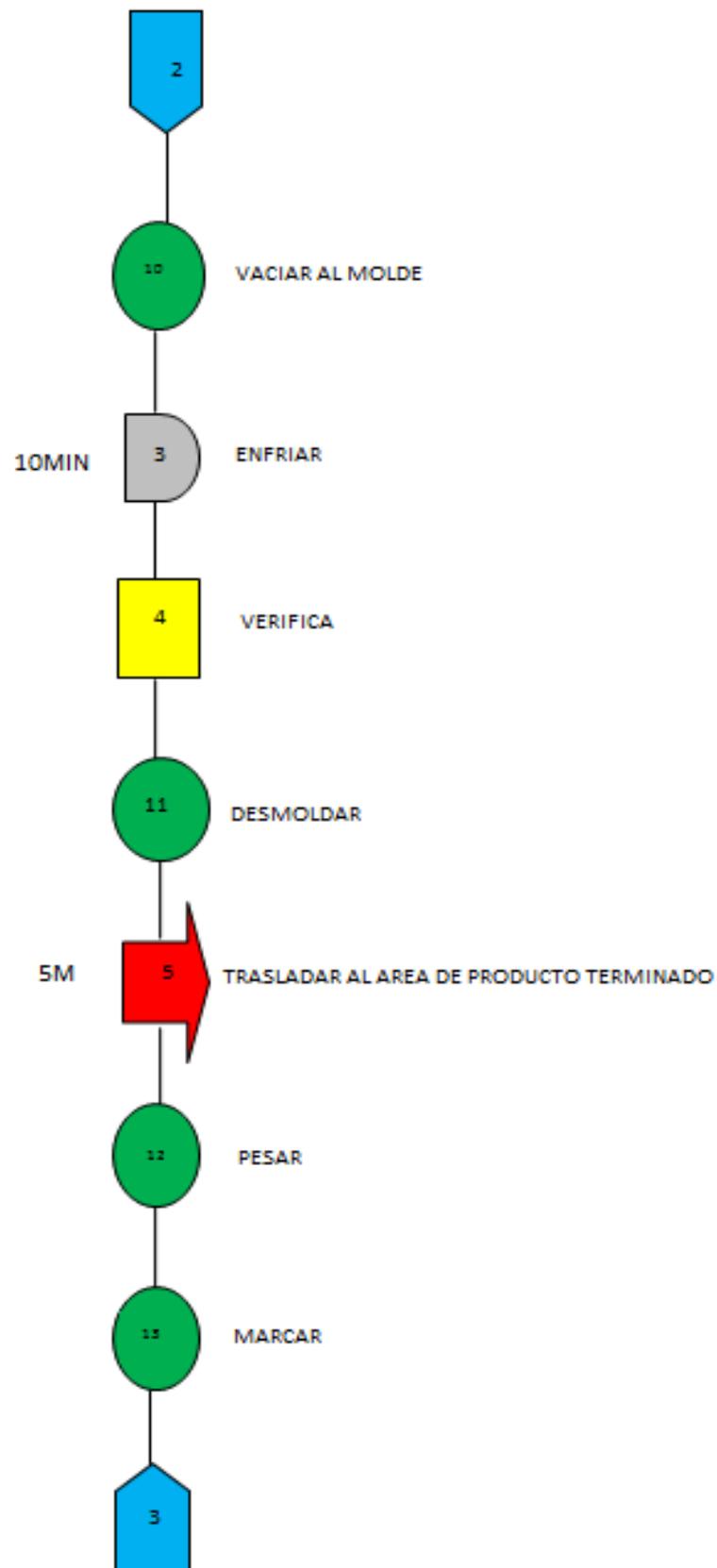
MÉTODO: Actual.

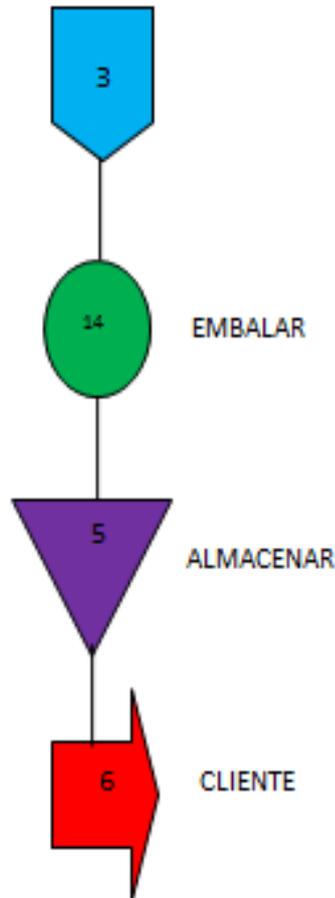
SEGUIMIENTO: Material

(Ver página siguiente)

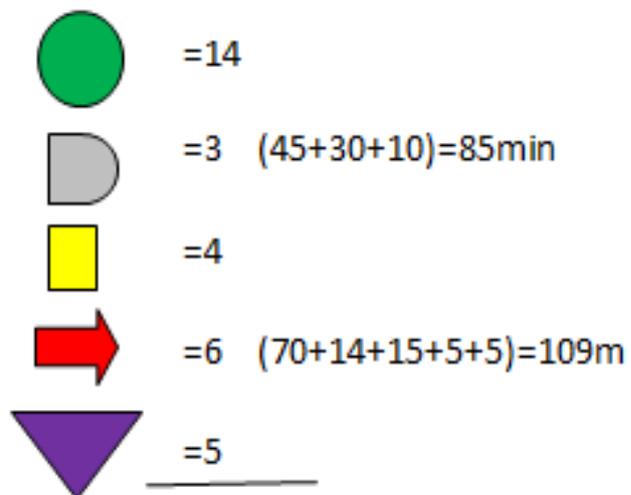








RESUMEN



TOTAL= 33



5.4.- DIAGRAMA DE FLUJO/RECORRIDO ACTUAL

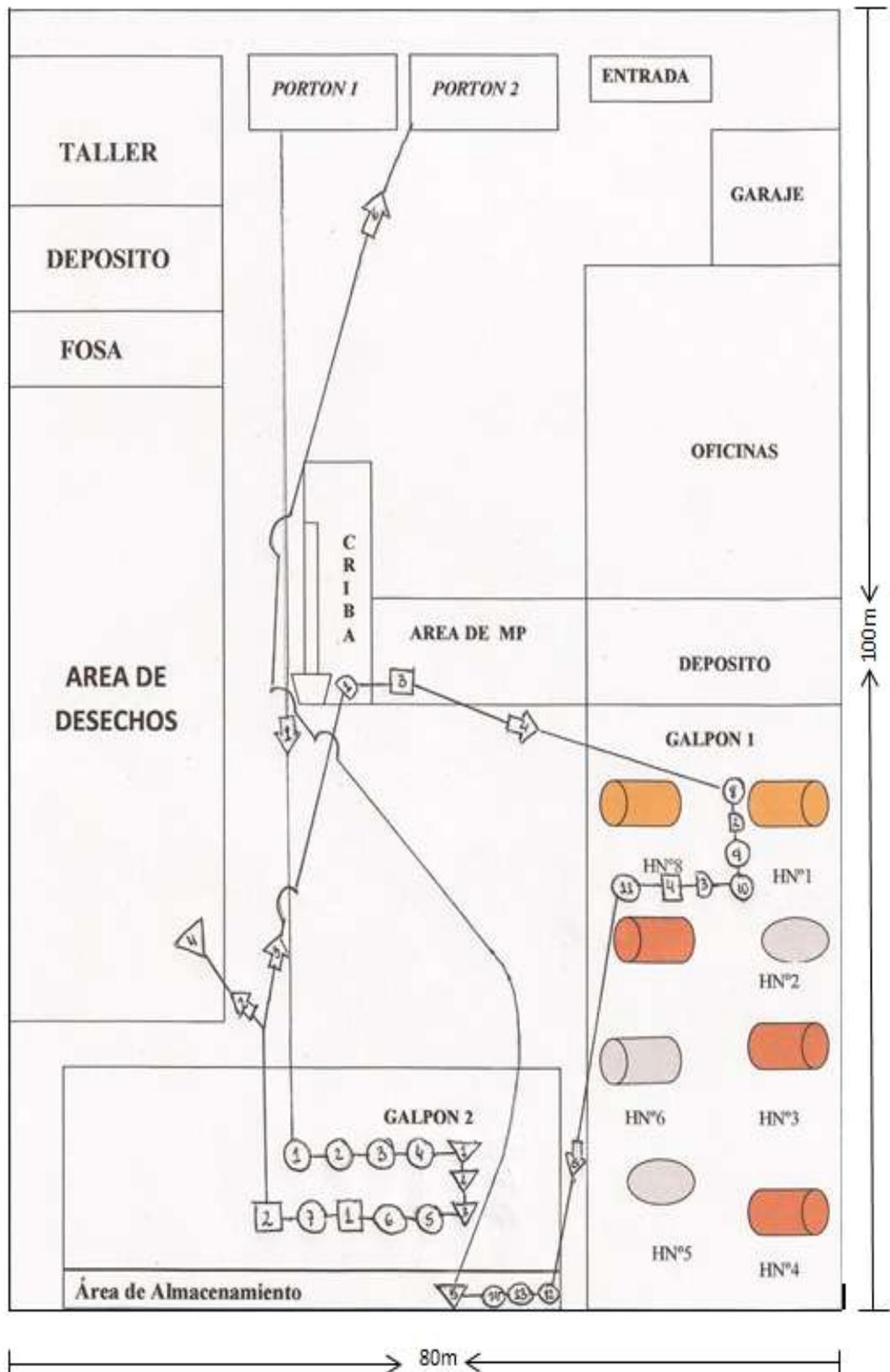
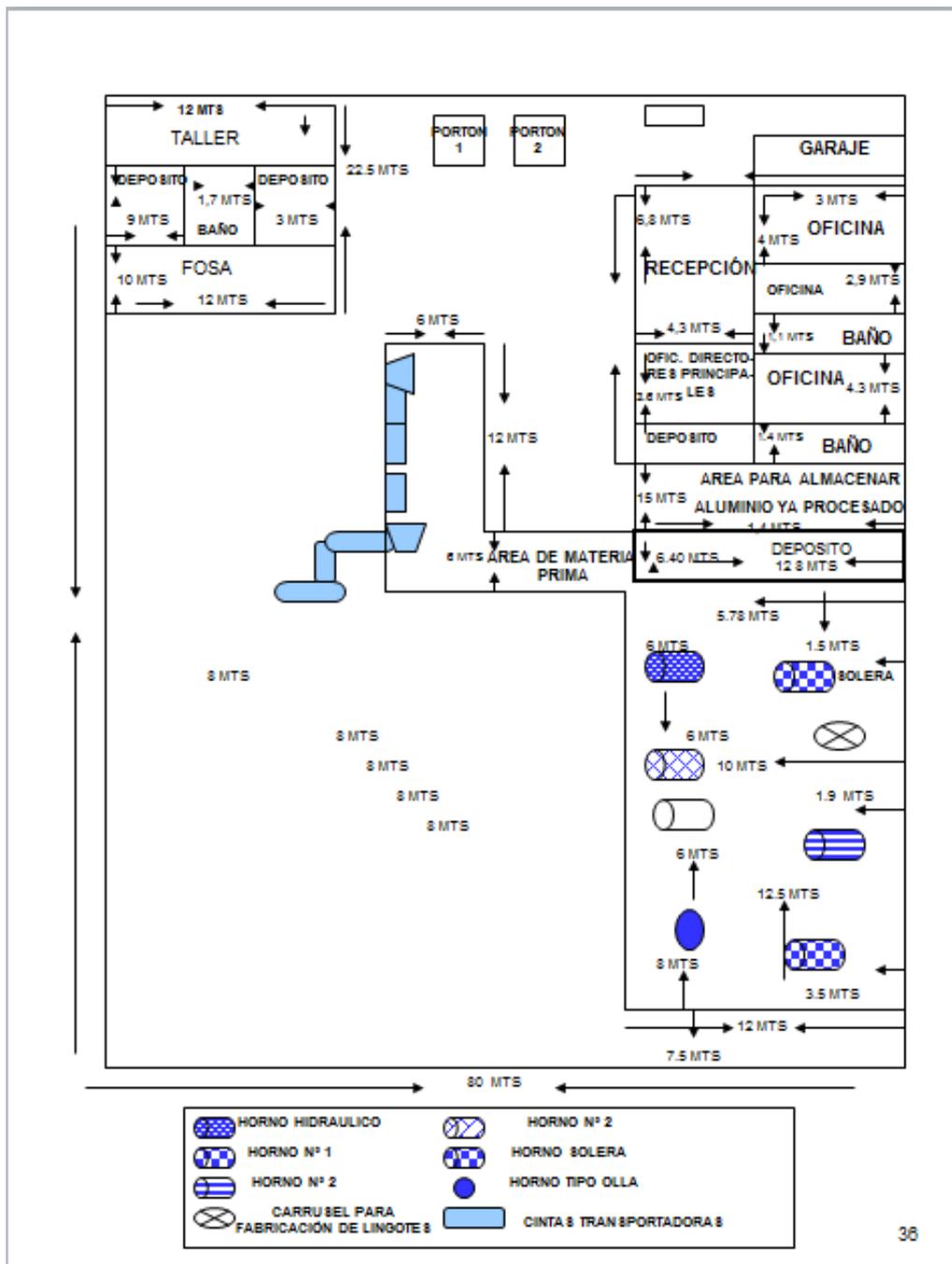


DIAGRAMA DE FLUJO/RECORRIDO ACTUAL ALUMINIOS BELLMART

C.A.



5.5.- PLANO DE LA EMPRESA



5.6.- TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

Como se explicó en el capítulo II de la presente investigación, se utilizara la técnica del interrogatorio como medio para efectuar el examen crítico sometiendo a cada actividad de la empresa Aluminios Bellmart C.A. a una serie



sucesiva de preguntas teniendo en cuenta que las respuestas debe ser concisas y confiables. Se obtuvieron las siguientes respuestas:

✓ **PROPÓSITO:**

¿Qué se hace?

Se produce lingotes y planchones a base de escoria de aluminio (sub-productos) comprados a las empresas básicas C.V.G Venalum y C.V.G Alcasa, los lingotes y planchones son almacenados en uno de los 2 galpones que posee la empresa. En el primer galpón se encuentra la distribución de los 8 hornos de fusión, en el segundo se descarga la materia prima y se clasifica así como también se almacena temporalmente el producto final (no siempre se almacena allí). Esto trae como consecuencias que los camiones de carga deban realizar recorridos más largos los cuales demoran el proceso.

¿Por qué se hace?

Porque la empresa no cuenta con un área específica para el almacenamiento, pesaje y carga del producto final.

¿Qué otra cosa podría hacerse?

Realizar una mejor distribución con el fin de obtener un área para el almacenamiento, pesaje y carga del producto, y otra para descargar la materia prima (escoria de aluminio). Esto facilitara el recorrido de los camiones de carga y descarga haciendo el trayecto más simple y eficiente.

¿Qué debería hacerse?

Debería reorganizar el área de escombros la cual ocupa mucho espacio se podría decir que demasiado, pudiendo este dividirse y construir un galpón donde se lleve a cabo las actividades de almacenamiento, pesaje y carga del producto terminado. También su ubicación facilitaría el recorrido de los camiones de carga y así se evitarían demoras en esta parte final del proceso de la empresa.

✓ **ÁREA:**

¿Dónde se hace?



El proceso de almacenamiento, pesaje y carga de lingotes se hace en el galpón número dos ubicado al fondo en la parte baja de la empresa Aluminios Bellmart C.A. ya que es el único sitio donde puede almacenarse los lingotes temporalmente, a su derecha está el galpón número uno donde se lleva a cabo todo el proceso de fundición de la escoria y a su izquierda el área de escombros y desechos.

¿Por qué se hace allí?

Hasta los momentos se almacena allí porque es el único sitio donde el producto terminado no interfiere con las operaciones que realizan los operarios dentro de la empresa pero no es un sitio específicamente para dicha actividad.

¿En que otro lugar podría hacerse?

En un área donde facilite el recorrido del operario dentro de la empresa y no interfiera con el proceso de producción de los lingotes, siendo también este un sitio donde se pueda cargar fácilmente en los camiones sin tener que estos hacer trayectos difíciles para trasladar el producto a la clientela.

¿Dónde debería hacerse?

Definitivamente en el área de escombros ya que este alberga el espacio suficiente como para construir un galpón para almacenar, pesar y cargar, y también dejar un espacio para los desechos de la materia prima innecesaria para el proceso de producción.

✓ SUCESIÓN:

¿Cuándo se hace?

Luego de que C.V.G Venalum y C.V.G Alcasa producen sus respectivos productos a base de aluminio, los sub-productos en este caso la escoria, planchones y metal envarillado son vendidos a Aluminios Bellmart C.A. el cual utiliza este aluminio reciclado para la producción de lingotes.

¿Por qué se hace entonces?

Porque esto permite darle uso a los sub-productos del aluminio aprovechando al máximo el mineral y así crear productos como lingotes los



cuales son necesarios para el proceso de desoxidación en las acerías eléctricas de planchones y de palanquillas de Sidor.

¿Cuándo podría hacerse?

Siempre cuando se tenga la materia prima (sub-productos de aluminio) para el inicio del proceso de producción.

¿Cuándo debería hacerse?

Debería hacerse en el momento indicado anteriormente, es decir, cuando se obtiene la materia prima para el proceso para vendérselo al cliente.

✓ **PERSONA:**

¿Quién lo hace?

El proceso de producción de lingotes de aluminio lo hace cualquier operario que tenga la capacidad y experiencia para realizar este trabajo.

¿Por qué lo hace esa persona?

Este proceso no lo hace cualquier operario, debe ser uno capacitado y con la experiencia suficiente para llevar a cabo este trabajo, debido a que este proceso es agotador, peligroso y de mucha exigencia física que no cualquier persona está preparado para realizarlo.

¿Qué otra persona podría hacerlo?

Ninguna otra persona, solo los operarios que tengan la capacidad y autorización para realizar este proceso.

¿Quién debería hacerlo?

La empresa debe contar con el personal necesario, designado en esta área para llevar a cabo el proceso y también a la hora de almacenar, pesar y cargar el producto terminado con el fin de ver que todo marche a la perfección evitando posibles demoras en la operación.

✓ **MEDIOS:**

¿Cómo se hace?



Primero se descarga la materia prima, se clasifica tanto manualmente como automatizada por una de las cribas (criba numero 2), se desecha el material innecesario luego se traslada a la criba numero 1 donde es cargada con la Escoria Gruesa y la Escoria Semi-Gruesa proveniente de la criba 2. Esta criba clasifica el material en cuatro tamaños, Grueso, Semi-Grueso, Semi-Fina y Polvo Fino. El grueso y el Semi-grueso son almacenados para luego ser cargados a los hornos rotativos y el polvo fino se desecha. Luego que se carga en los hornos para el proceso de fusión y colada de la escoria de aluminio, después de que se realiza este proceso en los hornos, la escoria resultante de las coladas, es retirada en contenedores de acero y almacenada para ser desechada. Finalmente la última etapa está conformada por el proceso de pesaje, marcaje, embalado y despacho del producto terminado. Luego de que el aluminio contenido en los moldes está completamente solidificado, se retira del molde y se pesa cada paila. El peso, así como el número de colada y el nombre de la empresa, son estampados en cada paila. Luego de pesadas, las pailas son almacenadas hasta el momento de su despacho.

¿Por qué se hace de ese modo?

El proceso de producción de lingotes de aluminio debe hacerse de este modo ya que es un proceso mecanizado que se debe cumplir correctamente para evitar riesgos en la calidad del producto final y los operarios debe estar pendiente a la hora de almacenar, pesar y cargar el material para que sea un proceso rápido y eficiente sin demoras que traigan complicaciones a la productividad de la empresa.

¿De qué otro modo podría hacerse?

Debería asignarse distintos operarios para realizar el proceso de producción y otros que se encarguen del almacenamiento, pesaje y carga del producto para hacer más rápido y eficaz el proceso de la empresa.

¿Cómo debería hacerse?

Primero tener operarios para realizar el proceso de producción de lingotes y segundo designar un operario o los que sean suficientes para el momento de



almacenar, cargar y pesar el producto, estando atentos a la calidad del producto y hacer posible una carga rápida y efectiva sin demoras.

5.7.- PREGUNTAS DE LA OIT

✓ OPERACIONES:

¿Qué propósito tiene la operación?

Fabricar y vender lingotes de aluminio a los distintos clientes tanto nacionales como internacionales a base sub-productos, en el caso de la empresa escoria de aluminio.

¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?

Si, ya que este producto se hace a base los sub-productos de otras empresas básicas en este caso escoria de aluminio, aprovechando así al máximo el mineral y sacando un nuevo producto necesario para la producción de otras empresas básicas como Sidor.

¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?

Si, si es posible lograrse de otra manera dándole mejor y más provecho al área de la empresa para que se haga un proceso más eficiente.

¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿o se implanto para atender las exigencias de uno o dos clientes nada más?

Si, se efectúa para responder a las necesidades a todos los clientes de la empresa que utilizan estos productos, no solo a uno o dos clientes en específico sino a toda la cartera de clientes que posee la empresa Aluminios Bellmart C.A.

¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?

No, ninguna.



¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo o con mejor resultado?

Si, se puede efectuar del mismo modo pero con un mejor resultado aplicando un buen uso del espacio total de la empresa para facilitar todo el proceso y hacerlo más cómodo para el operario y eficaz a la hora de transportar el producto final al cliente.

✓ **NORMAS DE CALIDAD:**

¿Todas las partes interesadas se han puesto de acuerdo acerca de lo que constituye una calidad aceptable?

Sí, porque la empresa se rige por una serie de especificaciones del producto terminado sugerida por la clientela y debido a esto se obtiene la calidad necesaria para dicho producto.

¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?

Inspección de la materia prima a utilizar en el proceso, mantenimiento de los hornos y cribas, y revisión final del producto ya terminado para su venta.

¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?

Si, este tiene la capacidad para corregir su propio trabajo.

¿Son realmente apropiadas las normas de tolerancia y demás?

Si, ya que se hace un control estricto en cuanto al procesamiento del material.

¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?

Si, haciendo un análisis completo en las prácticas operativas y manuales del proceso.

¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?

No, porque ya el proceso esta estandarizado con el producto que se fabrica.



¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?

Sí, porque la empresa fabrica solo lingotes de 22kg y 600kg promedio.

✓ UTILIZACIÓN DE MATERIALES:

¿El material se compra ya acondicionado para el uso?

No, el material no está acondicionado para el uso, en la empresa, al ser descargado debe clasificarse para usarlo adecuadamente y el material innecesario desecharlo.

¿El material es entregado suficientemente limpio?

No, el material llega completamente sucio, por eso los operarios deben encargarse de clasificar el material a utilizar en el proceso y los restos desecharlos.

¿Son adecuados los demás materiales utilizados en el proceso: Aceites, agua, electricidad? ¿Se controla el uso y se trata de economizarlo?

Si, son adecuados y obviamente se controla su uso para economizarlo y evitar mayores costos en cuanto al proceso.

¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?

No, por el tipo de material.

¿Se podrían utilizar los sobrantes o retazos?

Si, se puede utilizar para otros tipos de productos con otros tipos de métodos.

¿Se podrían evitar algunas de las dificultades que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?

Si, de hecho el operario inspecciona el material apenas se descarga y lo clasifica a la misma vez para el proceso.



¿Se altera el material con el almacenamiento?

No, el material es almacenado en un galpón techado evitando así contacto con la naturaleza como la lluvia que dañaría la materia para utilizarla en el proceso

✓ **DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO:**

¿Facilita la disposición de la empresa la eficaz manipulación de los materiales y equipos?

Si, ya que la empresa posee el espacio suficiente para la manipulación de los materiales y equipos que hacen capaz la realización del proceso.

¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?

Definitivamente sí.

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

Si, los operarios se comunican bien para complementarse en el área de trabajo.

¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?

Sí.

¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar los desechos de la materia prima?

Si, aunque posee mucho espacio para esta actividad en específico teniendo como principal problema un almacén para el producto final.

¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus objetos personales?

Si, inclusive el sitio donde están los armarios es el mismo comedor donde los operarios tienen sus horas de receso.

✓ **MANIPULACIÓN DE MATERIALES:**



¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?

No, porque se cuenta con mini cargadores los cuales facilitan el traslado del material al puesto de trabajo y estos están a disponibles a la hora adecuada para empezar con el proceso.

¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadores de horquilla, o transportadores o conductos?

No, no es necesario.

¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?

No, ya existe una serie de equipos con el cual se trabaja los cuales son: Paleta para escorificar el horno, mezclar el material y cajones para el calcinado.

¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?

Deberían ser específicamente, en un sitio para la materia prima y el otro para el producto final el cual es el objetivo de esta investigación.

¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?

Sí.

¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?

Sí, pero depende de la capacidad que posee el contenedor.

¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares adecuados?

Para la descarga si pero para la carga no debido a la cercanía que tiene el producto final con la materia prima.



¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?

Sí.

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

Sí, porque se cuenta con un espacio lo suficientemente amplio para la descarga del material.

✓ ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO:

¿Cómo se atribuye la tarea al operario?

Con manuales y prácticas operativas.

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

Sí, porque hay varios hornos de diferentes capacidades los cuales el operario debe trabajar y estar pendientes de cada uno de ellos (la mecha de los hornos, girarlos, desmoldarlos).

¿Cómo se dan las instrucciones al operario?

Por medio del Gerente General de forma oral y escrita.

¿Cómo se consigue la mercancía?

Por los cupos en las empresas (CVG Venalum y CVG Alcasa) y por medio de negociaciones de empresas privadas.

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

Sí, efectivamente se lleva el control de la hora de entrada y salida del operario en libros ubicados en las oficinas administrativas de la empresa.

¿Los materiales están bien situados?

Sí.



¿Hay muchas posibilidades de retrasarse en el almacén de mercancía?

No, porque cuentan con buen espacio y se organiza de una buena manera el producto final.

¿Si la operación se efectúa constantemente?, ¿Cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puestas en orden?

Se pierde en la mañana 10min en organizar el equipo móvil para empezar con el proceso. Al final no se pierde tiempo.

¿Qué clase de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas? ¿Este trabajo podría informatizarse?

El operario durante el día tiene que llenar la hoja de control de proceso por cada horno utilizado, por cada camión de materia prima que llega y una lista de empaque del producto terminado.

¿Cómo está organizado la entrega y mantenimiento de las herramientas?

Se cuenta con dos depósitos, el deposito N° 1 contiene herramientas (Gerente) e insumos críticos y el deposito N° 2 cuenta con las herramientas en general (Jefe de taller mecánico).

¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?

Si, mediante la hoja de control de proceso se chequean los tiempos para el control y cálculo de la eficiencia del operario.

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

Si, cada nuevo ingreso se le hace una charla de inducción para que conozca todos los riesgos y áreas de la planta.



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

Si, se averigua cual es la falla o defecto del operario.

¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?

Si, diariamente se hace una reunión a primera hora del turno para hablar sobre el plan de trabajo que se ejecutara.

¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

Sí, todo está estipulado por las leyes.

✓ **CONDICIONES DE TRABAJO:**

¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?

Sí, porque el proceso es al aire libre y la luz es natural y en la noche el área de la empresa cuenta con buena iluminación por lo tanto no hay problemas

¿Cuenta con temperaturas agradables?

No, con respecto a la temperatura no porque se trabajan con hornos de gas que llegan a temperaturas de 700°C debido a esto en cada horno hay ventiladores para que el personal se refresque y pueda trabajar mejor.

¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?

En el área administrativa sí, pero en el área de los hornos no.

¿Se pueden reducir los niveles de ruido?

Si, colocando quemadores mecánicos en los hornos para evitar el ruido molesto que perturbe en la tarea del operario.

¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas de evacuación?

Si, poniendo chimeneas sobre los hornos para la reducción del polvillo.



¿Se puede proporcionar una silla?

Sí.

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

Si, también cuentan con termos llenos de agua potable para que los operarios puedan refrescarse debido al calor.

¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?

Si, se han tomado en cuenta todos los aspectos de seguridad, es de uso obligatorio chaqueta, lentes, cascos, tapa bocas, guantes y botas de seguridad para trabajar y visitar la empresa (sin tomar en cuenta los guantes).

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

Sí.

¿Se enseñó al trabajador a evitar los accidentes?

Si, ya que existe un comité de seguridad para evitar accidentes.

¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?

Sí.

¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?

Sí.

¿Con cuanta minucia se limpia el lugar de trabajo?

Si, diariamente.

¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?

Sí.

¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?

Si, aunque también puede determinarse por el desempeño del operario.



✓ **ENRIQUECIMIENTO DE LA TAREA DE CADA PUESTO:**

¿Es la tarea aburrida o monótona?

No, ya que el material que se utiliza es decir la escoria tiene un comportamiento variable y los hornos son de diferentes capacidades y se debe estar pendiente de su funcionamiento.

¿Puede hacerse la operación más interesante?

Sí, aumentando la producción.

¿Cuál es el tiempo del ciclo?

Aproximadamente 8 horas.

¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?

Sí.

¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?

Sí.

¿Puede el operario desbarbar su propio trabajo?

Sí.

¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?

Sí, pero dependiendo del mantenimiento se elige si lo va a hacer el operario o algún agente autorizado.

¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?

No, debe ser de acuerdo a la empresa.

¿Es posible la rotación entre puestos de trabajo?

Sí, es posible la rotación en el puesto de trabajo para agilizar e incrementar la efectividad de cada operación.



¿Es posible y deseable el horario flexible?

Sí.

¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

Sí, es muy importante para que sepa si tiene algún defecto tratar de solucionarlo lo antes posible para que no afecte el rendimiento del proceso.

5.8.- ANÁLISIS OPERACIONAL

✓ Propósitos de la operación.

Aluminios Bellmart C.A. tiene como principal objetivo la producción de Lingotes de aluminio a base de sub-productos en este caso escoria de aluminio.

✓ Diseño de la parte y/o pieza.

No aplica.

✓ Tolerancias y Especificaciones.

La empresa Aluminios Bellmart C.A. produce sus productos de acuerdo a una serie de especificaciones como son:

1. Lingotes de Aluminio Secundario de 10 Kg para desoxidar. La especificación indicada por el cliente SIDOR lo solicita como: Aluminio en barra 10+/- 0,4 Kg. bajo las normas COVENIN 793 y ASTM C-34. Contenidos de: Al (95% min.), MN (1% Máx.), Cu (%1,5 Máx.), Fe (2% Máx.), Zn. (1,5% Máx.), Si (1,5% Máx.) y Pb (0,3% Máx.). El producto debe venir en paletas o bultos debidamente flejados (4 flejes como mínimo) de 500 o 1.000 Kg. formado de 50 o 100 barras respectivamente.

2. Pailas de Aluminio de 650 Kg para Refusión. Las especificaciones en término de las dimensiones del lingote y bulto serán las estandarizadas por la industria, siendo la más común: 85x85x35 cm.



✓ **Proceso de manufactura.**

Entre los procesos de manufactura tenemos: proceso de cribado, fusión, fundición y escorificación.

✓ **Materiales.**

Dentro de este proceso se utiliza la escoria de aluminio como principal materia prima del proceso de producción. Se deben tomar en cuenta algunos aspectos para este proceso:

1. El costo del material.
2. Mejores proveedores del material en cuanto a costo y calidad.
3. Aprovechar al máximo el material que entra a la empresa.
4. Sacarle provecho a las herramientas y maquinaria para procesar el material.

✓ **Manejo de Materiales.**

La principal consideración aquí es el área del almacén del producto terminado, ya que el material llega se clasifica en una zona determinada al igual que el proceso de cribado tiene su área personal y por último el área de escombros y/o desechos. Se debe implementar un sitio para almacenar, pesar y cargar el producto ya terminado en los camiones de carga.

✓ **Preparación y Herramental.**

En cuanto a la preparación el operario debe estar capacitado y tener la experiencia suficiente para llevar acabo las actividades que lleva este proceso inicialmente clasificando el material con sus respectivos guantes para evitar lesiones en las manos, capacidad para manejar el mini cargador, poner la temperatura necesaria a los hornos para el proceso de fusión, saber vaciar y moldear el producto y desmoldarlo.

La entrega de instrucciones y herramental se hacen de manera escrita y oral por medio del gerente general para que el operario sepa que hacer y resolver cada complicación que se le presente en el proceso.



✓ **Condiciones de trabajo.**

Las condiciones de trabajo son óptimas en el área del proceso como tal, ya que es al aire libre y este es un proceso que no se puede llevar a cabo en un sitio cerrado debido al calor que genera los hornos de fusión y también a la hora de clasificar el material, debido a que el polvillo de aluminio es causante de enfermedades por la composición química del material y por eso debe efectuarse en un sitio abierto, no hay problemas de iluminación ni de recorrido por parte del operario. En cuanto al área de almacenamiento, pesaje y carga del producto es el único desperfecto en la empresa por la mala distribución del área de escombros y desechos, ocupando esta mucho espacio pudiendo dividirse y crear una zona de almacenamiento, pesaje y descarga de los lingotes de aluminio.

✓ **Distribución de la planta y equipo.**

La empresa Aluminios Bellmart C.A. posee una buena distribución de los equipos en sus respectivas áreas, estos no interfieren en el recorrido de los camiones de carga y descarga de la materia prima y el producto terminado así como también los hornos están acomodados de tal manera que haya espacio suficiente para que el operario pueda abrirlos y verter la mezcla en los moldes. La entre los hornos es aceptable para que no se estorben entre sí en el proceso y la criba está perfectamente ubicada en un sitio donde no molesta de ninguna manera. El área administrativa está ubicada a una buena distancia de la planta donde se ubican los hornos.

5.9.- **ACTIVIDAD ELEGIDA PARA EL ESTUDIO DE MOVIMIENTO Y TIEMPO**

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 N°5 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 está 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 cuánto 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 VI:

SITUACIÓN PROPUESTA

6.1.- DESCRIPCIÓN DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO

Como ya resaltamos en el Capítulo I se pudo detallar el problema que más afecta a la empresa Aluminios Bellmart C.A., siendo este la falta de un almacén para almacenar, pesar y cargar en las gandolas el producto terminado.

Luego de realizar un estudio para optimizar este problema observamos que existe un área para los desechos de la materia prima inerte, el cual a nuestro criterio ocupa un gran espacio dentro de la empresa. Gracias a la aplicación de los estudios de la ingeniería de métodos nos surgieron varias ideas para la solución de esta falla.

Observamos que en el área de los desechos hay espacio suficiente para la construcción de un almacén para almacenar, pesar y cargar el producto final, facilitando así el momento de entrada de los camiones y gandolas de carga y también simplificando el recorrido que se hace hasta el área del nuevo almacén.

Con la creación del almacén estaríamos solucionando un gran problema ya que donde se almacena actualmente también es el área donde se descarga la materia prima y es uno de los principales problemas a la hora de producir, porque al momento de cargar las gandolas y camiones con el producto final se para el proceso de fabricación de los lingotes para que estos (camiones y gandolas) puedan ser cargados sin ningún tipo de obstáculo y que evite al operario realizar todo este trabajo de manera incomoda con polvillo y ruido excesivo que perturbe la tarea final.

Ubicando el almacén de producto terminado en una parte del extenso espacio que ocupa los desechos estaríamos logrando que el proceso de producción no sufra demoras que afecten la productividad de la empresa ya que los camiones no interferirían en el área de la clasificación de la materia



prima y tampoco a los hornos de fundición. Podemos enumerar algunas tareas que pudiéramos evitar y mejorar con esta propuesta, a continuación:

1. Almacenar, pesar y cargar el producto terminado lejos del área de descarga de la materia prima.
2. Evitar complejos recorridos de los camiones y gandolas dentro de la empresa para cargar el producto final (lingotes de aluminio).
3. Aprovechar el uso o distribución del terreno donde se botan los desechos.
4. Evitar demoras en el proceso de producción.

6.2.- DIAGRAMA DE PROCESO PROPUESTO

Diagrama: Proceso.

Proceso: Producción de lingotes y pilas de aluminio de la empresa ALUMINIOS BELLMART C.A.

Inicio: Llegada de la materia prima.

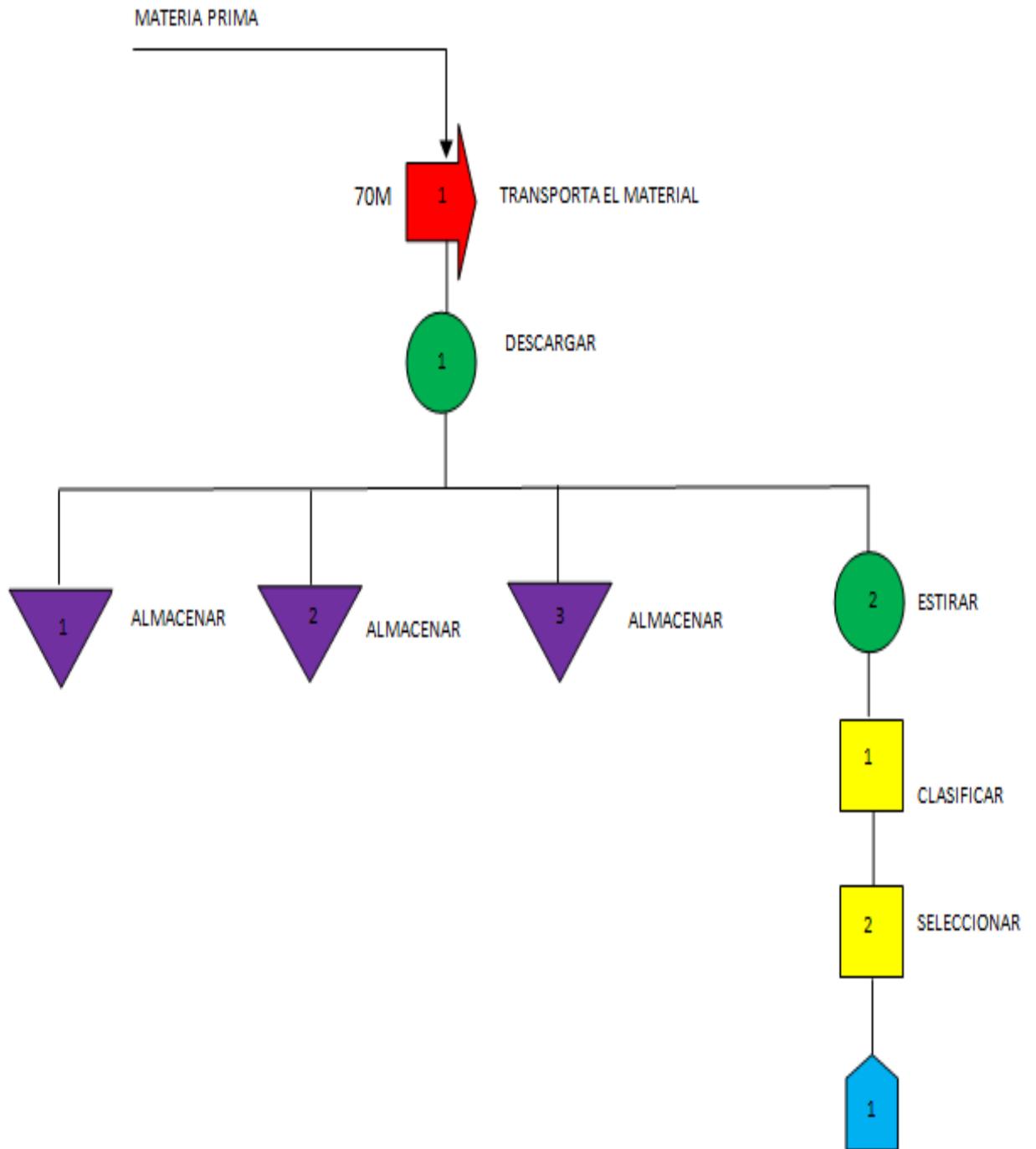
Fin: Almacén de Lingotes.

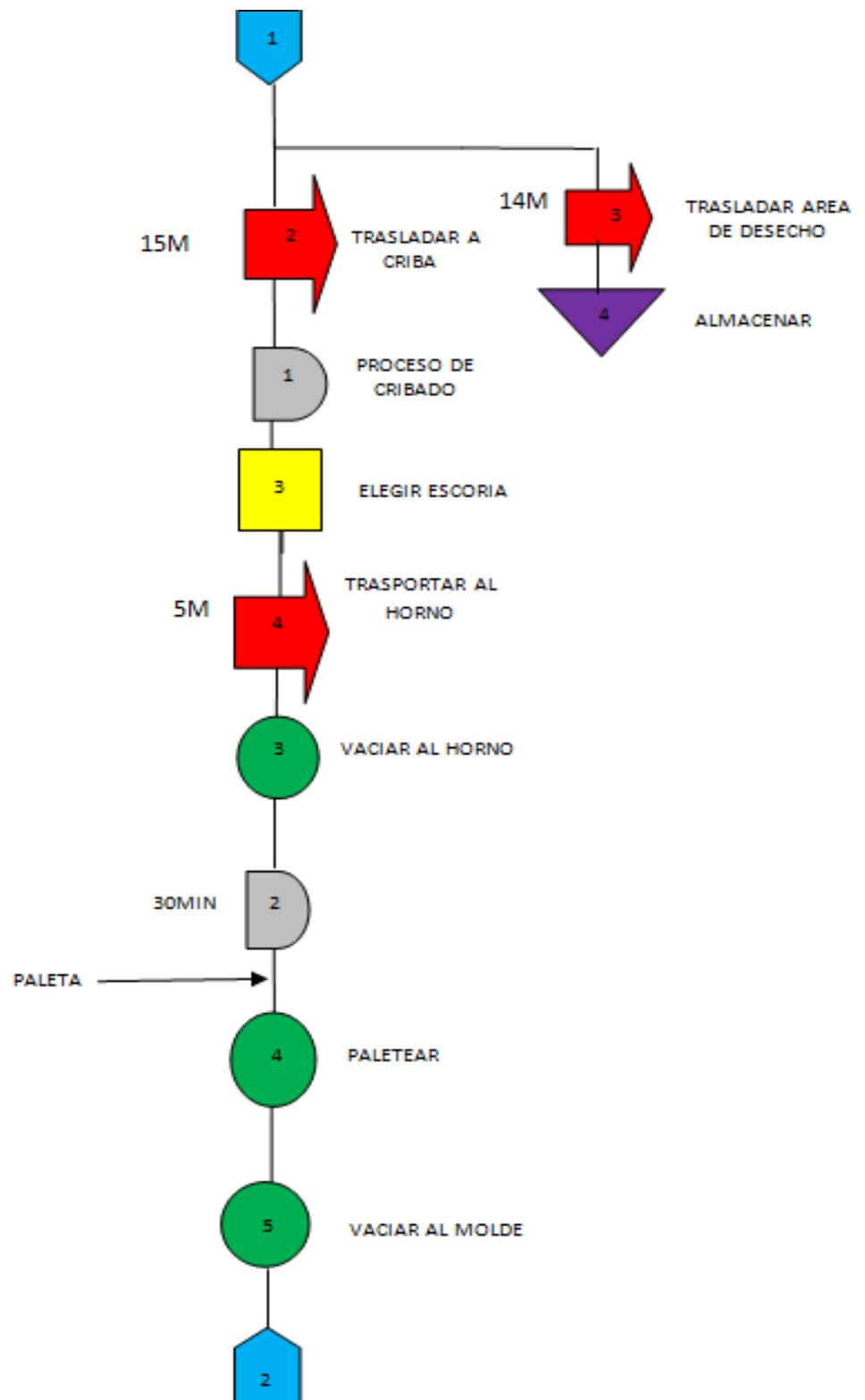
Fecha: 23/06/2012.

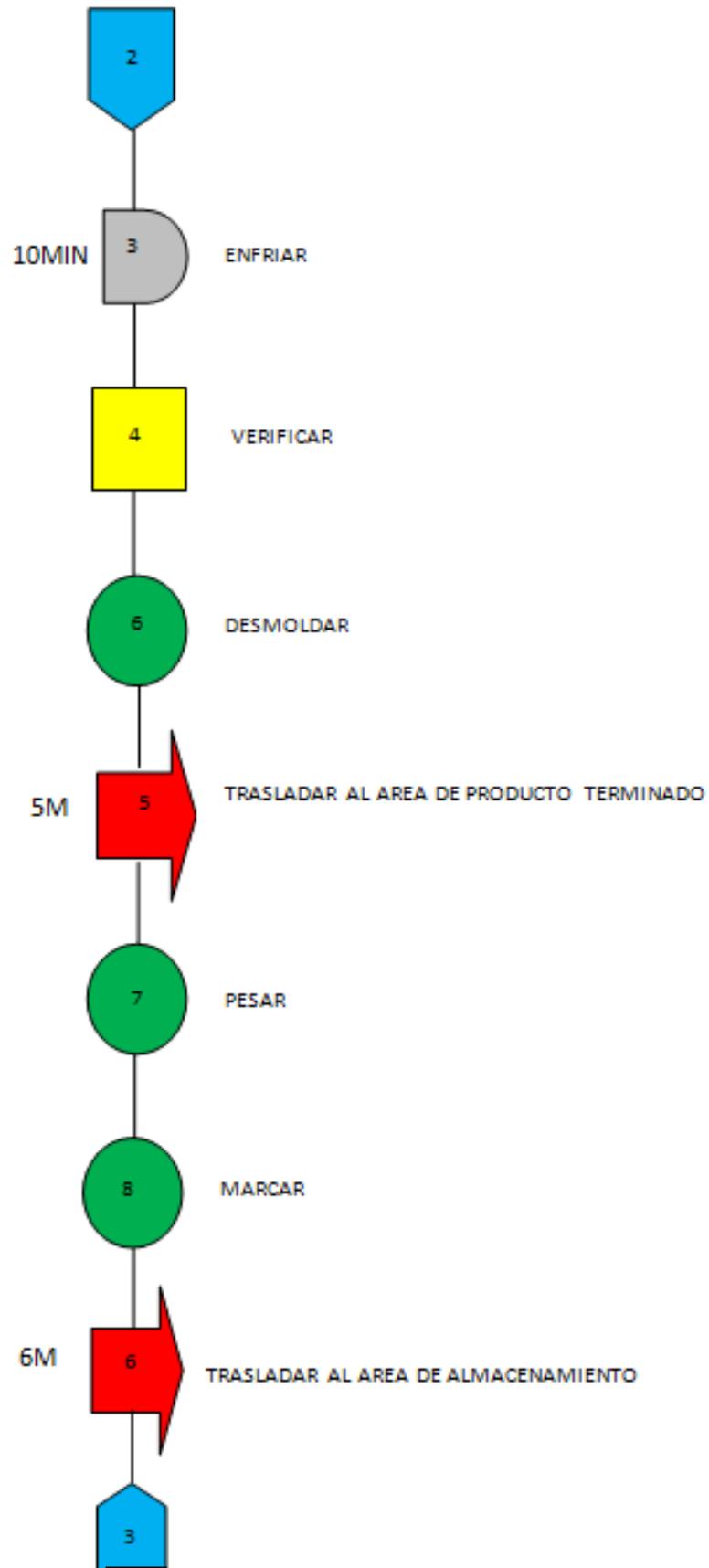
Método: Actual.

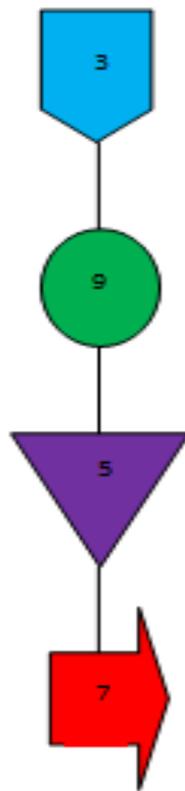
Seguimiento: Material.

(Ver Página Siguiete)









RESUMEN

-  =9
-  =3 (45+30+10)=85min
-  =4
-  =7 (70+14+15+5+5+18)=127m
-  =5

TOTAL= 28



6.3.- DIAGRAMA DE FLUJO/RECORRIDO PROPUESTO

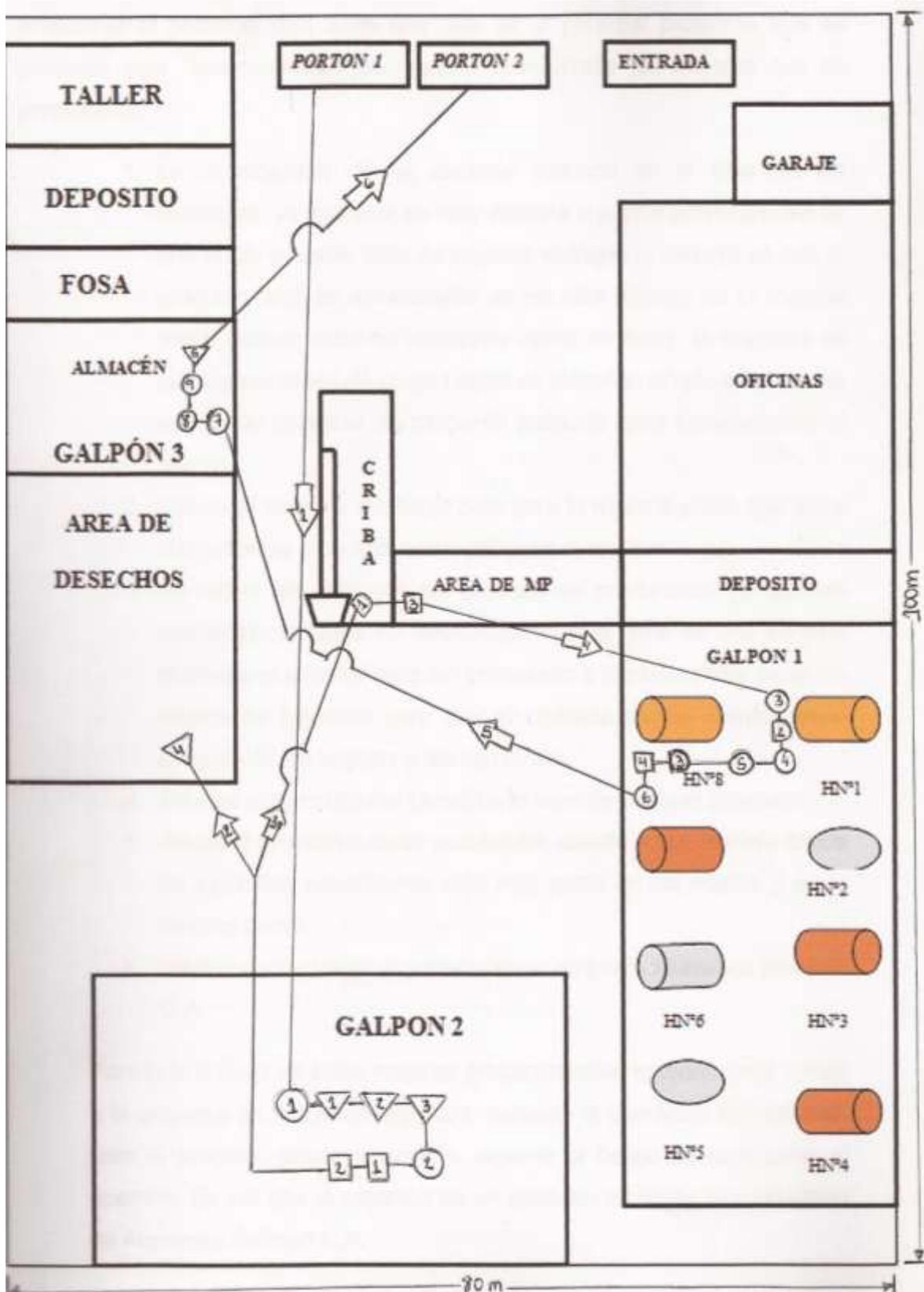


DIAGRAMA DE FLUJO/RECORRIDO PROPUESTO ALUMINIOS BELLMART

C.A.



6.4.- ANÁLISIS DE LAS MEJORAS

La empresa Aluminios Bellmart C.A., posee el espacio suficiente para almacenar el producto final dado que este es el principal problema que se presenta aquí. Enumeraremos de manera jerarquizada las mejoras que se propusieron:

1. La construcción de un almacén ubicado en el área de los escombros, ya que esta es muy extensa y podría aprovecharse de una mejor manera. Esto da muchas ventajas la primera es que el producto final se almacenaría en un sitio alejado de la materia prima (actualmente se almacena cerca de esta), la segunda es que los camiones de carga harían un recorrido simple a la hora de realizar la actividad de cargar el producto para transportarlos al cliente.

2. Utilizar la zona de descarga solo para la materia prima que entra a la empresa y no almacenar allí el producto final.

3. Se evitan las demoras del proceso de producción, ya que los camiones de carga no interrumpirían a la hora de que se esté eligiendo el material para ser procesado y también evitar parar los hornos de fundición para que el operario cargue con los mini-cargadores los lingotes a los camiones.

4. Facilitar el recorrido del camión a la hora de cargar el producto.

5. Ayuda al operario a evitar accidentes, debido a que la zona donde se almacena actualmente está muy cerca de los hornos y de la materia prima.

6. Se aprovecha mejor el espacio de la empresa Aluminios Bellmart C.A.

Poniendo énfasis en estas mejoras proporcionadas anteriormente ayuda a la empresa en todos los aspectos, evitando la alteración del material, para el proceso, fatigar y también exponer al riesgo de accidentes al operario. Es por eso la creación de un almacén facilitaría la producción de Aluminios Bellmart C.A.



CAPÍTULO VII:

CALCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR

7.1.- 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.

7.2.- CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR

Para el cálculo del tiempo estándar se realizó un seguimiento a las distintas etapas necesarias para la realización del proceso de carga y descarga del horno basculante número 5, para esto se utilizó 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, entre estos tenemos: moldes de diferentes tamaños los cuales hacen que el llenado varíe 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 más 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).

$$JET = JT - \sum \text{Tolerancias fijas}$$

$$JET = 480\text{min} - (30 + 15 + 15)\text{min}$$

$$JET = 480\text{min} - 60\text{min}$$

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

7.3.- CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR DE LA ACTIVIDAD DE CARGA Y DESCARGA DE EL HORNO BASCULANTE N° 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 N° 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 cálculo del tiempo estándar, también tomando en cuenta los factores que generan fatiga en el operario. Con esto procedemos a hacer los cálculos estadísticos.

7.4.- 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:

$$v = n - 1 = 9$$

Definir el intervalo de confianza:

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

Para el cálculo de la t de Student, se busca en la tabla de distribución t (observar tabla 6. anexo 1) el cual da un valor de:

$$t_c = t(0.05; 9) = 1.$$

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	37,50	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

$$C = 95\% = 0.95$$

$$TPS_1 = 25,008$$

$$TPS_2 = 62,16$$

$$TPS_3 = 7,278$$



DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

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

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

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

$$T.P.S = 94.44 \text{ Seg.}$$

$$\text{Transformando a minutos} = 1.574 \text{ min}$$

Paso N° 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

TABLA 3. SUMATORIA DE TIEMPOS TOTALES

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

Paso N° 3 (Definir el intervalo de confianza I)

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

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

$I_2 = 91,8870$

Paso N° 4 (Determinar el intervalo de la muestra I_m)



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

Paso N° 5 (Criterio de decisión)

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

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

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

Como $I \geq I_m$, se acepta el número de observaciones realizada

CALIFICACIÓN DE LA VELOCIDAD

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

a) Calcular la calificación de Velocidad C_v

- **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 tomó 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 40°C 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

Tabla 4. Factor de Calificación

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

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:

$$\begin{aligned}
 &\mathbf{T.P.S} &&= \\
 &(100.13+90.25+107.18+86.2+86.94+93.04+97.55+94.83+93.14+95.2) / 10 \\
 &\mathbf{T.P.S} = 94.44 \text{ Seg.} = 1.574\text{min.}
 \end{aligned}$$



$$TN = T.P.S \times CV = 94.44 \text{Seg.} \times 1.17$$

$$TN = 110.4948 \text{ Seg.} \rightarrow 1.84158 \text{ min.}$$

CÁLCULO DE LAS TOLERANCIAS

- Almuerzo: 30min; no está estipulado una hora específica 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 utilizó 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 40°C.
- **Condiciones ambientales:** Es de nivel 4 porque 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 consideró 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 realizó 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		Σ 305

TABLA 5. DE CONCESIONES

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 límite 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:

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

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

$$Fatiga = 89.75min$$

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



	<h1>HOJA DE CONCESIONES</h1>		NÚMERO	II - 001
			VIGENCIA	
			FECHA	16/07/2012
CÓDIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: FATIGA, NECESIDADES PERSONALES, TPI, TPF, ALMUERZO	FECHA	<input checked="" type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5 LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
REPETITIVIDAD:				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input checked="" type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
POSICIÓN:				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
ALTURA DE TRABAJO				
TOTAL PUNTOS: <u>305 PUNTOS</u>				
CONCESIONES POR FATIGA: <u>90 Minutos</u> (MINUTOS)				
OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)				
TIEMPO PERSONAL: <u>5 Minutos</u>				
DEMORAS INEVITABLES: <u>60 Minutos</u>				
TOTAL CONCESIONES: <u>155 Minutos</u>				
NOTA: SEÑALAR CON UNA <input checked="" type="checkbox"/> LA PUNTUACIÓN CORRESPONDIENTE				



CÁLCULO DE LA JORNADA EFECTIVA DE TRABAJO (JET)

Para el cálculo 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:

$$\begin{aligned} JET &= JT - \sum \text{Tolerancias Fijas} \\ &= JT - (TPI + TPF + Almuerzo) \\ JET &= 480min - (15 + 15 + 30)min \\ \mathbf{JET} &= \mathbf{420min} \end{aligned}$$

NORMALIZACIÓN DE LAS TOLERANCIAS.

$$\begin{array}{l} JET - (NP + Fatiga) \longrightarrow NP + Fatiga \\ TN \longrightarrow x \\ \\ 420min - (8 + 89.75)min \longrightarrow (8 + 89.75)min \\ 1.84158min \longrightarrow x \\ \mathbf{x = 1.790134min} \end{array}$$

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR (TE).

$$\begin{aligned} TE &= TN + \sum \text{Tolerancias} \\ &= 1.84158min + 1.790134min \\ \mathbf{TE} &= \mathbf{3.631714min} \end{aligned}$$

7.5.- 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 tomó



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 mencionó 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 BELLMART C.A se pudo concluir que se lograron los objetivos generales, a través de la aplicación de herramientas de la ingeniería de métodos se puede concluir que:

1. Esta empresa utiliza como materia prima la escoria y el aluminio primario para producir planchones y lingotes.
2. Es una empresa que se encarga de fabricar y vender productos para la desoxidación en las acerías eléctricas de planchones y palanquillas en la empresa SIDOR.
3. Se determinó que ubicación de la materia prima y el producto terminado están en una misma área por falta de un almacén.
4. Se observó que el área de los desechos de material es muy extenso ya que este puede ser usado para la construcción de un nuevo almacén o galpón.
5. Esta empresa adquiere su materia prima de las empresas C.V.G VENALUM y C.V.G ALCASA.
6. Se comprobó mediante la realización de los flujos de proceso y el flujo de proceso recorrido que hay muchas operaciones que actualmente se están realizando que son innecesarias; como por ejemplo una inspección al finalizar una selección ya que allí se estaría revisando el material indicado para el proceso, dando como resultado que la ejecución de las tareas sea más extenso.
7. Se observó que el recorrido que hacen las gandolas es un poco complejo a la hora de cargar el producto debido a la distribución de los almacenes.
8. Se ejecutó una investigación para obtención de datos con la finalidad de determinar el tamaño de la muestra que se tomó para la realización del estudio de tiempo.
9. Se evaluó las condiciones en las que el operario realiza el trabajo.
10. Se empleó de manera estadística el procedimiento con que se determinó el tiempo estándar.
11. Se determinó la calificación de velocidad de la operación realizada.



12. Se determinaron las tolerancias de la jornada de trabajo según las características de la operación.
13. Se Determinó la jornada de trabajo a evaluar.
14. Se controló de manera correcta el cronometro y se pudo obtener los valores exactos de la operaciones realizadas.
15. Se determinó 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.
16. Se determinó el tiempo estándar de la operación escogida.



RECOMENDACIONES

Después de haber analizado la situación actual del área de almacenamiento pesaje y carga así como el proceso productivo de lingotes dentro de la empresa Aluminios Bellmart C.A., se presentan las siguientes recomendaciones:

1. La construcción de un nuevo galpón para el almacenamiento del producto terminado.
2. Adquirir estantes para el resguardo y orden de los planchones dentro del almacén.
3. Estudiar el área para la ubicación del almacén así evitar demoras en el recorrido del proceso y en el momento de entregar el producto al cliente sea más fácil para el operario.
4. Colocar en el galpón de almacenamiento respectivas señalizaciones de acuerdo a las normas de seguridad.
5. Para la ubicación de los escombros debe realizarse un galpón ya que actualmente se encuentran en un lugar al aire libre no adecuado y los desechos se dispersan en todo el área de trabajo.
6. Se debe Utilizar los estándares del estudio de tiempo y movimiento como una herramienta variables para conseguir productividad óptima.
7. Realizar mantenimiento a los hornos luego de realizar el proceso para así tener un proceso más eficiente y seguro.
8. Usar los respectivos implementos de Seguridad mientras se realiza el proceso (botas de seguridad, lentes, casco y mascarilla).
9. Realizar un estudio de tiempo con mayor profundidad para conocer el tiempo promedio que tarda el proceso completo y posteriormente poder mejorarlo.
10. Inspeccionar que los operarios cumplan con los implementos de trabajos y cumplan los manuales de procedimiento del proceso.
11. Dotar al operario de hidratación debido a las altas temperaturas en las que trabaja.



De tomar en cuenta estas recomendaciones se lograra que la empresa ALUMINIOS BELLMART C.A tenga un proceso de producción optimo y también disminuir demoras en el área de almacenamiento, pesaje y carga para que se realice un proceso de forma excelente dando resultados satisfactorios, mejorando así el uso o distribución del terreno donde actualmente está construida dicha empresa.



BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.mitecnologico.com/Main/CalculoDelTiempoEstandar>
- <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.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
- http://maralboran.org/wikipedia/index.php/Poblaci%C3%B3n_y_muestra._Muestreo
- <http://www.slideshare.net/silviacensi/investigacin-7-tipos-de-estudio>



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 6. de la "t" de student (Anexo1)



CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD

SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 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

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 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 7. 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	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. $20^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}\text{C}$.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29.5^{\circ}\text{C}$. b) Para trabajos externos: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32^{\circ}\text{C}$.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28^{\circ}\text{C}$. b) Para trabajos externos o con circulación de aire: $32^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34.5^{\circ}\text{C}$.
	<u>GRADO 4.</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: $\text{Temperatura} \geq 32^{\circ}\text{C}$. b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$.
2. CONDICIONES AMBIENTALES	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

Tabla 8. Factores de Fatiga (Anexo3)



3. HUMEDAD	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	<u>GRADO 4.</u>	(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	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	<u>GRADO 3.</u>	(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.
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
5. ILUMINACIÓN	<u>GRADO 1.</u>	(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 características 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 monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

Tabla: Factores de Fatiga (Anexo5)



3. ESFUERZO FÍSICO

- 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 día.
- GRADO 4. (80 PUNTOS). a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la máquina con alta monotonía o tedio del operador
- 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)



**4. ESFUERZO
MENTAL O
VISUAL**

- GRADO 4. (80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.
- 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 el trabajador se sienta 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 empujarse; 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 .

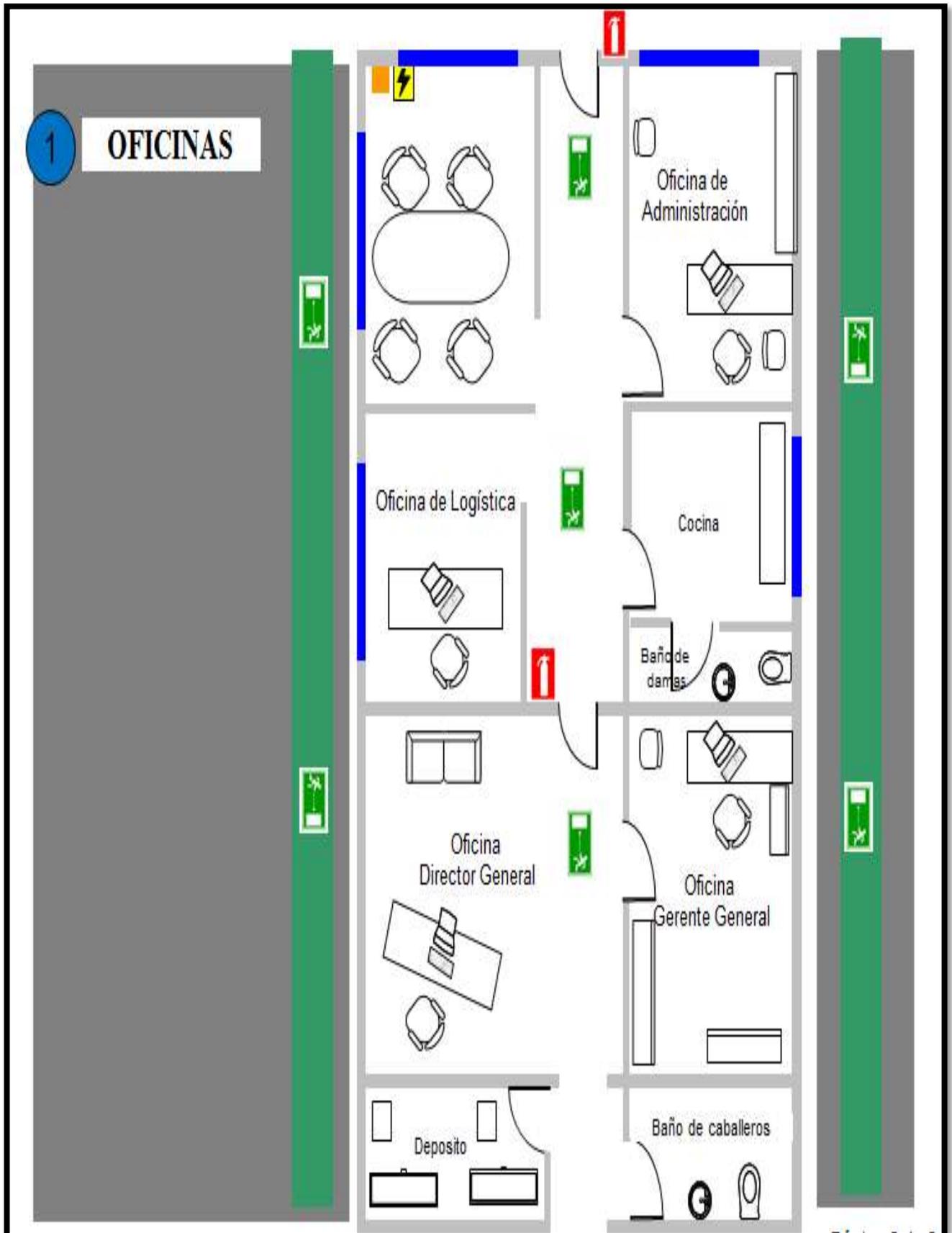
Tabla: Factores de Fatiga (Anexo8)

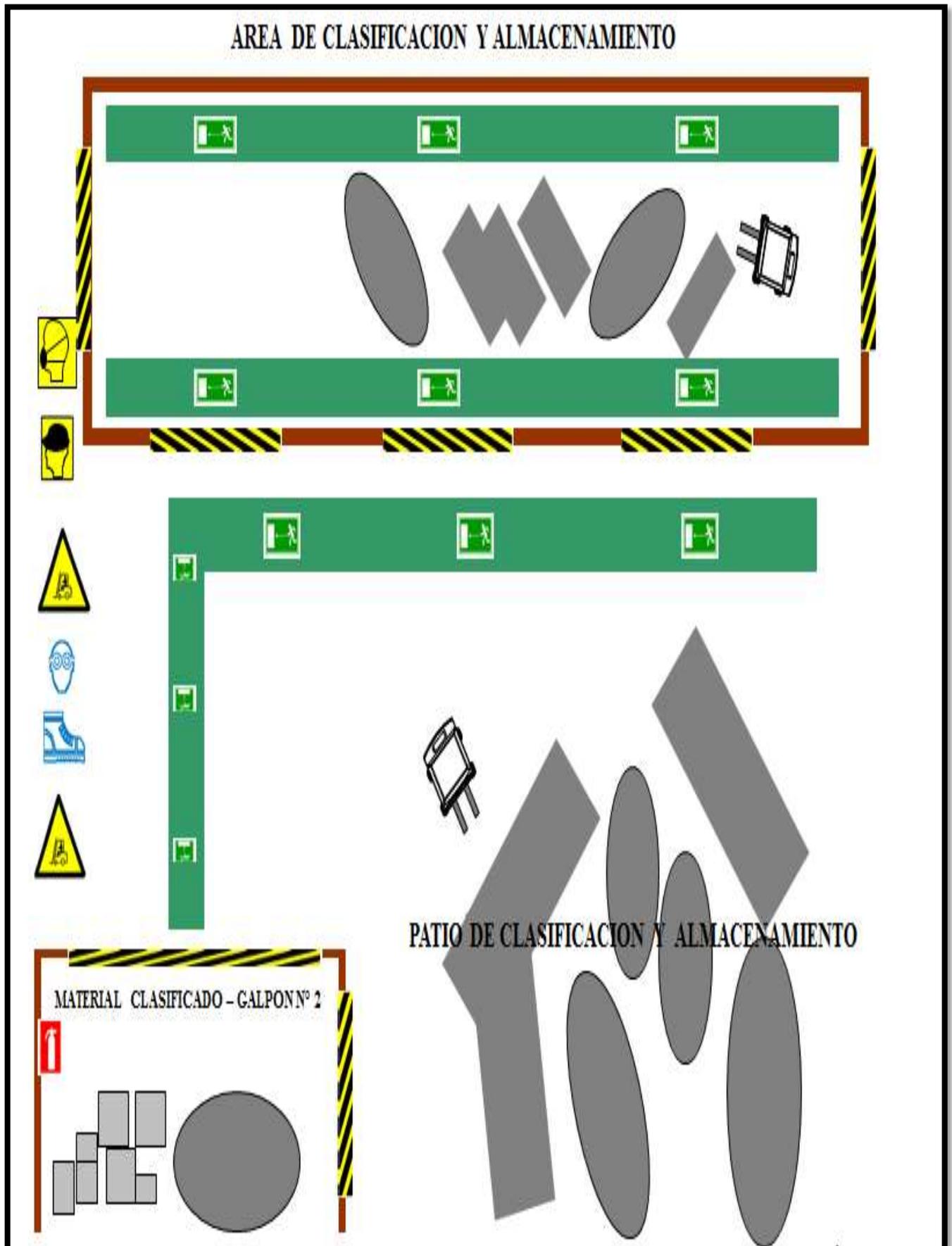


CONCESIONES POR FATIGA				MINUTOS CONCEDIDOS = $\frac{\text{CONCESIÓN \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$			
CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
				MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	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. Tumero Astros ^{MSC}
Prof. Agregado
Dpto. Ing. Industrial
UNEXPO

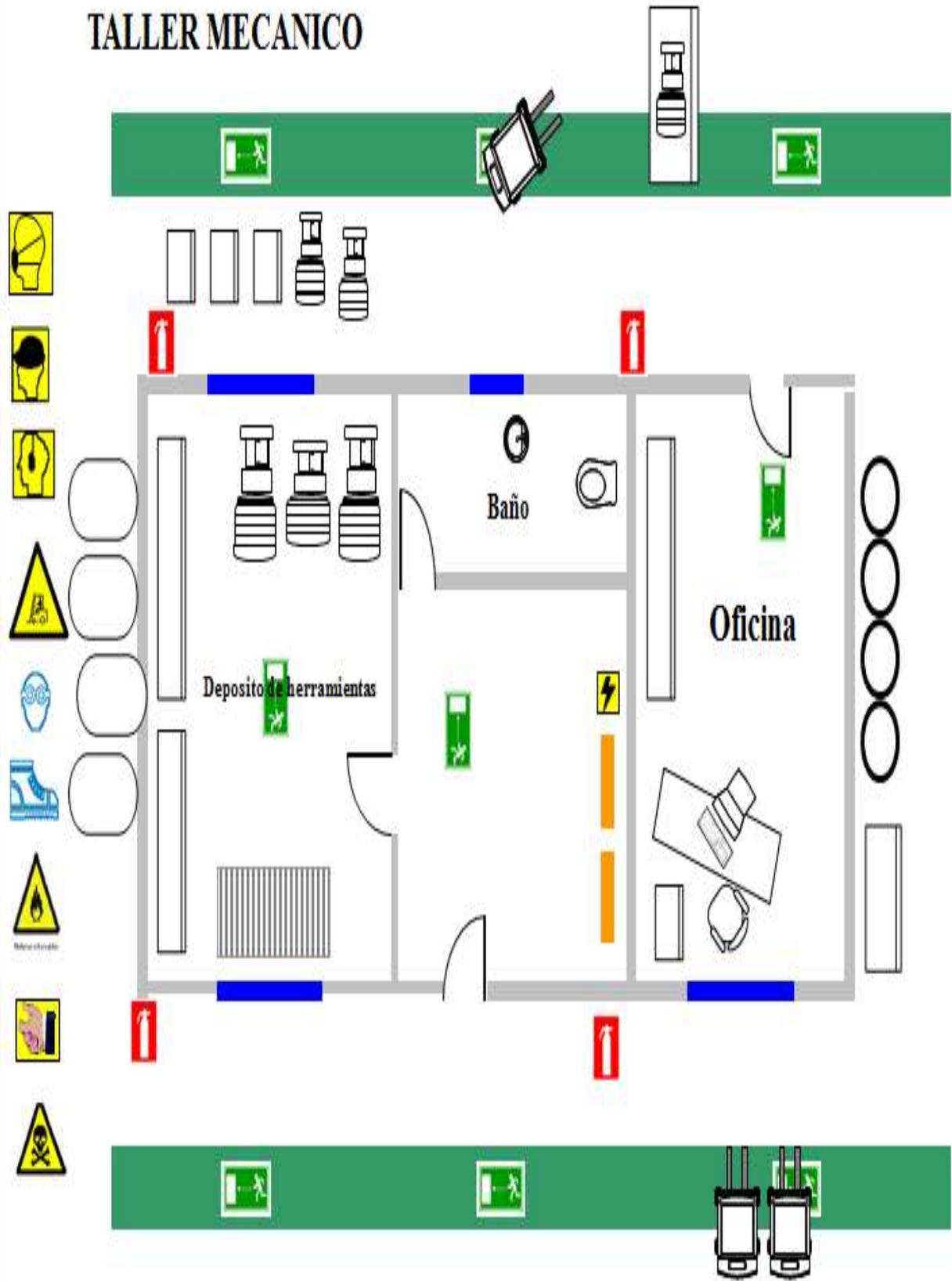
Tabla 9. Concesiones por fatiga (Anexo 9)







TALLER MECANICO





APÉNDICES



**Arribo de la gandola cargada con Escoria proveniente de VENALUM
(Apéndice 1)**



Proceso de descarga de la Escoria (Apéndice 2)



Proceso de clasificación de la Escoria (Apéndice 3)



Apilamiento de Escoria (Apéndice 4)



Proceso de carga de la Escoria en la tolva de la Criba (Apéndice 5)



Detalle de la descarga de la Escoria en la Criba (Apéndice 6)



Proceso de clasificación y selección de la Escoria (Apéndice 7)



Detalle del Cribado (Apéndice 8)



Detalle de Escoria Cribada Pátio de alimentación (Apéndice 9)



Inicio de carga de Escoria al horno de fusión (Apéndice 10)



Proceso de Escorificación del horno de fusión (Apéndice 11)



Proceso de vaciado de aluminio liquido en el molde (Apéndice 12)



Proceso de desnatado en el molde (Apéndice 13)



Inicio al proceso de pesaje de las pailas en la balanza (Apéndice 14)



Detalle del proceso de pesaje en la balanza (Apéndice 15)



Proceso de estampado y marca de las pailas (Apéndice 16)



Detalle de la identificación de cada paila, notar AB, número de colada y peso (Apéndice 17)



Inicio proceso de despacho (Apéndice 18)



Carga en gandola abierta (Apéndice 19)



Proceso de carga en gandola cerrada (Cava) (Apéndice 20)



Almacenamiento de pails (Apéndice 21)



Horno Basculante N°5 Aluminios Bellmart C.A. (apéndice 22)



Planchones de Aluminio de 650kg. (Apéndice 23)



Moldes para verter la colada y fabricar los lingotes (apendices 24 y 25)



Toma de tiempo del proceso de colada (apéndice 26)



Preparación de los moldes para verter la colada (apéndice 27)



Preparación de los moldes para verter la colada (apéndice 28)



Explicación del proceso de colada (apéndice 29)



Vertimiento de la colada en los moldes (apéndice 30)



Moldes completamente vertidos con la colada (apéndice 31)



Momento de enfriamiento de los moldes con agua (apéndice 32)



**Momento de extracción de los lingotes con las pinzas de metal
(apéndice 33)**



**Momento de extracción de los lingotes con las pinzas de metal
(apéndice 34)**



**Momento en que se extrae el lingote con una varilla de hierro
(apéndice 35)**