

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**ESTUDIO DE METODOS
APLICADO A LA INDUSTRIA
AZUCARERA**

TESIS

Presentada a la Junta Directiva
de la Facultad de Ingeniería

POR

MARIA DEL CARMEN MUÑOZ PINEDA

Al conferírsele el Título de

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 1997

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
T(3901)
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO DE METODOS
APLICADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA

Tema que me fue aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial.

María del Carmen Muñoz Pineda

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

| | |
|-------------|---|
| DECANO: | Ing. Herbert René Miranda Barrios |
| VOCAL 1o.: | Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra |
| VOCAL 2o.: | Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano |
| VOCAL 3o.: | Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez |
| VOCAL 4o.: | Br. Victor Rafael Lobos Aldana |
| VOCAL 5o.: | Br. Wagner Gustavo López Cáceres |
| SECRETARIA: | Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| DECANO: | Ing. Julio Ismael González Podzueck |
| EXAMINADOR: | Ing. Carlos Berges |
| EXAMINADOR: | Ing. Roberto Valle González |
| EXAMINADOR: | Ing. Leonel Alvarado |
| SECRETARIO: | Ing. Francisco Javier González López |



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas Ingeniería Electrónica, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos y Escuela de Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial.
Apartado Postal 217-1-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador General de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y del Licenciado en Letras, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, así como el contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado "ESTUDIO DE METODOS APLICADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA", presentada por la estudiante universitaria María del Carmen Muñoz Pineda, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Sergio Torres Méndez
COORDINADOR GENERAL DE TESIS
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, octubre de 1,996

emds



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela Técnica, Ingeniería en Sistemas Ingeniería Electrónica, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos y Escuela de Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial.
Apartado Postal 217-4-01-907, Guatemala
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Coordinador del Area de Ingeniería de la Producción de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, al contenido y la presentación del trabajo de tesis titulado, "ESTUDIO DE METODOS APLICADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA", presentada por la estudiante universitaria María del Carmen Muñoz Pineda, recomienda la aprobación del presente trabajo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Sergio Torres Méndez
COORDINADOR



Guatemala, octubre de 1,996.

/emds



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica y Regional de Post-grado de Ingeniería Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Coordinador de Area, del Coordinador General de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado ESTUDIO DE METODOS APLICADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA, presentada por la estudiante universitaria María del Carmen Muñoz Pineda, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR

INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, febrero de 1,997.

emds

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado ESTUDIO DE METODOS APLICADO A LA INDUSTRIA AZUCARERA, presentada por la estudiante universitaria María del Carmen Muñoz Pineda, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, febrero de 1,997.-

emds

ACTO QUE DEDICO A

Dios por permitirme alcanzar esta meta

Mis padres

Tony y Paco

Mis hermanos

Betty, Luis y Miriam

Mis amigas

Edna y Silvia por su apoyo incondicional

Ingenio Pantaleón

A todo el personal que colaboró para la realización de este estudio, especialmente al área de Recursos Humanos, y la Ing. Miriam de Santizo. Gracias por su confianza.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

INDICE

| | PAG. |
|--|------|
| INDICE GENERAL DE CUADROS | III |
| INDICE GENERAL DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES | IV |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS TÉCNICOS | V |
| INTRODUCCIÓN | VI |
| OBJETIVOS | VII |
| JUSTIFICACION | VIII |
| | |
| CAPITULO I | |
| PRODUCTIVIDAD Y NIVEL DE VIDA | |
| 1.1 Nivel de Vida..... | 1 |
| 1.2 Productividad..... | 3 |
| 1.3 Relación entre el aumento de la productividad y la elevación del nivel de vida..... | 5 |
| 1.4 Condiciones previas para el aumento de la productividad..... | 6 |
| | |
| CAPITULO II | |
| ESTUDIO DEL TRABAJO | |
| 2.1 ¿Qué es el estudio del trabajo?..... | 7 |
| 2.2 Técnicas de estudio del trabajo..... | 7 |
| 2.3 Procedimientos básicos para el estudio del trabajo..... | 9 |
| | |
| CAPITULO III | |
| ESTUDIO DE METODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS | |
| 3.1 Métodos de trabajo y Movimientos en el lugar de trabajo.... | 11 |
| 3.2 Recorrido y Manipulación de Materiales..... | 19 |
| 3.3 Estudio de Tiempos, Muestreo del Trabajo..... | 22 |
| 3.4 Sistemas para medición de tiempos y movimientos..... | 30 |
| 3.5 Sistema para medición del tiempo de trabajo..... | 33 |
| | |
| CAPITULO IV | |
| FACTORES QUE CONTRIBUYEN A ESTABLECER NUEVOS METODOS DE TRABAJO | |
| 4.1 Concepto de Ergonomía..... | 38 |
| 4.2 Concepto de Calidad..... | 38 |
| 4.3 Consideraciones del factor humano para la implantación de nuevos métodos de trabajo..... | 39 |
| 4.4 Curva de aprendizaje..... | 41 |
| 4.4 Consideraciones sobre medio ambiente y Condiciones de Trabajo..... | 42 |

**CAPITULO V
METODOLOGIA DEL ESTUDIO DE CAMPO**

| | | |
|-----|----------------------------------|----|
| | Introducción..... | 44 |
| 5.1 | Selección de la muestra..... | 46 |
| 5.2 | Diseño del formulario..... | 48 |
| 5.3 | Recopilación de información..... | 50 |
| 5.4 | Análisis estadísticos..... | 50 |

**CAPITULO VI
TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

| | | |
|-------|---|----|
| 6.1 | Descripción del método actual de corte..... | 51 |
| 6.2 | Movimientos utilizados (registrados)..... | 53 |
| 6.3 | Estudio de tiempos..... | 55 |
| 6.3.1 | Cálculo de suplementos..... | 55 |

**CAPITULO VII
OTROS ASPECTOS ANALIZADOS**

| | | |
|-----|--|----|
| 7.1 | Calidad..... | 61 |
| 7.2 | Forma de evaluación de la calidad..... | 63 |
| 7.3 | Gráfico de calidad..... | 63 |

**CAPITULO VIII
OTROS FACTORES ANALIZADOS**

| | | |
|-----|---|----|
| 8.1 | Aspectos motivacionales..... | 66 |
| 8.2 | Mediciones antropométricas (ergonomía)..... | 69 |
| 8.3 | Seguridad e higiene..... | 71 |
| 8.4 | Enseñanza del método (monitoreo)..... | 73 |

CONCLUSIONES..... 74

RECOMENDACIONES..... 76

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

INDICÉ GENERAL DE CUADROS

| | | |
|-----------|--|----|
| CAPITULO | III | |
| Cuadro 1 | Clasificación de los movimientos..... | 15 |
| Cuadro 2 | Distribución proporcional de caras y cruces..... | 23 |
| Cuadro 3 | Determinación de secuencia de tiempos para las observaciones aleatorias..... | 29 |
| CAPITULO | VI | |
| Cuadro 4 | Tiempos cronometrados | 57 |
| Cuadro 5 | Cálculo de concesiones por variedad de caña..... | 58 |
| CAPITULO | VII | |
| Cuadro 6 | Resultados de la evaluación de la calidad..... | 63 |
| Cuadro 7 | Resultados de análisis de varianza..... | 63 |
| CAPITULO | VIII | |
| Cuadro 8 | Análisis estadístico de variables antropométricas..... | 71 |
| Cuadro 9 | Variación del desempeño vrs. el rendimiento..... | 73 |
| Cuadro 10 | Promedio de corte por tonelaje y número de zafras trabajadas..... | 74 |

INDICE GENERAL DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES

| | | | |
|----------------|---|------|----|
| CAPITULO | | III | |
| Ilustración 1 | Area máxima de trabajo..... | | 13 |
| Ilustración 2 | Area normal de trabajo..... | | 14 |
| Ilustración 3 | Ejemplo de un diagrama bimanual de corte de tubos de vidrio..... | | 18 |
| Ilustración 4 | Diagrama de recorrido, recepción, inspección y numeración de piezas (Método actual)..... | | 21 |
| Ilustración 5 | Diagrama de recorrido, recepción, inspección y numeración de piezas (Método propuesto)..... | | 22 |
| Gráfica 1 | Distribución proporcional de caras y cruces..... | | 25 |
| Gráfica 2 | Curva de distribución que indica la probabilidad de combinaciones al utilizar grandes muestras..... | | 25 |
| Gráfica 3 | Curva de distribución normal..... | | 25 |
| Ilustración 6 | Hoja de registro y observaciones de tiempo y trabajo..... | | 35 |
| CAPITULO | | V | |
| Gráfica 4 | Promedio de corte por trabajador..... | | 47 |
| Ilustración 7 | Formulario de registro de movimientos de corte de caña..... | | 49 |
| CAPITULO | | VI | |
| Ilustración 8 | Diagrama de recorrido usual de personas con promedio de 10 Toneladas..... | | 53 |
| Ilustración 9 | Diagrama de recorrido usual para caña postrada..... | | 54 |
| CAPITULO | | VII | |
| Ilustración 10 | Aspectos de calidad..... | | 62 |
| CAPITULO | | VIII | |
| Gráfica 5 | Gráfico de control de calidad..... | | 64 |
| Gráfica 6 | Gráfico de rasgos motivacionales comparación intergrupos, tendencia a la afiliación..... | | 67 |
| Gráfica 7 | Gráfico de rasgos motivacionales comparación intergrupos, tendencia al poder..... | | 67 |
| Gráfica 8 | Gráfico de rasgos motivacionales comparación intergrupos, tendencia al logro..... | | 68 |
| Ilustración 11 | Diagrama del machete australiano..... | | 70 |
| Gráfica 9 | Promedios de corte vrs. número de zafras..... | | 76 |
| Ilustración 12 | Recorrido método propuesto..... | | 81 |
| Ilustración 11 | Uso del Gancho..... | | 82 |

GLOSARIO DE TERMINOS

A

Acabado: sacar un filo parejo para que la herramienta se utilice en su totalidad.

B

Brechar: trochar

Bracer: agarrar varios tallos bajo el brazo.

C

Cepa: base de la mata, que al cortar los tallos vuelve a brotar para corte futuro.

Cepillar: rectificar el corte de caña si queda alto.

Chorra: grupo de caña alineada o conjunto de cañas acomodadas en línea.

Cogollo: parte terminal de la caña, puntas de la caña.

Corte de caña: zafra.

D

Desbaste: adelgazar con la lima el sitio del filo de la herramienta.

Deslizar: pasar la lima por el filo.

E

Emparejar: igualar, emparejar puntas de la caña.

L

Lomo: parte inversa del filo.

Luchada: cantidad de caña que se asigna a un cortador. Tarea diaria.

M

Machete australiano: herramienta para cortar caña diseñado en Australia.

Mango: trozo de madera para emparar la lima.

Mesa: superficie donde va la luchada.

Monitor: persona adiestrada técnica y metodológicamente para formar trabajadores y supervisarlos.

N

Nido: iniciación de tajo.

P

Pante: suerte sembrada de caña.

R

Ras: a nivel del suelo.

Renuevos: tallos jóvenes e inmaduros.

S

Surcos: cañas sembradas en línea recta o en curvas a nivel.

T

Tajo: tarea, lote o línea.

Tocones: trozos de caña muy largos, dejados al cortar la caña.

INTRODUCCION

El presente trabajo de tesis es el resultado del estudio técnico de los métodos de trabajo utilizados por los trabajadores de campo (cortadores de caña) en la industria azucarera. Se entiende que intervienen múltiples factores a la hora de lograr cortadores excepcionales (con alto rendimiento), por lo que se hizo necesario investigar cuáles son los más determinantes y por qué. En este trabajo, se presenta el análisis resultante de los estudios desarrollados; desde sus bases conceptuales (capítulo I a IV), que sirven de marco referencial para darle al trabajo una consistencia científica tanto estadística como administrativamente, hasta el desarrollo mismo del trabajo realizado en el campo (capítulos V a VIII), cuyo contenido es la adaptación de análisis de métodos a la tarea de corte de caña, tiempos estándar de corte, aspectos de seguridad, que todo estudio del trabajo debe contemplar, análisis estadísticos sencillos para determinar qué aspectos de calidad en el corte, adaptación del instrumento de trabajo al brazo, motivacionales o enseñanza del método inciden en el rendimiento, y así tener una base sobre la cual ampliar estudios posteriores en las próximas zafas (temporadas de corte de caña).

Es importante hacer notar que en las bases conceptuales desarrolladas se amplía la visión del estudio del trabajo, no sólo como una técnica que aumenta la productividad de las industrias, sino como contribuyente al bienestar mismo del trabajador, que eleva su nivel de vida y mejora sus condiciones de trabajo. Además, se enfoca cómo al estudiar el trabajo de las personas hay que llegar a involucrarlas para realmente obtener buenos resultados, es decir, la importancia del recurso humano dentro de los procesos productivos.

OBJETIVOS

General

- Determinar si son únicamente razones técnicas las que hacen que el cortador de caña aumente su rendimiento a niveles excepcionales.

Específicos

- a. Identificar y comparar qué técnicas y prácticas de corte son las más utilizadas por los cortadores con rendimientos diarios de 10 y más toneladas con las de 5 toneladas o menos.
- b. Establecer un método de corte que haga más productiva la tarea del cortador y cumpla con normas de seguridad, que eviten la ocurrencia de accidentes durante la ejecución del trabajo.
- c. Dar las recomendaciones necesarias para mejorar la productividad del trabajo

JUSTIFICACION

Debido a la inquietud que desde hace varios años se ha tenido de conocer más detenidamente, las razones para explicar por qué algunos trabajadores de campo (cortadores de caña) de la industria azucarera, alcanzan rendimientos de corte (tons/hombre-día), excepcionalmente altos, mientras otros tienen promedios mucho más bajos. Se consideró entonces que la investigación de dichos factores nos llevarían a:

- a. Contar con antecedentes prácticos, en los cuales se hagan notar otras posibles contribuciones de Ingeniería Industrial a otro tipo de industrias (que no sean manufactureras).
- b. Coadyuvar por medio de la aplicación de conocimientos adquiridos durante la formación profesional, al mejoramiento de condiciones y métodos de trabajo de los cortadores de caña.
- c. Proporcionar una guía práctica para la realización de estudios de métodos, que no sólo persiga en sí el dominio de la técnica, sino contemple además al factor humano como parte del proceso productivo, y sirva como referencia para el estudiante del curso de métodos de la escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

CAPITULO I

PRODUCTIVIDAD Y NIVEL DE VIDA

1.1 Nivel de vida:

Concepto: se entiende como el grado de bienestar material de que dispone una persona, clase social o comunidad para sustentarse y disfrutar de su existencia.

Según las Naciones Unidas, es un proceso en el cual se amplían las oportunidades del ser humano; su objetivo es crear un ambiente propicio, para que los seres humanos disfruten de una vida prolongada y saludable, con acceso a la educación y el disfrute de seguridad.

Tiene dos aspectos:

- a. La formación de capacidades humanas, mejor estado de salud, conocimientos y destrezas.
- b. Y el uso que la gente hace de las capacidades adquiridas, para el descanso, la producción o las actividades culturales, sociales y políticas.

El desarrollo humano se refiere no solamente a la satisfacción de necesidades básicas, sino que debe ser algo que involucre un proceso dinámico de participación.

Condiciones necesarias para un nivel de vida mínimo aceptable: he aquí las necesidades esenciales que deben satisfacerse para que el nivel de vida alcance un mínimo decoroso:

- a. Alimentación diaria suficiente para reparar las energía consumidas en la vida y el trabajo cotidiano
- b. Vestido: Suficiente ropa y calzado para poder estar limpio y protegido contra la intemperie.
- c. Alojamiento: que reúna las condiciones necesarias para dar abrigo en condiciones saludables y provisto de algunos enseres domésticos y muebles.

- d. Seguridad: protección contra robo o la violencia, contra la pérdida de posibilidades de empleo y contra la pobreza debida a enfermedad o vejez.
- e. Servicios esenciales: agua dulce potable, obras de saneamiento, asistencia médica, transportes públicos, así como servicios educativos y culturales que permitan a todos los hombres, mujeres y niños desarrollar plenamente sus dotes y facultades.

Los alimentos la ropa y el alojamiento son generalmente bienes que el hombre debe procurarse por sí mismo, y para disfrutarlos tiene que pagarlos con su dinero o con su trabajo. A su vez, la seguridad y los servicios esenciales incumben en gran parte a los gobiernos y demás autoridades públicas. Corresponde normalmente a los ciudadanos costear los servicios públicos, de modo que cada individuo debe ganar lo suficiente para contribuir con su parte, además de lo que necesita para su sustento y el de su familia.

Toda nación o comunidad debe, a la larga, ser capaz de sostenerse a sí misma. El nivel de vida alcanzado dependerá de lo que logre el ciudadano medio con su propio esfuerzo y el de sus conciudadanos.

Cuanto mayor sea la producción de bienes y servicios en cualquier país, más elevado será el nivel de vida medio de su población.

Existen dos medios principales para acrecentar la producción de bienes y servicios: el primero consiste en aumentar el número de trabajadores ocupados; el segundo, en aumentar la productividad.

Siempre que exista desempleo o subempleo, será importante el despliegue de esfuerzos para incrementar el empleo, siempre y cuando se acompañe de una acción encaminada a elevar la productividad de las personas ya ocupadas. Es precisamente este último aspecto el que nos interesa, ya que de este modo se pueden obtener:

- Alimentos más abundantes y baratos, al aumentar la productividad de la agricultura.
- Vestidos y alojamiento en mayor cantidad y a menor precio, al aumentar la productividad de la industria.
- Servicios esenciales más numerosos y un nivel de vida más elevado de seguridad aumentando la productividad y el poder adquisitivo en general, lo cual ampliará el margen para costearlos.

1.2 Productividad

Definición: tomando la definición de la OIT, la productividad es la relación entre producción e insumo (conocido en países de habla inglesa, como output-input). Esta definición es válida para una empresa, una industria o toda la economía.

Más sencillamente, la productividad, en el sentido en que vamos a utilizar este vocablo, no es más que el cociente entre la cantidad producida y la cuantía de los recursos que se hayan empleado en la producción.

Productividad = Cantidad Producida/Cantidad de Recursos empleados en la
producción de dicha cantidad

Los recursos empleados pueden ser: tierra, materiales, instalaciones, máquinas y herramientas, servicios del hombre, o como ocurre en general cualquier combinación de los mismos.

Tal vez se compruebe que la productividad de la mano de obra, de la tierra, de los materiales o de las máquinas en cualquier empresa, industria o país ha aumentado, pero este hecho en sí mismo no aclara las razones del incremento. El aumento de la productividad de la mano de obra, por ejemplo, puede deberse a una mejor planificación del trabajo por parte de la dirección, o a la instalación de nueva maquinaria. El aumento de la productividad de los materiales pueden obedecer a la mayor pericia de los obreros, al mejoramiento de los modelos, etc.

Algunos ejemplos de cada una de estas clases de productividad servirán para aclarar este concepto.

Productividad de la tierra: si se utilizan mejores semillas, mejores métodos de cultivo y más fertilizantes es posible elevar de dos a tres quintales la producción de cereales por hectárea de un terreno determinado; se tiene entonces que la productividad de la tierra, desde el punto de vista agrícola, habrá aumentado en 50 por ciento. Podrá decirse que la productividad de la tierra utilizada para fines industriales ha aumentado, si la producción de bienes o servicios en dicha tierra se ha incrementado por cualquier medio.

Productividad de los materiales: si un sastre experto es capaz de cortar 11 trajes con una pieza de tela que un sastre menos experto, sólo puede sacar 10 trajes; puede decirse que en manos del sastre experto la pieza se utilizó con un 10 % más de productividad.

Productividad De Las Máquinas: Si una máquina-herramienta producía 100 piezas

Productividad de las máquinas: si una máquina-herramienta producía 100 piezas, cada día de trabajo aumenta su producción a 120 piezas en el mismo tiempo, gracias al empleo de mejores herramientas cortantes; la productividad de esa máquina se habrá incrementado en un 20 por ciento.

Productividad de la mano de obra: si un alfarero producía 30 platos por hora y al adoptar métodos de trabajo más perfeccionado logra producir 40, su productividad habrá aumentado en un 33.33 por ciento.

En cada uno de estos ejemplos, también aumentó la producción, y siempre en un porcentaje idéntico al de la productividad. Sin embargo, un aumento de producción no implica de por sí un aumento de productividad. Y si los recursos utilizados crecen en un porcentaje mayor que la producción, el aumento de esta última se estará logrando al precio de un mayor descenso de la productividad.

Por consiguiente, elevar la productividad significa producir más con el mismo consumo de recursos, o sea el mismo costo en lo que se refiere a tierra, materiales, tiempo máquina o mano de obra, o bien producir la misma cantidad, pero utilizando menos recursos de tierra, materiales, tiempo máquina o mano de obra, de modo que los recursos así economizados puedan dedicarse a la producción de otros bienes.

1.3 RELACIÓN ENTRE EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA ELEVACIÓN DEL NIVEL DE VIDA

Se ve ahora más claramente cómo el aumento de la productividad puede contribuir a elevar el nivel de vida. Si se produce más al mismo costo o si se consigue la misma cantidad de producción al costo inferior, la comunidad en conjunto obtiene beneficios que pueden ser utilizados por sus miembros para adquirir más bienes y servicios de mejor calidad, y elevar así su nivel de vida.

La productividad en la industria

El aumento de la productividad de la tierra y del ganado es un problema que interesa a los técnicos agrícolas; sin embargo, la productividad de la mano de obra es objeto de estudio de métodos de trabajo, dondequiera que se trabaje: en fábricas u oficinas, en tiendas o servicios públicos, e incluso en el campo.

Cuanto mayor sea la productividad de las empresas que fabrican artículos de consumo, tanto mayores serán las posibilidades de poder vender en cantidad suficiente y a precios bastante módicos para todas las familias de la comunidad.

Son muchos los factores que influyen en la productividad de cada establecimiento y no hay ningún factor que sea independiente de los demás; la importancia que deberá atribuirse a cada uno de los recursos - tierra, materiales, máquinas o mano de obra - depende de la empresa, de la industria y posiblemente del país de que se trate; en las industrias en que el costo de la mano de obra es reducido, en comparación con el de la materia prima o con el capital invertido en instalaciones y equipo, las mayores oportunidades de reducir costos están en aprovechamiento de las materias primas y de las instalaciones. En los países en que escasean el capital y la mano de obra especializada, pero abunda la mano de obra mal calificada y mal pagada, es de especial importancia que se trate de aumentar la productividad aumentando la producción por máquina, por instalación o por trabajador especializado. Con frecuencia resulta ventajoso contratar a más trabajadores no especializados, si así se logra incrementar la producción de los capacitados. Esto lo sabe la mayoría de los directores de empresa con experiencia práctica, pero muchos creen equivocadamente que la productividad se refiere sólo a la mano de obra, principalmente porque dicha productividad suele ser la base de las estadísticas sobre esta materia. Se consideran el aumento de la productividad como un problema consistente en sacar el máximo partido de todos los recursos disponibles.

1.4 CONDICIONES PREVIAS PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Para elevar la productividad al máximo, se precisa la acción de todos los sectores de la comunidad, gobiernos, empleadores y trabajadores.

Los gobiernos pueden crear condiciones favorables a los esfuerzos de los empleadores y de los trabajadores para aumentar la productividad. Para ello, se precisa, entre otras cosas, de disponer de programas equilibrados de desarrollo económico, adoptar las medidas necesarias para mantener el nivel de empleo, y tratar de crear las oportunidades de empleo para los desempleados o subempleados, y para los que pudieran quedar sin empleo como consecuencia de mejoras de la productividad en determinadas industrias.

Eso tiene particular importancia en los países en desarrollo, donde el desempleo constituye un grave problema.

Los empleadores y los trabajadores también tienen un importantísimo papel que desempeñar. La responsabilidad principal en lo que respecta al aumento de la productividad de una empresa corresponde a la dirección. Sólo ella puede crear un ambiente favorable para ejecutar un programa de productividad y obtener la cooperación de los trabajadores, que es esencial para el éxito del intento, aunque también se necesita la buena disposición previa de los trabajadores. Los sindicatos pueden estimular activamente a sus afiliados a prestar dicha cooperación si están convencidos que el programa, además de ser beneficioso para el país en general, será provechoso para los trabajadores.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

CAPITULO II

ESTUDIO DEL TRABAJO

2.1. ¿Qué es el estudio del trabajo?

Se entiende por estudio del trabajo, genéricamente, a ciertas técnicas, y en particular al estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para encaminar el trabajo humano en todos sus contextos, y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

De esta definición, se puede concluir que el estudio del trabajo está directamente relacionado con la productividad, puesto que sirve para obtener una producción mayor a partir de una cantidad de recursos dados, y así mantener o aumentar apenas las inversiones de capital.

2.2. Técnicas de estudio del trabajo

El estudio del trabajo comprende varias técnicas, y en especial el estudio de métodos y la medición del trabajo; estas dos técnicas guardan una relación entre sí; esto se podrá observar al leer sus definiciones a continuación:

Estudio de métodos (Definición): es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces, y de reducir los costos.

Un estudio de métodos requiere de una formación, aptitudes y puntos de vista propios de un ingeniero industrial. Este tipo de estudios comprende planificación de plantas, elaboración de secuencias de operaciones, el uso de diagramas de proceso y de circulación en análisis de actividades. Los estudios de métodos se subdividen en:

- Estudios de tiempos y movimientos
- Distribuciones en planta o centros de producción
- Planificación de procesos

Los objetivos que persiguen estos estudios son:

- Planificación (distribución) en planta
- Análisis de procesos
- Determinación de tiempos tipo de trabajo

La planificación en planta es la colocación de máquinas, distribución de la planta sobre una base departamental y poner la líneas de montaje en orden lógico, más adecuado para facilitar el paso de materiales, piezas y productos; para este tipo de estudios, se utilizan diagramas de proceso.

El análisis de procesos puede ser considerado como la función principal de la ingeniería de métodos. El trabajo de esta subdivisión de estudios de métodos consiste en tomar los planos y especificaciones que le envían los ingenieros proyectistas, y así establecer un método para fabricar un producto de manera rápida y eficiente, con el equipo, personal y espacio que se dispone. Deben determinarse las fases que deben tener lugar en la producción de determinado trabajo, así como el grupo de máquinas o herramientas más apropiadas. Los tiempos estándares, que son determinados originariamente por el grupo de estudio de movimientos y tiempos. Resumidamente se puede decir que la función de análisis de proceso de la ingeniería de métodos, se ocupa principalmente de la creación de procedimientos para fabricar o realizar un trabajo, proyectado por ingenieros proyectistas (diseño de la producción).

Medición del trabajo (Definición): es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, que la efectúa según una norma de ejecución preestablecida.

La medición del trabajo plantea un problema, pues se desea establecer normas aplicables a la población industrial y no sólo a personas seleccionadas de dicha población. La norma de producción que se desea establecer requiere en realidad el conocimiento de la distribución de las tareas de producción (tiempo de ejecución) de toda la población a que se refiera dicha norma, para llegar a una medición lo más apegada a la realidad. Para establecer una norma, es necesaria la utilización de distribuciones estadísticas para mediar cual es el rendimiento "normal" de ejecución de una tarea.

La actividad de determinación de tiempos estándar o tipo, de las operaciones, se refiere esencialmente al estudio de tareas con el cronómetro o con la máquina de filmar, para determinar mejores métodos, más rápidos y más eficientes. Esto constituye la etapa de movimientos, del estudio de movimientos y tiempos. Después de que se ha determinado la mejor manera de hacer un trabajo, éste debe ser cronometrado, para poder fijar sus tiempos tipo o estándar. Estos tiempos estándar tienen varias aplicaciones tales como determinar el tiempo necesario para una operación; constituyen un preciso auxilio, para la programación, pues a partir de los tiempos estándar podrá fijarse qué tiempo será necesario para realizar una fase de producción, y puede en consecuencia prever cuidadosamente las fechas de entrega con bastante antelación; otro uso de los tiempos estándar es establecer bases para los planes de primas de incentivo por pieza; el grupo de estudio deberá determinar el número estándar de piezas que un obrero normal, en condiciones normales, puede producir en un día. Traduciendo esta cifra por un prima diaria y equitativa, podrá establecerse un precio por pieza para esta clase de trabajo.

El muestreo de trabajo es otra forma de medición del trabajo que se utiliza muchísimo, y constituye una técnica relativamente sencilla, que puede aplicarse provechosamente en una amplia variedad de operaciones, ya sean de fabricación, mantenimiento u oficina. Además, su costo es relativamente reducido y crea menos controversias que el estudio de tiempos con cronómetro. La información que permite obtener puede utilizarse para comparar la eficiencia de dos departamentos, proceder a una distribución más equitativa del trabajo dentro de un grupo y, por lo general, proporcionar a la dirección una evaluación del porcentaje de tiempo improductivo y sus motivos. Como resultado, puede indicar dónde se debe aplicar el estudio de métodos, mejorar la manipulación de materiales o introducir mejores métodos de planificación de la producción, como puede ocurrir si el muestreo de trabajo pone de manifiesto que un elevado porcentaje del tiempo de máquina es improductivo, porque los suministros demoran en llegar.

2.3 Procedimiento básico para el estudio del trabajo:

Para realizar un estudio del trabajo completo, es preciso llevar a cabo ocho etapas:

- a. Seleccionar el trabajo o proceso que va a ser objeto de estudio.
- b. Registrar por observación directa todo cuanto sucede, utilizar las técnicas más apropiadas, y disponer de los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
- c. Examinar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntarse si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad, así como el lugar donde se lleve a cabo, el orden en que se ejecuta, quién la ejecuta y los medios empleados.
- d. Idear el método más económico tomando en cuenta todas las circunstancias.
- e. Medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo tipo que lleva hacerlo.
- f. Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente para que pueda ser identificado en todo momento.
- g. Implantar el nuevo método como práctica general aceptada con el tiempo fijado.
- h. Mantener en uso la nueva práctica mediante procedimientos de control adecuados.

Las etapas "a", "b", y "c" son inevitables, ya se emplee la técnica del estudio de métodos o la medición del trabajo; la "d" forma parte del estudio de métodos corriente, mientras que la "e" exige la medición del trabajo.

Independientemente del método o combinación de métodos que se seleccione, en definitiva, sería inconcebible querer proteger la salud de los trabajadores contra los riesgos profesionales sin tener en cuenta el resultado de sus observaciones, que adquieren particular utilidad cuando se trata de exposición a sustancia irritante o sensibilizantes.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

CAPITULO III

ESTUDIO DE MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

Como se explica en el capítulo anterior, existen básicamente tres objetivos en los estudios de métodos, la planificación en planta, análisis de procesos y determinación de tiempos tipo; en este capítulo se ven con detalle las herramientas y formas de análisis para lograr estos objetivos.

3.1 Estudio de métodos de trabajo y movimientos en el lugar de trabajo

El estudiar al operario en su lugar o mesa de trabajo, con la aplicación de los principios y los procedimientos de ingeniería de métodos implica examinar los movimientos de obreros y materiales con el enfoque más amplio, y llegar a una mejor utilización de máquinas y/o herramientas existente (y, siendo posible, de los materiales) mediante la supresión de los tiempos innecesarios de inactividad, la ejecución más eficaz de los procesos y el mejor aprovechamiento de la mano de obra, y así eliminar movimientos innecesarios que consumen mucho tiempo, dentro de la zona de trabajo, en la fábrica, departamento o local.

Existen factores que influyen en el trabajo de las personas, ahora, cuando observamos al operario en su lugar de trabajo, el modo de aliviar su esfuerzo y el mayor o menor grado de fatiga provocado por su manera de trabajar pasan a ser factores determinantes para su productividad. Es, pues necesario, antes de emprender el estudio detallado de un operario y/o trabajador que ejecuta una tarea sin moverse de su sitio, comprobar si la tarea es realmente necesaria y si se ejecuta en forma adecuada. Se aplica entonces la técnica del interrogatorio a los siguientes elementos:

- El propósito: para asegurarse de que la tarea es necesaria
- El lugar: para asegurarse de que debe ejecutarse donde se realiza
- La sucesión: para asegurarse de que ocupa el lugar que le corresponde en la sucesión de operaciones;
- La persona: para asegurarse de que la ejecuta la persona indicada.
- Los medios: empleados para ejecutar el trabajo.

Una vez adquirida la seguridad de que no es posible combinar la tarea con otra operación, se puede proseguir en el análisis y estudiar, con vistas a simplificarlos cuanto sea posible.

Antes de detallar métodos perfeccionados para la realización de estudios, se hace necesario explicar los principios de la economía de movimientos y algunos hechos que más influyen en la instalación de la misma del lugar de trabajo, el cual debe dar al obrero la posibilidad de cumplir su trabajo con el máximo de comodidad.

Principios de la economía de movimientos

Hay varios principios de economía de movimientos que con resultado de la experiencia y constituyen una base excelente para mejorar la eficacia y reducir la fatiga del trabajo manual. A continuación, se detallan en forma sencilla:

A. Utilización del cuerpo humano. Siempre que sea posible:

- Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.
- Nunca deben estar inactivas a la vez, excepto durante los períodos de descanso.
- Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente y en direcciones opuestas y simétricas.
- Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible para ejecutar satisfactoriamente el trabajo.
- Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular.
- Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.
- Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos o controlados.
- El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas, y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer con un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.
- El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco a menudo.

B. Distribución del lugar de trabajo

- Debe haber un sitio definido para todas las herramientas y materiales, con el objeto de que se adquieran hábitos.
- Las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitarán, para no tener que buscarlos.
- Deben utilizarse depósitos y medios de abastecimiento por gravedad, para que el material llegue tan cerca como sea posible del punto de utilización.

- Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo (ver ilustración 1) y tan cerca del trabajador como sea posible.

ilustración 1



- Los materiales y las herramientas deben situarse en la forma que dé a los gestos el mejor orden posible.
- Deben utilizarse, siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario "dejar caer" el trabajo terminado sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.
- Deben preverse medios para que la luz sea buena, y facilitarse al obrero una silla del tipo y altura adecuados para que se sienta en buena postura. La altura de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de manera que permitan al operario trabajar alternativamente sentado o de pie.
- El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza, para reducir así la fatiga de la vista.

C. Modelo de las máquinas y herramientas

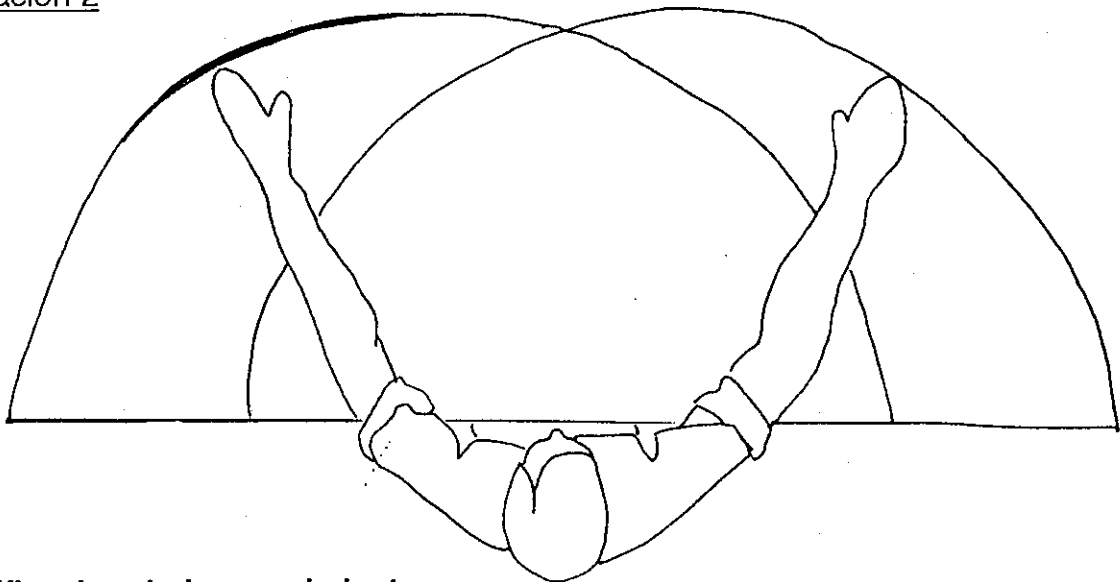
- Debe evitarse que las manos estén ocupadas "sosteniendo" la pieza cuando ésta pueda sujetarse con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el pie.
- Siempre que sea posible, deben combinarse dos o más herramientas.

- Siempre que cada dedo realiza un movimiento específico, como para escribir a máquina, debe distribuirse la carga de acuerdo con la capacidad inherente a cada dedo.
- Los mangos, como los utilizados en las manivelas y destornilladores grandes, deben diseñarse para que la mayor cantidad posible de superficie esté en contacto con la mano. Es algo de especial importancia cuando hay que ejercer mucha fuerza sobre el mango.
- Las palancas, barras cruzadas y colgantes de manos deben situarse en posiciones que permitan al operario manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo, y un máximo de "ventajas mecánicas".

Estos principios pueden ser la base de una lista para facilitar la disposición del lugar de trabajo.

La ilustración 2 muestra el área normal de trabajo de un operario corriente y la zona de almacenamiento de su banco de trabajo. Siempre que sea posible, se evitará colocar los materiales en el área situada delante del operario, ya que al estirarse hacia adelante exige el empleo de los músculos de la espalda, y provocar por lo tanto, fatiga, como lo han demostrado investigaciones fisiológicas.

ilustración 2



Clasificación de los movimientos

El cuarto principio de la economía de esfuerzos del cuerpo humano es que los movimientos deben corresponder a la clase más baja posible. La clasificación se basa en las partes del cuerpo que sirven de eje a las que se mueven:

Cuadro 1: Clasificación de los movimientos:

| Clase | Punto de apoyo | Partes del cuerpo empleadas |
|-------|----------------|---------------------------------------|
| 1 | Nudillos | Dedo |
| 2 | Muñeca | Mano y dedos |
| 3 | Codo | Antebrazo, mano y dedos |
| 4 | Hombro | Brazo, antebrazo, mano y dedos |
| 5 | Tronco | Torso, brazo, antebrazo, mano y dedos |

Es evidente que a medida que se sube de clase van entrando en movimiento más partes del cuerpo, o sea que, cuanto más baja sea la clase, más movimientos se ahorrarán. Si al disponer el lugar de trabajo se coloca todo lo necesario al alcance del operario, la clase de movimientos necesarios para ejecutar el trabajo será la más baja posible.

Quizá sean útiles algunos comentarios más sobre la disposición del lugar de trabajo.

Si las dos manos realizan un trabajo análogo, hay que prever una reserva aparte de materiales o piezas para cada mano.

Cuando se utilice la vista para seleccionar el material, éste deberá estar colocado, siempre que sea posible, de manera que el operario pueda verlo sin necesidad de mover la cabeza.

La naturaleza y forma del material determinan su posición en el lugar de trabajo.

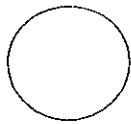
Las herramientas manuales deben recogerse alterando al mínimo el ritmo y simetría de los movimientos. En lo posible, el operario deberá recoger o depositar herramienta conforme la mano pasa de una fase de trabajo a la siguiente, sin hacer un recorrido especial. Los movimientos naturales son curvos y no rectos; las herramientas deben colocarse en el arco del movimiento, pero no en el camino de algún material que sea preciso deslizar por el banco de trabajo.

Las herramientas deben situarse de modo que sea fácil recogerlas y volverlas a poner en su lugar ; siempre que sea posible, a continuación se expone una forma de registro de los movimientos del operario.

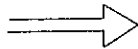
Ejemplo de material para recopilación de información, para estudio de operarios en su lugar de trabajo:

Diagrama Bimanual (Definición): el diagrama bimanual es un curso grama que se consigna la actividad de las manos (o extremidades) del operario e indica la relación entre ellas.

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, y en ese caso, se registra un solo ciclo completo de trabajo, pero con más detalles que lo habitual en los diagramas de la misma serie. Esto figuraría en un cursograma como una sola operación que se descompone aquí en varias actividades elementales. Los símbolos que se utilizan son generalmente los mismos que en otros diagramas, pero se le atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarque más detalles.



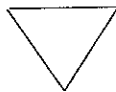
OPERACION: se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta pieza o material.



TRANSPORTE: se emplea para representar el movimiento de la mano o extremidad hasta el objeto de trabajo, herramienta o material desde uno de ellos.



ESPERA: se emplea para representar e indicar el tiempo en que la mano o extremidad no trabaja (aunque quizá trabajen otras)



SOSTENIMIENTO (Almacenamiento): con los diagramas bimanuales, no se emplea el término almacenamiento y el símbolo que le corresponde se utiliza para el acto de sostener una pieza, herramienta o material con la mano, cuya actividad se está consignando.

Elaboración de un diagrama bimanual

El formulario de diagrama deberá comprender.

espacio, en la parte superior para información habitual;

espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo (equivalente al del diagrama de recorrido que se utiliza junto con el cursograma analítico) o para el croquis de las plantillas, etc.;

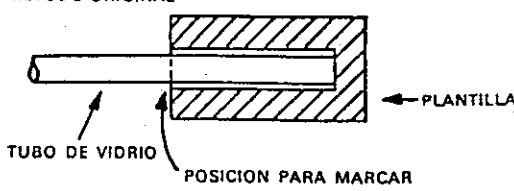
espacio para los movimientos de ambas manos;

espacio para un resumen de movimientos y análisis del tiempo de inactividad.

Al componer diagramas conviene tener presentes estas observaciones:

1. Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
2. Registrar una sola mano cada vez.
3. Registrar unos pocos símbolos cada vez.
4. La acción de recoger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones. Conviene empezar con la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo, en el punto exacto de partida que se elija, ya que al completar el ciclo se llegará nuevamente allí, pero debe fijarse claramente. Luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza la otra mano.
5. Registrar las acciones en el mismo renglón sólo cuando tienen lugar al mismo tiempo.
6. Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos. Verifíquese si en el diagrama las dos manos corresponden a la realidad.
7. Procúrese registrar todo lo que hace el operario y evítense las operaciones con transporte o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

Ilustración 3: Ejemplo de un diagrama bimanual de corte de tubos de vidrio

| DIAGRAMA BIMANUAL | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|---|------|---|---|---|---|------------------------------|
| DIAGRAMA núm. 1 HOJA núm. 1 | | | DISPOSICION DEL LUGAR DE TRABAJO | | | | | | |
| DIBUJO Y PIEZA: <i>Tubo de vidrio de 3 mm diám. y 1 m long.</i> | | | METODO ORIGINAL  | | | | | | |
| OPERACION: <i>Cortar trozos de 1.5 cm</i> | | | | | | | | | |
| LUGAR: <i>Talleres generales</i> | | | | | | | | | |
| OPERARIO: | | | | | | | | | |
| COMPUESTO POR: | | FECHA: | | | | | | | |
| DESCRIPCION MANO IZQUIERDA | ○ | ▷ | D | ▽ | ○ | ▷ | O | ▽ | DESCRIPCION MANO DERECHA |
| <i>Sostiene tubo</i> | | | | | | | | | <i>Recoge lima</i> |
| <i>Hasta plantilla</i> | | | | | | | | | <i>Sostiene lima</i> |
| <i>Mete tubo en plantilla</i> | | | | | | | | | <i>Lleva lima hasta tubo</i> |
| <i>Empuja hasta fondo</i> | | | | | | | | | <i>Sostiene lima</i> |
| <i>Sostiene tubo</i> | | | | | | | | | <i>Muesca tubo con lima</i> |
| <i>Retira un poco tubo</i> | | | | | | | | | <i>Sostiene lima</i> |
| <i>Hace girar tubo 120°/180°</i> | | | | | | | | | <i>Sostiene lima</i> |
| <i>Empuja hasta fondo</i> | | | | | | | | | <i>Acerca lima a tubo</i> |
| <i>Sostiene tubo</i> | | | | | | | | | <i>Muesca tubo</i> |
| <i>Retira tubo</i> | | | | | | | | | <i>Pone lima en mesa</i> |
| <i>Pasa tubo a la der.</i> | | | | | | | | | <i>Va hasta tubo</i> |
| <i>Dobla tubo para partirlo</i> | | | | | | | | | <i>Dobla tubo</i> |
| <i>Sostiene tubo</i> | | | | | | | | | <i>Suelta trozo cortado</i> |
| <i>Corre a otra parte de tubo</i> | | | | | | | | | <i>Va hasta lima</i> |
| RESUMEN | | | | | | | | | |
| METODO | ACTUAL | | PROPUESTO | | | | | | |
| | IZQ. | DER. | IZQ. | DER. | | | | | |
| <i>Operaciones</i> | 8 | 5 | | | | | | | |
| <i>Transportes</i> | 2 | 5 | | | | | | | |
| <i>Esperas</i> | - | - | | | | | | | |
| <i>Sostenim.</i> | 4 | 4 | | | | | | | |
| <i>Inspecciones</i> | - | - | | | | | | | |
| <i>Totales</i> | 14 | 14 | | | | | | | |

Referencia bibliográfica

Fuente: OIT, Introducción al Estudio del Trabajo
 Quinta edición, Editorial Iberoamericana, México, 1988.

3.2. Recorrido y manipulación de materiales

Antes de describir las formas de realizar un estudio de recorrido y manipulación de materiales, se hace necesario explicar cuáles son las formas de disposición de conjuntos productores, y formas, cuyo objetivo es colocar las máquinas y/o equipo de la manera que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad, al costo más bajo y con el mínimo de manipulación, desde que se reciben las materias primas, hasta que se despacha los productos acabados o se obtiene el producto.

Existen básicamente cuatro (4) disposiciones de conjuntos productores:

- Disposición con componente principal fijo: en que el material que se debe elaborar no se desplaza en el conjunto, sino que permanece en un solo lugar, y, por lo tanto, toda la maquinaria y demás equipo necesarios se llevan hacia el.
- Disposición por proceso o función: es aquella en que todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas. Este sistema de producción se utiliza cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se producen en volumen relativamente pequeño.
- Disposición por producto o en línea: vulgarmente denominada producción en cadena. En este caso, toda la maquinaria y equipo necesarios para fabricar determinado producto se agrupan en una misma zona, y se ordenan de acuerdo con el proceso de fabricación; ejemplos típicos son el embotellado de gaseosas, el montaje de automoviles y el enlatado de conservas. Se emplea cuando la demanda de uno o varios productos es elevada o normalizada.
- Disposición por grupo o que posibilita la aplicación de métodos de producción por grupos (lotes). Recientemente, en un esfuerzo por aumentar la satisfacción en el trabajo, varias empresas han distribuido sus operaciones de un nuevo modo: el equipo de operarios trabaja en un mismo proceso y tiene a su alcance todas las máquinas y accesorios para completar su trabajo. En dichos casos, los operarios se distribuyen el trabajo entre si, normalmente, y se intercambian las tareas.

Una vez conocidos estos sistemas de disposición, se puede pasar a analizar el recorrido de los conjuntos productores; para decidir el cambio de disposiciones, es necesario efectuar un cuidadoso análisis del recorrido de los materiales, dado que, por lo general, tal cambio resulta costoso y la dirección no lo aprobará, a menos que esté convencida de que efectivamente reportará economías.

Formas de disponer conjuntos productores

Existen básicamente dos casos: cuando el conjunto productor ya está dispuesto y cuando el conjunto productor ha de planificarse; a continuación se detalla cada una de ellas:

A. Al idear la disposición de una fábrica o zona de trabajo, deben adoptarse las siguientes medidas:

- Determinar el equipo y maquinaria necesarios para la fabricación en función del tipo de producto o productos.
- Fijar el número de unidades de cada máquina y tipo de equipo necesarias para fabricar cada producto en función del volumen de ventas (basado en previsiones de ventas)
- Determinar el espacio necesario para el equipo productor calculando las dimensiones de la maquinaria.
- Prever el espacio para almacenes (tanto para materias primas como para productos acabados), productos en curso de fabricación y equipo para la manipulación de materiales.
- Calcular el espacio total requerido para la producción sumando los espacios necesarios para maquinaria y equipo, y el espacio necesario para almacenamiento y servicios auxiliares.
- Distribuir los diferentes departamentos con sus respectivas zonas de trabajo, de modo que el recorrido de trabajo sea el más económico posible.
- Establecer el plano del edificio teniendo en cuenta sobre todo la ubicación de las zonas de trabajo, áreas de almacenamiento y servicios auxiliares.
- Determinar el tamaño y disposición del terreno exterior a la fábrica, atribuyendo espacio suplementario para aparcamiento, recepción, expedición y zonas verdes.

B. Es más común que un especialista en estudio del trabajo tenga que modificar la disposición existente. En este caso, el principal problema consiste en determinar el mejor recorrido posible del trabajo, para lo que resultan de utilidad varios diagramas. El diagrama que se emplee variará según se estudie el recorrido de un producto o proceso, el de varios productos o de los procesos ejecutados simultáneamente.

Ejemplo de material para recopilación de información, para estudio de recorrido y manipulación de materiales:

Diagrama de recorrido y cursograma analítico

Para establecer el recorrido de un solo producto o proceso, se acostumbra utilizar el cursograma analítico, completado con un diagrama de recorrido. El cursograma analítico resulta de utilidad para registrar las distancias recorridos y el tiempo de cada operación; sirve de instrumento analítico para examinar con espíritu crítico el método existente. El diagrama de recorrido, en cambio, viene a ser un plano de la zona de trabajo, hecho más o menos a escala, que muestra la posición correcta de las máquinas y puestos de trabajo. A partir de las observaciones hechas in situ, se trazan los movimientos del producto o de sus componentes, utilizando, en ciertos casos, los símbolos de los cursogramas para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos. En algunos casos, basta una ojeada a un diagrama de recorrido muy sencillo, en el que se representan los movimientos del material entre lugares de trabajo para ver que existen movimientos inútiles, que pueden reducir recorridos.

Ejemplo de utilización de un diagrama de recorrido con un cursograma analítico, del proceso de recepción e inspección de piezas de avión (Ver ilustraciones del método actual (ilustración 4) y propuesto (ilustración 5)).

Ilustración 4

DIAGRAMA DE RECORRIDO

Recepción, inspección y numeración de piezas (Método Original)

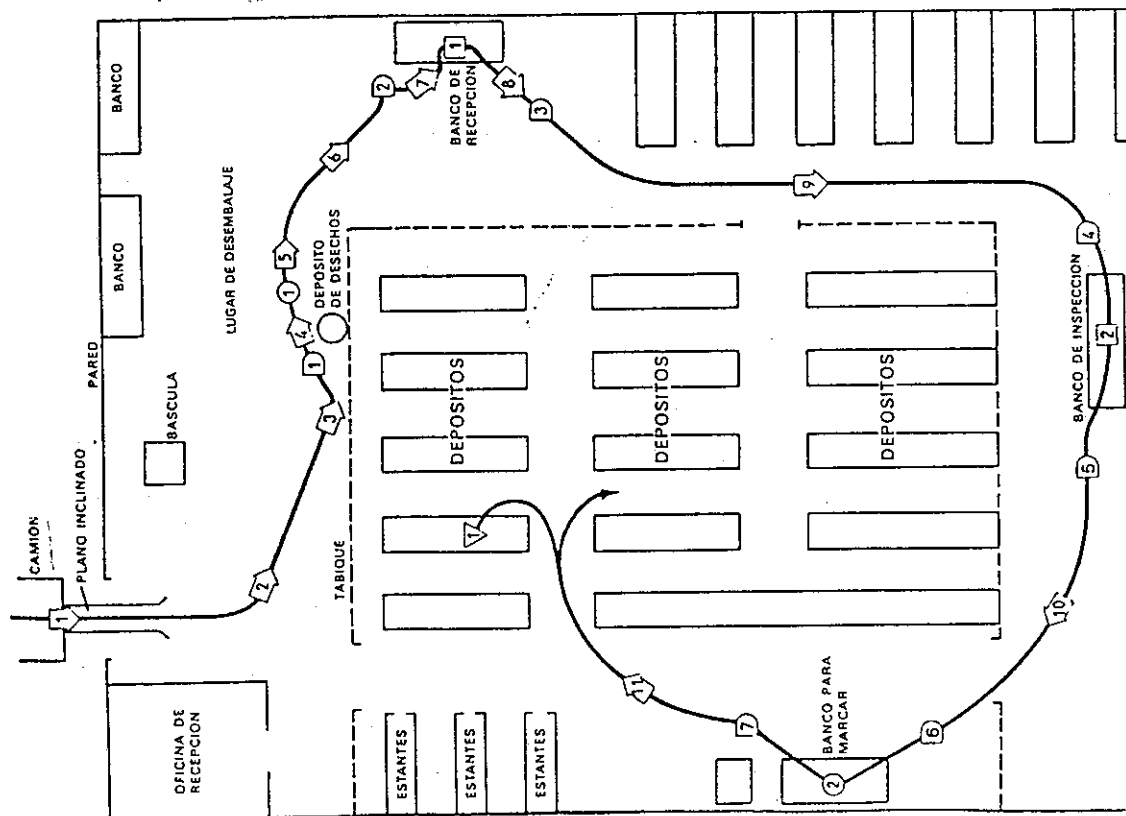
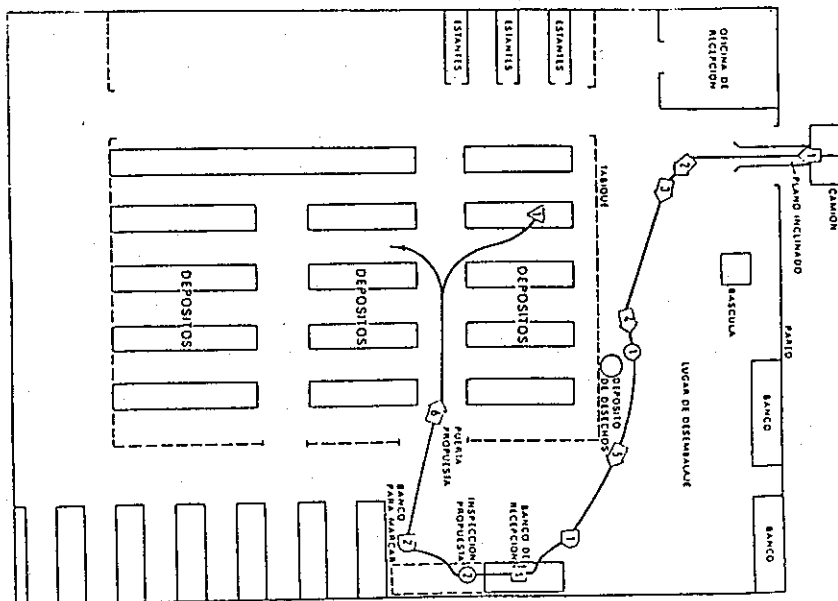


Ilustración 5

DIAGRAMA DE RECORRIDO

Recepción, inspección y numeración de piezas (Método Propuesto)



3.3 Estudio de tiempos (Muestreo del trabajo)

El muestreo del trabajo es una técnica para determinar mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad; este tipo de muestreo sigue lineamientos estadísticos para inferir de una muestra el comportamiento de una maquinaria y/o trabajador en procesos productivos (determinación de métodos y tiempos estándar).

El muestreo del trabajo (conocido también por "muestreo de actividades", método de observaciones simultáneas", "método de observaciones aleatorias" y control estadístico de actividades"); es una técnica que, como su nombre lo indica, se basa en el muestreo.

Para obtener un visión completa y exacta del tiempo productivo y del tiempo inactivo de todas las máquinas en una zona dada de producción, sería necesario observar continuamente cada una de las máquinas de dicha zona y registrar el momento y la causa de cada interrupción. Esto es algo evidentemente imposible de realizar, a menos que una multitud de trabajadores se dedicaran exclusivamente a esa tarea, lo que sería absurdo en la práctica.

Fuente: OIT, Introducción al Estudio del Trabajo
Quinta edición, Editorial Iberoamericana, México, 1988.

Sin embargo, si fuera posible observar de una ojeada qué hace cada máquina de una fábrica en determinado momento, quizá se descubriera que, por ejemplo, el 80 por ciento de las máquinas están funcionando y el 20 por ciento están paradas. Si se hiciera lo mismo veinte horas más a distintas horas del día, y si cada vez la proporción de máquinas que estuviera funcionando fuera del 80 por ciento, podrá decirse con cierta seguridad que en todo momento hay 80 por ciento de las máquinas en funcionamiento.

Como generalmente tampoco es posible aplicar esta técnica, hay que optar por la que le sigue en orden de preferencia: se hace una serie de recorridos del taller a intervalos aleatorios observando las máquinas que funcionan, las que están paradas y la causa de cada inmovilización. He aquí la base de la técnica de muestreo del trabajo. "Si el tamaño de la muestra es suficientemente grande y las observaciones se efectúan realmente al azar, existe una buena probabilidad de que dichas observaciones reflejen la situación real, con un margen determinado de error por exceso o por defecto":

Establecimiento de niveles de confianza

Si se lanzan al aire cinco monedas simultáneamente, anotando el número de caras y cruces que salgan. Repetimos luego esta operación 99 veces más. Los resultados de estos lanzamientos podrían representarse como en el cuadro de distribución proporcional de caras y cruces.

Si aumenta considerablemente el número de lanzamientos, utilizando cada vez un gran número de monedas, podrá obtenerse una curva más progresiva, como la ilustrada en la Gráfica 1

Cuadro 2: Distribución Proporcional de Caras y Cruces

| Combinación caras (p) | cruces (q) | Número de combinaciones |
|----------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 5 | 0 | 3 |
| 4 | 1 | 17 |
| 3 | 2 | 30 |
| 2 | 3 | 30 |
| 1 | 4 | 17 |
| 0 | 5 | 3 |
| | Total | 100 |

Esta curva, llamada curva de distribución normal, también puede representarse como en la Gráfica 2. Básicamente, esta curva indica que en la mayoría de los casos el número de caras tiende a igualar al de cruces en cualquier serie de lanzamientos (cuando $p=q$, que el número de lanzamientos es un máximo). En pocos casos, sin embargo, p es muy diferente de q por mera casualidad.

Las curvas de distribución normal pueden tener numerosas configuraciones; según sea el caso, pueden ser más achatada o más redondeadas. Para describir estas curvas se utilizan dos parámetros: la media o medida de dispersión y σ , que es la desviación de la media. Dado que aquí se trata de una proporción, para indicar el error típico o estándar de la proporción, se utilizará la expresión $\sigma \times p$.

El área delimitada por la curva de distribución normal se puede calcular. En la Gráfica 3, un $\sigma \times p$ a ambos lados del promedio dan un área de 68.27 por ciento. En otros términos, si el muestreo realizado ha sido realmente aleatorio, 95.45 por ciento de las observaciones estarán comprendidas entre $\pm 2\sigma \times p$ y 99.73 por ciento estarán comprendidas entre $\pm 3\sigma \times p$. Este es, de hecho, el grado de confianza que inspiran las observaciones. Sin embargo, para facilitar las cosas más vale evitar el uso de porcentajes decimales, pues es más sencillo hablar de un nivel de confianza del 95 por ciento que de 95.45 por ciento. Con ese fin, pueden cambiarse los cálculos, y obtenerse:

Nivel de confianza de 95 por ciento, o sea 95 por ciento del área comprendida por la curva = $1.96 \sigma \times p$.

Nivel de confianza de 99 por ciento, o sea 99 por ciento del área comprendida por la curva = $2.58 \sigma \times p$.

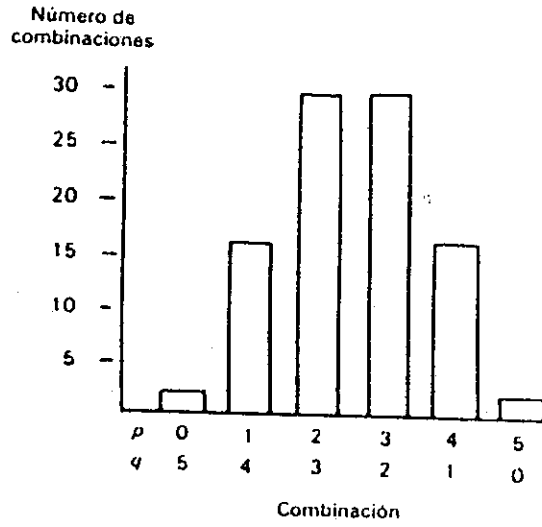
Nivel de confianza de 99.9 por ciento, o sea 99.9 por ciento del área comprendida por la curva = $3.3 \sigma \times p$.

En este caso, se puede decir que se toma una muestra aleatoria de gran tamaño, se puede confiar que en 95 por ciento de los casos las observaciones estarán comprendidas entre $\pm 1.96 \sigma \times p$, y así sucesivamente para los demás valores.

En el muestreo del trabajo, el nivel de confianza más generalmente utilizado es el de 95 por ciento.

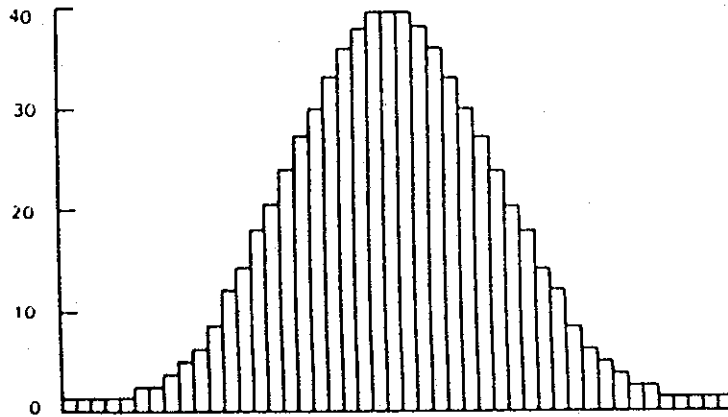
*Distribución proporcional de «caras» y «cruces»
(100 lanzamientos de cinco monedas a la vez)*

Gráfica 1



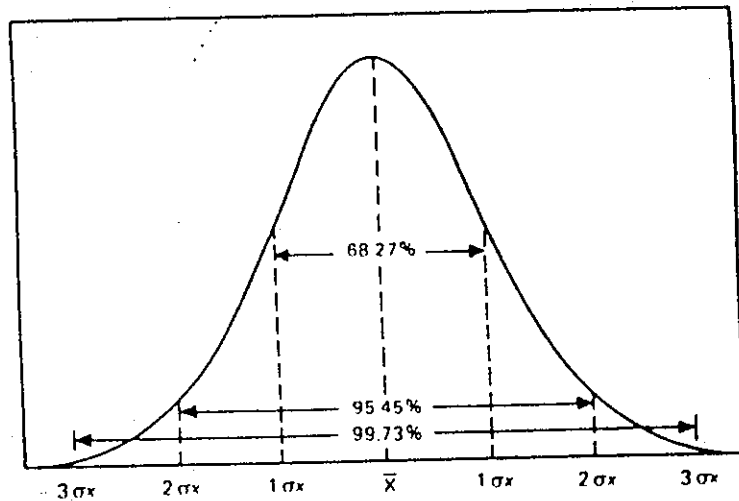
Gráfica 2

Curva de distribución que indica las probabilidades de combinaciones al utilizar grandes muestras



Gráfica 3

Curva de distribución normal



Determinación del tamaño de la muestra:

Además de definir el nivel de confianza de nuestras observaciones, también se debe decidir el margen de error que admitiremos. Se debe poder decir que por ejemplo "tenemos confianza en que un 95 por ciento de las veces la observación que hagamos tendrá una exactitud de ± 5 por ciento", o cualquier otro margen de exactitud que adoptemos.

Volvamos ahora a nuestro ejemplo del tiempo productivo y del tiempo inactivo de las máquinas de una fábrica. Para determinar el tamaño de la muestra que se necesita con este ejemplo, existen dos métodos: el método estadístico y el método nomográfico.

El método estadístico

La fórmula utilizada en este método es la siguiente:

$$\sigma_{x p} = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

En la que

$\sigma_{x p}$ = error estándar de la proporción;
 p = porcentaje de tiempo inactivo
 q = porcentaje de tiempo en marcha
 n = número de observaciones o tamaño de la muestra a determinar.

Sin embargo, antes de poder aplicar esta fórmula debemos tener por lo menos una idea de los valores p y q. Así, pues, el primer paso consiste en efectuar cierto número de observaciones aleatorias, en el lugar de trabajo. Supongamos que, como estudio preliminar y aleatorio, se efectuaron 100 observaciones, de las que se dedujo que la máquina estaba parada el 25 % de las veces ($p=25$) y en marcha el restante 75 por ciento ($q=75$). Ahora ya disponemos de los valores aproximados de p y q; para poder determinar el valor de n, se debe calcular antes el valor de q.

Tomemos, por ejemplo, un nivel de confianza de 95 por ciento con un margen de error del 10 por ciento (es decir, que tenemos confianza en que nuestros cálculos, en 95 por ciento de los casos, corresponderán a ± 10 por ciento del valor real).

A nivel de confianza de 95 por ciento,

$$1.96 \sigma_p = 10$$

$$\therefore \sigma_p = 5 \text{ aproximadamente}$$

Ahora podemos volver a nuestra ecuación inicial para derivar n:

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

$$\sigma_p = \sqrt{\frac{25 \times 75}{n}}$$

$$\therefore n = 75 \text{ observaciones.}$$

Si reducimos a ± 5 por ciento el margen de error, tendremos

1.96

$$1.96 \sigma_p = 5 \quad \therefore \sigma_p = 2.5 \text{ aproximadamente}$$

$$2.5 = \sqrt{\frac{25 \times 75}{n}} \quad \therefore n = \frac{25 \times 75}{(2.5)^2} = 300 \text{ observaciones}$$

En otras palabras para reducir el margen de error a la mitad, habrá que cuadruplicar el tamaño de la muestra.

Cómo efectuar observaciones aleatorias

Las conclusiones a que hemos llegado son válidas, siempre que podamos efectuar el número de observaciones necesarias para lograr el nivel de confianza y la precisión requeridos, y la condición de que las observaciones se hagan al azar.

Para asegurarnos de que las observaciones son efectivamente aleatorias, se puede utilizar la tabla de números aleatorios en el anexo No.1. Existen varios tipos de tablas de ese género, que pueden utilizarse de diferentes maneras. En nuestro caso, supongamos que nuestras observaciones se llevarán a cabo durante un turno de trabajo de ocho horas tiene 480 minutos, que pueden dividirse en 48 períodos.

Se puede empezar escogiendo en la tabla números al azar, como por ejemplo, cerrando los ojos y colocando la punta de un lápiz en algún lugar de la tabla. Supongamos que en este caso hemos caído por pura casualidad en el número 11, que se encuentra en el segundo bloque de la primera hilera vertical, cuarta columna, cuarta línea (cuadro). Seguidamente, se escoge un número cualquiera de 1 a 10. Supongamos nuevamente que hemos elegido el número 2; bajando ahora por la columna, se selecciona una cifra de cada dos y la anotamos, como se indica a continuación (si hubiéramos escogido el número 3, deberíamos seleccionar una cifra de cada tres, y así sucesivamente):

11 38 45 87 68 20 11 26 49 05

Observando estas cifras, nos damos cuenta de que debemos eliminar los números 87, 68 y 49, ya que son demasiado elevados, sólo tenemos 48 períodos de 10 minutos. Asimismo debe eliminarse el 11, pues es la cifra que hemos elegido al azar. Por consiguiente, debemos seguir seleccionando otras cifras para subsistir las cuatro que hemos eliminado. Se aplica, pues, el mismo sistema, tomando una cifra de cada dos a partir de la última apuntada, o sea, 05:

14 15 47 22

Estas cuatro cifras están dentro de la gama deseada y no han aparecido antes. Ahora se pueden clasificar por orden número las cifras seleccionadas, y basarse en ellas para calcular los momentos de la jornada de trabajo en que deben efectuarse las observaciones. La cifra más pequeña (5) representará el quinto período de diez minutos a partir de la hora en que empezó el trabajo, o sea las 7:00 horas. Por lo tanto, la primera observación se realizará a las 7:50 horas, y así sucesivamente (véase el cuadro)

Cuadro 3: Determinación de la secuencia de tiempos para las observaciones aleatorias

| Cifras utilizables, seleccionadas de la tabla de números aleatorios | Clasificadas por orden número | hora de observación* |
|---|-------------------------------|----------------------|
| 11 | 05 | 7:50 |
| 38 | 11 | 8:50 |
| 45 | 14 | 9:20 |
| 20 | 15 | 9:30 |
| 26 | 20 | 10:20 |
| 05 | 22 | 10:40 |
| 14 | 26 | 11:20 |
| 15 | 38 | 13:20 |
| 47 | 45 | 14:30 |
| 22 | 47 | 14:50 |

* Multiplicar cada cifra por 10 minutos y empezar a las 7 horas

Como realizar el estudio

Determinación del objetivo: antes de llevar a cabo las observaciones, es importante decidir el objetivo de nuestro muestreo del trabajo. El objetivo más simple es averiguar si determinada máquina está parada o en marcha. En este caso, nuestras observaciones tienden a descubrir sólo una de dos posibilidades, pero también podemos ampliar las observaciones con objeto de determinar la causa de que la máquina esté parada:

Puede ocurrir también que estemos interesados en determinar el porcentaje de tiempo dedicado a cada actividad cuando la máquina está en marcha.

Quizá queramos asimismo formarnos una idea de la distribución del tiempo (expresada en porcentajes) durante los períodos en que la máquina está en marcha y parada; en este caso se deben combinar los dos últimos modelos.

Puede ser que nos interese el porcentaje de tiempo dedicado por un trabajador o grupo de trabajadores a determinado elemento del trabajo. Si una tarea consta de diez elementos diferentes, observando al trabajador en los momentos que correspondan se puede anotar en qué elemento está trabajando, y así determinar el porcentaje de tiempo que han dedicado a cada elemento.

Los objetivos que se busquen al hacer el estudio determinarán, pues, el modelo de la hoja de registro que se utilizará en el muestreo del trabajo.

Cómo efectuar las observaciones

Hasta ahora, en la realización del estudio de muestreo del trabajo, se han seguido los primeros cinco pasos lógicos que en resumen son:

- Seleccionar el trabajo que estudiará y determinar los objetivos del estudio.
- Efectuar una observación preliminar para determinar los valores aproximados de p y q .
- Determinar, con base en el nivel de confianza y al grado de precisión seleccionados, el número n de observaciones requeridas.
- Determinar la frecuencia de las observaciones utilizando tablas de números aleatorios.
- Preparar hojas de registro conformes a los objetivos del estudio.

Todavía falta otro paso, o sea efectuar y registrar las observaciones analizar los resultados. Para efectuar las observaciones, es necesario que el especialista en estudio del trabajo tenga desde el principio una idea clara de lo que quiere lograr y por qué lo quiere. Debería evitar ambigüedades al clasificar actividades. Por ejemplo, si el motor de una carretilla de horquilla está funcionando mientras que se espera que la carguen o la descarguen, el especialista debe decidir de antemano si la carretilla debe considerarse en marcha o parada. También debe de todas maneras hablar con las personas que desea observar y explicarles el objeto del estudio e indicarles que debe llevar a cabo su trabajo a ritmo normal; además, debe esforzarse por conquistar su confianza y colaboración.

El especialista que observe la máquina A no debería anotar lo que está sucediendo en la máquina B, porque falsearía el estudio, y daría una idea errónea de la realidad.

El cálculo de los resultados puede efectuarse rápidamente en la misma hoja de registro. Gracias a éste método, se puede calcular el porcentaje de tiempo productivo en relación con el de espera, analizar los motivos de tiempo improductivo y determinar el porcentaje de tiempo dedicado por un trabajador, grupo de trabajadores o máquina a determinado elemento de trabajo. Todos estos datos son de por sí una información útil que puede obtenerse en forma sencilla.

3.4. Sistemas para medición, tiempos y movimientos

Para llevar a cabo mediciones de tiempos, antes se hace necesario un registro detallado de los movimientos, para cualquier método de toma de tiempos (cronometración o utilización de tiempos predeterminados). Primero se expondrá la parte de técnicas de estudio de movimientos detallados (micromovimientos), y luego las técnicas de medición de tiempos (cronometración y MTM).

Micromovimientos

En ciertas clases de operaciones, particularmente las de ciclo muy corto que se repiten miles de veces, como empaquetar caramelos o encajonar latas de conservas, vale la pena examinar la operación con mucho mayor detalle para determinar dónde es posible ahorrar movimientos y esfuerzos y ordenar la sucesión de gestos de manera que el operario pueda repetir la operación con el mínimo de esfuerzo y de fatiga. Las técnicas que se utilizan frecuentemente aprovechan la posibilidad de filmar al operario y se denominan colectivamente estudio de micromovimientos.

Las técnicas de micromovimientos se basan en la idea de dividir la actividad humana por movimientos o grupos de movimientos (denominados therbligs), según el propósito con que se hagan.

Estas divisiones se deben a Frank Gilbreth, fundador del estudio de movimientos, y la palabra therblig es su apellido a la inversa. Gilbreth distinguió diecisiete movimientos fundamentales de las manos o de las manos y ojos, a los que se sumó más tarde otro más. Los therbligs indican los movimientos y las razones de inactividad. Cada uno tiene su símbolo, letra y color distintivo.

Los therbligs se refieren primordialmente a los movimientos del cuerpo humano en el lugar de trabajo y a las actividades mentales relacionadas con ellos. Permiten describir el trabajo con mucha mayor precisión y detalle que cualquier otro de los procedimientos estudiados hasta ahora en esta obra. En cambio, se necesita mucha práctica para poder utilizarlos en un análisis con cierto grado de seguridad.

Técnicas para el estudio (Registro) de micromovimientos:

- **El Simograma:** es una de las técnicas de registro de movimientos; el diagrama de movimientos simultáneos, denominada simograma.

Definición: el simograma es un diagrama, a menudo basado en un análisis cinematográfico, que se utiliza para registrar simultáneamente, con una escala de tiempos común, los therbligs o grupos de therbligs referentes a diversas partes del cuerpo de uno o varios trabajadores.

El simograma es la representación en micromovimientos del cursograma para el operario. Como los simogramas se utilizan principalmente para las operaciones de corta duración a menudo se ejecutan con extraordinaria rapidez, suele ser necesario componerlos basándose en películas de la operación que se pueden detener en cualquier punto proyectar en cámara lenta. Los movimientos se registran por unidad de tiempo denominadas "guiños" (un guiño = 1/2000 de minuto), según lo que indica un "contador de guiños" colocado de tal manera que se lo vea girar mientras se rueda la película.

En algunos simogramas, se enumeran los dedos utilizados, la muñeca y la parte superior e inferior del brazo. El sombreado de las diversas columnas representa los colores de los therbligs correspondientes a los movimientos; las letras se refieren a los símbolos de therbligs. ejemplo de simograma:

El empleo de películas

En el estudio de micromovimientos de métodos, las películas pueden utilizarse para los fines siguientes:

- Memofotografía (Técnica para registrar movimientos en que se saca una sucesión de fotografías con una cámara adaptada para que las imágenes se fijen a intervalos más largos de lo normal, o sea, por lo general, de 1/2 segundo a cuatro segundos).

La cámara se coloca de modo que abarque toda la zona de trabajo y se regula para que saque un promedio de una o dos imágenes por segundo en lugar de las veinticuatro habituales. Se puede así condensar en un minuto las actividades de diez o veinte y obtener un cuadro muy rápido de la escena general, que a su vez permita localizar los principales movimientos inútiles y adoptar medidas para eliminarlos. Este método de análisis, aplicado desde hace pocos años, ofrece grandes posibilidades y es muy económico.

- Estudio de micromovimientos: se ha hecho referencia ya a ellos en la sección precedente. Las ventajas de las películas sobre la observación directa son que:

- registran más detalles que el ojo humano;
- dejan una constancia más exacta que el método del lápiz, papel y cronómetro;
- son más prácticas;
- proporcionan un verdadero documento;
- contribuyen al perfeccionamiento de los propios especialistas del trabajo.

Cuando se estudian operaciones de ciclo breve, suele hacerse un bucle con la película a fin de poder proyectar la operación varias veces.

Entre los usos de las películas en campos afines al análisis de métodos, está la readaptación profesional de los operarios.

- **Ciclograma:** es el registro de un trayecto, habitualmente trazado por una fuente luminosa continua en una fotografía, con preferencia estereoscópica. Para dibujar así el trayecto de una mano, por ejemplo, se pide al trabajador que se ponga una sortija con una lucecita que deje marca en la fotografía. O bien, si se quiere ver el camino que recorre mientras ejecuta su trabajo, se le coloca la lucecita en el casco o gorra que lleve.
- **Cronociclograma:** es una variedad de ciclograma trazado con una luz intermitente regulada de tal modo que el trayecto quede marcado por una serie de trazos en forma de lágrima cuya punta señale la dirección, y cuyos espacios indiquen la velocidad del movimiento.

3.4 Sistemas para medición del tiempo de trabajo

Todos los sistemas de medición del trabajo involucran: (a) la medición del tiempo efectivamente observado, y (b) el ajuste del tiempo observado para obtener el "tiempo normal" mediante la calificación del rendimiento de los trabajadores. Los sistemas alternativos que se describirán combinan estos dos factores:

El método de cronometración

Consiste en la medición del tiempo para realizar una determinada tarea mediante un muestreo de operarios tipo. El método más comúnmente usado incluye un estudio de tiempos de parar y observar una calificación simultánea del rendimiento de la operación para determinar el tiempo normal. El procedimiento general es el siguiente:

- Normalice los métodos de la operación; es decir determínese el método normal especificando la distribución del lugar de trabajo, la secuencia de los elementos, etc. Regístrese la práctica normal resultante.
- Seleccione para el estudio al operario experimentado y adiestrado en los métodos normales.
- Determine la estructura elemental de la operación para fines de la medición de tiempos. Esto puede involucrar una división de la operación en sus elementos y la separación de los elementos que se dan en todos los ciclos de los que se dan sólo en forma periódica o al azar. Por ejemplo, el afilado de herramientas se prodría requerir cada 100 ciclos para mantener los límites de calidad. Los ajustes de las máquinas podrían ocurrir a intervalos aleatorios.
- Observe y registre el tiempo efectivamente requerido por los elementos, haciendo calificaciones simultáneas del rendimiento.
- Determine el número de observaciones que se requieren para obtener la precisión deseada del resultado con base en los datos muestrales obtenidos en el paso anterior, y así, obtenga más datos si es necesario.

- Registre el tiempo, para ello puede cronometrar cada elemento; esto lo puede hacer por varios métodos, los más utilizados son el cronometraje acumulativo y cronometraje con vuelta a cero.

En el **cronometraje acumulativo**, el reloj funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio; se pone en marcha al principio del primer elemento o ciclo y no se le detiene hasta acabar el estudio. Al final de cada elemento, se apunta la hora que marca el cronómetro, y los tiempos de cada elemento, el tiempo se obtiene haciendo las respectivas restas después de terminar las observaciones.

En el **cronometraje con vuelta cero**, los tiempos se toman directamente al acabar cada elemento; se hace volver un segundero a cero y se le pone en marcha nuevamente para cronometrar el siguiente elemento, sin que el mecanismo del reloj pare inmediatamente. Existen variaciones de ambos o su combinación.

- Calcule el tiempo norma = tiempo medio efectivamente observado por el factor medio de calificación partido cien.
- Determine las tolerancias de tiempo personal, demoras y fatigas.
- Determine el tiempo estándar = tiempos normales para los elementos + tiempo de las tolerancias.

División de los elementos.

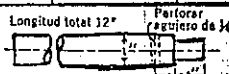
La práctica común consiste en dividir la operación total del elemento en vez de observar todo el ciclo en conjunto. Esta práctica se sigue por varias razones:

- La división en elementos ayuda a describir la operación con algún detalle indicando el procedimiento seguido paso a paso durante el estudio.
- Se obtiene más información que puede resultar valiosa para la comparación de tiempos de los elementos similares en tareas diferentes y para redactar un instructivo de datos de tiempos normales para elementos comunes en familias de tareas. Contando con los datos normales para los elementos, se pueden pronosticar los tiempos de ciclo de tamaños nuevos sin necesidad de hacer estudios adicionales.
- El nivel de rendimientos de un trabajador puede variar en diversas partes del ciclo. Contando con una división de los elementos, se pueden asignar diferentes calificaciones de rendimiento a elementos distintos cuando el ciclo total es suficientemente prolongado para permitir una evaluación separada del rendimiento.

Obtención y registro de datos

La ilustración 6 es un estudio muestral de registro de tiempo de 20 ciclos mediante el método continuo.

Ilustración 6
HOJA DE REGISTRO DE OBSERVACION DE TIEMPO Y TRABAJO

| Hoja de observación | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|------|------|-------------------------|-------|---|------|------|------|----------------------------|-------|-------|
| Hoja 1 de 1 hoja | | | | | | | | | | Fecha | | | | | | |
| Operación Perforar un agujero de 1/4" | | | | | | | | | | Nombre de la pieza | | | | | | |
| Fecha de Moto: | | | | | | | | | | Pieza No. | | | | | | |
| Nombre de la máquina Avey | | | | | | | | | | Máquina No. 2174 | | | | | | |
| Nombre y No. del operario A. Rodríguez 1347 | | | | | | | | | | Hombre <input checked="" type="checkbox"/> Mujer <input type="checkbox"/> | | | | | | |
| Experiencia en el trabajo 18 meses en perforaciones | | | | | | | | | | MATERIAL S.A.E. 2315 | | | | | | |
| SUPERVISOR J. González | | | | | | | | | | Depl. No. DL 21 | | | | | | |
| EMPEZÓ (h:m:s) | TERMINO (h:m:s) | TRANSCURRIERON UNIDADES TERMINADA | TIEMPO EFECTIVO EN 100 Hs | Nº. DE MÁQUINAS OPERADAS | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Valoc. Energ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | T. S. |
| 1. Tomar la pieza y colocarla en la guía | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .12 | .11 | .12 | .13 | .12 | .10 | .12 | .12 | .14 | .12 |
| | | | | | | R | .12 | .20 | .39 | .56 | .77 | .92 | 0.01 | 14 | .32 | |
| 2. Apretar tornillos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .13 | .12 | .12 | .14 | .11 | .12 | .12 | .13 | .12 | .11 |
| | | | | | | R | .25 | .41 | .51 | .68 | .77 | .89 | 7.04 | 14 | .26 | .43 |
| 3. Adelantar el taladro hacia la pieza | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .05 | .04 | .04 | .06 | .04 | .04 | .04 | .03 | .04 | .04 |
| | | | | | | R | .30 | .45 | .55 | .72 | .82 | .93 | .08 | .18 | .29 | .47 |
| 4. Perforar agujero de 1/4" | | | | | 900 | H | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .67 | .64 | .68 | .67 | .64 | .68 | .62 | .63 | .69 | .68 |
| | | | | | | R | .87 | .99 | 3.11 | 4.23 | 5.36 | 6.51 | .60 | .71 | .88 | 11.03 |
| 5. Levantar el taladro del agujero | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .04 | .03 | .03 | .03 | .03 | .03 | .03 | .04 | .03 | .03 |
| | | | | | | R | .91 | 2.09 | .14 | .26 | .39 | .54 | .83 | .74 | .92 | .06 |
| 6. Aflojar tornillos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .08 | .08 | .07 | .08 | .08 | .08 | .08 | .08 | .07 | .08 |
| | | | | | | R | .97 | .08 | .21 | .32 | .45 | .59 | .69 | .80 | .99 | .14 |
| 7. Retirar la pieza de la guía | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .08 | .09 | .08 | .08 | .09 | .08 | .07 | .08 | .09 | .07 |
| | | | | | | R | 1.04 | .17 | .29 | .40 | .54 | .68 | .76 | .88 | 0.08 | .21 |
| 8. Saptar la viruta | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .13 | .10 | .12 | .14 | .13 | .12 | .13 | .12 | .12 | .11 |
| | | | | | | R | .18 | .27 | .41 | .54 | .67 | .80 | .89 | 9.00 | .20 | .32 |
| 9. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .12 | .11 | .13 | .14 | .12 | .11 | .13 | .12 | .12 | .12 |
| | | | | | | R | 1.4 | .56 | .69 | .82 | .87 | 1.01 | 8.09 | .21 | .31 | .42 |
| 10. (1) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .12 | .14 | .12 | .11 | .12 | .10 | .13 | .16 | .17 | .11 |
| | | | | | | R | .56 | .70 | .81 | .93 | .99 | .11 | .22 | .36 | .43 | .53 |
| 11. (2) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .04 | .04 | .04 | .03 | .04 | .04 | .04 | .04 | .04 | .04 |
| | | | | | | R | .60 | .74 | .85 | .96 | 6.03 | .15 | .26 | .40 | .47 | .57 |
| 12. (3) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .64 | .63 | .66 | .62 | .67 | .64 | .60 | .63 | .66 | .64 |
| | | | | | | R | 2.14 | 3.22 | 14.40 | 5.48 | .60 | .69 | .76 | .93 | 21.02 | 22.15 |
| 13. (4) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .03 | .03 | .03 | .03 | .03 | .03 | .03 | .03 | .03 | .03 |
| | | | | | | R | .17 | .30 | .43 | .51 | .63 | .72 | .79 | .96 | .05 | .14 |
| 14. (5) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .08 | .08 | .08 | .07 | .08 | .08 | .08 | .08 | .08 | .08 |
| | | | | | | R | .23 | .36 | .49 | .58 | .69 | .77 | .85 | 10.08 | .10 | .20 |
| 15. (6) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .08 | .08 | .08 | .08 | .08 | .07 | .08 | .08 | .08 | .08 |
| | | | | | | R | .31 | .44 | .58 | .66 | .77 | .84 | .93 | .08 | .13 | .28 |
| 16. (7) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | .14 | .12 | .10 | .09 | .12 | .14 | .16 | .17 | .12 | .12 |
| | | | | | | R | .45 | .56 | .68 | .75 | .89 | .98 | 9.08 | .19 | .30 | 22.46 |
| 17. (8) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | | | | | | | | | | |
| | | | | | | R | | | | | | | | | | 1.11 |
| 18. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | T | | | | | | | | | | |
| | | | | | | R | | | | | | | | | | |
| Seleccionado Tiempo 1.11 | | Cualificación 100% | | normal Tiempo | | 1.11 | | Total de concesiones 5% | | Tiempo típico 1.17 | | | | | | |
| Longitud total 12" | | | | | Perforar agujero de 1/4" | | | | | HERRAMIENTAS, GUÍAS, MEDIDORES: | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | Guía No. D-12-33 Usar Taladro 1/4" Diam. IMPULSADO A MANO Usar aceite-S4 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Tomador de tiempo J. B. M. | | |

En este ejemplo, fue utilizado el método de cronometración continuo. El tiempo cronometrado de cada elemento del ciclo se registró en (R), y su resta en (T) que es el tiempo real por cada elemento que conforma el ciclo de medición. El tiempo normal es la sumatoria de promedio de los elementos, registrados en la columna marcada TS. El porcentaje de tiempo de concesiones o tolerancias es del 5%.

$$TS = \sum \text{promedio de los elementos} + \% \text{ de concesiones o tolerancias}$$

$$TS = 1.11 + 0.05 * 1.11 = 1.17$$

Elliot S. Buffa, Administración de la Producción
Editorial Iberoamericana, 5ta. edición, México 1,984

Determinación de normas de producción

Antes de establecer y dar a conocer el tiempo tipo (estándar) de una operación, es necesario añadir al tiempo normal (suma de tiempos normales de todos los elementos que intervienen en el ciclo de trabajo) los suplementos siguientes:

- Suplementos por características del proceso.
- Suplementos por descanso y por necesidades personales
- Suplementos especiales
- Suplementos discrecionales

Los suplementos por descanso y necesidades personales se deben añadir en todas las operaciones; los otros suplementos pueden añadirse individual o conjuntamente seguir el tipo de trabajo. Las causas por tiempo improductivo son aquellas que forman parte del proceso tales como preparar instalaciones, maquinaria o lugares de trabajo, limpieza de máquinas, instalaciones, recoger materiales, conservar herramientas y quipo. El suplemento por descanso es el margen de tiempo que se añade al tiempo normal (calculado generalmente en porcentaje) para proporcionar al trabajador la oportunidad de recuperarse de los efectos fisiológicos del gasto de energía inherente a la ejecución de un trabajo especificado en condiciones determinadas, y para atender a sus necesidades personales. Todos estos factores se expresan en forma porcentual y se añaden al tiempo normal para determinar el tiempo estándar. Estos suplementos son usados tanto para medición cronometrada, como para medición de movimientos predeterminados (MTM).

Sistema MTM

Para utilizar las normas MTM (métodos tiempo medición), el procedimiento general es el siguiente:

- Normalice los métodos de la operación; es decir, determínese el método normal especificando la distribución del lugar de trabajo, la secuencia de los elementos, etc. Regístrese la práctica normal resultante.
- Seleccione para el estudio al operario experimentado y adiestrado en los métodos normales.
- Determine la estructura elemental de la operación para fines de la medición de tiempos. Esto puede involucrar una división de la operación en sus elementos y la separación de los elementos que se dan en todos los ciclos de los que se dan sólo en forma periódica o al azar. Por ejemplo, el afilado de herramientas se podría requerir cada 100 ciclos para mantener los límites de calidad. Los ajustes de las máquinas podrían ocurrir a intervalos aleatorios.

- Con base en tablas de tiempos predeterminadas (MTM, factor de trabajo, estudio del tiempo básico u otras similares), registre estos
- Calcule el tiempo normal = tiempo medio efectivamente observado por el factor medio de calificación partido cien.
- Determine las tolerancias de tiempo personal, demoras y fatigas.
- Determine el tiempo estándar (haciendo la traducción de unidades de medida del tiempo (tmu) a segundos = tiempos normales para los elementos + tiempo de las tolerancias).

Las unidades de tiempo de MTM se expresan en unidades de medida del tiempo (tmu) que representa 1/100000 de hora o 1/28 de segundo.

CAPITULO IV

FACTORES QUE CONTRIBUYEN A ESTABLECER NUEVOS METODOS DE TRABAJO

4.1 Ergonomía

Para analizar acertadamente los efectos de la higiene y seguridad sobre la productividad, no se puede hacer abstracción del concepto de ergonomía. Este término cubre un sector que ha sido objeto de un extraordinario desarrollo durante los últimos años y cuyos límites ni se perciben aún claramente. Sin embargo, pueden definirse como medidas ergonómicas que van más allá de la simple protección de la integridad física del trabajador, y tienen por objeto darle bienestar, instaurando para ello condiciones óptimas de trabajo y utilizando lo mejor posible sus características físicas y sus capacidades fisiológicas y psíquicas. Por consiguiente, la productividad no es el objetivo principal de la ergonomía, sino generalmente, uno de sus resultados finales. Su función consiste en crear condiciones más adecuadas para los trabajadores en lo que se refiere a iluminación, clima y ruido, reducir la carga física del trabajo (sobre todo en ambientes calurosos), mejorar la postura del trabajo y reducir el esfuerzo de ciertos movimientos, aliviar las funciones psicosenoriales en la lectura de los dispositivos de señalización, facilitar la manipulación de palancas y mandos de las máquinas, aprovechar mejor los reflejos espontáneos y los estereotipados, evitar los esfuerzos de memoria innecesarios, etc.

Muchas medidas ergonómicas, por su naturaleza, deben aplicarse en la fase de concepción de un edificio, equipo o máquina, o desde el momento en que se instala el equipo, ya que las modificaciones posteriores suelen ser menos eficaces y mucho más costosas. El usuario de la maquinaria deberá incluir en las cláusulas del contrato con el fabricante las normas ergonómicas específicas que éste debe respetar. El contrato debería estipular los colores, señales luminosas y mandos de seguridad que ya ha sido normalizados por la (ISO) Organización Internacional de Normalización y la Comisión electrotécnica Internacional (CEI), sobre todo los indicadores y cuadrantes de señalización. Se debería además prestar atención no sólo a los aspectos del equipo que repercuten en la producción, sino a los que tienen una importancia decisiva para mantenimiento en buen estado.

4.2 Control de calidad (Definición): el establecimiento y control de calidad se refieren a la determinación de normas de calidad y a la medición y control necesarios para vigilar que las normas que se fijan mantengan y realicen. Estas normas pueden ser dimensiones especificadas, composición química de materias primas, o factores subjetivos como las verrugas de una pintura, raspaduras u otros defectos que pueden dañar el aspecto. Las normas establecidas se pueden referir a mercancía de baja calidad.

La calidad en la manufactura es lo que conoce la mayoría de personas por el término control de calidad. En realidad, hay tres subetapas importantes que describen este control. (a) inspección y control de materias primas que llegan (b) Inspección del producto y el control del proceso (c) la inspección y prueba del rendimiento del producto. Es en estas subetapas donde se encuentra la mayor aplicación de las conocidas técnicas de inspección y control estadístico de la calidad. El control de calidad en la manufactura tiene por objeto la realización de normas de calidad mediante la medición de las características de las materias primas, las piezas y los productos, y la comparación de tales medidas establecidas para (a) Aceptar o rechazar y (b) corregir el rendimiento mediante la retroalimentación de información. En esta forma, las técnicas de aceptación por inspección y muestreo proporcionan un control mediante la filtración de artículos que no satisfacen las normas. Estas técnicas determinan una acción correctora antes de que las pérdidas por desperdicios se vuelvan prohibitivas. Por último, la retroalimentación de información procedente de las diversas operaciones de inspección y producción proporciona datos para la posible revisión de las normas de calidad y diseños del producto.

4.3 Consideraciones del factor humano para la implantación de nuevos métodos de trabajo

Cuando se cambia un modo o método de producción, se hace necesario la implantación de éste, tomando en cuenta que el personal que se ve involucrado en el puede presentar variadas actitudes ante el cambio. Es por ello que se considera ésta una de las partes más difíciles del estudio de métodos, y es entonces necesaria la cooperación activa de la dirección y de los sindicatos. También son sumamente importantes las cualidades personales del especialista en estudio de trabajo, su capacidad para explicar clara y sencillamente lo que propone y su habilidad para relacionarse con otras personas y granjearse su confianza. La implantación del nuevo método puede subdividirse en cinco fases:

- Lograr que el jefe del departamento o del taller acepte el cambio.
- Obtener la aprobación de la dirección de la fábrica y de la dirección general
- Conseguir la aceptación de los operarios afectados por el cambio y la de sus representantes
- Enseñar el nuevo método a los trabajadores
- Seguir de cerca la marcha del trabajo hasta tener la seguridad de que se ejecuta con arreglo de las previsiones

Si se proponen cambios que influyan en el número de trabajadores empleados en la operación - como suele ocurrir, salvo cuando se trata de la utilización de los trabajadores. Es necesario estudiar con todo cuidado los planes para cambiar la distribución de la mano de obra a fin de ocasionar el mínimo de trastornos o molestias. Es menester tener presente que, incluso cuando se trata de una operación ejecutada por un solo hombre, el operario de una fábrica o de cualquier empresa no trabaja aisladamente. Si no forma parte de un grupo, pertenece a una sección o departamento y está acostumbrado a trabajar y a

interrumpir el trabajo para comer con los mismos compañeros. Aunque trabajen a una distancia que les impida conversar, pueden verse y tal vez bromear o murmurar de vez en cuando; han formado hábitos comunes. Si se le traslada de repente aunque no sea más que al otro extremo del taller, se romperá con ello su círculo social y se sentirá un poco perdido dentro de sus compañeros, y éstos sin él. Si esto no se toma en consideración puede producirse una fuerte oposición de los trabajadores a cambios a los que no se opondrían en otras circunstancias.

Al llevar a cabo las primeras 3 etapas, resalta la importancia de la instrucción preliminar y capacitación en el estudio del trabajo de todos los interesados dirección, personal dirigente subalterno y representantes de los trabajadores. Los hombres acogen mejor la idea de cambio si saben y comprenden el significado y objetivo del mismo.

Al instruir o adiestrar de nuevo a los operarios, lo importante es formar el hábito de ejecutar la tarea correctamente. La formación de hábitos es un medio valioso para aumentar la productividad que reduce la necesidad de pensar conscientemente.

Al aprender una nueva serie de movimientos, el operario va adquiriendo velocidad en la fase inicial y reduce rápidamente el tiempo necesario para ejecutarlos, pero pronto los progresos se harán más lentos; se necesita de una práctica y esfuerzo muy sostenido para adquirir una velocidad realmente constante y grande. Los experimentos realizados en años recientes demuestran que, para lograr los mejores resultados, los descansos entre una y otra práctica deben ser mucho más largos que los períodos de práctica durante las primeras fases del aprendizaje, pero la situación pronto variará y, una vez que el operario comprenda el nuevo método y adquiera velocidad, los períodos de descanso pueden hacerse mucho más cortos.

Una parte de la etapa de implementación, es seguir de cerca el trabajo del operario, para comprobar que adquiere velocidad y pericia y que no surgen inconvenientes al implantar el nuevo método. El especialista en estudio del trabajo no deberá cejar en esa vigilancia mientras no está seguro de que el trabajo se efectúa con la productividad prevista, por lo menos, y de que el operario se ha afianzado en su tarea. Como se vió con anterioridad es de importancia el uso de curvas de aprendizaje para valorar la capacidad de producción inicial, a continuación se amplía este concepto:

Curva de aprendizaje (Definición)

Asociación de dos variables a través de un modelo matemático, el cual genera la función del número de unidades producidas vs. las horas hombre requeridas para producirlas.

Una restricción para el uso de este modelo, es que se aplica a aprendizaje de trabajos en que se requiera una participación significativa de mano de obra y no depende de ritmo de producción de máquinas.

Al implantar un nuevo método la productividad, puede verse disminuido porque los trabajadores tienen que ser capacitados, muchas veces por otros trabajadores. Por tanto, es importante para planificar la capacidad saber cuál va a ser el ritmo de aprendizaje de los nuevos trabajadores. Este mejoramiento de la productividad, llamado en general efecto de la curva de aprendizaje, no es solamente debido al aprendizaje. Las mejores herramientas, los avances en los métodos de trabajo, los diseños perfeccionados y otros factores similares ayudan también a incrementar la producción de manera que esas curvas también son conocidas como curvas de mejoramiento, funciones de avance de la producción, curvas de rendimiento y curvas de experiencia.

La función de la curva es:

$$M = mN^r$$

en donde

M= Horas - hombre para la N-ésima unidad

m= Horas - hombre necesarias para producir la primera unidad

N= Número de unidades producidas

r= Exponente de la curva correspondiente al ritmo de aprendizaje.

La primera cuestión, es qué tasa de aprendizaje se debe aplicar. Si se tiene la experiencia anterior, ésta puede dar alguna indicación; si no, una atenta observación del tiempo que se requiere para producir las primeras unidades ofrecerá una buena indicación.

4.4 Consideraciones sobre medio ambiente y condiciones del trabajo

Existe una dependencia entre las condiciones de trabajo y la productividad del trabajo. Uno de los indicadores más notorios en la industria es la accidentalidad en los lugares de trabajo, ya que no tiene únicamente repercusiones físicas, sino además económicas. Se ha detectado otro tipo de indicadores que no resaltan a primera vista, tales como piezas defectuosas y descartes de fabricación debido a la fatiga provocada por horarios de trabajo excesivos y malas condiciones del medio ambiente (específicamente iluminación y ventilación). Se ha demostrado que el organismo humano, pese a su capacidad de adaptación, tiene un rendimiento mucho mayor cuando funciona en condiciones exteriores óptimas e inclusive es posible aumentar la productividad, y mejorar las condiciones en que se desarrolla el trabajo.

De lo anterior, se puede deducir que no sólo un ambiente peligroso puede constituir la causa directa de accidentes y enfermedades profesionales, sino que además, la insatisfacción de los trabajadores con condiciones de trabajo no adaptadas a su nivel cultural y social pueden conducir a la disminución de la calidad y cantidad de la producción, o a una rotación excesiva de la mano de obra y a un mayor ausentismo. Evidentemente, las consecuencias variarán según el medio sociocultural.

Las variables que los empleadores pueden controlar para mejorar el medio ambiente y condiciones del trabajo, son: locales de trabajo, orden y limpieza, iluminación, condiciones climáticas, ruido y vibraciones. Para poder controlar estas variables, es necesario conocer cómo afectan al trabajador y seguir recomendaciones generales que brevemente se enumeran a continuación:

LOCALES DE TRABAJO: en lo que respecta a emplazamiento del lugar de trabajo, es importante que éste se encuentre en los lugares que según las regulaciones legales del país sean las elegibles, pues éstas están respaldadas de estudios globales que consideran aspectos tales como medio ambiente y prevención de la contaminación. En lo referente a lo que es el local o edificación en sí misma, debe cuidarse el aislar las operaciones que supongan peligros o molestias graves. Los locales de trabajo han de construirse sobre el nivel del suelo y estar dotados de ventanas con una superficie total que no sea inferior al 17% de la superficie del piso. Los techos no deberían de estar a menos de tres metros de altura, y cada trabajador debería disponer, como mínimo de 10 mts. cúbicos de aire (y más si las temperaturas o el nivel de contaminación atmosférica son elevados). Para prevenir accidentes cada trabajador debería idealmente contar con un mínimo de espacio libre y en todo caso de dos metros cuadrados.

Las paredes y techos han de tener un acabado que impida la acumulación de suciedad, absorción de humedad y de ser necesario que reduzca la transmisión del ruido, el piso no ha de ser resbaladizo, que no suelte polvo y ha de ser fácil de limpiar. Los pasillos han de ser suficientemente anchos, y de ser necesario que los vehículos y los trabajadores puedan circular libremente en horas de afluencia.

ORDEN Y LIMPIEZA: construir un local apropiado no basta para evitar accidentes; también es necesario que se guarden orden y limpieza, ya que manteniéndolas, protegemos a los trabajadores contra infecciones, infestaciones, accidentes y enfermedades profesionales, alternándola con limpiezas profundas. El manejo adecuado de desechos tóxicos que provoque emanaciones o sean fácilmente inflamables debe ser indicado a los trabajadores. Todo el personal asignado a trabajos sucios o expuestos a sustancias peligrosas o tóxicas deberán disponer de cuartos de baño dotados de duchas y grifos.

ILUMINACION: el 80% de la información requerida para realizar un trabajo se adquiere por la vista. La buena visibilidad del equipo, del producto y de los datos relacionados con el trabajo, es pues, un factor esencial para acelerar la producción y reducir el número de piezas defectuosas, disminuir el despilfarro, así como prevenir la fatiga visual.

La iluminación, ante todo, deberá adaptarse a la naturaleza del trabajo, sin embargo, su nivel debería aumentar no sólo con el grado de precisión o miniaturización del producto, sino también en función de la edad. La distribución de la luz deberá ser uniforme las sombras tenues ayudan a mejorar la distinción de los objetos. Es preferible aprovechar la luz natural del día con ventanas con una superficie total que corresponda como mínimo al sexto de la superficie del piso. El empleo de colores en el interior de locales contribuye a mejorar la iluminación. Además, éstos tiene efectos psicológicos que no deben descuidarse cuando haga falta pintar talleres u oficinas.

RUIDO Y VIBRACIONES: éstos, además de causar enfermedades profesionales obstaculizan la transmisión de señales acústicas, provocan trastornos sensoriales, neurovegetativos y metabólicos, de ahí que se lo mire entre las causas de fatiga industrial, irritabilidad, disminución de la productividad y accidentes de trabajo. Para controlar el ruido, lo más efectivo es controlar la fuente que lo produce; existen otros medios pero este es el más eficaz. En lo que respecta a vibraciones, han de prevenirse pues, si son constantes y pueden llegar a ser nocivas para la salud.

CONDICIONES CLIMATICAS: éstas, representan una carga suplementaria para el trabajador y de ellas dependen igualmente la salud y la comodidad de los trabajadores. El organismo humano tiene por función mantener constante la temperatura el sistema nervioso central y de los órganos internos. Con este fin, mantiene su equilibrio térmico gracias a un intercambio continuo de calor con el medio ambiente. El grado de intercambio depende de la temperatura del aire, ventilación, humedad y calor radiante y del metabolismo. Durante la actividad física, los valores metabólicos pueden alcanzar niveles diez veces superiores a los correspondientes a períodos de descanso. En condiciones climáticas normales, para evitar hipertermia que tarde temprano puede ser fatal, el organismo debe eliminar el calor que produce continuamente; la cantidad que debe eliminar será superior cuando está trabajando y mayor aún cuando absorbe calor de un medio ambiente con temperaturas elevadas. Se han hecho estudios para determinar las temperaturas a que ha de realizarse distintos tipos de trabajo, discriminados por el esfuerzo que ellos conllevan.

CAPÍTULO V

METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE CAMPO

En los restantes capítulos, se desarrolla la investigación de campo. Antes de ello, se hace necesaria una explicación general sobre la forma en que se realiza el trabajo de corte de caña, las limitaciones del mismo y la forma en que fue estructurado.

Forma en que se realiza el trabajo:

Este es un trabajo completamente manual y forma parte de un sistema de corte de caña integrado por:

-Quema: consiste en la quema controlada de lotes de caña que van a ser posteriormente cortados, a fin de minimizar la cantidad de hojas y basura del cañal que puedan retardar la tarea de corte.

-Corte: es el corte manual de la caña, previamente quemada (objeto de estudio)

-Alce: acto de recoger la caña que ha sido cortada y colocada en hileras utilizando maquinaria apropiada.

El corte de caña se realiza empleando hombres que llevan a cabo la tarea en forma manual, utilizando un machete de tipo australiano. Estos empleados pertenecen a dos clases: voluntarios (hombres que radican en la zona, viven en sus casas) y de cuadrilla (viven en conjuntos habitacionales de la finca y se trasladan durante la temporada de zafra de su región de origen a la finca a realizar el trabajo).

El trabajo de corte lo hacen de la siguiente forma:

A. Un caporal les asigna el cuadrante (tajo o pante) a ser cortado; éste normalmente tiene un ancho de cinco cepas (matas de caña) y unos 10 mts. de profundidad.

B.El trabajador comienza preparando el inicio de la chorra de caña (llamada nido o cama), pues ésta no ha de salirse del área que corta.

C.Durante la preparación del nido y el subsiguiente corte del resto del tajo, se trabaja de la siguiente manera:

C.1 Se corta cepa por cepa, tomando distintos recorridos entre el tajo o pante y en el corte propiamente.

C.2 A medida que se avanza, las cañas cortadas se deben dejar ordenadas en posición paralela al inicio del pante y la basura (hojas y punta de caña que no contienen azúcar), a los lados de las chorras de caña cortada.

En resumen, el corte de caña implica desplazamientos del cortador a través del pante que corta y corte con machete propiamente dicho y el ordenamiento de la chorra de caña y basura; esto hizo que hubiese necesidad de diseñar hojas de registro de datos apropiadas. Además por el tipo de machete y el esfuerzo al que se somete al cortar, éste ha de ser afilado periódicamente, por lo que se hizo necesario, además de medir el tiempo normal de ejecución de la tarea, medir el tiempo estándar de afilado y las veces que se afilaba el machete al día.

Limitaciones:

Se tuvieron limitaciones al observar el trabajo, pues la zafra dura 180 días y el estudio se planteó a partir del día 90, y para los últimos 30 días no existen condiciones normales para las observaciones (las lluvias no permiten buenas quemas y existe más basura que quitar a la caña). Además, los desplazamientos necesarios para observar a cada persona fueron largos y necesitaron mucho tiempo. Debido a estas limitaciones, el estudio se consideró una investigación que indicaría los aspectos más relevantes para ser tratados con más profundidad en la siguiente temporada de zafra y experimentar en ella los resultados de la misma.

Estructura:

Se presenta para cada uno de los aspectos estudiados una descripción sobre lo que consisten, la forma de estudio usado, como resultado de los datos analizados y conclusiones particulares. Al final, se presentan las recomendaciones generales derivadas de todos los aspectos estudiados.

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE CAMPO

Después de haber desarrollado, en los primeros cuatro capítulos, las bases conceptuales necesarias para desarrollar un estudio de métodos de trabajo y explicar la incidencia de éstos en el nivel de vida de las personas, se procederá en los restantes (capítulos V al VIII), a describir el desarrollo del estudio realizado sobre los métodos de corte de caña utilizado por los mejores cortadores y el tiempo estándar, a fin de determinar cuál sería el rendimiento máximo del trabajador promedio en la empresa analizada.

Para poder llegar a realizar dicho análisis, fue necesario adoptar las técnicas de estudio del trabajo tradicional (diagramas bimanuales, de recorrido y otros), debido a la forma de realización del trabajo (no 100% manufacturero), pues el corte de caña implica tanto actividad manual como desplazamiento horizontal y vertical (caminando) dentro del cañal a cortar (pante o agarrada). Es importante hacer notar que durante el desarrollo del estudio fueron surgiendo otros aspectos, no contemplados con anterioridad que debieron ser analizados; estos aspectos fueron: el afilado del machete con que se corta la caña (por el tiempo que en él se invierte); se muestreó el número de veces que se afilaba el machete al día y cuánto tiempo (estándar) le consumía al cortador, ya que esto influye en el rendimiento diario de corte. Los aspectos que influyen en la velocidad de corte (rendimiento de corte) y que son externos, son la dureza y densidad de la caña que cortan (determinados por la edad y variedad de caña), además de los suplementos por descanso que fueron extraídos de la tabla de cálculo de suplementos por condiciones de trabajo de la OIT. Las concesiones debidas a la variedad de caña fueron obtenidas de tablas estadísticas del departamento de planificación y control del área agrícola de la empresa analizada.

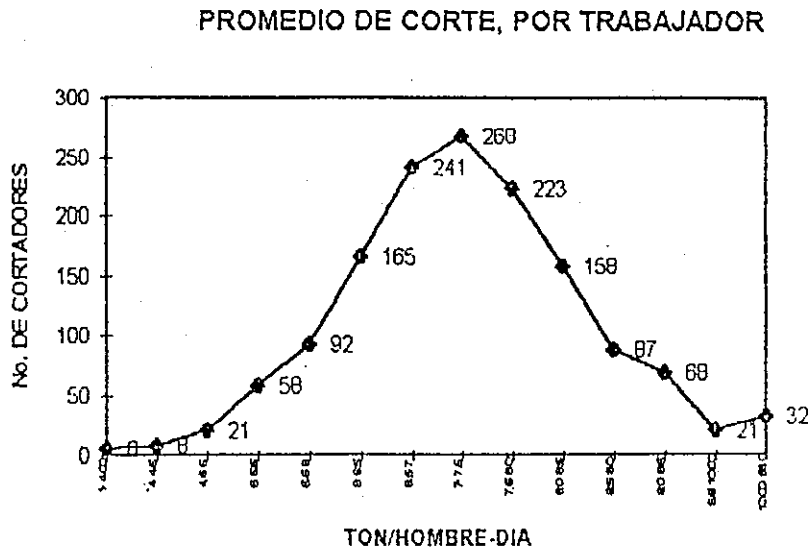
Otros aspectos de importancia que se tomaron en cuenta, fueron los motivacionales y los aspectos de calidad que debe observar el cortador al realizar su tarea. A continuación, se explica cómo se llevó a cabo el estudio (metodología y resultados).

A fin de facilitar la comprensión del estudio presentado en este trabajo de tesis, se separó cada uno de los aspectos analizados con sus resultados, forma de análisis y conclusiones, para que al final del mismo se presentan las recomendaciones.

5.1. Selección de la muestra (estudio de métodos y movimientos): con el objetivo de determinar diferencia entre métodos de corte, movimientos y uso de machete, se seleccionó al total de cortadores que mantuvieran un promedio de corte de 10 Tons./día o más, a noventa (90) días de zafra. Para propósitos de contraste, se seleccionó al total de cortadores con promedio de corte 5.5 a 6 Tons./día (promedio más bajo de corte). Por haber tomado al universo de cortadores que cortaban más de diez toneladas y los que cortaban menos de seis, no hubo necesidad de realizar ningún tipo de muestreo estadístico.

Selección de la muestra (estudio de tiempos): para determinar el tiempo estándar de producción que un cortador tipo tarda en cortar una tonelada de caña, se seleccionó un tamaño de muestra que fuera significativa estadísticamente entre los cortadores promedio; y se basaron en una gráfica de promedios de corte a 90 días zafra.

Gráfica 4



- Se determinó por medio de la gráfica el rendimiento medio (Intervalo de rendimiento con mayor frecuencia), el de 7 a 7.5 toneladas cortadas hombre/día.
- Se determinó el tamaño de la muestra "n" con base en los principios expuestos en el capítulo III, respecto a muestreo, niveles de confianza y números aleatorios. Se procedió a determinar el tamaño de la muestra "n", se hicieron 5 tomas de tiempo preliminares y para un nivel de confianza de 95.45% y margen de error de $\pm 5\%$

$$n = \frac{(40 \sqrt{n^1 \sum x^2 - (\sum x)^2})^2}{\sum (x)}$$

n = Tamaño de la muestra

n¹ = No. de observaciones del estudio preliminar

\sum = Suma de los valores

x = Valores observados

Observaciones preliminares (n=5)

| No. | Tiempo observacion |
|----------|------------------------|
| 1 | 0.75 |
| 2 | 0.8 |
| 3 | 0.71 |
| 4 | 0.61 |
| 5 | 0.65 |
| Σ | 3.55 $\bar{x} = 0.702$ |

Sustituyendo, encontramos:

$$n = \frac{40 \sqrt{5(0.702) - 3.55^2}}{3.55} = 16.88 \approx 17$$

5.2 Diseño de Formularios

Se diseñó el formulario (ilustración 7) para recopilar información acerca de la actividad de corte, de manera tal que se adaptara a la tarea estudiada; para ello, se efectuaron visitas al campo y estudio de manuales e información de corte de caña con machete australiano (para ampliar el concepto se puede referir al anexo III que muestra uno de los formularios completos utilizados para recopilación de información).

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Ilustración 7

REGISTRO DE MOVIMIENTOS DE CORTE DE CAÑA

DATOS GENERALES

Nombre del Cortador: _____

Fecha: _____ Variedad de Caña: _____

Hora de Inicio: _____ Hora de Finalización: _____

DIAGRAMA DE POSICION DE LA CAÑA:

P1=postrada izquierda
 Pd= postrada, derecha
 E=erecta

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| MOVIMIENTOS | POSICION | | | | | Avance |
|-------------|----------|---|---|---|---|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Identificación y datos generales

descripción de la estación de trabajo

registro de datos de movimientos

Descripción de las partes del formulario

● **Identificación de datos generales:** en esta parte, se registra la información que identifica al cortador o trabajador observado, la fecha en que se realizó la observación, la variedad de caña que corta (por incidencia que ésta tiene en la velocidad de corte y la concesión de tiempo que se le asignará de acuerdo a esta). Hora de inicio y finalización de la observación (para determinar el período de tiempo que se observó al cortador).

● **Diagrama de posición de la caña o estación de trabajo:** éste es un rectángulo separado en cinco columnas y tres líneas. Las cinco columnas representan los cinco surcos de caña que conforman la porción estándar del cañal a cortar; las tres líneas sirven para colocar las anotaciones correspondientes respecto al estado de cada surco (P1: surco con caña postrada hacia la izquierda, PD: surco con caña postrada hacia la derecha, E: caña erecta).

● **Registro de datos de movimientos:** en esta parte del formulario, se registran, bajo el título de movimientos, los movimientos efectuados por las manos del cortador; bajo el título posición (cuadros numerados del 1 al 5, que representan los cinco surcos del

cañal), la posición o número de surco en el que se encuentra cortando el trabajador (avance transversal), y bajo el título de avance un registro sobre el avance realizado por el cortador de líneas de surcos (avance longitudinal en la chorra), pues el rectángulo que se va a cortar se divide en cinco columnas (surcos) por número "n" determinado de líneas (cepas), sobre las cuales se avanza longitudinalmente.

5.3. Recopilación de Información:

Se procedió a realizar el estudio de Métodos (tiempo y movimientos) de la siguiente forma: A los cortadores con rendimiento de 10 a 6 Ton./día, se le observó un promedio de 3 ocasiones distintas, durante intervalos de tiempo de 2 a 3 horas (se retiraron de la empresa 1 persona con rendimiento de 10 Ton. y 3 de 6 Ton. por razones desconocidas). Las horas y días fueron elegidos al azar con ayuda de tablas de números aleatorias, siguiendo el sistema explicado en el capítulo III.

A los cortadores de 10 Ton y 6 Ton. se les observó para determinar sus movimientos al efectuar el corte. Para determinar el número de veces que se afila el machete al día, se utilizó el sistema de muestreo de trabajo, tomando como base la analogía de cuando se esté afilando (es cuando la máquina funciona) y en caso contrario es cuando no funciona.

A los cortadores de 7 Ton. (trabajadores tipo), se les observó en el corte de caña y para el cálculo de tiempo estándar de corte (Ton/hora-hombre), para esto se utilizó la siguiente información: número de días de corte semanal, tonelaje cortado por lote y variedad de caña.

Se establecieron concesiones de tiempos tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- La densidad de siembra por variedad: a más densidad más tiempo de corte.
- Si la caña era de rebrote o primer corte (soca o plantilla); a más edad más dureza del cañal (relación directamente proporcional).
- Factores ambientales y de esfuerzo.

Para el estudio, se utilizó un método de evaluación por puntos, diseñado para el efecto, y para ello se organizó al personal que monitorea la actividad de corte para recopilar información. Además, se llevó a cabo un estudio de motivación hacia el corte (psicología industrial)

5.4 Análisis estadístico:

El análisis estadístico de estos aspectos fue realizado por medio de Análisis de Varianza de uno y dos factores, tomando siempre como un factor los rendimientos de los 3 grupos (de 10 Ton. o más, de 6 ó menos y de 7 Ton.). También en el análisis de antropometría, se utilizó el análisis de correlación entre medidas y rendimiento de corte, además de otros aspectos como se verá. El análisis gráfico de resultados también fue de mucha utilidad tal y como se ve en el desarrollo de las restantes capítulos.

CAPITULO VI

TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

6.1 Descripción del método actual de corte

Esta parte se separó en (A) "Método actual según enseñanzas del personal de capacitación de la Empresa" (B) Métodos registrados según observaciones en campo. Para describir el método, es necesario aclarar que existen variaciones de éste, dependiendo de la posición de la caña a cortar (postradas y erectas). La posición depende de la variedad de caña y de la dirección del viento al momento de quema.

Algunos de los términos empleados aquí son propios de la terminología de campo usada para este tipo de trabajo (de raíz colombiana), por lo que se adjunta un glosario al final del trabajo.

(A) Método actual según la enseñanza en la empresa

Pasos que se deben seguir:

a. Elaboración del nido

Hacer el nido consiste en iniciar el corte, abrir campo para colocar la caña.

a.1 Primer paso:

Contar cinco surcos de izquierda a derecha. Observar la inclinación del cañal. Si la inclinación es:

a1.1 Primer caso (Cañas erectas): el cortador podrá iniciarse de frente.

a1.2 Segundo caso (Con inclinación a la izquierda): en este caso, el cortador si es derecho podrá iniciar de frente al cañal y si es zurdo cortará de adentro hacia afuera del pante (porción de caña de cinco surcos de caña por un fondo variable).

a1.3 Tercer caso (Con inclinación a la derecha): si el cortador es derecho deberá introducirse al cañal y cortar de adentro hacia afuera, y si es izquierdo podrá iniciar de frente. Al iniciar el corte, lo más importante es facilitarse las labores posteriores; lo recomendable es ir dejando la caña donde quedará la chorra.

a.2 Segundo paso:

Cuando la chorra quede sobre el tercer surco, se corta primero el surco 3 y esta caña se acomoda sobre este surco, y se deja la parte de la raíz pegada a la cepa del surco 4 y el cogollo al surco 2; si la caña es muy larga, podrá descogollarla de una vez y acomodar los cogollos en un lugar provisional que lo permita.

b. Recorrido sobre el tajo

b.1 Recorrido sobre el tajo (cañas erectas):

Se cortan los primeros tres surcos, se avanza 1 metro por surco, se nivelan los tres surcos y se ubica la caña sobre el surco tres.

Se descogollan estos tres surcos por manojos en el suelo, se ordenan bien las cañas evitando cortar partes dulces o se deja material tierno en la chorra.

Se corta el cuarto surco, se deja caer sobre la chorra y se descogolla directamente en el suelo en la posición indicada.

Abrazar la caña del quinto surco y arrastrarla a la chorra, y se ubican las cañas en sentido opuesto a la de los surcos anteriores.

Utilizando este procedimiento, podrá ir avanzando con los 3 surcos de la izquierda y los 2 surcos de la derecha de 10 metros en 10 metros, hasta finalizar su tajo. Una vez terminado el tajo, deberá marcarse.

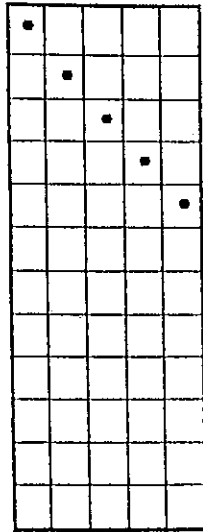
Cuando la chorra queda sobre la mesa del surco 2 y 3; en este caso podrá iniciar cortando el surco 3 igual que en el procedimiento anterior; posteriormente se deberá cortar el 2 y el 3, se avanza entre cada uno de estos surcos un metro. La caña provisionalmente podrá acomodarse sobre el surco 3 y después de cortados los primeros 3 surcos de la izquierda podrá arrastrarse a la mesa del surco 2 y 3. Después podrán emparejar los surcos 4 y 5 y avanzar de esta manera de 10 en 10 metros, se llevan primero los tres surcos de la izquierda y se regresa a la derecha.

b.2 Recorrido sobre el tajo (cañas postradas):

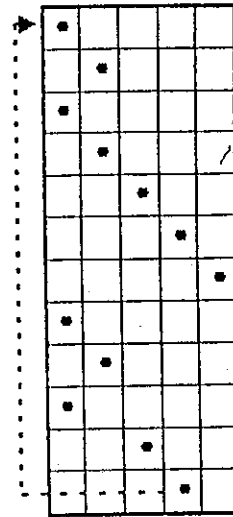
En este caso, se podrá utilizar el método TAG (Tradicional Aushosena Guatemalteco), cuyo principio se basa en "no pelear con la caña", para lo cual se deberá ubicar de frente a la luchada, donde se observa la inclinación de la caña. El monitor deberá estar atento al lado por el cual presenta inclinación el cañal, para ensurcar por la roda o por el lado de los zanjones. Esto facilitará la actividad del cortador y evitará el picado de la caña; con este método, se recomienda ir cortando los 5 surcos y avanzando mediante un despeje de caña; aquí el descogolle se deberá hacer en forma aérea y el acomodo del enchorre de acuerdo con la curvatura presente.

- B. Personas con rendimiento de 10 Tons.
Diagramas de recorrido usuales
Ilustración 8

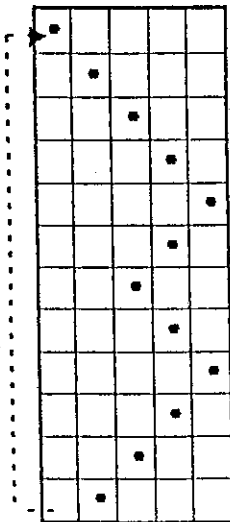
CAÑA SEMIPOSTRADA
Regreso no repetitivo



CAÑA POSTRADA



CAÑA SEMIPOSTRADA



6.2 Movimientos básicos utilizados

Grupo de cortadores con promedio de 10 tons: del grupo de cortadores de 10 tons. 3 de 9 (33%), no tienen una rutina establecida de recorrido.

De los que siguen una rutina, se encontró que tienen una base del método transmitido por los monitores, que ha sido adaptada por ellos mismos.

El surco de descanso varía del 2 al 3, debido a la posición de la chorra.

El manejo de la basura es el siguiente: la basura de los surcos 1 y 2 es arrojada a la chorra de basura izquierda. La basura de los surcos 4 y 5 es arrojada a la chorra de basura derecha; la basura del surco central es indistintamente colocada en la chorra de basura izquierda o derecha. El manejo de la basura es importante debido a que si ésta se maneja adecuadamente, se evitan desplazamientos innecesarios.

Todo el grupo deja espacio entre la chorra de caña y la caña que se va a cortar; éste es de más o menos un metro. El dejar este espacio facilita el movimiento del cortador para el traslado de la caña a la chorra y el corte.

Cortan grupo de 3 o más cañas por esfuerzo; generalmente después de cortar un grupo de caña, ésta la colocan en la chorra y se despunta.

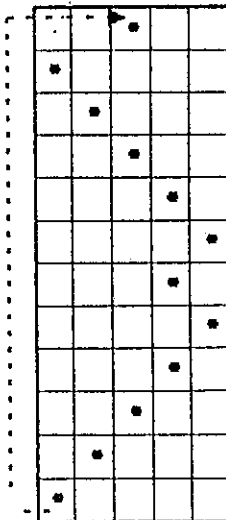
Grupo de cortadores con promedio de 6 tons. o menos: en este grupo, se observó que 3 de 7 (42%) no tienen una rutina establecida de recorrido.

Generalmente se observa un mal manejo de la basura y cortan habitualmente caña por caña.

De acuerdo con esta descripción cuando la caña lo permite, el diagrama de recorrido resultante es el siguiente:

Ilustración 9

CAÑA SEMIPOSTRADA



6.3 Estudio de Tiempos

Se obtuvieron tiempos de las personas con rendimientos normal de acuerdo con lo explicado en el capítulo V (toma de muestras, 15 personas con rendimiento de 7 toneladas), primero, se procedió a calcular los suplementos (período de tiempo que requiere el trabajador para realizar otras actividades ajenas al proceso de corte, pero forman parte de la actividad).

6.3.1 Cálculo de suplementos (tolerancias):

El tiempo (Ton/hora-hombre), es afectado por la variedad y el que la caña sea soca o plantilla. El tiempo efectivo de trabajo se ve afectado por el tiempo de arreglo personal antes y después de terminada la jornada de trabajo, además del tiempo de afilado y de ingestión de alimentos; son lapsos que no son invertidos propiamente en el corte de caña.

A. Suplemento por descanso: es el que se le añade al tiempo básico para los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones, y para que pueda atender a sus necesidades personales. Su cuantía depende de sus necesidades personales.

B. Suplementos especiales: son los que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero sin los cuales no se podría efectuar debidamente tal como:

- Suplemento por comienzo y cierre: preparativos o esperas obligadas al principio o fin de un día de trabajo.
- Suplemento por afilado: tiempo promedio de afilado.
- Suplemento por variedad de caña: debido a la variedad de caña puede aumentarse o disminuirse, por la densidad de siembra.
- Suplemento por edad de siembra: si es plantilla, puede doblarse la velocidad del corte debido a la suavidad que presenta.

C. **Cálculo de suplementos por descanso:** los datos correspondientes a estos suplementos fueron tomados de las tablas estandarizadas por la OIT, para realizar este tipo de estudio:

a. Tensión física

a.1 Fuerza ejercida en promedio: esfuerzo intenso con un peso de 0 a 5 kgs. (33 pts.)

a.2 Postura: debe constantemente inclinarse, levantarse y arrojar cañas. (12 pts.)

56

- a.3 Vibraciones: no existen vibraciones en este tipo de trabajo. (0 pts.)
- a.4 Repeticiones: no existen repeticiones en este tipo de trabajo. (0 pts.)
- a.5 Ropa molesta: no tienen ropa pesada o inutilizante. (0 pts.)

Total por tensión física: 45 pts.

b. Tensión mental

- b.1 Concentración mental o ansiedad. (0 pts.)
- b.2 Monotonía: repetición continua del trabajo durante períodos prolongados de tiempo (6 pts.)
- b.3 Tensión visual. (0 pts.)
- b.4 Ruido (0 pts.)

Total por tensión mental 6 pts.

c. Tensión física por naturaleza del trabajo

- c.1 Del 75% al 85% de humedad y temperatura mayor de 32 grados centígrados (Mediciones en campo). (26 pts.)
- c.2 Ventilación (0 pts.)
- c.3 Emisión de polvo (11 pts.)
- c.4 Suciedad: hollín (10 pts.)
- c.5 Humedad (0 pts.)

Total por tensión física y naturaleza del trabajo 47 pts.

TOTAL = 98 pts. que equivale a un 6 %.

D. Toma de tiempos en campo

Afilado del Machete

Cuadro 4. Estudio de tiempos para afilado del machete

| ELEMENTOS | toma el machete y colocarlo sobre la piedra | | toma la lima y colocarla en posición | | frotar la lima sobre el limbo del machete | | dar vuelta y repetir la lima por el otro lado machete y colocarlo | | dejar lima | | tomar el machete e irse | | ELEMENTOS EXTRAÑOS | | | | | | |
|---|---|--------|--------------------------------------|--------|---|--------|---|-------|------------|-------|-------------------------|-------------|--------------------|--|--|--|--|--|--|
| | 1' | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | S | T | T | DESCRIPCION | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | L | F | L | F | L | F | L | F | L | F | L | F | | | | | | | |
| | 0.117 | 0.117 | 0.468 | 0.468 | 0.584 | 0.584 | 0.844 | 0.844 | 0.844 | 0.844 | 0.234 | 0.234 | | | | | | | |
| | 0.159 | 0.159 | 0.694 | 0.694 | 0.78 | 0.78 | 1.43 | 1.43 | 1.113 | 1.113 | 0.48 | 0.48 | | | | | | | |
| | 0.125 | 0.125 | 0.5 | 0.5 | 0.425 | 0.425 | 0.975 | 0.975 | 0.975 | 0.975 | 0.25 | 0.25 | | | | | | | |
| | 0.15 | 0.15 | 0.62 | 0.62 | 0.72 | 0.72 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 1.06 | 0.3 | 0.3 | | | | | | | |
| | 0.14 | 0.14 | 0.67 | 0.67 | 0.715 | 0.715 | 1.01 | 1.01 | 1.015 | 1.015 | 0.29 | 0.29 | | | | | | | |
| | 0.2 | 0.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1 | 1 | 1.4 | 1.4 | 0.4 | 0.4 | | | | | | | |
| | 0.105 | 0.105 | 0.47 | 0.47 | 0.425 | 0.425 | 0.775 | 0.775 | 0.775 | 0.775 | 0.21 | 0.21 | | | | | | | |
| | 0.125 | 0.125 | 0.5 | 0.5 | 0.425 | 0.425 | 0.975 | 0.975 | 0.975 | 0.975 | 0.25 | 0.25 | | | | | | | |
| | 0.14 | 0.14 | 0.56 | 0.56 | 0.7 | 0.7 | 1.4 | 1.4 | 0.47 | 0.47 | 0.28 | 0.28 | | | | | | | |
| | 0.125 | 0.125 | 0.5 | 0.5 | 0.425 | 0.425 | 0.975 | 0.975 | 0.975 | 0.975 | 0.25 | 0.25 | | | | | | | |
| RESUMEN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTALES | 1.396 | 5.584 | 6.98 | 9.772 | 1.396 | 2.792 | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERV. | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| T. MEDIO | 0.1396 | 0.5584 | 0.698 | 0.9772 | 0.1396 | 0.2792 | | | | | | | | | | | | | |
| F DE NIV | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| FN X TM | 0.1396 | 0.5584 | 0.698 | 0.9772 | 0.1396 | 0.2792 | | | | | | | | | | | | | |
| % PERM | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | | | | | | | | | | | | | |
| TIEM PERM | 0.15 | 0.592 | 0.74 | 1.036 | 0.148 | 2.96 | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES: el factor de nivelación es 1 pues se observó a trabajadores tipo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Realizando un muestreo de trabajo, se llegó a registrar que las veces promedio de afilado son de 7 a 10, por lo cual se dedujo que el tiempo utilizado en afilar al día es de: $10 * 2.95 = 29.5$ minutos 30 minutos/tiempo afilado - día.

E. Cálculo de concesiones por variedad de caña

Cuadro 5

| VARIEDAD | TONELADA/HECTAREA* | CONCESION** |
|---------------|--------------------|-------------|
| SEM. EXP. | 139.42 | 1.000000 |
| CP-781247 | 137.78 | 0.097570 |
| CP-801953 | 131.87 | 0.088815 |
| VA. REPROD. | 126.17 | 0.080370 |
| CP-801827 | 124.26 | 0.077541 |
| MEX-68P23 | 115.29 | 0.064252 |
| MEX-69290 | 110.95 | 0.057778 |
| CP-57603 | 110.54 | 0.057215 |
| MZC. VA. REP. | 109.54 | 0.080370 |
| CP-722086 | 109.18 | 0.055200 |
| CP-721210 | 107.06 | 0.052059 |
| CP-721312 | 106.72 | 0.051116 |
| SP-701284 | 106.45 | 0.051156 |
| MEX-67351 | 104.63 | 0.048459 |
| MEX-6412-14 | 103.35 | 0.046563 |
| B-7681 | 103.01 | 0.046059 |
| CP-65357 | 102.67 | 0.045556 |
| Q-75 | 102.20 | 0.044859 |
| PINDAR | 100.43 | 0.041793 |
| B-37172 | 100.41 | 0.042000 |
| B-4362 | 99.04 | 0.060000 |
| Q-96 | 98.05 | 0.044859 |
| BT-65152 | 95.03 | 0.034237 |
| Q-102 | 93.03 | 0.031274 |
| MEZ. VARCOM | 92.79 | 0.055600 |
| CUB-8751 | 81.46 | 0.014133 |
| B-49119 | 81.01 | 0.134670 |
| P.P.Q.K. | 71.92 | 0.000000 |

*Fuente tablas estadísticas de campo, consolidado general Rangos de Producción. (Para ver procedimientos de cálculo consultar anexos).

** Datos calculados con base en (Ton./Hectárea)

La columna nombrada concesiones, en el cuadro 5, fue obtenida utilizando triangulación, y se plantea de la siguiente forma:

A mayor densidad de siembra (139.42 Tons/HA), se le asignó el valor de la mayor concesión = 1,
a menor densidad de siembra (71.92 Tons/HA), se le asignó el valor de la menor concesión = 0

En densidad de siembra, se considera la dificultad de corte tanto por densidad de siembra como por la densidad misma de la caña.

Planteamiento de fórmula

| % | de concesión | Ton/HA |
|---|--------------|------------------------------|
| 0 | | 71.92 |
| ? | | X Ton/HA (tabla 5 columna 2) |
| 1 | | 139.42 |

$$\frac{(0 - 1)}{(71.92-139.42)} = \frac{0 - ?}{(71.92-X \text{ Ton/HA})} \quad ? = \% \text{ Concesión} = \frac{-(71.92-X)}{67.5}$$

F. Cálculo de producción estándar diaria por hombre

Tiempo efectivo de trabajo:

| | | |
|-----------------------------------|---|-----------------|
| Jornada de trabajo para un día | = | 10.0 hrs. |
| Tiempo de afilado al día | = | 0.5 hrs. |
| Tiempo arreglo personal y comidas | = | <u>1.0 hrs.</u> |

Total ⇒ 8.5 hrs. de tiempo efectivo de trabajo/día

Tiempo normal (medido para cortadores tipo de 7 Ton./día)=0.78 Ton./hora

Tiempo estándar = 0.78 + 0.78* 0.06 = 0.83 Horas/Ton.

⇒ 0.83*8.5 hora/Ton = 7.03 Ton/hombre-día

El tiempo normal se obtuvo de el registro sistemático de cada uno de los cortadores tipo (7 Ton.) elegidos en la muestra determinada por métodos estadísticos, tomando como ciclo el inicio del corte de la caña (una vez hecho el nido), hasta haber terminado el corte de una tonelada de caña. No se separó en elementos, dado que éstos son demasiado variables en el corte. Se puede observar el cálculo del tiempo en el Anexo II.

CONCLUSIONES

Tiempos y movimientos

a. Los cortadores con mayor rendimiento utilizan menos tiempo en arreglo personal y comidas. Además, sus descansos son menos frecuentes, lo que indica que hay factores adicionales a los físicos que afectan su rendimiento.

b. Los cortadores con mayor rendimiento desperdician menos tiempo, pues se les da prioridad al repartir tajos y se les asignan los más largos.

c. Grupo de cortadores con promedio de 10 Tons: del grupo de cortadores de 10 Tons. 3 de 9 (33%), no tienen una rutina establecida de recorrido.

d. De los que siguen una rutina, se encontró que tienen una base del método transmitido por los monitores, que ha sido adaptada por ellos mismos.

e. El surco de descanso varía del 2 al 3, debido a la posición de la chorra.

f. El manejo de la basura es el siguiente: la basura de los surcos 1 y 2 es arrojada a la chorra de basura izquierda. La basura de los surcos 4 y 5 es arrojada a la chorra de basura derecha; la basura del surco central es indistintamente colocada en la chorra de basura izquierda o derecha. El manejo de la basura es importante, debido a que si esta se maneja adecuadamente, se evitan desplazamientos innecesarios.

g. Todo el grupo deja espacio entre la chorra de caña y la caña a cortar; este es de más o menos 1 metro. El dejar este espacio facilita el movimiento del cortador para el traslado de la caña a la chorra y el corte.

h. Cortan grupo de 3 o más cañas por esfuerzo; generalmente después de cortar un grupo de caña, ésta es colocada en la chorra, y se despunta.

i. Grupo de cortadores con promedio de 6 Tons. o menos: en este grupo, se observó que 3 de 7 (42%) no tienen una rutina establecida de recorrido.

j. Generalmente se observa un mal manejo de la basura y cortan habitualmente caña por caña.

k. En general debido a lo anteriormente expuesto, se puede concluir que en materia de tiempos y movimientos el establecer una rutina de recorridos sobre el tajo facilita el movimiento de los cortadores al efectuar su trabajo, lo que indice directamente en mejorar su rendimiento.

l. El manejo de la basura es importante, debido a que si ésta se maneja adecuadamente, se evitan desplazamientos innecesarios. Dejar un metro de espacio entre la chorra y la caña que se va a cortar facilita el desplazamiento necesario para la ejecución del trabajo de corte. Además, si se deja este espacio se evita que el cortador pase sobre la chorra, y por consiguiente los accidentes que debido a esto pudiesen ocurrir. No existe diferencia en la forma de elaborar el nido entre los grupos estudiados.

CAPITULO VII

OTROS ASPECTOS ANALIZADOS

7.1 Calidad

Los objetivos de medir cada aspecto de calidad y la explicación de cada uno de ellos se describe seguidamente:

a. **Alineación y enchorre de la caña y basura:** consiste en dejar la caña bien alineada y acomodada sobre la chorra, teniendo especial cuidado que quede sobre la mesa o sobre el surco de acuerdo a la alzadora que se esté utilizando, y de acuerdo al cañal.

Otros cuidados que deben tenerse en cuenta para lograr un buen enchorre es el cabecereado, es decir, separar un metro la chorra de zanjones, piedras grandes quineles de riego; esto favorece la labor de alce y evita que se quede la caña tirada en el suelo.

b. **Corte a ras y cepillado:** se llama así al corte en el cual no se dejan troncos sobre la superficie del suelo y la cepa queda con el corte horizontal.

Rectificación de la cepa: se eliminan los tocones que pueden haber quedado al cortar el tallo con el fin de:

- Evitar pudrición y secamiento de la cepa.
- Conservar por más cortes la cepa, al evitar "emburramientos", o sea que la cepa se va encimando y fácilmente se arranca.
- Mejorar el vigor de los brotes, ya que salen de la parte profunda del rizoma.
- Facilitar el próximo corte, ya que no estorban los tocones.
- Evitar que los tocones sirvan de hospederos a las plagas.
- Evitar accidentes debido a posibles tropiezos con los tocones.

c. **Descogolle:** es el acto de quitarle el cogollo a la planta de caña de azúcar. Un buen descogolle se logra haciendo el corte en el cual deja de haber jugo de azúcar o dulce y el sabor del jugo empieza a ser amargo. Si el descogolle se hace en dicha parte, se evitan pérdidas para el trabajador y la empresa, en el primer caso se desperdicia caña madura y en el segundo se retarda la elaboración de azúcar a la fábrica.

7.2 Forma de evaluación de la calidad:

La calidad fue evaluada por los monitores con un método sencillo, cuya graduación va de 1 a 4 puntos, el mayor puntaje es de 4 y 1 el menor.

Cuadro 6

Resultados de la evaluación de calidad

| RENDIMIENTO (TONS) | ASPECTOS DESPUNTE | DE CORTE A RAS | CALIDAD ENCHORRE BASURA | (PROMEDIO) ENCHORRE CAÑA |
|--------------------|-------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| 10 | 2.56 | 2.45 | 2.45 | 2.67 |
| 6 | 3.42 | 2.71 | 3.00 | 3.14 |
| 7 | 3.20 | 2.67 | 2.93 | 3.00 |

Análisis de Varianza:

Se realizó un análisis de varianza de los datos con el fin de determinar la dependencia entre el rendimiento y cada aspecto de calidad contemplado, lo que dio los siguientes resultados:

Cuadro 7

| VARIACION | GL. | MEDIA DE CUADRADOS | F |
|----------------------|-----|--------------------|--------------|
| Entre líneas | 2 | 0.079 | 0.60gl (2,6) |
| Entre columnas | 3 | 0.037 | 0.28gl (3,6) |
| Residual o aleatoria | 6 | 0.130 | |
| Total | 11 | | |

$$F_{0.95} \text{ gl } (2,6) = 5.14$$

$$F_{0.95} \text{ gl } (3,6) = 4.76$$

7.3 Gráficos de control de calidad

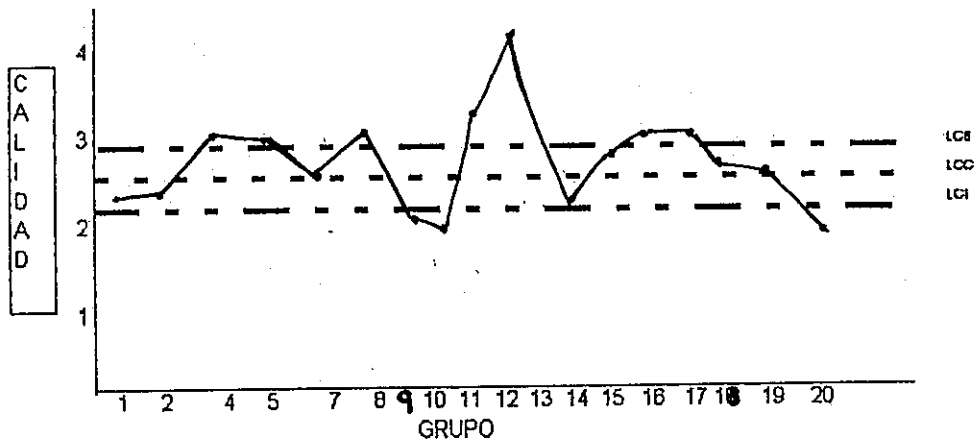
Para un 95% de confianza $F = 5.14$ con 2 y 6 gl \therefore como \hat{S}_r es menor que 0 no existe diferencia por rendimiento y \hat{S}_c es menor que 0 no existe diferencia entre aspectos de calidad.

Gráfica 5

Por el tipo de datos y la forma en que se organizan los grupos de corte, se recomienda utilizar el gráfico de control de medias para cada uno de los aspectos analizados (Despunte, Corte a Rás, Enchorra de basura y caña). A continuación se presenta un modelo, el cual se preparó de la siguiente forma:

1. Se reunieron 20 subgrupos de 4 observaciones cada uno para cada aspecto
2. Se calculó el promedio y rango para cada subgrupo
3. Se calculó el promedio general y el valor medio de la amplitud
4. Se calcularon límites de control y luego se contruyó el gráfico de control, en este caso sólo para Despunte.

| | | | |
|----------------------------|---|-------|--------|
| $n=4 \Rightarrow A2=0.724$ | } | LCS = | 2.8696 |
| Media = 2.6 | | LCL = | 2.3928 |
| Amplitud = 0.4 | | LCC = | 2.6 |



CONCLUSIONES:

Calidad

- a. Se puede concluir que a un nivel del 95% de confianza no existe diferencia significativa de la calidad de trabajo dependiente del grupo de rendimiento, ni del aspecto evaluado (corte a ras, enchorre de basura y enchorre de caña o despunte).
- b. Se puede afirmar con un 95% de confianza, que la calidad en el corte de caña no tiene relación de dependencia con el rendimiento.
- c. La calidad se ve afectada por el estado del cañaveral en que se efectúe el corte (si la caña está postrada o enredada, y si existen piedras).
- d. Despuntar, luego de colocar la caña sobre la chorra, ayuda a mejorar la calidad del despunte.
- e. El llevar un orden de recorrido influye favorablemente en el corte a ras, ya que despeja el área en la cual se tirará el golpe del machete.
- f. Los monitores y cortadores tienen una idea poco clara de las razones por las cuales debe haber calidad en el corte, y no están suficientemente motivados para guardarla al ejecutar su trabajo.

CAPITULO VIII

OTROS FACTORES ANALIZADOS

8.1 Aspectos motivacionales

Con auxilio de un psicólogo, se estudió la motivación de los cortadores, como fuerza interna (del individuo) y externa (de la sociedad) que impulsa la acción de las personas hacia objetivos específicos. Dentro de los cortadores, es importante conocer este aspecto pues puede que sea este factor el que haga que se esfuercen para ser excepcionales dentro del grupo.

Definición del estudio: para fines del estudio, el aspecto motivacional se enmarca en tres categorías entre las cuales pueden ubicarse los impulsores de la acción. Estas categorías han sido punto de referencia en investigaciones realizadas en otros países y han demostrado ser un indicador importante. Por tal razón, este estudio se basa en las categorías poder, logro y afiliación.

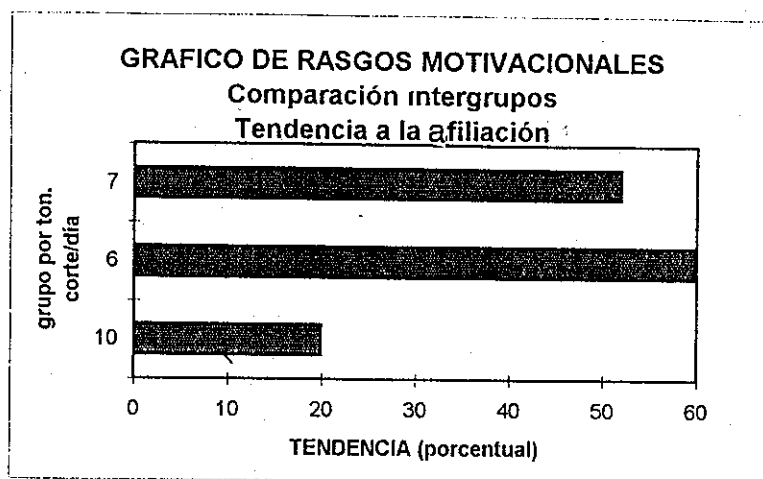
A continuación, se definen estas categorías:

- **Poder:** es la necesidad de ejercer algún tipo de control sobre el comportamiento de las personas, y se manifiesta en situaciones en que se intenta persuadir, influir e impresionar a los demás, ganando prestigio o status que lo coloquen por encima de otros.
- **Logro:** es la necesidad de alcanzar metas a través de resultados que provoquen la satisfacción por el reconocimiento en función de las acciones que evidencian un resultado. Esto puede observarse en el esfuerzo por ganar un concurso o hacer un trabajo mejor que otros trabajadores.
- **Afiliación:** es la necesidad de ser aceptado por el grupo; su esfuerzo va encaminado a cooperar con los otros y a seguir todo lo establecido para concordar con los patrones de comportamiento aceptados socialmente.

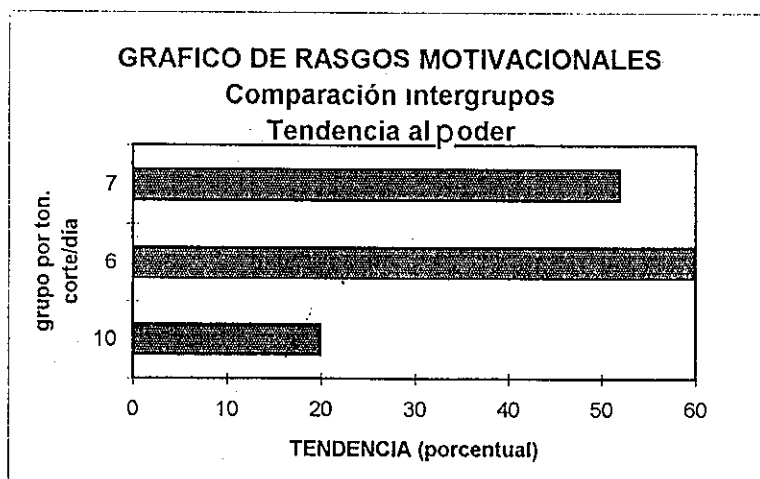
Se utilizaron test diseñados con preguntas que denotan la tendencia de la persona a uno de los tres motivadores y el TAT (percepción temática) consistente en una lámina de dibujos difusos sobre los cuales el analizado elabora una historia verbal, y con base a esta, se detecta su mayor inclinación.

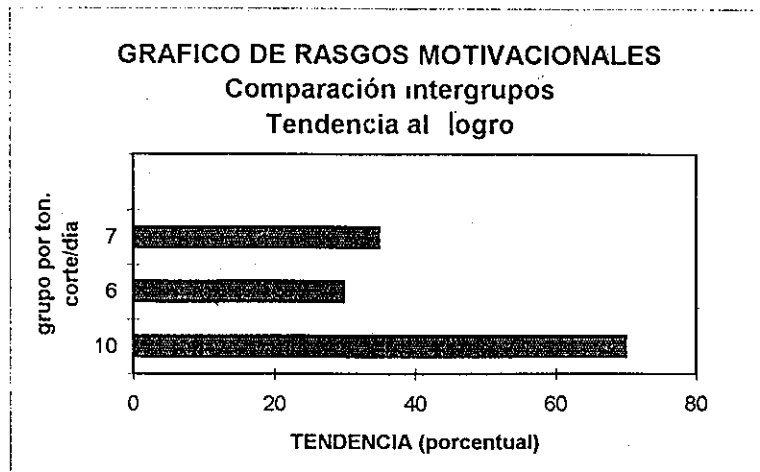
Se valoraron las respuestas en escala del 1 al 3 (tendencia poco intensa a muy intensa); los puntajes obtenidos se convirtieron en porcentajes, tanto en la encuesta como en el test. Dichos porcentajes fueron correlaciones primero individualmente y después entre los tres grupos que constituyeron la muestra. Esto evidenció los resultados que se presentan gráficamente a continuación:

Gráfica 6



Gráfica 7



Gráfica 8CONCLUSIONESMotivación

Los cortadores de alto rendimiento presentan una alta correlación entre sus factores motivacionales hacia el logro, tanto en la encuesta, como en el test.

Los cortadores de siete y seis toneladas presentan una mayor tendencia motivacional hacia la afiliación.

Los cortadores de siete toneladas podrían desarrollar su motivación al logro, siempre que no encuentren detrimento en su salud, ya que su percepción es ésta.

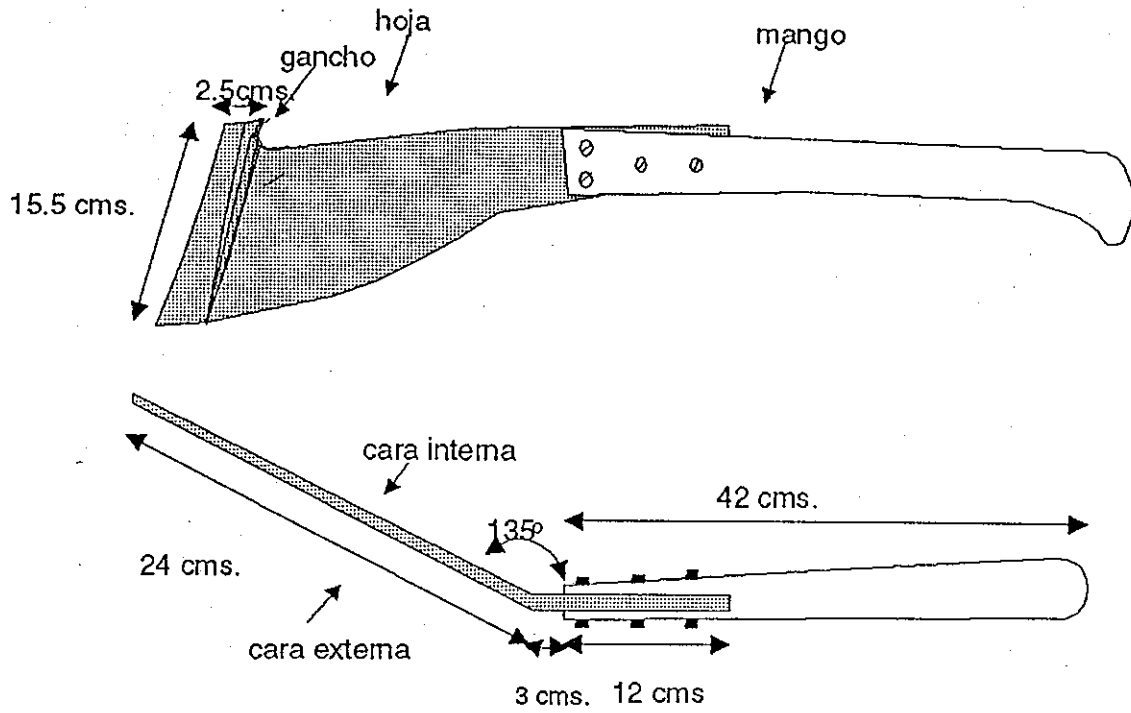
8.2 Mediciones antropométricas

Ergonomía: Medidas antropométricas (largo de brazo, altura, braquial); estas medidas están relacionadas con la adaptación del machete australiano al cuerpo de los cortadores (largo de mango y peso del mismo).

Antes de describir los datos de medidas, es importante describir el instrumento de corte (machete australiano) para dar una idea de la importancia de las medidas antropométricas estudiadas.

El machete australiano es una herramienta para operación manual, que sirve para cortar cañas de toda clase, erectas, postradas, sin quemar, y quemadas. El corte de este machete mejora el rendimiento, la calidad del corte de la cepa y especialmente reduce la frecuencia y severidad de los accidentes en el corte de caña de azúcar. Su peso es de aproximadamente 2 kilogramos. Su forma y medidas son descritas en la ilustración 11.

Ilustración 11



Se recopiló información con el objeto de analizar si la diferencia de medidas antropométricas entre grupos influye en el rendimiento del grupo, por medio de correlaciones (análisis de correlaciones).

Cuadro 8

Análisis estadístico de las variables antropométricas

| RENDIMIENTO | TALLA | TORAX | BRANQUIAL | BRAZO |
|----------------------------|--------|--------|-----------|--------|
| 10 TONS. | 1.62 | 89.6 | 26.3 | 75.6 |
| 6 TONS. | 1.58 | 89.7 | 25.2 | 73.2 |
| 7 TONS | 1.62 | 81.6 | 20.0 | 73.6 |
| MEDIA | 1.61 | 88.3 | 23.8 | 74.1 |
| COEFICIENTE DE CORRELACION | 0.6933 | 0.8967 | 0.43 | 0.9962 |

Conclusiones:

Con base en el análisis estadístico, se encuentra que existe una correlación muy marcada entre el largo del brazo y rendimiento descrito por la ecuación lineal $=69.41 + 0.6153 * \text{largo de brazo}$; el ancho del tórax también es determinante aunque no tanto (coeficiente de correlación $=0.8967$).

8.3 Seguridad e higiene:

Como se menciona al inicio, es necesario contemplar la seguridad de los trabajadores al hacer un estudio de métodos; a continuación, se describen conceptos de seguridad que hay que observar:

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Al afilar el machete:

- a. Al afilar el machete entre los muslos, el filo debe ir hacia afuera del cuerpo.
- b. Colocar la mano sobre el extremo de la lima; no la empuñe.
- c. Mantenga la lima con el mango de madera.
- d. Afilar el machete únicamente por un lado.
- e. Sentarse en un lugar seguro.
- f. No afilar hasta el mango, dejar espacio mínimo de 10 cms.

En el corte de caña:

- a. Colocar el pie contrario a la mano con que corta, atrás.
- b. Corte completamente y luego agarre los brotes pequeños y cañas caídas.
- c. Despejar todas la hojas aéreas o cañas que le estorben al cortador.
- d. Despejar el pie de la mata antes de cortarla.
- e. Hacer el descogolle por encima del tallo con movimientos del machete del cuerpo hacia afuera.
- f. Hacer la limpieza del tallo con el lomo del machete.
- g. Al ayudarse con el machete, para lanzar la caña a la chorra, coloque el filo hacia afuera.
- h. Usar botas de media caña, camisa de manga larga, guantes y dulceabrigo en el cuello.
- i. Evitar caminar sobre la chorra.

Seguridad:

Después de realizadas las observaciones de campo, se pudo establecer que la mayor parte de los cortadores no siguen las medidas de seguridad al afilar el machete, y de igual manera se observó que la posición de los pies es descuidada.

El abrazar la caña sobre el hombro puede ocasionar accidentes, puesto que las puntas de la misma al recibir el golpe de corte pueden pegarle en la cara al cortador, y esta forma de manejo de la caña es el más difundido entre los cortadores.

Se puede deducir de la conclusión anterior, que el monitoreo existente no es suficiente en cuanto a normas de seguridad o no se le ha dado la importancia necesaria.

8.4 Enseñanza del método (monitoreo)

Se entiende como monitoreo la labor realizada por una persona que imparte formación sobre aspectos de seguridad, calidad y rendimiento a los cortadores, es decir, que sirva como factor multiplicador de la acción del capacitador agrícola.

Se investigó la influencia del monitoreo en el rendimiento de los cortadores de caña, debido al papel que desempeña el monitor como multiplicador del método de corte.

El instrumento utilizado para este fin fue el resultado de la evaluación del desempeño de los monitores. Se tabularon los datos de los distintos aspectos evaluados por grupo de rendimiento y se convirtieron a puntajes, que dio como resultado lo siguiente:

Los aspectos analizados en esta evaluación fueron:

- Selección del momento de la demostración (se enseñó demostrando como cortar).
- Dominio del tema de la demostración.
- Comprensión del mensaje por parte del cortador.
- Evaluación del cortador.
- Posesión de buenos conocimientos técnicos.
- Supervisión de todos los aspectos formativos.
- Comportamiento en su trabajo.

Cuadro 9

Valuación del desempeño vrs. rendimiento

| RENDIMIENTO | 6 pts. | 8 pts. | 10 pts. | 12 pts. | 14 pts. | 16 pts. |
|-------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 10 tons. | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| 6 tons. | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 |
| 7 tons. | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 1 |

CONCLUSIONES

Enseñanza del método:

La relación existente entre el desempeño de los monitores y el rendimiento de los cortadores a su cargo es directamente proporcional, a mejor desempeño, mejor rendimiento. Esto evidencia que la enseñanza del método de corte de caña es determinante para mejorar rendimientos.

Incidencia de la edad y experiencia de corte en el rendimiento.

Se realizó un análisis estadístico de los datos recabados, por personas del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

5.1 Curva de aprendizaje, (experiencia en corte)

Se realizó un análisis de correlación de las variaciones de rendimiento por año y se obtuvieron los siguientes resultados:

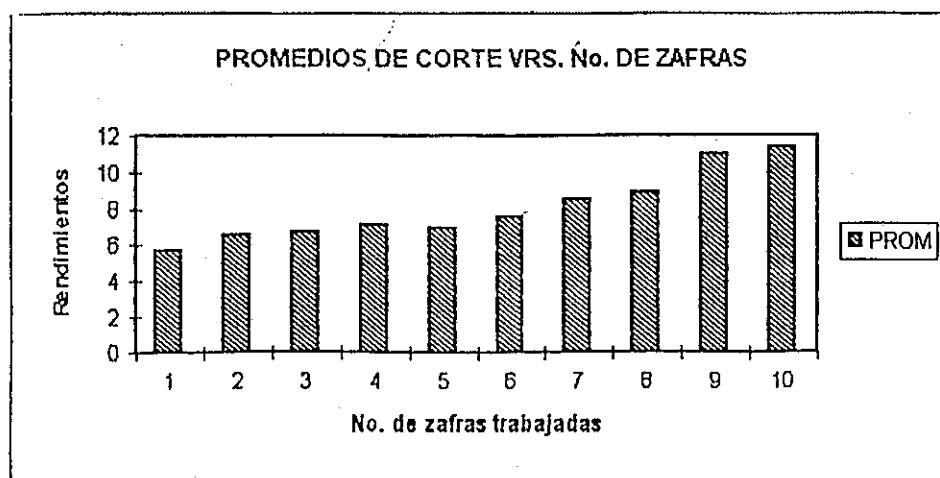
PROMEDIOS DE CORTE POR TONELAJE Y No. DE ZAFRAS

Cuadro 10

Promedios de corte por tonelaje y número de zafras trabajadas

| REND | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10 | 6.82 | 8.87 | 9.33 | 9.61 | 9.40 | 9.50 | 9.86 | 10.0 | 11.0 | 11.4 |
| 7 | 5.47 | 5.98 | 5.80 | 6.81 | 6.28 | 7.16 | 7.24 | 7.78 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 4.89 | 5.00 | 5.00 | 4.86 | 5.29 | 6.09 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| PROM | 5.83 | 7.05 | 7.55 | 7.72 | 7.79 | 8.35 | 7.78 | 9.47 | 11.0 | 11.4 |

Gráfica 9



ANALISIS DE REGRESION:

| | |
|----------------------|----------|
| constante: | 5.465544 |
| error estándar: | 0.683872 |
| coef. correlación: | 0.928580 |
| grados libertad: | 8.0 |
| números observación: | 10.0 |
| coef. de X: | 0.582824 |

Incidencia de la experiencia del cortador en el rendimiento de corte:

Existe una dependencia muy marcada entre el número de zafras trabajadas, y el rendimiento de corte de las personas, con una tendencia ascendente durante los primeros 10 años de trabajo. No se pudo identificar cuando la curva comienza a descender.

La ascendencia de la curva depende del rendimiento inicial del cortador y continúa creciendo a ritmos similares, que describe la siguiente curva promedio: $5.465544 + 0.582824 * (\text{No. de zafras trabajadas})$; para obtener una curva puntual, se varía 5.465544 por el rendimiento inicial de la persona.

RECOMENDACIONES GENERALES

Con base en las conclusiones anteriormente expuestas, se recomienda lo siguiente:

Experimentar el método de corte propuesto a fin de obtener una economía de movimientos, mejorar la seguridad y calidad en el corte, y obtener una mejora de rendimiento, sin descuidar la seguridad del trabajador y la calidad de su trabajo.

METODO PROPUESTO

Hacer el nido:

- a. Cortar a ras de suelo las cañas del tercer surco y acomodarlas sobre éste, dejando la parte de la raíz de la caña al pie del cuarto surco.
- b. Avanzar un metro aproximadamente: abrazar la caña del surco 2, cortarla y colocar sobre la caña cortada en el surco 3. Procurar que queden parejas para efectuar un buen descogolle.
- c. Abrazar por encima y cortar las matas de caña del surco 1, arrastrarlas a la chorra, y colocar el machete con el filo hacia afuera sobre el extremo del manojito de cañas. Empareje los cogollos con los surcos anteriores. Regresar y descogollar en el suelo las cañas cortadas en los surcos 1, 2 y 3.
- d. Lance el machete verticalmente, para cortar los cogollos entre hojas maduras y verdes.
- e. Retirar los cogollos cortados con la mano o con el pie aproximadamente 0.50 mts. de la chorra. Cortar el cuarto surco, y dejarlo caer sobre la chorra, girar y regresar cortando el quinto surco, transportar por brazadas a la chorra y colocar los cogollos en el sentido opuesto al anterior. El descogolle del quinto surco puede hacerse por brazadas al final.
- f. Descogolle en el suelo la caña del cuarto surco.

Avance:

Repetir los pasos uno, dos y tres hasta terminar la luchada o tajo:

1. Repetir hasta avanzar más o menos 1.5 mts. alternativamente surcos 1 y 2:

- De adentro hacia afuera de la luchada, cortar abrazando por encima de la caña el surco 1.

- Tomarse como surco de descanso.
2. Avanzar más o menos un metro de la siguiente forma:
 - Colocarse frente al surco 3, abrazar por el frente la caña del surco.
 - Cortar el grupo y colocarlo sobre la chorra de caña, y dejar la basura al lado derecho.
 - Despuntar sobre la chorra.
 3. Avanzar medio metro siguiendo la siguiente rutina:
 - Colocarse frente al surco 4 de frente al tajo.
 - Abrazar por encima la caña, cortarla, transportarla hacia el lado derecho, rotar el cuerpo con el fin de dejar las puntas sobre el lado derecho, cortar las puntas sobre la chorra, y arrojar la basura hacia la derecha. De igual manera para el surco 5.
 4. Retomar al surco 1 realizando una limpieza de hojas de la caña con el gancho, de la forma en que se ilustra.
 5. Regresar al paso 1 hasta terminar la luchada o tajo (detalle del recorrido en la ilustración 13).

Recomendaciones del método propuesto:

1. Cortar por grupos y al colocarlo sobre la chorra, tratar que queden los cogollos sobresalientes de la chorra, para facilitar el despunte inmediato; debe procurarse que las curvas queden para un mismo lado, para facilitar el alce.
2. Evitar que se deje depuntar trechos no mayores de 0.5, mts. a fin de mejorar la calidad del despunte.
3. El espacio que debe quedar entre la chorra y caña a cortar debe ser aproximadamente 1 metro, con el objeto de tener espacio suficiente para moverse al ir de un surco a otro al cortar.
4. La posición de la mano al cortar la caña debe estar lo más al extremo del cabo, a fin de aprovechar el momento que produce la fuerza aplicada.

5. La posición de la mano al efectuar despuntes sobre la chorra deber ser al medio del cabo para que se facilite su maniobrabilidad; hay que voltear el tallo con la curva hacia abajo, y evitar que se levante demasiado el brazo que lo sostiene.
6. Utilizar el gancho del machete en el deshoje (ver ilustración 14).

Tiempos

7. Se podría aumentar el rendimiento de corte, si se disminuyera el cansancio producido en el cortador al acercarle la fuentes de abastecimiento de agua, debido a que los suplementos por descanso serían menores.
8. Evitar recorridos innecesarios al momento de efectuar el corte, y aprovecharlos para aumento de tiempo útil.
9. Utilizar el tiempo estándar obtenido y las tablas utilizadas para concesiones para planificar el tiempo de corte (producción) esperado.
10. Establecer un sistema de pagos basados en la dificultad que presenta la variedad de caña sea de resiembra (soca) o plantilla (recién plantada).

Calidad:

11. El sistema de muestreo para control de calidad debe utilizar gráficos de control durante períodos de corte de 1 ó 2 semanas con las respectivas observaciones de factores que puedan afectar la calidad del corte (lluvia, posición y variedad de la caña quemada, etc.), para ver qué factores pueden controlarse para mejorar la calidad del corte.

Se recomienda lo anterior, pues se notó que la recopilación de esta información (que implica costos), no es explotada al máximo.

12. Se recomienda que en la evaluación de calidad sean tomados en cuenta como factores de concesión, la dificultad que presenta la dureza de la caña, la existencia de piedras en el terreno, la posición de la caña, y que la caña sea plantilla o soca, pues todos estos son factores que no se pueden controlar en el momento del corte, y disminuyen la calidad del mismo.

Seguridad e higiene

Equipo de protección necesario:

13. Proporcionar una sobaquera de cuero para utilizarse al abrazar la caña por el frente, para evitar irritaciones y/o corte por el manejo de la caña bajo la axila.
14. Proporcionar espinilleras protectoras para evitar cortes en la pierna.
15. Insistir en la utilización de manga larga al cortar, para evitar el corte de los brazos por las hojas de caña.

Al afilar el machete se deben seguir las normas establecidas:

16. Teniendo en cuenta que el machete se afila sobre la izquierda dejando la hoja hacia afuera del cuerpo, se coloca el mando debajo de la pierna derecha. Para darle la curva la machete, se inclina hacia la izquierda y se afila de adentro hacia afuera.
17. Cuando se afila la cara interna, se coloca sobre el hombro izquierdo y la hoja va sobre la rodilla. Se coloca el filo hacia afuera y se afila de adentro hacia afuera.
18. Implantar y mantener en uso el que sea manejada la caña abrazándola por el frente, práctica poco utilizada por los cortadores, para evitar accidentes por golpes de la caña en el rostro y partes superiores del cuerpo.

Monitoreo:

Selección de monitores:

19. Establecer un perfil de la personalidad y rasgos necesarios para que un monitor desempeñe sus funciones, y realizar un proceso de selección previa época de zafra, en que se contemple no sólo las necesidades de personal durante zafra, sino también posibles sustitutos.

Capacitación de monitores:

20. Establecer un programa de capacitación pre-zafra, en el cual se desarrolle a los monitores en los aspectos técnicos, pedagógicos, metodológicos, de seguridad y manejo de personal necesarios para el buen desempeño de su labor.
21. Utilizar el material de capacitación diseñado para la enseñanza del sistema de corte de caña al capacitar monitores para la zafra 93-94.

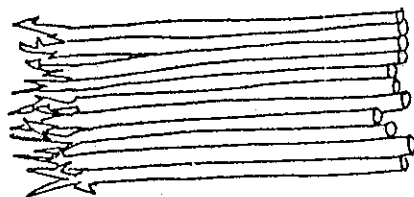
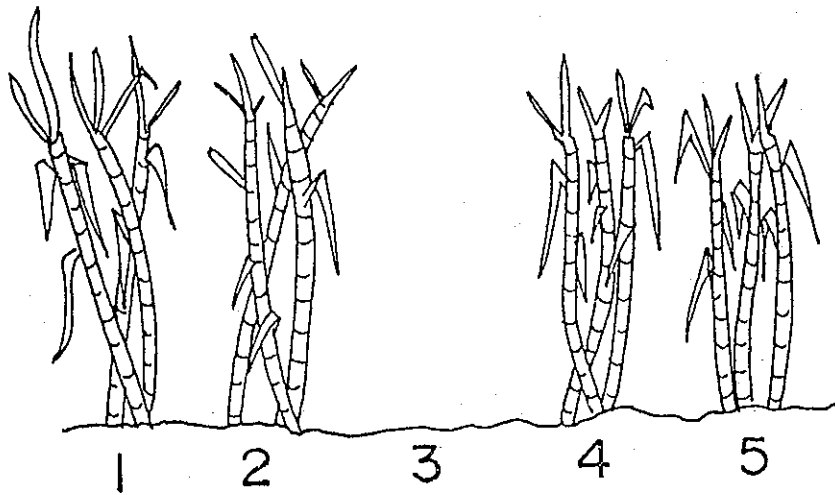
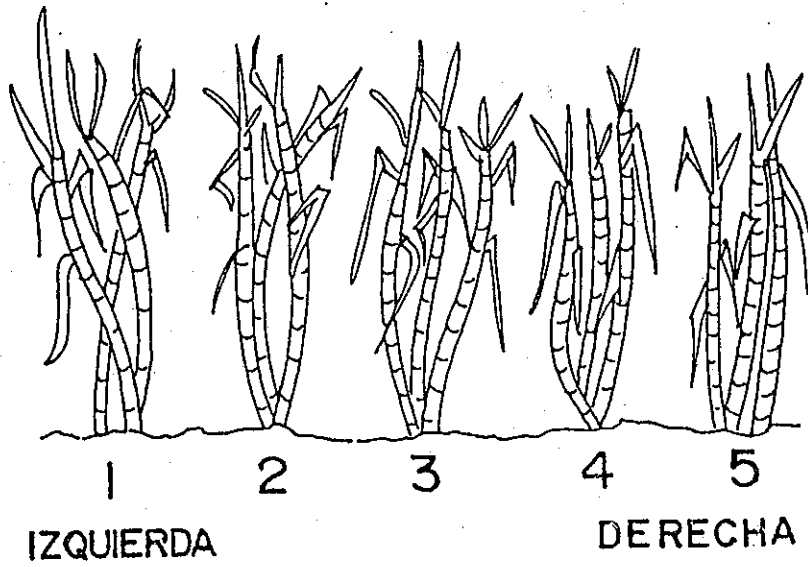
Capacitación de cortadores:

22. Formar un grupo de cortadores jóvenes y/o inexpertos, de 18 a 20 años con el fin de formar futuros cortadores que en la edad óptima de rendimiento (25 a 35 años) se encuentren cortando para la empresa. Dicho grupo deberá tener un monitor por cada 25 personas, para asegurar una atención y enseñanza más personalizada.
23. Se realiza un estudio más profundo del método de corte durante la zafra 93-94, y se utiliza para ello el material y procedimientos ya diseñados. Los monitores son las personas más indicadas para recopilar la información, previo un entrenamiento que se les puede impartir durante el curso de capacitación pre-zafra 93-94.

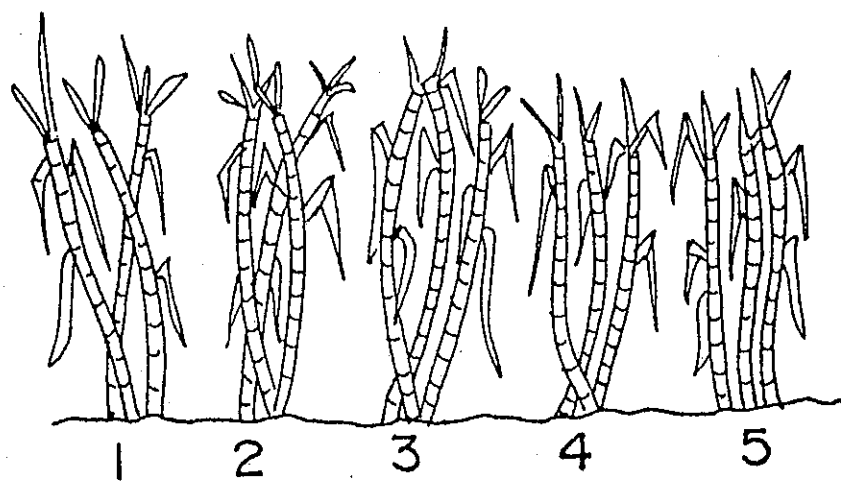
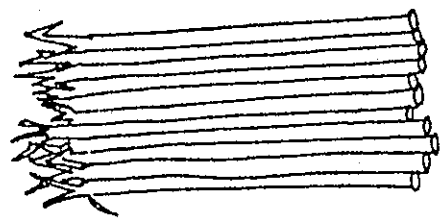
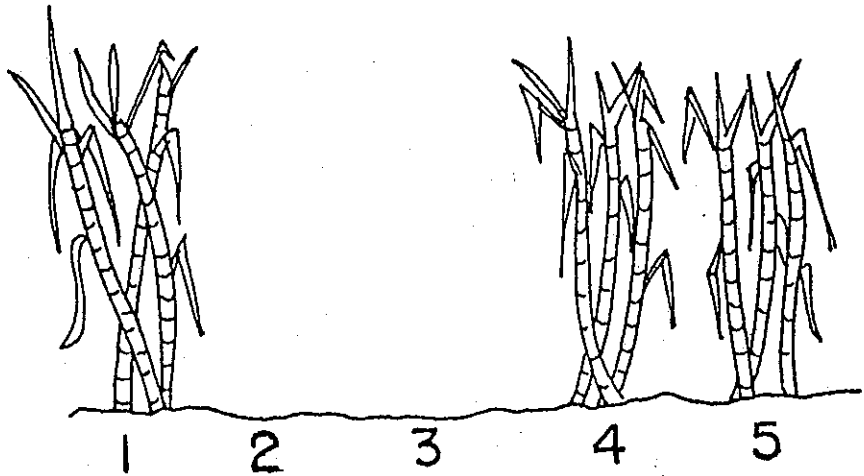
BIBLIOGRAFIA

- Elwood S., Buffa. Administración de Operaciones. México, Editorial Iberoamericana, 1981.
- Oficina Internacional del Trabajo. Introducción al Estudio del Trabajo. Quinta edición. México, Editorial Iberoamericana, 1988.
- Sheaffer, Richard L. y et. al. Elementos de Muestreo. México, Editorial Iberoamericana, 1988.
- Trujillo Benítez, Rubén y Escobar Orozco, Ary José. Nuevo Sistema Manual Para Cortar Caña de Azúcar. Guatemala, INTECAP, 1984.
- Voris, William. Control de la Producción. Tercera Edición. México, Editorial Hispano Europea, 1983.
- Centro Agropecuario SENA. Análisis del Corte de Caña y otros folletos sobre el tema. SENA, Cali Colombia, 1975.

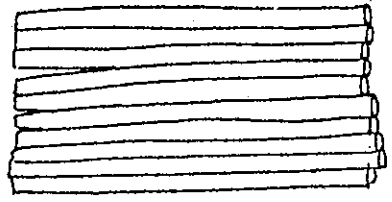
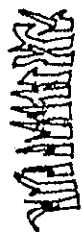
HACER EL NIDO



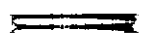
CHORRA

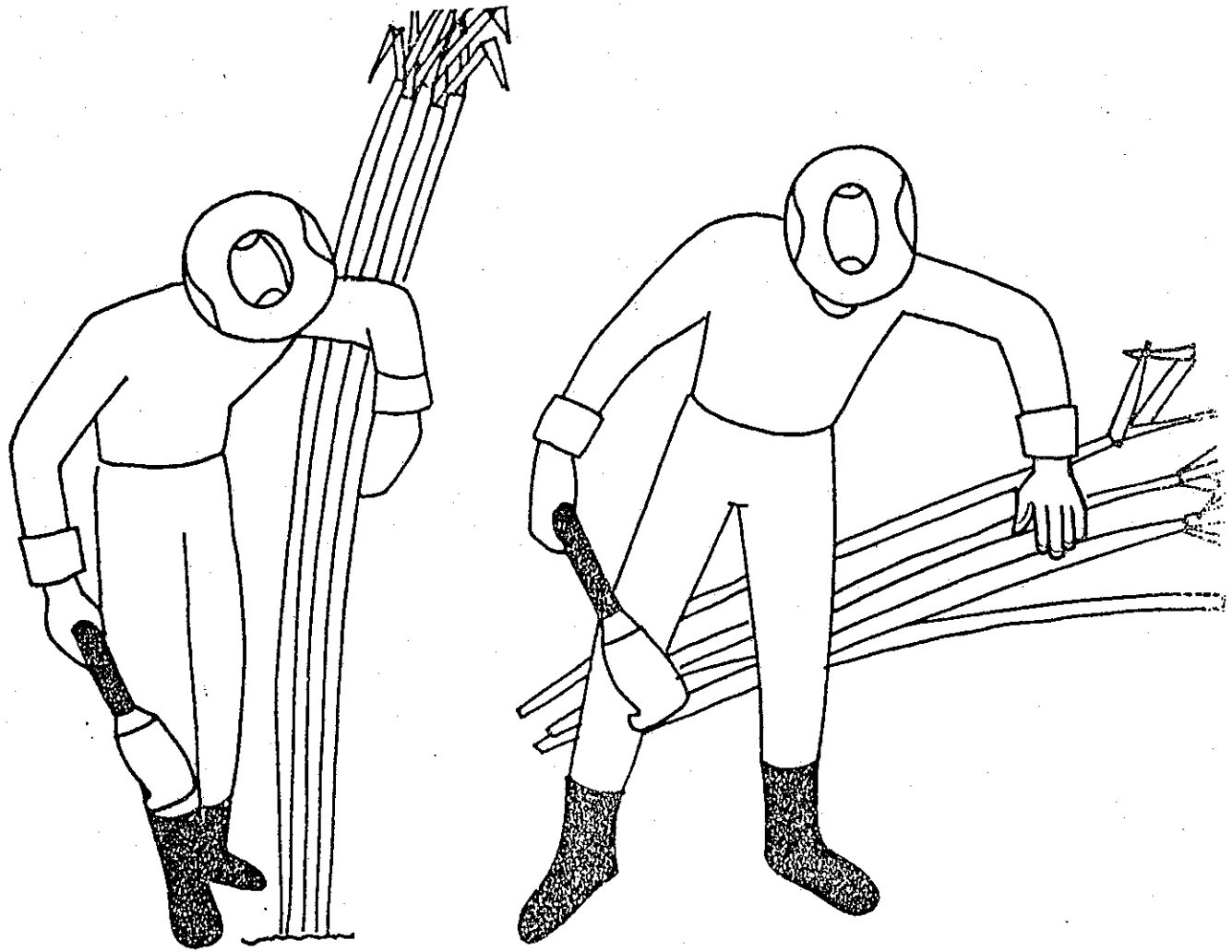


1 METRO

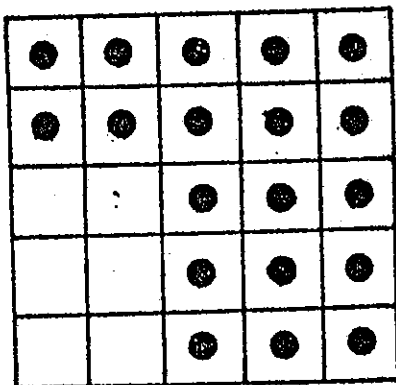
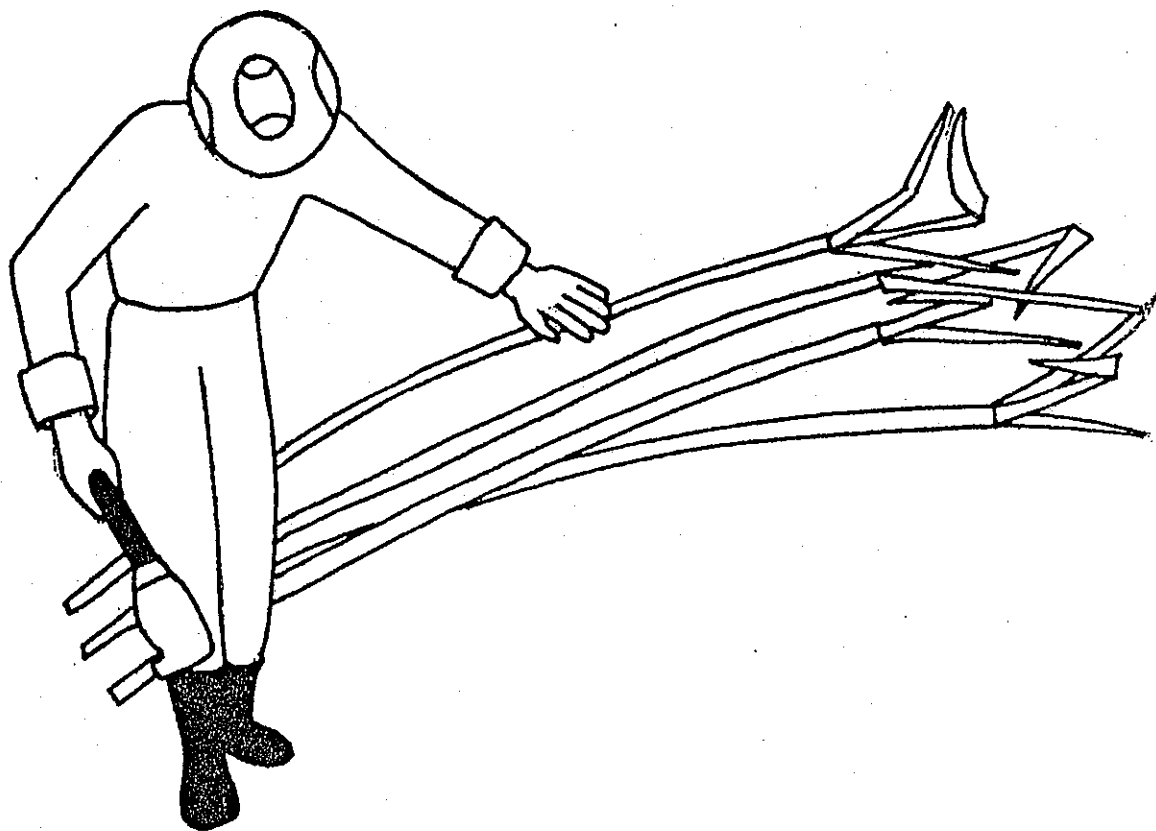


50 cm.

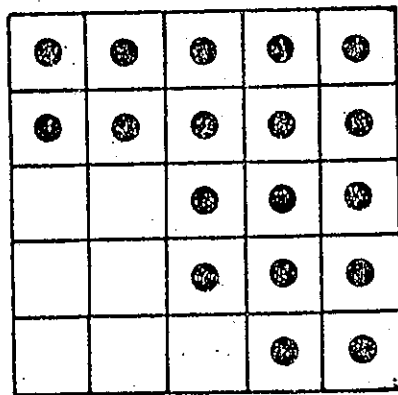
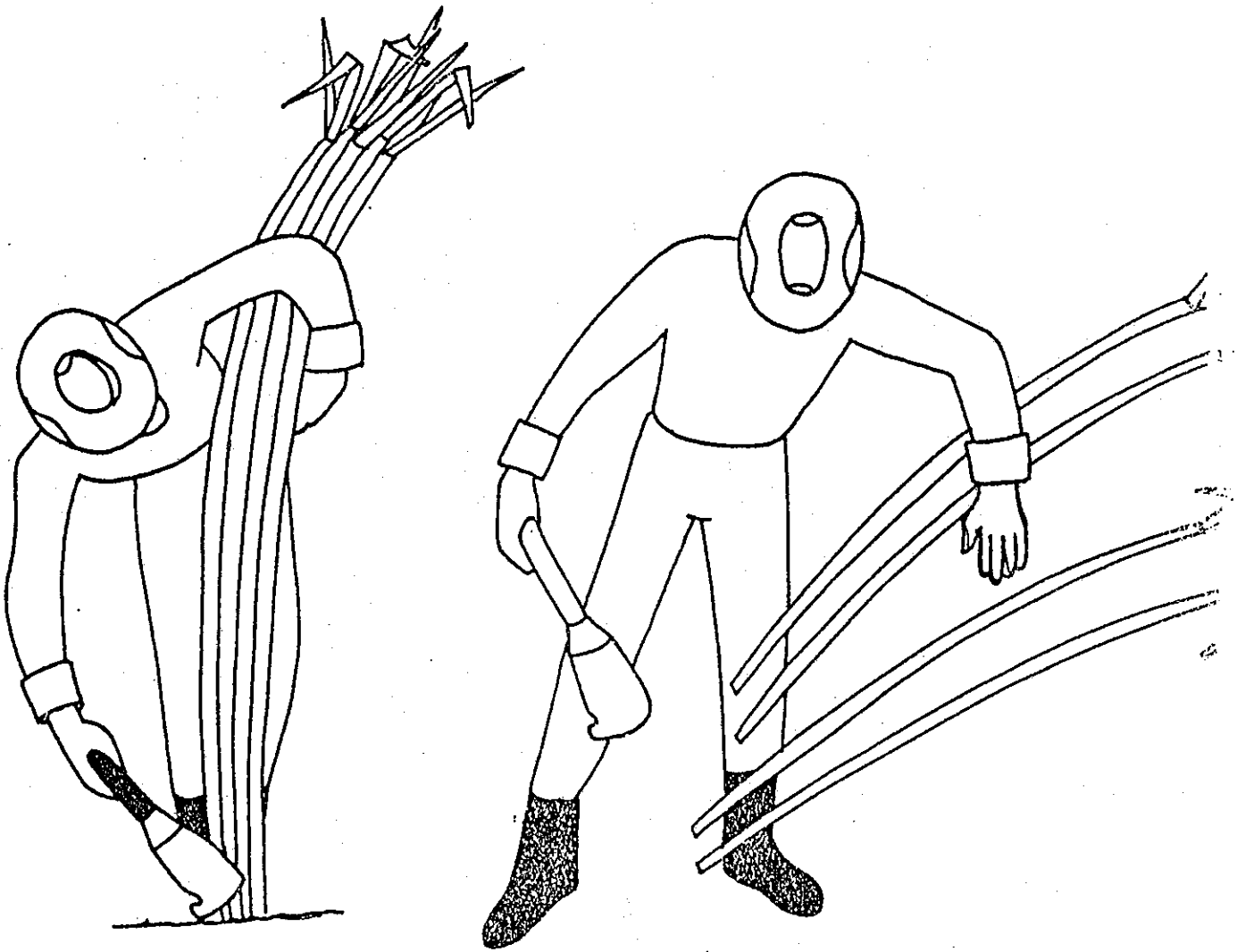




SURCO I



SURCO DE DESCANSO (2)



SURCOS 3, 4 Y 5

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ANEXO 1

TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS

| | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 49 54 43 54 82 | 17 37 93 23 78 | 87 35 20 96 43 | 84 26 34 91 64 |
| 57 24 55 06 88 | 77 04 74 47 67 | 21 76 33 50 25 | 83 92 12 06 76 |
| 16 95 55 67 19 | 98 10 50 71 75 | 12 86 73 58 07 | 44 39 52 38 79 |
| 78 64 56 07 82 | 52 42 07 44 38 | 15 51 20 13 42 | 99 66 02 79 54 |
| 09 47 27 96 54 | 49 17 46 09 62 | 90 52 84 77 27 | 08 02 73 43 28 |
| 44 17 16 58 09 | 79 83 86 19 62 | 06 76 50 03 10 | 55 23 64 05 05 |
| 84 16 07 44 99 | 83 11 46 32 24 | 20 14 85 88 45 | 10 93 72 88 71 |
| 82 97 77 77 81 | 07 45 32 14 08 | 32 98 94 07 72 | 93 85 79 10 75 |
| 50 92 26 ⑪ 97 | 00 56 76 31 38 | 80 22 02 53 53 | 86 60 42 04 53 |
| 83 39 50 08 30 | 42 34 07 96 88 | 54 42 06 87 98 | 35 85 29 48 39 |
| 40 33 20 38 26 | 13 89 51 03 74 | 17 76 37 13 04 | 07 74 21 19 30 |
| 96 83 50 87 75 | 97 12 25 93 47 | 70 33 24 03 54 | 97 77 46 44 80 |
| 88 42 95 45 72 | 16 64 36 16 00 | 04 43 18 66 79 | 94 77 24 21 90 |
| 33 27 14 34 09 | 45 59 34 68 49 | 12 72 07 34 45 | 99 27 72 95 14 |
| 50 27 89 87 19 | 20 15 37 00 49 | 52 85 66 60 44 | 38 68 88 11 80 |
| 55 74 30 77 40 | 44 22 78 84 26 | 04 33 46 09 52 | 68 07 97 06 57 |
| 59 29 97 68 60 | 71 91 38 67 54 | 13 58 18 74 74 | 15 54 55 95 52 |
| 48 55 90 65 72 | 96 57 69 36 10 | 98 46 92 42 45 | 97 60 49 04 91 |
| 66 37 32 20 30 | 77 84 57 03 29 | 10 45 65 64 76 | 11 04 96 67 24 |
| 68 49 69 10 82 | 53 75 91 93 30 | 34 25 20 57 27 | 40 48 73 51 92 |
| 83 62 64 11 12 | 67 19 00 71 74 | 60 47 21 29 68 | 02 02 37 03 31 |
| 06 09 19 74 66 | 02 94 37 34 02 | 76 70 90 30 86 | 38 45 94 30 38 |
| 33 32 51 26 38 | 79 78 45 04 91 | 16 92 53 56 16 | 02 75 50 95 98 |
| 42 38 97 01 50 | 87 75 66 81 41 | 40 01 74 91 62 | 48 51 84 08 32 |
| 96 44 33 49 13 | 34 86 82 53 91 | 00 52 43 48 85 | 27 55 26 89 62 |
| 64 05 71 95 86 | 11 05 65 09 68 | 76 83 20 77 90 | 57 16 00 11 66 |
| 75 73 88 05 90 | 52 27 41 14 86 | 22 98 12 22 08 | 07 52 74 95 80 |
| 33 96 02 75 19 | 07 60 62 93 55 | 59 33 82 43 90 | 49 77 38 44 59 |
| 97 51 40 14 02 | 04 02 33 31 08 | 39 54 16 49 36 | 47 95 93 13 30 |
| 15 06 15 93 20 | 01 90 10 75 06 | 40 78 78 89 62 | 02 67 74 17 33 |
| 22 35 85 15 33 | 92 03 51 59 77 | 59 56 78 06 83 | 52 91 05 70 74 |
| 09 98 42 99 64 | 61 71 62 99 15 | 06 51 29 16 93 | 58 05 77 09 51 |
| 54 87 66 47 54 | 73 32 08 11 12 | 44 95 92 63 16 | 29 56 24 29 48 |
| 58 37 78 80 70 | 42 10 50 67 42 | 32 17 55 85 74 | 94 44 67 16 94 |
| 87 59 36 22 41 | 26 78 63 06 55 | 13 08 27 01 50 | 15 29 39 39 43 |
| 71 41 61 50 72 | 12 41 94 96 26 | 44 95 27 36 99 | 02 96 74 30 83 |
| 23 52 23 33 12 | 96 93 02 18 39 | 07 02 18 36 07 | 25 99 22 70 23 |
| 31 04 49 69 96 | 10 47 48 45 88 | 13 41 43 89 20 | 97 17 14 49 17 |
| 31 99 73 68 68 | 35 81 33 03 76 | 24 30 12 48 60 | 18 99 10 72 34 |
| 94 58 28 41 36 | 45 37 59 03 09 | 90 35 57 29 12 | 82 62 54 65 60 |

ANEXO II

CUADRO DE CALCULOS PARA OBTENER TIEMPO ESTÁNDAR DE CORTE POR TONELADA
(Observación de una persona)

Hora de inicio y final registradas cuando se corta una tonelada de caña

Resta de hora de inicio y final expresada en centésimas

Lote en que se tomó el tiempo

Variedad de caña sembrada para asignación de concesión de

| INICIO | FINAL | TIEMPO | | VARIEDAD SEMBRADA | CONCESION POR VARIEDAD | CONCESION *TIEMPO CRONOMETRADO |
|---------|---------|--------------|-----------|-------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | CRONOMETRADO | LOTE | | | |
| 8 : 26 | 9 : 23 | 0.78941176 | J1502 | Q-96 | 0.04485900 | 0.82482399 |
| 14 : 37 | 16 : 10 | 1.07529412 | J501 | CP722086 | 0.05520000 | 1.13465035 |
| 8 : 11 | 8 : 42 | 0.24235294 | J1401 | CP57603 | 0.79200000 | 0.43429647 |
| 16 : 02 | 16 : 19 | 0.15411765 | Z8068 | CP722086 | 0.79200000 | 0.27617882 |
| 9 : 57 | 10 : 16 | 0.21764706 | J1601 | CP722086 | 0.05520000 | 0.22966118 |
| 10 : 03 | 12 : 33 | 2.27764706 | Z8056 | SEM EXP | 1.00000000 | 4.55529412 |
| 12 : 38 | 13 : 53 | 0.68470588 | 78 | CP56703 | 0.05721500 | 0.72388133 |
| 12 : 25 | 13 : 51 | 1.09411765 | 1027 | MEZVARCO | 0.05530000 | 1.15462235 |
| 10 : 54 | 11 : 39 | 0.48352941 | J1402 | Q96 | 0.04485900 | 0.50522006 |
| 9 : 55 | 10 : 46 | 0.54235294 | 50654 | CP722086 | 0.05520000 | 0.57229082 |
| 10 : 53 | 11 : 4 | 0.15764706 | OL945 | CP72131 | 0.05111600 | 0.16570535 |
| 14 : 40 | 15 : 55 | 0.83176471 | Y789 | VAR REPR. | 0.08037000 | 0.89861364 |
| 8 : 39 | 9 : 11 | 0.46941176 | D56 | CP72208 | 0.05520000 | 0.49532329 |
| 9 : 23 | 10 : 9 | 0.70352941 | 42102 | MEX68P23 | 0.06000000 | 0.74574118 |
| 8 : 04 | 9 : 0 | 0.62352941 | 43106 | CP80127 | 0.07000000 | 0.66717647 |
| 12 : 52 | 13 : 8 | 0.21529412 | 19901 | VA.REPROD | 1.00000000 | 0.43058824 |
| 11 : 39 | 12 : 67 | 1.01882353 | Z8011 | CP80127 | 0.07000000 | 1.09014118 |
| 9 : 38 | 10 : 19 | 0.56352941 | Z8056 | CP80127 | 0.07000000 | 0.60297647 |
| 8 : 25 | 9 : 6 | 0.64352941 | VAR REPR. | CP781247 | 0.09000000 | 0.70144706 |
| 16 : 23 | 17 : 28 | 0.55529412 | T454 | MZCVAREP | 0.08000000 | 0.59971765 |
| 13 : 01 | 14 : 45 | 1.43294118 | MEX-6929 | CP801827 | 0.07800000 | 1.54471059 |
| 12 : 30 | 13 : 11 | 0.61647059 | MEX-6929 | CP801827 | 0.07800000 | 0.66455529 |
| 10 : 29 | 11 : 42 | 0.94117647 | 18120 | CP801827 | 0.07800000 | 1.01458824 |
| 14 : 57 | 15 : 77 | 0.81411765 | 11302 | B7681 | 0.04656300 | 0.85202541 |
| 9 : 44 | 11 : 33 | 1.19882353 | 18120 | B4362 | 0.06425200 | 1.27585034 |
| 14 : 03 | 15 : 0 | 0.83647059 | 11302 | B7681 | 0.04656300 | 0.87541917 |
| 10 : 50 | 11 : 55 | 1.08235294 | H67O | CP72208 | 0.05520000 | 1.14209882 |
| 12 : 48 | 13 : 53 | 0.94117647 | CP72208 | CP72208 | 0.05520000 | 0.99312941 |
| 11 : 50 | 13 : 33 | 0.10000000 | 6709 | MEX68P2 | 0.08000000 | 0.10800000 |
| 15 : 44 | 16 : 48 | 0.74000000 | 543J | MEX68P2 | 0.08000000 | 0.79920000 |
| 9 : 17 | 10 : 23 | 0.94117647 | 65IO9 | CP721312 | 0.07600000 | 1.01270588 |
| 10 : 02 | 11 : 37 | 1.34117647 | HJU7 | MEX68P2 | 0.08000000 | 1.44847059 |
| 16 : 17 | 17 : 22 | 0.94117647 | GU43 | CP72208 | 0.07800000 | 1.01458824 |
| 12 : 29 | 13 : 30 | 0.80823529 | H78 | MEX68P2 | 0.08000000 | 0.87289412 |
| 13 : 48 | 15 : 14 | 0.94000000 | I90P0 | MEX68P2 | 0.08000000 | 1.01520000 |
| 8 : 34 | 9 : 29 | 0.31882353 | J897 | MEX68P2 | 0.08000000 | 0.34432941 |
| 13 : 33 | 13 : 21 | 0.15764706 | 14564 | PINDAR | 0.04179300 | 0.16423560 |
| 12 : 11 | 12 : 50 | 0.31176471 | Z8010 | CP801827 | 0.07000000 | 0.33358824 |
| 13 : 03 | 13 : 44 | 0.40000000 | Z567 | MEX68P2 | 0.08200000 | 0.43280000 |

ANEXO III

CUADRO DE CALCULOS PARA OBTENER TIEMPO ESTÁNDAR DE CORTE POR TONELADA
(Observación de una persona)

| | | | | | | |
|------------------------|---------|------------|--------|-----------|------------|-------------|
| 12 : 18 | 12 : 52 | 0.21529412 | Z8047 | CP801827 | 0.07000000 | 0.23036471 |
| 11 : 58 | 16 : 32 | 3.95529412 | Z8039 | CP801827 | 0.07000000 | 4.23216471 |
| 11 : 38 | 11 : 39 | 0.35294118 | 14101 | MEX641214 | 0.04650000 | 0.36935294 |
| 15 : 23 | 16 : 22 | 0.43176471 | 12701 | MEX68P23 | 0.05425200 | 0.45518880 |
| 12 : 24 | 13 : 33 | 0.94117647 | 12801 | CP722086 | 0.05520000 | 0.99312941 |
| 14 : 53 | 15 : 17 | 0.28352941 | Z8180 | CP801827 | 0.07000000 | 0.30337647 |
| 9 : 16 | 10 : 37 | 1.10705882 | 14502 | MEX68P23 | 0.06425200 | 1.17818957 |
| 14 : 44 | 16 : 16 | 1.03058824 | 30602 | CP801827 | 0.07000000 | 1.10272941 |
| 11 : 40 | 12 : 73 | 1.06588235 | 14503 | PINDAR | 0.04179300 | 1.11042877 |
| 16 : 04 | 17 : 24 | 0.78117647 | PINDAR | CP801827 | 0.07000000 | 0.83585882 |
| 12 : 10 | 13 : 23 | 0.66000000 | 14501 | MEX68P23 | 0.06425200 | 0.70240632 |
| 12 : 35 | 13 : 40 | 0.81529412 | 30601 | MEX641214 | 0.04656300 | 0.85325666 |
| 15 : 07 | 17 : 6 | 1.54588235 | 13103 | CP57603 | 0.05777800 | 1.63520034 |
| 11 : 11 | 12 : 49 | 1.30705882 | 14102 | B7681 | 0.04656300 | 1.36791940 |
| 15 : 08 | 15 : 56 | 0.42588235 | 12902 | PINDAR | 0.04179300 | 0.44368125 |
| 8 : 42 | 9 : 60 | 0.90117647 | 12602 | PINDAR | 0.04179300 | 0.93883934 |
| 10 : 24 | 11 : 34 | 0.94235294 | 14101 | MEX641214 | 0.04656300 | 0.98623172 |
| 13 : 35 | 14 : 11 | 0.52941176 | 313205 | CP801827 | 0.07000000 | 0.56647059 |
| 10 : 08 | 10 : 24 | 0.11411765 | 10802 | CP722086 | 0.05256200 | 0.12011590 |
| 12 : 44 | 13 : 53 | 0.80823529 | 13103 | CP57603 | 0.05778000 | 0.85493513 |
| 9 : 01 | 11 : 18 | 2.16000000 | 13202 | CP722086 | 0.05520000 | 2.27923200 |
| 11 : 28 | 12 : 64 | 1.17882353 | Z8016 | SP701284 | 0.05100000 | 1.23894353 |
| 14 : 06 | 14 : 59 | 0.49294118 | 12203 | CP822086 | 0.05520000 | 0.52015153 |
| 10 : 54 | 11 : 33 | 0.44000000 | 40301 | CP822086 | 0.05520000 | 0.46428800 |
| 12 : 36 | 14 : 6 | 1.46941176 | 10802 | CP722086 | 0.55200000 | 2.28052706 |
| 9 : 43 | 11 : 0 | 1.28705882 | 40103 | PINDAR | 0.04179300 | 1.34084887 |
| 11 : 22 | 12 : 48 | 1.12000000 | 14201 | Q75 | 0.04485900 | 1.17024208 |
| 10 : 54 | 12 : 7 | 1.16470588 | 10801 | MEX641214 | 0.04656300 | 1.21893808 |
| 11 : 45 | 13 : 0 | 0.94117647 | 12602 | PINDAR | 0.04179300 | 0.98051106 |
| 14 : 49 | 16 : 13 | 1.31058824 | 12002 | BT65152 | 0.44859000 | 1.89850501 |
| 15 : 60 | 17 : 27 | 0.87647059 | 12201 | CP722086 | 0.05226200 | 0.92227669 |
| 13 : 11 | 13 : 26 | 0.07294118 | 12602 | PINDAR | 0.04179300 | 0.07598961 |
| 12 : 01 | 13 : 51 | 1.48258824 | 12401 | Q102 | 0.03127400 | 1.52895470 |
| 15 : 23 | 16 : 34 | 0.95176471 | 11901 | Q102 | 0.03127400 | 0.98153020 |
| 8 : 25 | 9 : 28 | 0.87058824 | 10413 | CP722086 | 0.05520000 | 0.91864471 |
| 12 : 27 | 14 : 11 | 1.27058824 | 11603 | Q102 | 0.03127400 | 1.31032461 |
| 8 : 09 | 9 : 54 | 1.39764706 | 10401 | CP721210 | 0.05226100 | 1.47068949 |
| 15 : 15 | 16 : 17 | 0.91764706 | 10413 | CP801827 | 0.07600000 | 0.98738824 |
| SUMATORIA | | | | | | 73.58456508 |
| PROMEDIO=TIEMPO NORMAL | | | | | | 0.95564370 |

'TIEMPOS PROMEDIO POR PERSONA

| No. de promedio | tiempos hrs/Ton |
|-----------------|--------------------|
| 1 | 0.9393 |
| 2 | 0.7593 |
| 3 | 0.7700 |
| 4 | 0.8000 |
| 5 | 0.8500 |
| 6 | 0.7400 |
| 7 | 0.7800 |
| 8 | 0.7400 |
| 9 | 0.7000 |
| 10 | 0.6800 |
| 11 | 0.7300 |
| 12 | 0.7600 |
| 13 | 0.7900 |
| 14 | 0.9500 |
| 15 | 0.7915 |
| 16 | 0.6900 |
| 17 | 0.7800 |
| Sumatoria | 13.2600 |
| Promedio | 0.7800 |