

Ministerio de Desarrollo Económico

**artesanías de colombia**

**METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN  
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RÁQUIRA**

**Elaborado por: María Margarita Castro López  
Ingeniera Industrial**

**Bogotá, Enero de 2003**

*METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN  
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA*

**TABLA DE CONTENIDO**

	Pag
<b>METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN ARTESANAL.</b>	
1.0 ANÁLISIS DE MÉTODOS	3
1.1 Diagrama de operaciones de proceso	3
1.2 Diagrama de flujo del proceso	5
1.3. Diagrama de recorrido	10
2.0 ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN.	11
3.0. ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS	17
3.1 Estudio de movimientos	17
3.2. Principios de la economía de movimientos	23
3.3. Sugerencias	26
4.0 EXPLICACIÓN DE LAS LEYES DE LA ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS	27
5.0 MANEJO DE MATERIALES	31
5.1. Reducción del tiempo empleado en la recolección de materiales	32
6.0. DISTRIBUCIÓN DEL EQUIPO EN LA PLANTA	36
6.1. Tipos de distribuciones	36
6.2. Diagramas de volumen, distancia y viaje del material	39
6.3. La disposición y condiciones del lugar de trabajo	41
7.0. FUNDAMENTOS DE LA FISIOLOGÍA DEL TRABAJO	45
7.1. Memoria	47
7.2 Fatiga Fisiológica	48
7.3 Diferencias individuales	49
8.0 CONCEPTOS DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PERSONAL	52
9.0 ESTUDIO DE TIEMPOS	58
9.1. Calificación de la actuación o Factor de Velocidad	63
9.2. Calificación de la estación de trabajo	65
9.3. Calificación por elementos en comparación con el estudio global	65
9.4. Métodos de calificación	66

# *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA*

## **INTRODUCCIÓN**

Como parte fundamental de la actividad artesanal, se encuentra la producción de las artesanías, y desde esta perspectiva y con el objeto de que la empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad es necesario aumentar la productividad.

Productividad hace referencia al incremento de la producción en un intervalo de tiempo determinado; el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos apropiados para cada producto que se desarrolla, a su vez el estudio de tiempos es clave en la optimización de la producción, puesto que puede llegar a determinar la capacidad de reacción de una empresa ante volúmenes de pedido superiores a los habituales, otro factor determinante es el relacionado con el puesto de trabajo, ya que este permite al artesano desarrollar de manera confortable su trabajo y no debe atentar bajo ninguna circunstancia contra la salud física de la persona que esta realizando la labor de producción.

La labor artesanal como cualquier labor de manufactura debe verse desde el punto de vista productivo, es por tal motivo que el presente proyecto pretende mostrar, una metodología que puede aportar posibles soluciones a problemas identificados en la elaboración de artesanías y más específicamente en las elaboradas en el municipio de Ráquira, en el oficio de la alfarería y cerámica.

Para la elaboración de este proyecto se recurrió a información bibliográfica acerca de las artesanías elaboradas en el municipio y su proceso productivo, se identificaron aspectos que pueden ser mejorados en la producción, y finalmente se determinaron las actividades para solucionar dichos problemas.

La metodología que se describe a continuación se puede adaptar fácilmente a las necesidades de producción de los talleres artesanales en Ráquira.

*METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN  
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA*

9.5. Márgenes o tolerancias	73
9.6. Aplicaciones de las tolerancias o márgenes	79
<b>ARTESANIAS DE RAQUIRA</b>	
10.0. RAQUIRA	83
10.1. Reseña Historica	83
10.2. Proceso de producción en veredas	85
10.3. Proceso de producción en talleres urbanos	88
10.4. Proceso de producción en terrajas	91
10.5. Manejo de equipos	95
10.6. Características grupo artesanal del Casco Urbano y Periferias	95
10.7. Grupo artesanal de la Comunidad de Agua Buena Vereda la Candelaria	96
10.8. Grupo artesanal de las Veredas la Candelaria, Sector Monasterio y la Vereda Tapias	96
10.9 Grupo de la Vereda Resguardo Occidente Sector los Tanquetes y Loma Blanca	97
10.10. Grupo de la Vereda Resguardo Occidente Sector la Comunidad	97
10.11. Grupo La Rochela Vereda Resguardo Occidente	97
10.12. Grupo artesanal de la Vereda Resguardo Oriente	98
10.13. Diagnóstico de los hornos de cocción.	98
<b>PROPUESTA DE ESTUDIO DE MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS</b>	
Justificación	99
Objetivos del estudio	100
Resultados esperados	101
Cronograma de actividades semanal	
Cronograma de actividades mensual	
<b>ANEXOS</b>	
<b>APÉNDICE</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	

**METODOLOGÍA PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO  
DE PRODUCCIÓN  
ARTESANAL.**

## **ANÁLISIS DE MÉTODOS**

### 1. Medios gráficos para el análisis de métodos:

Cuando el análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya en operación, es útil presentar en forma clara y lógica la información relacionada con el proceso. El primer paso es reunir toda la información relacionada con la operación o proceso tal como cantidad de piezas a producir, programas de entrega de materias primas y de producto terminado, tiempos de operaciones, capacidad de las máquinas, materiales y herramientas utilizadas en el proceso y todos aquellos datos que nos permitan más adelante la solución de problemas.

Uno de los instrumentos más importantes para la realización de este trabajo de recolección de información es el diagrama de procesos.

**1.1. Diagrama de operaciones de proceso:** Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en el proceso de fabricación, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto principal. Antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura es necesario elaborar un diagrama de operaciones que permite comprender perfectamente el problema y determinar en que áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de información y mediciones directas. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifiquen claramente.

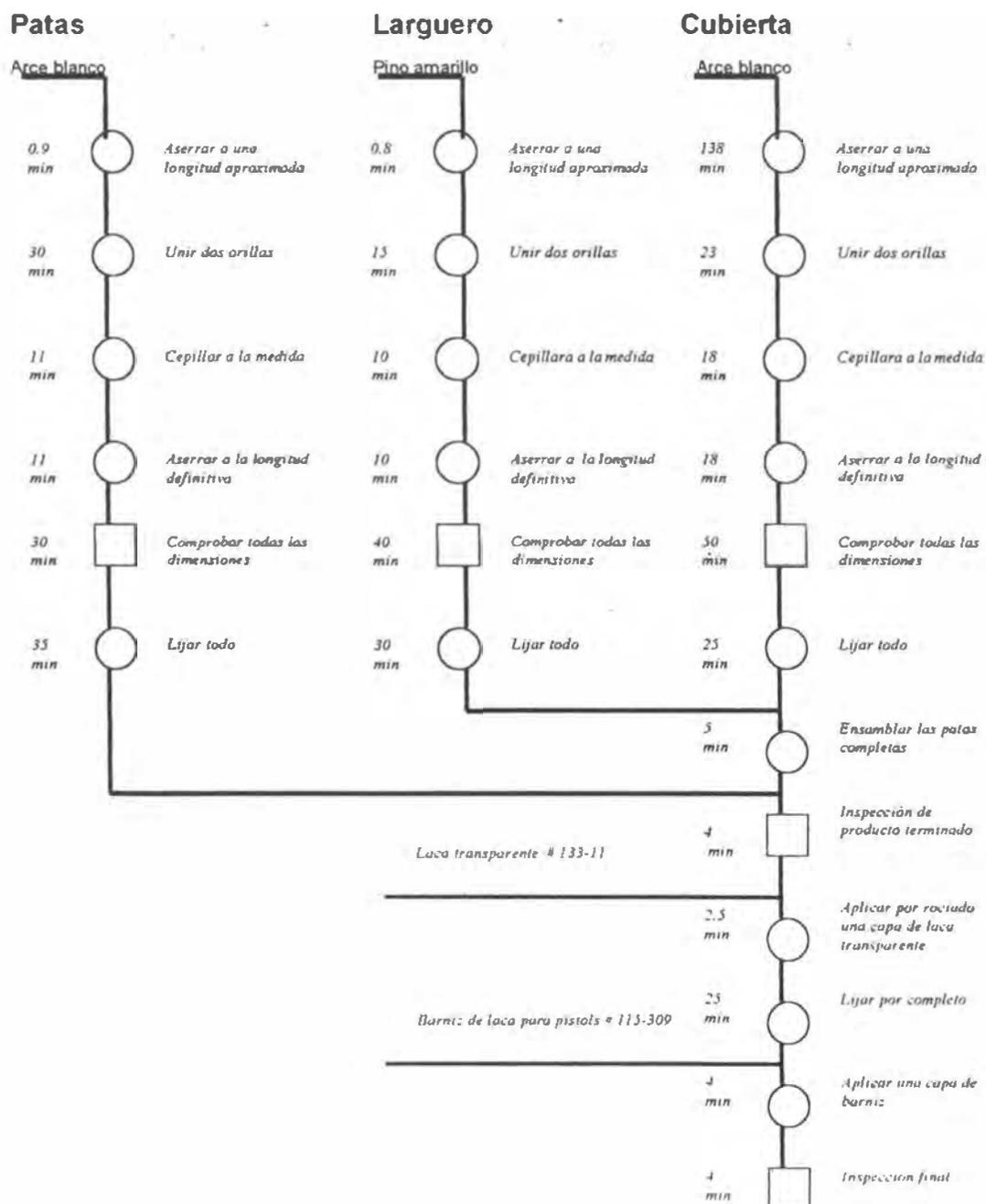
Cuando se elabora un diagrama de esta clase se utilizan dos símbolos: Un círculo para representar una información y un cuadrado para representar una inspección.

## METODOLOGIA PARA LA OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION 4 ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA

Una operación ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente o cuando se estudia o planea antes de realizar un trabajo de producción en ella.

Una inspección tiene cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con la calidad requerida. A continuación se muestra un ejemplo.

Diagrama de operaciones de proceso que ilustra la fabricación de mesas para teléfono



Una vez que se ha terminado el diagrama de operaciones deberá revisar cada operación y cada inspección teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Propósito de la operación
- Diseño de la operación o pieza
- Tolerancias y especificaciones
- Materiales
- Proceso de fabricación
- Preparación y herramental
- Condiciones de trabajo
- Manejo de materiales
- Distribución en planta
- Principios de la economía de movimientos

Algunas de las preguntas que vale la pena tener en cuenta cuando se analizan estos factores son: Por qué es necesaria esta operación?. Por qué esta operación debe efectuarse de esta manera?. Por qué se ha asignado este artesano para ejecutar este trabajo?.

## **1.2. Diagrama de flujo del proceso:**

Este diagrama contiene muchos más detalles que el de operaciones y en algunas ocasiones es mas sencillo de realizar. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez identificados estos periodos no productivos se puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por el taller.

En él se utilizan otros simbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones. Una pequeña flecha indica transporte, que se define como el movimiento de un lugar a otro, o traslado de un objeto, excepto cuando forma parte del curso normal de una operación o inspección. Un símbolo como la letra D mayúscula indica demora o retraso , el cual ocurre cuando no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente

en la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero puesto sobre su vértice indica almacenamiento, o sea, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado. Cuando es necesario mostrar una actividad combinada, por ejemplo cuando un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo, se representa de la siguiente manera.



La inspección se realiza junto con una operación



Una operación se efectúa mientras ocurre un transporte

<p><b>OPERACION</b></p> <p>Un círculo grande indica una operación como →</p> <p>Clavar</p> <p>Mezclar</p> <p>Trabaja</p>	<p>Operación de trámite para crear un registro o conjunto de impresos →</p> <p>Mecanografiar cartas</p> <p>Hacer órdenes de reparación</p> <p>Actualizar registro de herramientas en un estante</p>	<p>Operación de trámite para agregar información a un registro →</p> <p>Registrar la cuenta de piezas</p> <p>Actualizar los datos de almacén</p> <p>Registrar el programa de control de producción</p>
<p><b>TRANSPORTE</b></p> <p>Una flecha indica un transporte o traslado como →</p> <p>Mover material con un carro</p> <p>Mover material mediante un transportador</p> <p>Mover material trabajando solo sin ayuda alguna (por mano o mediante)</p>	<p><b>ALMACENAMIENTO</b></p> <p>Un triángulo indica un almacenamiento como →</p> <p>Materia prima almacenada a granel</p> <p>Productos listos para ser almacenados sobre estantes</p> <p>Documentos en archivos de acceso inmediato</p>	<p><b>RETRASO O DEMORA</b></p> <p>Un símbolo grande en forma de D indica una demora o retraso como →</p> <p>España ante el proveedor o proveedor</p> <p>Materia colocada en un estante o sobre el piso al lado de un banco de trabajo en espera de ser procesada</p> <p>Pedidos en espera de ser archivados</p>
<p><b>INSPECCION</b></p> <p>Un cuadro indica una inspección como →</p> <p>Inspección de materiales sobre sus planchas de trabajo</p> <p>Inspección de materiales de una caja</p> <p>Inspección de un programa de control de producción</p>		

La tabla anterior muestra ejemplos de símbolos empleados para diagramas de procesos.

Existen dos diagramas de flujo de proceso el primero es el de producto en el cual se muestra las etapas u operaciones por las cuales pasa el producto desde la materia prima hasta que se encuentra en el almacén dispuesto para la venta, a continuación se muestra un ejemplo del diagrama de flujo de proceso por producto.

Objeto del diagrama <u>Cabeza de regadera</u>		Diagrama N°01	
Diagrama del método: <u>Actual</u>		El diagrama empieza en: <u>Almacén de materia prima</u>	
El diagrama termina en: <u>Bodega del departamento de ensamble</u>		Fecha: <u>Dic 20 de 2002</u>	
Hoja <u>1</u> de <u>1</u>			
Distancia en mts	Tiempo en min	Símbolos	Descripción del proceso
			En almacén de materias primas hasta que se haga el requerimiento
6 mts	15 min		Al recibir el requerimiento se carga la materia prima en carro .
2 mts	3 min		Varilla extrusionada a la sierra neumática # 72
	2.5 min		Esperar que empiece la operación.
	35 min		Aserrar con la sierra neumática
	50 min		Forjado ( operación de 3 hombres ) e inspección.
			Bodega de ensamble

**Resumen**

Evento	Numero	Tiempo	Distancia
Operaciones	2	50 min	
Transportes	1	3 min	2 mts
Demoras – Retrasos	1	25 min	
Actividades combinadas	1	50 min	
Almacenamientos	2	indeterminado	
Inspecciones			

El diagrama de flujo del proceso operativo, permite determinar cada uno de los eventos que suceden en la elaboración de un producto, no solo las etapas por las cuales pasan las materias primas hasta lograr tener el producto terminado. A continuación se muestra el diagrama:

Operación: Transporte de materia prima

Método actual:  X

Método propuesto:

fecha \_\_\_\_\_

Hoja 1 de 1

Inspecciones \_\_\_\_\_

Transporte \_\_\_\_\_

Operaciones \_\_\_\_\_

Demoras \_\_\_\_\_

Almacenamiento \_\_\_\_\_

Evento	Símbolo de evento	Tiempo	Distancia en mts	Recomendación del método
Caminar a el almacén de materias primas		1.5 min	3 mts	
Inspeccionar la materia prima		7 min		Hacer la inspección con anticipación.
Apilar la materia prima para ser transportada		15 min		Dejar la materia prima apilada en las cantidades apropiadas
Transportar la materia prima al banco de trabajo		3.0 min	4 mts	

Para eliminar o reducir al mínimo los tiempos de retraso y almacenamiento a fin de mejorar las entregas a los clientes, así como de reducir costos se deben considerar las siguientes preguntas:

1. ¿Con qué frecuencia no se entrega la cantidad completa de materiales a la operación?
2. ¿Cuál es el tamaño más eficiente de lote o cantidad de piezas en fabricación?.
3. ¿Cómo se pueden agrupar operaciones semejantes de manera que puedan efectuarse al mismo tiempo?
4. ¿Cuáles son las interrupciones frecuentes de trabajo y como deberían eliminarse?
5. ¿Cuántas veces ocasionan suspensiones de trabajo del trabajo los pasillos congestionados?
6. ¿Qué mejoras se pueden hacer en la localización de puertas y pasillos , haciendo que se reduzcan los retrasos?.

Un estudio del diagrama completo de un proceso, familiariza a la persona que realiza el estudio de métodos , movimientos y tiempos, con los detalles pertinentes relacionados con los costos directos e indirectos de un proceso de fabricación, de modo que se puedan analizar con el fin de introducir mejoras.

Es difícil mejorar un método a menos que se conozcan todos los hechos relacionados con en el mismo.

La inspección casual de una operación no proporcionara la información necesaria para llevar a cabo un trabajo concienzudo de mejoramiento de métodos.

El hecho de que las distancias se registren en el diagrama de flujo de proceso lo hace de gran valor, puesto que permite identificar como podría mejorarse la distribución del equipo en el taller. El correcto análisis y utilización de este diagrama, puede introducir grandes mejoras.

### **1.3. Diagrama de recorrido:**

Aunque el diagrama de flujo de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con el proceso de elaboración, no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Por ejemplo, antes de que pueda acortarse un transporte es necesario visualizar donde habría sitio para agregar una instalación o dispositivo que permita disminuir la distancia.

Asimismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo.

La mejor manera de obtener esta información es tomar un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y trazar en él las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra. Una representación de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades.

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

Este diagrama es un complemento de del diagrama de flujo del proceso, pues en él puede trazarse el recorrido total de un producto y encontrar las áreas de posible congestionamiento de tránsito y facilita una mejor distribución en la planta.



- **Finalidad de la operación:** Una regla importante es la de determinar si una operación debe combinarse o eliminarse, antes de intentar mejorarla, es decir decidir si la operación es necesaria o no. En muchos procesos incluyendo el artesanal se lleva a cabo una cantidad de trabajo innecesario, en muchos casos, el trabajo o el proceso no se debe simplificar o mejorar, sino que se debe eliminar por completo. Si un trabajo puede ser suprimido no hay necesidad de gastar dinero en la implantación método mejorado. Ninguna interrupción o demora se origina mientras se desarrolla la prueba e implanta un método mejorado. No es necesario adiestrar nuevos operarios para el nuevo método. El problema de la resistencia a los cambios se minimiza cuando se descarta un trabajo o actividad que se descubrió que es innecesaria.

En muchas ocasiones puede originarse una operación innecesaria debido a la ejecución inapropiada de una operación previa. Habrá que realizar una segunda operación para retocar o hacer aceptable el trabajo de la primera.

Otra razón de que aparezcan operaciones innecesarias frecuentemente es el resultado de una planeación inapropiada en el momento de iniciar el trabajo. Una vez establecidos los procedimientos de rutina es difícil efectuar un cambio, aún si este permitiera eliminar una parte del trabajo y hacer más fáciles las labores.

- **Diseño de la pieza:** Una vez que un diseño ha sido aceptado, se debe procurar que su manufactura sea de la manera más económica posible. En la elaboración de artesanías es necesario reconocer que es difícil introducir un ligero cambio en el diseño, sin embargo se debe revisar el diseño en busca de mejores posibles. Los diseños no son permanentes y pueden cambiarse, a la vez que permiten ofrecer al consumidor final del producto una mayor variedad.

Para mejorar un diseño, desde el punto de vista productivo es necesario tener en cuenta los siguientes principios.

1. Reducir el número de partes, simplificando el diseño.
  2. Reducir el número de operaciones y la magnitud de los recorridos en la fabricación del producto.
  3. Utilizar un material de alta calidad.
- **Material:** Cuando se quiere optimizar un proceso de producción se debe tomar en consideración el material con el cual se está fabricando el producto, la capacidad para elegir el material correcto depende del conocimiento que posea el artesano. Sin embargo si se desea optimizar el proceso es necesario tener en cuenta algunas de estas consideraciones, (1) Hallar materiales menos costosos, (2) encontrar materiales más fáciles de procesar, (3) reducir el desperdicio del material, (4) Hallar mejores proveedores desde el punto de vista de precio y surtido disponible.
- **Efectos sobre operaciones posteriores al cambiar la operación actual:** Antes de modificar una operación, hay que considerar los posibles efectos perjudiciales sobre otras operaciones subsecuentes del proceso. El reducir el costo de una operación puede originar el encarecimiento de otras operaciones. La reorganización de las operaciones suele producir economías, o mediante la combinación de operaciones los costos pueden reducirse.
- **Condiciones de trabajo:** Las condiciones de trabajo del taller deben ser apropiadas, seguras y cómodas. Las condiciones de trabajo ideales elevarán la seguridad, elevarán la moral del artesano, mejoran las relaciones interpersonales e incrementan la producción.

1. Alumbrado: El nivel de iluminación que se requiere depende principalmente de la clase de trabajo que se realice en un área determinada. Además de la intensidad del alumbrado hay que tener en cuenta la calidad de la luz, el deslumbramiento por localización de las fuentes luminosas, los contrastes de colores y de brillantes, el parpadeo de las lámparas y las sombras producidas. Algunas formas de obtener un buen alumbrado pueden ser:

Reducir el deslumbramiento instalando el número adecuado de fuentes de luz para la iluminación total requerida.

Lograr una aproximación satisfactoria a la luz blanca para la mayor parte de los usos empleando focos o lámparas incandescentes, o bien unidades fluorescentes

2. Control de la temperatura: El cuerpo humano trata naturalmente de conservar una temperatura media constante de 36° C. Cuando el cuerpo humano se expone a temperaturas inusualmente altas, se origina una gran transpiración y gran cantidad de sudor se evapora de la piel. Todo esto es una pérdida directa del sistema y puede alterar el equilibrio normal de los líquidos del organismo. El resultado se traduce en fatiga y calambres por el calor que ocasionan a su vez una disminución en la producción. La actuación de un buen artesano decrece tan rápidamente como la de un artesano medio. La temperatura debe regularse de tal manera que oscile entre los 18 y 24° C, durante todo el proceso de fabricación de artesanías. Si logra mantenerse esta temperatura las pérdidas y retraso por exceso de calor o frío, como calambres, fatiga y alteración de la destreza manual se reducirán al mínimo.
3. Ventilación adecuada: La ventilación también desempeña un importante papel en el control de accidentes y de la fatiga del artesano. Se ha comprobado que gases, vapores, humos, polvos y toda clase de olores causan fatiga que aminora la eficiencia física del artesano y suele originar tensiones mentales.

Cuando se eleva el grado de humedad, el enfriamiento por medio de la evaporación decrece rápidamente, reduciendo la capacidad del organismo para disipar el calor. Estas condiciones aceleran rápidamente el ritmo cardiaco, elevan la temperatura del cuerpo y producen una lenta recuperación después de las labores, dando como resultado una fatiga considerable. Para mantener unos buenos niveles de producción es necesario contar con la ventilación adecuada en las instalaciones de trabajo.

4. Control del ruido: Todos los ruidos estridentes como los monótonos fatigan al personal. Ruidos intermitentes o constantes tienden a afectar emocionalmente a un artesano, alterando su estado de ánimo y dificultando que realice un trabajo de precisión. Se ha demostrado que niveles de ruido irritantes aceleran el pulso, elevan la presión sanguínea y pueden llegar a ocasionar irregularidades en el ritmo cardiaco. Para contrarrestar el efecto del ruido, el sistema nervioso del organismo se presiona, llegando a producir estados de neurastenia. Por estos motivos es indispensable que si el artesano se encuentra expuesto a estos niveles de ruido utilice tapaoídos y realice el trabajo por periodos cortos de tiempo.
  
5. Eliminación de elementos irritantes y nocivos como polvo, humo vapores , gases y niebla.: Los desechos de esta clase generados por diversos proceso de fabricación, constituyen uno de los más graves peligros que tienen que afrontar los artesanos. A continuación se encuentra una clasificación de estos agentes nocivos.
  - a. Polvos irritantes, como los metálicos y de piedras o rocas
  - b. Polvos corrosivos como de sosa y cal
  - c. Polvos venenosos, como los provenientes de plomo, arsénico y mercurio.

- d. Polvos derivados de pieles, plumas y pelo que pueden obtener gérmenes que posiblemente infecten al artesano.

Pueden evitarse todos estos peligros con el empleo de medios adecuados, como : sistemas de escape o extracción , aislamiento total del proceso, dispositivos humedecedores o de absorción y la protección completa a los artesanos por medio de equipo individual de respiración.

## **ANÁLISIS DE MOVIMIENTOS**

### **3.1. Estudio de movimientos.**

El estudio visual de movimientos y el de micromovimientos se utilizan para analizar un método determinado y ayudar al desarrollo de centros de trabajo eficientes. El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes. Por medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta la tasa de producción.

**Movimientos fundamentales:** El concepto de la divisiones basicas del trabajo, desarrollado por los hermanos Gilbreth y que en la actualidad tiene vigencia, se aplica a todo trabajo productivo ejecutado por las manos. Gilbreth los denomino "therblig". A continuación se definirán estos therbligs:

a. **Buscar:** Es el elemento en la operación de localizar un objeto. Es la parte del ciclo durante el cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto. Comienza en el instante en el que los ojos se dirigen o mueven en un intento d localizar un objeto y termina en el instante en que se fijan en el objeto encontrado.

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

Un artesano nuevo, o uno no familiarizado con el trabajo, tiene que efectuar operaciones de busca periódicamente, hasta desarrollar suficiente habilidad.

Para llevar a cabo este análisis es útil realizar las siguientes preguntas: ¿están perfectamente identificados todos los artículos? ¿Es posible emplear recipientes transparentes? ¿Una mejor distribución en la estación de trabajo podría eliminar las búsquedas? ¿Se emplea el alumbrado correcto? ¿Puede disponerse la colocación previa de las herramientas y las piezas?

b. **Seleccionar:** Este es un therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza de entre dos o más semejantes. Este therblig sigue, generalmente al de “buscar” y es difícil determinar exactamente, cuándo termina la búsqueda y empieza la selección. A veces la selección puede existir sin la búsqueda. La selección puede clasificarse también entre los therbligs ineficientes y debe ser eliminada del ciclo de trabajo por una mejor distribución en la estación de trabajo y un mejor control de las piezas.

c. **Tomar o asir:** Este es el movimiento elemental que hace la mano al cerrar los dos dedos rodeando una pieza para asirla en una operación. El “asir” es un therblig eficiente y por lo general no puede ser eliminado, aunque en muchos casos se puede mejorar. Comienza cuando los dedos de una o ambas manos empiezan a cerrarse alrededor de un objeto para tener control de él, y termina en el instante en que se logra dicho control. El tomar casi siempre va precedido de “alcanzar” y seguido de “mover”. Estudios detallados han demostrado que existen varias formas de asir, algunas de las cuales requieren tres veces más del tiempo que otras. Debe tratarse de reducir al mínimo el número de operaciones de asimiento durante el ciclo de trabajo y las piezas a tomar o coger, deben estar dispuestas de manera que pueda emplearse el tiempo más simple de asir. Esto se logra haciendo que el objeto esté en posición fija y quede en posición tal que no haya interferencia alguna con la mesa de trabajo o sus alrededores.

d. Alcanzar: El therblig “alcanzar” corresponde al movimiento de una mano vacía sin resistencia, hacia un objeto o retirándola de él. La división básica “alcanzar” se denomina transporte en vacío. Este therblig comienza en el instante en que la mano se mueve hacia un objeto o sitio y finaliza en cuanto se detiene el movimiento al llegar al objeto o al sitio. Este elemento va casi siempre precedido de “soltar” y seguido de “asir” . Es natural que el tiempo requerido para alcanzar dependa de distancia recorrida por la mano. Dicho tiempo depende también, en cierto grado del tipo de alcance. Como asir, alcanzar, puede clasificarse como un therblig efectivo y generalmente no puede ser eliminado del ciclo de trabajo. Sin embargo si puede ser reducido acortando las distancias requeridas para alcanzar y dando ubicación fija a los objetos. Teniendo presente este principio fundamental pueden obtenerse estaciones de trabajo en las que sea mínimo el tiempo de alcanzar.

e. Mover: En la división básica que corresponde al movimiento de la mano con carga. Esta última puede ser en forma de presión “mover” se denomina en un principio “transporte con carga”. Este therblig comienza en cuanto la mano con carga se mueve hacia un sitio o ubicación general y termina en el instante en el que el movimiento se detiene al llegar a su destino. Mover esta precedido casi siempre de asir y seguido de soltar o de colocar en posición.

El tiempo requerido para mover depende de la distancia, el peso que se mueve y del tipo de movimiento. Mover es un therblig efectivo y es difícil eliminarlo del ciclo de trabajo. Pero puede reducirse su tiempo de ejecución acortando las distancias, aligerando la carga o mejorando el tipo de movimiento por medio de canaletas de gravedad o de transportadores en el punto terminal del movimiento, de manera que no sea necesario llevar materialmente el objeto que debe trasladarse a un sitio específico.

f. Sostener: Esta es la división básica que tiene lugar cuando una de las dos manos soporta o ejerce control sobre un objeto , mientras la otra mano ejecuta trabajo útil “sostener” es un therblig ineficiente y puede eliminarse, por lo

general del ciclo de trabajo, diseñando una plantilla o dispositivo de sujeción que sostenga la pieza que se trabaja en vez de tener que emplear la mano. Además difícilmente es la mano un dispositivo eficiente para sostener.

El sostener comienza en el instante en que una mano ejerce control sobre el objeto y termina en el momento en que la otra completa su trabajo sobre el mismo.

g. Soltar: Este elemento es la división básica que ocurre cuando el artesano abandona el control del objeto "soltar" es un therbing que se ejecuta en el más breve tiempo y es muy poco lo que puede hacerse para alterar el tiempo en que se realiza este therbing efectivo.

El soltar comienza en el momento en que los dedos empiezan a separarse de la pieza sostenida y termina en el instante en que todos los dedos quedan libres de ella. Este therbing va siempre precedido de mover o colocar en posición y seguido por alcanzar.

h. Colocar en posición: Es el elemento de trabajo que consiste en situar o colocar un objeto de modo que quede orientado correctamente en un sitio específico. El therbing colocar en posición se presenta como duda o vacilación mientras la mano o las manos tratan de disponer la pieza de modo que el siguiente trabajo puede ejecutarse con más facilidad; de hecho, colocar en posición puede ser la combinación de varios movimientos muy rápidos. Este therbing va precedido de mover y seguido por soltar, comienza en cuanto la mano, o las manos que controlan el objeto comienzan a manipular, voltear, girar o deslizar la pieza para orientarla hacia el sitio correcto y finaliza tan pronto la mano empieza a alejarse del objeto.

i. Precolocar en posición: Este es un elemento de trabajo que consiste en colocar un objeto en un sitio predeterminado, de manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se necesite.

La precolocación en posición ocurre frecuentemente junto con otros therbings uno de los cuales suele ser mover. Es la división básica que dispone una pieza de manera que quede en posición conveniente a su llegada. Es difícil medir el tiempo necesario para este elemento ya que es un therbing que difícilmente puede ser aislado. La precolocación se efectúa al alinear un destornillador mientras se mueve hasta el tornillo que se va a accionar.

j. Inspeccionar: Este therbing es un elemento incluido en la operación para asegurar una calidad aceptable, mediante una verificación regular realizada por el artesano que efectúa la operación.

Se lleva a cabo una inspección cuando el fin principal es comparar un objeto dado con un patrón o estándar. Generalmente no es difícil distinguir cuando se tiene ese elemento de trabajo, ya que la mirada se fija en el objeto y se nota una vacilación entre movimientos mientras la mente decide entre aceptar o rechazar la pieza en cuestión. El tiempo necesario para la inspección depende de la rigurosidad de la comparación con el estándar y de lo que la pieza inspeccionada se aleje del mismo.

k. Ensamblar: El elemento "ensamblar" es la división básica que ocurre cuando se reúnen dos piezas embonantes. Es otro therbing objetivo y puede ser más fácil mejorarlo que eliminarlo. El ensamblar puede ir precedido de colocar en posición o mover y generalmente va seguido de soltar. Comienza en el instante en que las dos piezas a unir se ponen en contacto y termina al completarse la unión.

l. Desensamblar: Este elemento es precisamente lo contrario de ensamblar, ocurre cuando se separan piezas embonantes unidas. Esta división básica generalmente va precedida de asir y suele estar seguida por mover o soltar. El desensamble es de naturaleza objetiva y las posibilidades de mejoramiento son más probables que la eliminación del therbing. El desensamble comienza en el momento en que una o ambas manos tienen control del objeto después de

## *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA*

cogerlo, y termina una vez que finaliza el desensamble, que generalmente lo evidencia el inicio de mover o soltar.

m. Usar: Este therbing es completamente objetivo y tiene lugar cuando una o las dos manos controlan un objeto, durante la parte del ciclo en que se ejecuta trabajo productivo. La duración de este therbing depende de la operación, así como de la destreza del artesano. El usar se detecta fácilmente, ya que este therbing hace progresar la operación hacia su objetivo final.

n. Demora o Retraso inevitable. La demora inevitable es una interrupción que el artesano no puede evitar en la continuidad del trabajo. Corresponde al tiempo muerto en el ciclo de trabajo experimentado por una o ambas manos, según la naturaleza del proceso. Por ejemplo si el artesano aplica un taladro con la mano derecha a una pieza colocada en una plantilla, para la mano izquierda se presentaría un retraso inevitable. Puesto que el artesano no puede colocar las demoras inevitables, su eliminación del ciclo requiere que el proceso se cambie en alguna forma.

o. Demora o Retraso evitable: Todo tiempo muerto que ocurre durante el ciclo de trabajo y del que sólo el artesano es responsable, intencional o no intencionalmente, se clasifica bajo el nombre de demora o retraso evitable. La mayor parte de los posibles retrasos evitables pueden ser eliminados por el artesano sin cambiar el proceso o el método de hacer el trabajo.

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

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

Nombre del therblig	Símbolo adoptado	Símbolo en inglés	Color distintivo	Símbolo gráfico
Buscar	B	S (search)	Negro	
Seleccionar	SE	SE (select)	Gris claro	
Tomar (o usar)	T	G (grasp)	Rojo lago	
Alcanzar	AL	RE (reach)	Verde olivo	
Mover	M	M (move)	Verde	
Detener	SO	H (hold)	Ocre dorado	
Soltar	SL	RL (release)	Carmin	
Colocar en posición	P	P (position)	Azul	
Recolocar en posición	PP	PP (pre-position)	Azul cielo	
Inspeccionar	I	I (inspect)	Ocre quemado	
Ensamblar	E	A (assemble)	Violeta oscuro	
Desensamblar	DE	DA (disassemble)	Violeta claro	
Usar	U	U (use)	Purpura	
Demora (o retraso) inevitable	DI	UD (unavoidable delay)	Amarillo ocre	
Demora (o retraso) evitable	DEv	AD (avoidable delay)	Amarillo limón	
Planear	PL	PL (plan)	Castaño o café	
Descansar	DES	R (rest to overcome fatigue)	Naranja	

### 3.2. Principios de la economía de movimientos

Cuando se estudian las labores efectuadas en una estación de trabajo, es necesario preguntarse si ¿Trabajan ambas manos al mismo tiempo y en direcciones simétricas u opuestas? ¿Cada mano efectúa los menores movimientos posibles? ¿Esta organizado el sitio de trabajo de manera que se eviten las distancias a alcanzar excesivas? ¿ Se usan las dos manos efectivamente y no como medios para sostener?. Si se encuentra que al hacer

estas sencillas preguntas es posible que se haga un mejoramiento en la estación de trabajo.

Los principios visuales de la economía de movimientos se pueden clasificar de la siguiente manera:

***A. Relativos al uso del cuerpo humano.***

1. Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas del trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
2. Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente simultáneamente al alejarse del cuerpo y acercándose a éste.
3. Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al artesano y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante un esfuerzo muscular.
4. Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
5. Debe emplearse el menor número de elementos o therbings, y estos se deben limitar a los de más bajo orden o clasificación posible. Estas clasificaciones, enlistadas en orden ascendente del tiempo y el esfuerzo requeridos para llevarlas a cabo son:
  - a. Movimientos de dedos.
  - b. Movimlentos de dedos y muñeca
  - c. Movimientos de dedos, muñeca y antebrazo.
  - d. Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo y brazo.
  - e. Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.
6. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que

reconocer, sin embargo, que los movimientos simultáneos de pies y manos son difíciles de realizar.

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

### ***B. Disposición y condiciones en el sitio de trabajo***

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

7. Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación, y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.

### ***C. Diseño de las herramientas y el equipo.***

1. Debe efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples con las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operaciones múltiples en los dispositivos alimentadores.
2. Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de control deben estar fácilmente accesibles al artesano, y deben diseñarse de manera que proporcionen la ventaja mecánica máxima posible y pueda utilizarse el conjunto muscular más fuerte.
3. Las piezas en el trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.

### **3.3. Sugerencias**

1. Ambas manos deben trabajar simultáneamente: La mano izquierda, en las personas que no son zurdas, pueden usarse tan efectivamente como la derecha y debe considerársela tan útil como esta.
2. Cada mano debe efectuar los menores movimientos posibles: Cuantos más movimientos tengan que hacer las manos en una cierta operación, más tiempo se tardara en ejecutar cualquier labor. Todos los movimientos de las manos son una serie de actividades de alcanzar, mover asir, posicionar y soltar y cuanto más se puedan eliminar o reducir estos movimientos fundamentales , tanto más satisfactoria será la estación de trabajo.
3. El sitio de trabajo debe estar diseñado para evitar movimientos de alcances largos: El tiempo necesario para alcanzar un objeto depende en gran parte de la distancia a que tiene que extender el brazo o la mano. De la misma manera, el tiempo de "mover" esta estrechamente relacionado con la distancia. Si fuese posible, el sitio de trabajo debe estar dispuesto de modo

que todas las piezas o partes estén fácilmente al alcance del artesano. Si todos los componentes se pueden alcanzar estando los codos cerca del cuerpo, entonces el trabajo será realizado dentro del área de trabajo "normal". Esta área normal es el espacio dentro del cual el trabajo se puede efectuar en un tiempo mínimo.

El trabajo, las herramientas y las piezas no deben localizarse fuera del alcance de la mano cuando los brazos están extendidos por completo. El área que puede abarcarse con los brazos totalmente extendidos en el plano horizontal o en el vertical corresponde al área máxima de trabajo. Así mismo aquellos artículos que están siendo manejados deben estar a no más de 15 cm arriba de la superficie de trabajo y deben pesar menos de 5 kg .**Ver anexo 1.**

4. Evítese el uso de las manos como dispositivos de sujeción: Si alguna de las dos manos se utiliza como medio de sujeción durante el ciclo de procesamiento de una pieza, quiere decir que no está ejecutando trabajo útil. Siendo así es posible diseñar un dispositivo capaz de sostener el trabajo a satisfacción, permitiendo así que ambas manos ejecuten trabajo útil o productivo. En muchas ocasiones es posible introducir mecanismos operados por medio de los pies , que permiten emplear ambas manos en trabajo productivo.

#### **4.0. Explicación de las leyes de la economía de movimientos**

Si se ejecutan operaciones que requieren una gran fuerza hacia abajo, la altura de trabajo debe ser reducida a 90 cm para la mayoría de los artesanos.

La estación de trabajo debe ser diseñada de manera que el levantamiento se ejecute conforme algunos principios de biomecánica y metabólicos. Aunque la gran parte del trabajo pesado en y entre las estaciones de trabajo se efectúa con equipo mecánico, muchas áreas de trabajo requieren levantamiento ocasional de cargas grandes y moderadas. Es necesario incorporar los siguientes principios a través de un programa de diseño de estaciones de

trabajo y capacitación de operarios:

1. Diseño de un envase o contenedor que proporcione estabilidad de carga y de manejo.
2. El piso debe producir la fricción adecuada para que el operario no resbale.
3. La carga debe ser compacta y no más ancha que 75 cm.
4. El operario no debe levantar nada a mayor altura que sus hombros.
5. La carga debe mantenerse pegada al cuerpo y los operarios deben hacer movimientos de levantamiento suaves, simétricos con las dos manos evitando torsiones y movimientos de tirón.
6. Cualquier carga de más de 50 kg debe ser considerada peligrosa. Los operarios deben ser seleccionados y entrenados para operaciones que requieren movimiento de cargas con valor entre 15 y 50 kg.
7. Los movimientos de cargas pueden facilitarse ajustando el punto terminal (aquél donde se descarga) y el punto de acceso (aquél donde se carga) de manera que ambos puntos estén cercanos al nivel del cinturón del trabajador.

Es necesario proporcionar alumbrado, ventilación y temperatura ambiental adecuados.

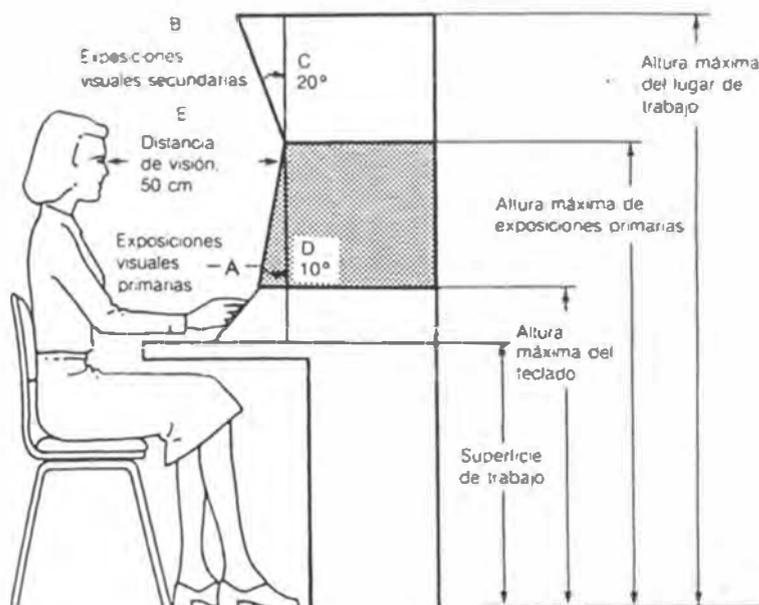
Como se menciono anteriormente, las condiciones apropiadas de trabajo, en lo que respecta a comodidad, son esenciales para lograr lo máximo en la producción y el bienestar del operario. No es nuevo que un alumbrado defectuoso sea un factor importante del cansancio de un obrero, de la baja calidad de un producto y de una productividad deficiente.

La ventilación y la temperatura apropiadas son también importantes para mantener buenas condiciones de trabajo controlando la fatiga y reduciendo así las causas de accidentes. Datos de laboratorio recopilados de diversas industrias coinciden en que las condiciones atmosféricas ejercen sensible influencia en la actividad física.

Médicos, especialistas industriales y psicólogos están acordes en que los colores pueden producir efectos estimulantes o depresivos. El crear un ambiente físico en el trabajo, que evite la fatiga visual y establezca una atmósfera agradable alrededor del operario, hará disminuir el número de accidentes y el ausentismo.

Deben tenerse en consideración las necesidades de visibilidad en la estación de trabajo para eliminar hasta donde sea posible la excesiva fijación de la vista. Existen ciertas exigencias de visibilidad comunes a todos los centros de trabajo. Algunos equipos o aparatos de control pueden ser localizados visualmente desde puntos cercanos o alejados. Otras áreas requerirán atención más concentrada. Disponiendo apropiadamente los objetos que exigen una observación más detenida, tales como instrumentos y medios indicadores, no sólo se reducirá la fijación de la vista sino también la fatiga ocular.

La siguiente figura ilustra las dimensiones para el trabajo visual en sitios de posición sedente.



El ritmo es esencial para llevar a cabo regular y automáticamente una operación, y el trabajo debe organizarse de manera que se pueda realizar a un ritmo fácil y natural.

Si se pueden ordenar los movimientos básicos de una sucesión dada de modo que haya una repetición regular de therbligs similares, o que éstos se alternen regularmente, las manos trabajarán instintivamente en forma rítmica. Cuando el trabajo se ejecuta con tal regularidad o fluidez de movimientos, se tendrá la impresión de que el artesano trabaja sin esfuerzo, pero sin duda que la productividad será mayor y la fatiga mínima.

## **MANEJO DE MATERIALES**

El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Primero, el manejo de materiales debe asegurar que las partes, materia prima, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de lugar a lugar. Segundo, como cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto particular, el eficaz manejo de los materiales asegura que ningún proceso de producción o usuario será afectado por la llegada oportuna del material no demasiado anticipada o muy tardía. Tercero, el manejo de materiales debe asegurar que el personal entregue el material al lugar correcto. Cuarto, el manejo de materiales debe asegurar que los materiales sean entregados en cada lugar sin ningún daño en la cantidad correcta. Finalmente, el manejo de materiales debe considerar el espacio para almacenamiento, tanto temporal como potencial.

El manejo adecuado de los materiales permite, por lo tanto, la entrega de un surtido adecuado en el momento oportuno y en condiciones apropiadas en el punto de empleo y con el menor costo total. Es evidente que un buen manejo de materiales debe actuar de acuerdo con la buena administración de los mismos. Por tanto, cuando un analista de métodos considera el octavo enfoque primario para el análisis de la operación, debe considerar lo siguiente como un sistema integrado; control de inventarios, política de compras, recepción, inspección, almacenamiento, control de tráfico, recolección y entrega, distribución de equipo e instalaciones en la fábrica o planta.

Los beneficios tangibles e intangibles del manejo de materiales pueden reducirse a cuatro objetivos principales, que son:

1. Reducción de costos de manejo:
  - a) Reducción de costos de mano de obra
  - b) Reducción de costos de materiales
  - c) Reducción de gastos generales

2. Aumento de capacidad:

- a) Incremento de producción
- b) Incremento de capacidad de almacenamiento
- c) Mejoramiento de la distribución del equipo

3. Mejora en las condiciones de trabajo:

- a) Aumento en la seguridad

b) Disminución de la fatiga

- c) Mayores comodidades al personal

4. Mejor distribución:

- a) Mejora en el sistema de manejo
- b) Mejora en las instalaciones de recorrido
- c) Localización estratégica de almacenes
- d) Mejoramiento en el servicio a usuarios
- e) Incremento en la disponibilidad del producto

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

1. Reducir el tiempo destinado a recoger el material

2. Reducir la manipulación de materiales recurriendo a equipo mecánico

3. Reducir el manejo de materiales mediante equipo mecanizado o automatizado

4. Hacer mejor uso de los dispositivos de manejo existentes

5. Manejar los materiales con el mayor cuidado

6. Considerar la aplicación de código de barras para inventario y aplicaciones relacionadas

### **5.1. Reducción del tiempo empleado en la recolección de materiales**

Muchas personas creen que el manejo de materiales es sólo el transporte y no consideran la colocación en las estaciones de trabajo. Esto es igualmente

importante y, como suele hacerse a un lado, puede ofrecer mayores oportunidades de reducción de costos que el propio transporte. La disminución del tiempo empleado en recoger los materiales reduce al mínimo el cansancio y la costosa manipulación en la máquina o sitio de trabajo. Esto da a un artesano oportunidad de realizar sus labores más rápido, con menos fatiga y mayor seguridad.

Se puede considerar la posibilidad de evitar el amontonamiento desordenado sobre el piso. Es posible apilarlo directamente sobre tarimas o plataformas, después de ser procesado en la estación de trabajo. Esto puede conducir a una reducción sustancial del tiempo terminal de transporte (o sea, el tiempo que el equipo de manejo de materiales permanece ocioso mientras se efectúan las operaciones de carga y descarga). Si es largo el tiempo terminal en el transporte de un material, esto significa que es necesario mejorar las instalaciones o dispositivos de manejo de los materiales. Generalmente puede usarse algún tipo de transportador o manipulador mecánico para llevar el material a la estación de trabajo, y eliminar o reducir de esta manera el tiempo que se emplea en recoger los materiales. Con frecuencia pueden instalarse transportadores de gravedad para emplearlos junto con el retiro automático de los productos terminados, minimizando así el movimiento de materiales en las estaciones de trabajo.

Algunas de las siguientes preguntas pueden servir de guía cuando se piensa en el manejo de materiales en un taller artesanal : “¿Puede evitarse el amontonamiento del material sobre el piso?” “¿Sería posible pesar el material sin tener que levantarlo?” y “¿Puede usarse un transportador para evitar la operación de recoger?” “¿Es la carga unitaria tan grande como lo permite la práctica?” .

“El Manejo de materiales es (1) movimiento, (2) traslado, (3) almacenamiento, (4) control y (5) protección de materiales y productos, a lo largo del proceso de su fabricación y distribución”. Se deben considerar los siguientes principios

fundamentales para efectuar un mejor trabajo en el manejo de materiales.

Los cinco puntos anteriores se basan en los Principios del Manejo de Materiales que se deben aplicar. Tales 20 principios son:

1. Planeación. Planear todos los materiales y el almacenamiento para lograr una eficiencia total máxima.
2. Sistematización. Integrar tantas actividades de manejo como sea práctico, en un sistema coordinado de operaciones, que abarque proveedores, recepción, almacenamiento, producción, inspección, empaquetado, servicio de bodega, envío, transporte y clientes.
3. Flujo de materiales. Proporcionar una secuencia de operación y disposición de equipo para optimizar el flujo de los materiales.
4. Simplificación. Simplificar el manejo reduciendo, eliminando o combinando movimientos y/o equipo innecesarios.
5. Uso de la gravedad. Siempre que sea práctico, utilizar el efecto de la gravedad para mover materiales.
6. Utilización del espacio. Hacer un óptimo uso de los recintos en una edificación.
7. Tamaño unitario. Aumentar la cantidad, tamaño o peso de cargas unitarias o de la carga de flujo.
8. Mecanización. Considerar la mecanización de las operaciones de manejo.
9. Automatización. Considerar la automatización en las funciones de producción, manejo y almacenamiento.
10. Selección de equipo. Al elegir equipo de manejo, hay que considerar todos los aspectos del material manejado —su movimiento y el método a utilizar.
11. Estandarización. Estandarizar métodos de manejo así como los tipos y tamaños del equipo de manejo.
12. Adaptabilidad. Emplear métodos y equipo que puedan realizar mejor una variedad de tareas y aplicaciones donde el equipo de uso especial no esté justificado.
13. Peso muerto. Reducir la relación del peso muerto del equipo móvil de manejo, a la carga transportada.

- 14.Utilización. Planear el uso óptimo de equipo de manejo y de la fuerza de trabajo.
- 15.Mantenimiento. Planear el mantenimiento y la reparación programada de todo equipo de manejo de materiales.
- 16.Obsolescencia. Reemplazar métodos y equipo de manejo obsoletos, cuando pueden mejorar las operaciones, métodos o equipo más eficientes.
- 17.Control. Emplear las actividades de manejo de materiales para mejorar el control de la producción, inventarios y el trámite de pedidos.
- 18.Capacidad. Utilizar el equipo de manejo para ayudar a lograr la capacidad de producción deseada.
- 19.Eficacia. Determinar la efectividad de la realización de manejo en función del costo por unidad manejada.
- 20.Seguridad. Proporcionar métodos y equipo apropiados para un manejo seguro.

## **6.0. DISTRIBUCION DEL EQUIPO EN LA PLANTA**

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

Una cierta distribución puede ser la mejor en un conjunto de condiciones y ser completamente inadecuada en un conjunto de condiciones diferentes. Y puesto que las condiciones de trabajo rara vez son estáticas, se tiene la oportunidad de hacer mejoras en la distribución del equipo.

Aunque es difícil y costoso hacer cambios en arreglos que ya existen, se requiere adiestrarse en revisar con ojo crítico toda parte de cada distribución que considere. La distribución de equipo deficiente resulta en costos de consideración. Desafortunadamente, la mayoría de estos costos son ocultos y, en consecuencia, no pueden ser expuestos con facilidad. Los costos de mano de obra indirecta correspondientes a movimientos de gran distancia, retrocesos, demoras y suspensiones del trabajo debidos a congestionamientos, son característicos de una planta con una distribución de equipo anticuada. **Ver anexo 2.**

### **6.1. Tipos de distribuciones**

En general, toda distribución corresponde a uno o la combinación de dos tipos básicos de distribución. Estos tipos son el de línea recta, o por producto, y el funcional, o por proceso. En la distribución en línea recta la maquinaria se sitúa de modo que la circulación o flujo de una operación a la siguiente, es mínima

para cada clase de producto. Así, en una distribución de este tipo no es raro encontrar una rectificadora de superficies ubicada entre una fresadora y un torno revólver, con un banco de montaje y tanques de recubrimiento en el área inmediata. Este tipo de distribución es muy usado en ciertos procesos de producción en masa, ya que de esta manera los costos por manejo de materiales son menores que cuando se tiene la agrupación de maquinaria por proceso.

Una de las principales ventajas de la tecnología de grupos es que utiliza un tipo de agrupamiento por producto en la distribución de equipos en planta. Mediante la tecnología de grupos, un volumen suficiente de trabajo que utiliza el mismo equipo en la misma secuencia permite este tipo de distribución. Por tanto, en una planta con siete grupos de productos se tendrían siete líneas de flujo basadas en el agrupamiento de productos para cada uno de dichos siete grupos. El resto de la planta se puede planear según un tipo de distribución por proceso para acomodar todo trabajo que no quede dentro de alguno de los siete grupos de productos.

Existen algunas desventajas notables en el agrupamiento de productos. Puesto que una amplia variedad de ocupaciones se tienen en una pequeña área, se puede fomentar el descontento entre los trabajadores. Esto se verifica especialmente cuando diferentes oportunidades de trabajo originan una significativa diferencia en la tasa de retribución. Debido a que están agrupadas instalaciones de distinta naturaleza, el entrenamiento de un operario llega a ser difícil, puesto que ningún trabajador experimentado adscrito a una instalación o área de trabajo determinada puede estar disponible en el área inmediata para adiestrar al nuevo operario. De manera que este tipo de distribución invariablemente necesita también mayor inversión inicial en vista de las dobles líneas de servicio requeridas, como las de aire, agua, gas, aceite y energía eléctrica. Otro inconveniente del agrupamiento por producto que puede originar costos indirectos, es que esta disposición de equipos tiende a dar al observador casual la impresión de que prevalecen el desorden y el caos. En

estas condiciones suele ser difícil fomentar el cuidado del local. En general, las ventajas de la agrupación por producto pueden más que superar los inconvenientes, si los volúmenes de producción son considerables,

La distribución por proceso o funcional consiste en la agrupación de instalaciones o máquinas semejantes. Por lo tanto, todos los tornos revólver estarán agrupados en una misma sección, departamento o edificio. Las fresadoras, taladros y prensas de corte también estarán agrupadas en sus secciones correspondientes.

Este tipo de distribución da un aspecto general de orden y limpieza, y tiende a fomentar el cuidado del local. Otra de sus ventajas es la facilidad con que puede ser adiestrado un operario principiante. Estando rodeado de trabajadores con experiencia que operan máquinas semejantes, puede fácilmente aprender de ellos.

El inconveniente del agrupamiento por proceso es la probabilidad de tener recorridos largos y retrocesos de trabajos que requieren una serie de operaciones en diversas máquinas. Por ejemplo, si la tarjeta de operaciones de un cierto trabajo especifica el paso sucesivo por taladro, torno, fresadora, escariado y rectificadora, el traslado del material de una sección a otra puede resultar extremadamente costoso. Otra desventaja importante de la agrupación por proceso es el gran volumen de papeleo requerido para expedir órdenes y controlar la producción entre las diversas secciones.

Por lo general, si las cantidades de producción de productos similares son limitadas, y la factoría es de tipo especial, entonces la distribución funcional o por proceso será la más satisfactoria.

No existen dos plantas que tengan distribuciones idénticas aunque la naturaleza de sus operaciones sea similar. Muchas veces conviene una combinación de agrupamientos, por proceso y por producto. Cualquiera que

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

1. Producción en serie (o masiva en línea recta): el material puesto a un lado debe estar en condiciones de entrar a la siguiente operación.
2. Producción diversificada: la distribución debe permitir cortos traslados y entregas, y el material debe estar convenientemente al alcance del operario.
3. El operario debe tener fácil acceso visual a las estaciones de trabajo, sobre todo a las secciones de ellos que requieren control.
4. Diseño de la estación: debe permitir a los operadores cambiar de posición regularmente durante el periodo de trabajo.
5. Operaciones en máquinas múltiples: el equipo debe estar agrupado alrededor operario.
6. Apilamiento eficiente de productos: las áreas de almacenamiento tienen que estar dispuestas de modo que se aminoren la búsqueda y el doble manejo o manipulación.
7. Mayor eficiencia del obrero: los sitios de servicios deben estar cerca de las áreas de producción. Por tanto, aquellas áreas de servicio necesarias para varias personas, se deben localizar en el centro.
8. En las oficinas: debe haber una distancia de separación entre los empleados de por lo menos 1.5 m.

## **6.2. Diagramas de volumen, distancia y viaje del material**

Antes de que se pueda diseñar una nueva distribución o corregir una existente, se deben unir todos los hechos que directa e indirectamente tienen influencia en la distribución. Tales hechos comprenden muchos, si no todos, de los siguientes:

1. Volumen de ventas presente y futuro de cada producto, línea o clase.
2. Cantidad de mano de obra de cada operación en cada producto.

3. Los requerimientos de operación en posición sentado, de pie, sentado /de pie.
4. Identificación de los lugares de trabajo donde la actividad visual es intensa, como terminales de computadora.
5. Inventario completo de la maquinaria y del equipo para el manejo de materiales, que existen actualmente.
6. Estado de las máquinas y equipos existentes desde el punto de vista de sus condiciones físicas y de su valor en libros.
7. Posibles cambios en el diseño del producto.
8. Planos de la fábrica o planta existente que indiquen la localización de todas las instalaciones de servicio, ventanas, puertas, columnas, pasillos, corredores y áreas reforzadas, escaleras, rampas y condiciones de andenes y pisos.
9. La cantidad de manejo de materiales que ocurre entre las diversas instalaciones.

Una vez que se han reunido todos estos datos, se debe construir un diagrama de flujo de proceso, que indica en sí la forma general de la distribución. En la elaboración de este diagrama deben considerarse las sugerencias de artesanos, manipuladores de material y supervisores de línea. Este personal está más cerca de la producción que ningún otro y podrá proporcionar con frecuencia sugerencias valiosas.

Otros diagramas que pueden ser útiles en relación con la distribución del equipo y el manejo de materiales son los diagramas de volumen, distancia y viajes. Estos medios ayudan a resolver problemas relacionados con la disposición de departamentos y áreas de servicios, así como con la ubicación de equipo en un sector dado de la fábrica. El diagrama de volumen de material presenta en forma de matriz la magnitud del manejo de materiales que ocurre entre dos instalaciones o áreas de trabajo por periodo. La unidad utilizada para evaluar la cantidad de manejo puede ser cualquiera que considere como más apropiada el analista que realice el estudio. Pudieran ser kilogramos,

toneladas, frecuencia de manejo, etc. Hay que advertir que el diagrama de viajes tendría aplicación sólo en las distribuciones de equipo del tipo por procesos.

### **6.3. La disposición y condiciones del lugar de trabajo**

Deben destinarse sitios fijos para guardar toda herramienta y material, a fin de permitir que haya la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therbligs de busca y selección.

Hay que utilizar depósitos o receptores por gravedad y entrega o descarga por caída, para reducir los tiempos de alcanzar y mover.

El tiempo necesario para ejecutar estos dos therbligs de transporte, es proporcional a la distancia que las manos tienen que recorrer para realizarlos. Si se utilizan depósitos con alimentación por gravedad las piezas o componentes pueden llevarse continuamente al área normal de trabajo, eliminando así los movimientos de alcance a gran distancia para traer nuevas piezas. Del mismo modo, la descarga por gravedad permite dejar dentro del área normal las piezas acabadas, eliminando así la necesidad de movimientos a gran distancia para retirar dichas piezas terminadas.

Las canaletas de gravedad permiten conservar ordenado y limpio el sitio de trabajo ya que las piezas acabadas desaparecerán de la estación en lugar de apiñarse alrededor del sitio de trabajo .

Todos los materiales y las herramientas deben localizarse dentro del área normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.

En todo movimiento existe una distancia. Cuanto mayor sea la distancia, más grandes serán el esfuerzo muscular, el control y el tiempo. Por tanto, es importante minimizar distancias.

El área normal de trabajo en el plano horizontal para la mano derecha,

comprende al área descrita por el antebrazo al girar con centro en el codo. Esta área la zona más conveniente, dentro de la cual pueden realizarse movimientos por la derecha con un gasto normal de energía.

Del mismo modo puede definirse la zona normal para la mano izquierda.

Puesto que los movimientos se ejecutan en tres dimensiones, así como en el plano horizontal, el concepto de área normal de trabajo se aplica también al plano vertical. El área normal correspondiente a la altura para la mano derecha compra la descrita por el antebrazo puesto en posición vertical y girando apoyado en el codo moviéndose en forma de arco. Del mismo modo se tiene una área normal en el plano vertical para la mano izquierda.

El área máxima de trabajo es aquella parte del lugar de trabajo dentro de la cual deben estar todas las herramientas y materiales y puede ejecutarse el trabajo sin demasiada fatiga. Esta zona o área se limita describiendo arcos con los brazos extendidas totalmente y, como en el caso del área normal de trabajo, deben considerarse el punto del plano horizontal como el vertical.

Al proyectar tanto dispositivos o máquinas y estaciones de trabajo, hay que tener en cuenta factores como alcance de los brazos, espacio libre para las piernas y sostén para el cuerpo, pues estas dimensiones corporales humanas son criterio importante para establecer un ambiente cómodo y eficiente para el artesano.

Se debe proporcionar al artesano un asiento cómodo y cuidar de que la altura de este último sea la indicada para un trabajo eficiente del operario en posiciones sentado y de pie alternativamente. **Ver anexo 3.**

En el sitio de trabajo el operario debe estar sentado si fuera posible. Las estaciones de trabajo que exigen que el operario permanezca de pie durante una parte significativa del día originan una elevada fatiga.

Para reducir el cansancio del operario, el banquillo o silla usados por el mismo debe recibir atención cuidadosa. Debe servir para desde el 10 hasta el 980 percentiles de la cantidad de trabajadores. Esto equivale a proporcionar una altura de la superficie de trabajo que vaya desde 91 hasta 112 cm (o sea, de 36.5 a 44.7 plg). En general, los asientos (silla o banquillo) deben tener las suficientes anchura y longitud para sostener adecuadamente los muslos, pero no ser tan largos que lleguen a la parte posterior (o corvas) de las rodillas de los operarios de corta estatura. La configuración de un asiento debe aproximarse a la de una silla de montar, y tener su frente redondeado. Se considera medidas adecuadas las de 40 cm por 40 cm (16 x 16 plg), comenzando la parte curva a unos 7.5 cm (3 plg) del extremo del frente. El asiento debe estar ligeramente acojinado y con facilidades para ventilación. En lo posible proporcionéense siempre asientos con respaldo, diseñados de manera que no estorben el movimiento de los brazos. Dicho respaldo no debe causar presión indebida a la pelvis o las costillas, ni interferir con los movimientos de las partes de la espalda. Debe estar ligeramente curvado, con dimensiones aproximadas de 7.5 cm (5 plg) de altura y 25 cm (10 plg) de ancho. Conviene tener algún acojinamiento en el respaldo para evitar bordes agudos. Sería también conveniente que fuesen reclinables. Un buen diseño de asiento debe permitir varias posturas de trabajo efectivas. Su altura debe poder ajustarse entre unos 38 y 53 cm (es decir, 15 y 21 plg). Sería conveniente tener ajustes de altura de 1 cm (o media pulgada). Si el operario trabaja en bancos de más de 75 cm (30 plg) de alto, el asiento debe permitir un ajuste de alturas desde 45 hasta 68 cm (18 a 27 plg). Los fabricantes de asientos industriales suministran elementos de esta clase en que puede ajustarse la altura desde el nivel del piso hasta el tope superior. En los últimos años, tanto expertos industriales como médicos han reunido datos que demuestran que es posible la reducción de costo de producción mediante el uso de asientos y bancos de trabajo con altura conveniente.

Se reducirán considerablemente la fatiga y la monotonía del trabajo de un artesano si su estación de trabajo es de altura adecuada y asiento conveniente,

de modo que pueda trabajar tanto de pie como sentado. No hay duda de que la monotonía es un factor importante del cansancio de un trabajador, y considerando la tendencia actual hacia la especialización y el aumento consiguiente de los accidentes por fatiga, debe hacerse todo lo posible para reducir dicha monotonía.

Una estación de trabajo diseñada para acomodar una operación sedente/ de pie no sólo debe proporcionar un lugar más alto que el de sentado. Se necesita estudiar el trabajo de tal forma que la disposición tome en cuenta tanto situaciones sedentes como de pie. Una estación de trabajo de pie, que permita hacerlo en posición sentada debe estar aproximadamente 90 cm arriba del piso con un apoyo ajustable para los pies. Otra alternativa es proporcionar una plataforma ajustable (10 a 30 cm) en la parte superior de la superficie de trabajo, para que los operarios la usen cuando estén sentados. **Ver anexo 4.**

Si no fuese factible que un operario trabaje alternadamente de pie y sentado, sería conveniente proveerlo de un asiento que pudiera reclinarsse ligeramente hacia adelante. Idealmente, después de que un operario está cómodamente sentado con los pies bien apoyados sobre el piso, el banco de trabajo debe tener una altura apropiada para efectuar con comodidad la operación. Por tanto, la estación de trabajo necesita ser ajustable también.

En aquellos sitios de trabajo en donde los operarios deben permanecer de pie mientras ejecutan tareas como ensambles ligeros, trabajo de oficina y otros, la altura de las manos del operador es alrededor de 105 cm.

## **7.0. FUNDAMENTOS DE LA FISILOGIA DEL TRABAJO**

A fin de diseñar una estación de trabajo que dé por resultado una alta productividad en un lapso durante el cual intervienen diferentes trabajadores, es importante que el analista posea un buen conocimiento de los fundamentos de la fisiología del trabajo.

Aptitudes motoras, tiempo de reacción y capacidad visual

Los elementos de aptitud motora del cuerpo humano relativos a fuerza o vigor, resistencia, celeridad de movimiento y distancia de alcance, junto con la capacidad visual y la rapidez y exactitud de respuesta a los sucesos, tienen un impacto colectivo importante sobre la tasa de productividad y la productividad total, en un intervalo de tiempo, de la mayor parte de las operaciones manuales.

Tres factores influyen en la exactitud de los movimientos de control: el número de fibras musculares controladas por cada terminación de nervio motor que se utiliza, la posición de los miembros del cuerpo y los estímulos nerviosos. Los brazos tienen considerablemente más terminaciones de nervios motores y, en consecuencia, una exactitud mucho mayor de control que las piernas. También, cuanto más cerca esté del cuerpo una extremidad con mayor exactitud se podrá mover. En consecuencia, los controles que son operados por las manos de un artesano tienen que estar situados de modo que no sea necesario que éste extienda los brazos para manipularlos

La persona de tipo medio normalmente vuelve la cabeza a la derecha o a la izquierda sólo un ángulo de unos 55<sup>0</sup>C. Cuando se agrega movimiento de los ojos, el ángulo total es notablemente mayor, estando en promedio entre 900 y 1000 en de caso de una persona normal

La articulación del hombro (del tipo de bola y receptáculo) permite mayor

amplitud de movimiento que cualquier otra articulación del cuerpo. Asimismo, el hombro es capaz de aplicar casi 30% más fuerza que el codo. El momento de torsión que pueden aplicar personas no zurdas es aproximadamente 20% mayor para la mano derecha que para la mano izquierda, y adquiere su máximo cuando el codo está en ángulo recto. En forma semejante, la posición influye en el peso máximo que es posible levantar con un brazo. Por ejemplo, si el movimiento de levantar se efectúa con la palma de la mano hacia arriba (posición supina), un varón adulto típico levantará unos 27 kg (55 lb). No obstante, si la palma de la mano está hacia abajo (posición prona), la carga que podría ser manejada sería aproximadamente 30% menor.

Aunque existe poca diferencia en la magnitud de la fuerza que un operario típico puede ejercer como tracción o empuje, el analista debe tener presente el hecho de que la fuerza máxima capaz de ser ejercida, decrece a medida que las manos se acercan al cuerpo. Asimismo, esta fuerza máxima de empuje o de tracción se puede ejercer sólo sobre un recorrido de unos 75 mm (3 plg).

El modo usual de aplicar fuerza con una pierna es empujando. Si un artesano está en un asiento con un respaldo satisfactorio, será capaz de producir fuerzas hasta de unos 300 kg en empujes de corta duración en el plano horizontal.

El tiempo de respuesta es otro importante ingrediente del desempeño global. Por lo general, el tiempo de respuesta se puede considerar integrado por:

1. El tiempo necesario para sentir un estímulo o señal.
2. El tiempo que requiere el proceso de decisión en lo referente a la naturaleza de la respuesta.
3. El tiempo requerido para efectuar el movimiento físico.

El tiempo de reacción, que es una combinación de los pasos 1 y 2 anteriores, es afectado por varios factores. La magnitud y la claridad de la señal influyen en el tiempo necesario para que sea percibida; cuanto mayor sea la señal,

tanto más rápido será el tiempo de reacción hasta cierto punto. Asimismo, el tiempo de reacción de una señal visual es más breve cuando la misma se observa por el centro o cerca del centro del ojo, en vez de por la periferia de éste. El tipo de estímulo: visual, auditivo o táctil, también afecta al tiempo de reacción.

Las extremidades del cuerpo tienen diferentes tiempos de respuesta. La mano derecha en personas no zurdas tiene el tiempo más corto de respuesta seguida por la mano izquierda, el pie derecho y el pie izquierdo.

El tiempo medio de respuesta aumenta con la edad y es más prolongado en el caso de las mujeres que en los hombres, aunque son grandes las diferencias individuales a este respecto.

Como el tiempo de respuesta, la velocidad de lectura varía notablemente con diferentes personas. Un factor importante de esta velocidad de lectura es la fijación de los ojos. Para aumentar dicha velocidad se debe disminuir el número de fijaciones o el tiempo de cada fijación.

El número de fijaciones variará con el número de dificultades encontradas. Por tanto, más fijaciones de los ojos tendrán lugar a medida que aparezcan en mayor número palabras poco familiares en el material de lectura. El color tiene poco efecto sobre la velocidad de lectura; sin embargo, el contraste influye mucho. Si es bajo el contraste de luminosidad o brillo, entonces la velocidad de lectura será baja también.

### **7.1. Memoria**

Se ha estimado que la capacidad de almacenamiento de la memoria humana está entre 108 y 1015 bits. La memoria del ser humano parece ser de dos tipos, que se pueden clasificar como estático y dinámico. En la memoria estática, o a largo se almacena información relevante que se extraerá para su

uso ocasionalmente. En la memoria dinámica, o a corto plazo, se almacena información datos que son necesarios para uso inmediato. Por ejemplo, un número telefónico mirado justamente antes de marcarlo pertenece a los datos almacenados en la memoria dinámica. Después de que se utilizan, los datos desaparecen de la memoria.

Hay considerable variación en la memoria o capacidad retentiva de diferentes personas. Esta variación es característica de las memorias estática y dinámica edad influye en la memoria, en particular en la memoria dinámica. A medida gana edad un individuo su memoria a corto y a largo plazo tiende a declinar,

## **7.2. Fatiga fisiológica**

Todo mundo está familiarizado con los efectos de la fatiga fisiológica. Cuando se pinta con brocha el techo o plafón de un cuarto, el brazo, que se sostiene por en de la cabeza, pronto se cansa debido a la afluencia insuficiente de sangre al sistema muscular contraído. Es necesario interrumpir periódicamente el trabajo para reiniciarlos músculos y dar paso al flujo de sangre.

El oxígeno usado por el cuerpo para realizar trabajo proviene de la sangre o los compuestos químicos en el interior de las fibras musculares. Si la propia capacidad de uno para proporcionar oxígeno a los músculos que trabajan, es suficiente para impedir la formación de subproductos del metabolismo en el cuerpo durante una jornada de trabajo, la tarea asignada se denomina "aeróbica". Si dicha tarea fuera en la que su realización agota la reserva de oxígeno en uno o en varios músculos, tal fuerza se llama "anaeróbica". Los síntomas de este agotamiento del oxígeno son dolor muscular y una fatiga fisiológica o debilidad del sistema muscular.

Se ha estimado que el consumo metabólico basal es en promedio de 1700 kilocalorías por día. Este valor es la cantidad de calorías necesarias para mantener el cuerpo en estado de inactividad. Por tanto, un artesano requiere

un número adicional de calorías para hacer frente a los deberes y responsabilidades que acompañan a trabajo. De lo contrario, una parte del trabajo necesariamente será anaeróbico.

El trabajo anaeróbico está relacionado más con la velocidad de movimiento que con la duración del trabajo. Una labor de larga duración agotará las reservas de energía en los músculos (glicógeno), en vez de ocasionar que el operario sufra de carencia de oxígeno.

### **7.3. Diferencias individuales**

La actuación de los seres humanos es variable. Esta variación es una de las consideraciones más importantes en el diseño de sistemas de optimización de la producción.

No sólo existen considerables diferencias entre el comportamiento de diferentes individuos, sino en el de una misma persona variará de momento a momento, desde un periodo del día al siguiente y de día a día. Aun al efectuar funciones más simples, el comportamiento del individuo variará considerablemente.

Las variaciones en la actuación de los integrantes de una fuerza de trabajo se deben en gran parte a los cambios en la antropometría estática y dinámica.

La tabla que a continuación se presenta, muestra datos acerca de la estatura y el peso medios, al igual que las desviaciones estándar de las mismas, de hombres y mujeres de raza blanca y de diversas edades.

*Estatura y peso de personas*

Edad	Hombre				Mujer			
	Estatura		Peso		Estatura		Peso	
	(cm)	(kg)	(cm)	(kg)	(cm)	(kg)	(cm)	(kg)
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
3	96.0	3.3	14.5	1.4	95.3	3.6	14.1	1.8
6	117.1	5.3	21.3	2.7	116.1	4.8	20.4	2.3
9	134.1	6.1	29.9	3.6	132.3	5.8	29.0	5.0
12	148.1	7.3	39.5	5.4	151.4	6.9	42.2	8.2
15	168.4	7.9	58.1	7.3	161.0	6.1	53.1	9.1
18	174.0	6.6	67.6	9.0	162.8	5.8	55.8	7.7
22	174.5	6.6	71.7	10.4	162.6	6.1	56.7	8.6
26	174.5	6.6	73.9	10.9	161.8	6.4	57.6	9.5
30	174.0	6.6	74.8	11.3	161.5	6.1	59.0	10.9
34	174.0	6.6	74.8	11.3	161.5	6.1	59.0	10.9
38	173.7	6.6	75.3	11.3	161.5	6.1	61.7	11.3
48	172.7	6.6	75.8	11.3	160.5	6.1	64.4	12.2
58	171.0	6.6	74.8	11.3	159.5	6.1	67.1	12.7
68	169.7	6.1	73.5	10.9	158.0	6.1	66.2	12.7
78	169.0	5.6	71.2	10.9	157.0	5.6	65.3	12.2

Por otra parte, las dimensiones corporales varían también con la edad.

Desde el nacimiento hasta cerca de los 25 años, la mayor parte de las dimensiones del cuerpo aumentan de tamaño. Aproximadamente desde la edad de los 60 años, se produce una ligera disminución en la estatura y el peso del cuerpo, y con frecuencia las dimensiones dinámicas, como el alcance funcional del brazo.

Tanto la edad como el sexo tienen influencia en el tiempo de respuesta. Las diferencias correspondientes a esta magnitud entre diversas personas, aumentarán a medida que el trabajo sea más preciso, más presuroso o más difícil de realizar. Asimismo, incide que el ambiente de trabajo se hace cada vez más adverso, habrá un incremento en las diferencias en el tiempo de reacción entre los trabajadores.

Es importante mencionar que las mujeres tienen un tiempo medio de reacción

ligeramente mayor a la luz y al sonido, que los varones. Asimismo, el tiempo de reacción de hombres y mujeres aumentará con la edad después de los 30 años.

Las diferencias individuales en lo que respecta a capacidad visual y de memoria ya han sido descritas. En forma semejante existe variación considerable en la fuerza muscular y las aptitudes motoras del personal. Por lo general, la fuerza o resistencia alcanza un máximo aproximadamente a los 25 años. Después de los 30, el vigor declina hasta que a los 60 es sólo cerca de las tres cuartas partes del valor máximo. No sólo hay una considerable variación en la fuerza física de un trabajador dado, por motivos biológicos, ambientales y ocupacionales, sino que existe también una variación importante entre los diferentes trabajadores. Por ejemplo, se ha estimado que la desviación estándar de la fuerza máxima que se puede ejercer por un tirón vertical con las dos manos sobre una barra horizontal a 70 cm sobre el nivel del piso por trabajadores varones, es aproximadamente de 34 kg. En el caso de personal femenino, la desviación estándar de esta fuerza es de unos 20 kg.

Debido a la amplia variabilidad de la actuación de la población en conjunto los o equipos de personal deben organizarse con base en resultados de investigaciones obtenidos a partir de sujetos tomados de una población representativa de la actividad particular en estudio.

## **8.0. CONCEPTOS DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PERSONAL**

Ciertamente, uno de los objetivos de una administración es proporcionar un sitio de trabajo seguro e higiénico para los trabajadores. Para lograr lo anterior debe haber control sobre el ambiente físico del negocio o la operación. La mayor parte de las lesiones son resultado de accidentes ocasionados por una situación riesgosa, un acto peligroso o una combinación de los dos. La situación riesgosa se refiere al ambiente físico. Esto implica el equipo utilizado y todas las condiciones físicas que rodean el lugar de trabajo. Por ejemplo, los peligros pueden provenir de la falta de vigilancia o una protección inadecuada en el equipo, la localización de las máquinas, el estado de las zonas de almacenamiento y la condición general del edificio.

Algunas consideraciones generales de seguridad relacionadas con el edificio involucran la capacidad adecuada de carga sobre el piso. Esto es especialmente importante en áreas de almacenamiento donde las sobrecargas causan muchos accidentes graves cada año. Los indicios de peligro por sobrecarga son grietas en muros o plafones, vibración excesiva y desplazamientos de miembros estructurales.

Pasillos, escaleras y otros sitios de paso se deben examinar periódicamente para cerciorarse de que están libres de obstáculos, no presentan irregularidades y de que no hay sustancias aceitosas u otras semejantes que pudieran originar resbalones, tropiezos y caídas. En muchos edificios antiguos se deben inspeccionar cuidadosa y constantemente las escaleras, pues son causa de numerosos accidentes de gran pérdida de tiempo. Las escaleras deben tener un ángulo de inclinación de 30 a 35°, con huella o anchura de peldaño de aproximadamente 24cm (9Y2 plg). Los peraltes o alturas de escalón no deben exceder de 20 cm (8 plg). Toda escalera debe estar provista de pasamano, tener por lo menos 108 lux (10 pie-bujias) de iluminación y estar pintadas de color claro.

Si un pasillo o corredor ha de permitir el traslado de vehículos deberá tener por lo menos 90cm más que el doble del ancho del vehículo de más anchura. Cuando el tránsito es en un solo sentido, entonces será conveniente tener 60 cm más que la anchura del vehículo más ancho. En general, los pasillos deben tener al menos 54 lux (5 pie-bujías) de iluminación. La instalación de un número suficiente de luminarias no asegura una iluminación adecuada. Se requiere un servicio continuo de mantenimiento para asegurar que se tenga la limpieza periódica de las luminarias y la sustitución de las unidades inservibles.

Los colores se deben utilizar para marcar condiciones peligrosas. Las recomendaciones que, acerca de los colores, aparecen en tablas y son de uso internacional.

La mayoría de las máquinas-herramienta cuentan con la protección satisfactoria, de manera que es remota la probabilidad de lesiones mientras se opera una maquina. El problema es que hay muchos casos en los que se puede proteger bien una instalación de trabajo pero en otros no.

Además de los requerimientos necesarios para proteger la instalación de trabajo en el punto de peligro, se debe cuidar que el operario tenga la protección adecuada contra accidentes potenciales que resulten del uso de la herramienta. Para controlar tales accidentes se requiere que la administración de la fábrica tome las medidas necesarias para:

1. Adiestrar operarios en el uso correcto y seguro de las herramientas.
2. Proporcionar la herramienta apropiada para el trabajo a desempeñar.
3. Conservar la herramienta de modo que siempre esté en condiciones de seguridad.
4. Asegurar el uso y mantenimiento de las guardas o medios de protección y las prácticas de seguridad necesarios.

Un sistema de control de calidad y mantenimiento debe estar incorporado en el cuarto y en los sitios para guardar herramientas, de manera que se proporcionen siempre herramientas confiables en buenas condiciones de trabajo a los obreros. Ejemplos de herramientas inseguras que no se deben suministrar a los operarios son: herramientas eléctricas, o con impulsión por motor eléctrico, que tengan roto su aislamiento o carezcan de las conexiones a tierra necesarias, herramientas mal afiladas, martillos con cabeza rota o deformada, ruedas de esmeril agrietadas o sin guardas, y herramientas con mangos rajados o quijadas en mal estado.

Además de conocer bien el ambiente de trabajo, las herramientas y demás equipo para iniciar y mantener un programa de seguridad y protección de la salud de los trabajadores, el analista debe estar consciente también del peligro potencial de ciertos materiales. Un gran sector de las empresas manufactureras y comerciales utiliza algunas sustancias químicas potencialmente peligrosas. El efecto nocivo a largo plazo de muchos materiales es aún desconocido y nuevos procedimientos están siendo reglamentados por la organismos internacionales y otros organismos para el manejo de tales sustancias.

Los materiales que causan problemas de salud y/o de seguridad se pueden clasificar en tres categorías; materiales corrosivos, materiales tóxicos o irritantes y materiales inflamables.

Los materiales corrosivos comprenden una gran variedad de ácidos y sus cáusticas que pueden quemar o destruir los tejidos al entrar en contacto con la humana. La acción química de estos materiales puede ocurrir por contacto con la piel o por inhalación de sus vapores. Para evitar el peligro potencial que represente el empleo de materiales corrosivos, se deben considerar las siguientes medidas:

1. Asegurarse de que los métodos de manejo de materiales son

completamente a prueba de descuidos.

2. Cerciorarse de que en el proceso no se producirá ningún derrame o salpicadura especialmente durante los procesos de entrega inicial.
3. Verificar que los operarios que están expuestos a materiales corrosivos usen el equipo de protección personal diseñado correctamente, y los procedimientos apropiados de eliminación de desechos.
4. Comprobar que el dispensario o puesto de primeros auxilios esté equipado todos los medios de emergencia necesarios, incluyendo duchas para lavado dante y baños para ojos.

Los materiales tóxicos o irritantes comprenden gases, líquidos o sólidos que afecten los órganos o los procesos normales del cuerpo por ingestión, inhalación o absorción a través de la piel.

Para controlar materiales tóxicos se utilizan los siguientes métodos:

1. Aislar el proceso completamente del trabajador.
2. Proporcionar ventilación adecuada con escape al exterior.
3. Suministrar al trabajador equipo eficaz de protección personal.
4. Sustituir ese material por otro no tóxico o irritante.

Los materiales inflamables y los agentes oxidantes fuertes son causa de peligro de incendio o explosión. La ignición espontánea de materiales combustibles puede ocurrir cuando hay ventilación insuficiente para eliminar el calor proveniente de proceso de oxidación lenta. Para prevenir tales incendios, los materiales combustibles necesitan estar almacenados en una zona seca, fresca y bien ventilada. Can des pequeñas se deben almacenar en envases metálicos tapados.

Una explosión puede resultar cuando polvos combustibles (algunos de los cual no se sabe, por lo general, que sean explosivos, como el aserrín) o vapores o gases inflamables están presentes en el aire en proporciones tales que la

ignición en un punto se propaga con gran velocidad a toda la masa. Para gases y polvos hay concentraciones límites en el aire, por debajo y por encima de las cuales no ocurrirán las explosiones. En el caso de polvos ligeros el límite explosivo inferior aceptado generalmente es de  $15 \text{ g/m}^3$  (o sea,  $0.015 \text{ oz/pe}^3$ ) y tratándose de polvos pesados de  $500 \text{ g/m}^3$  (o sea  $0.5 \text{ oz/pe}^3$ ). Los vapores y los gases tienen un intervalo más amplio en el cual es factible que ocurra una explosión. Concentraciones en el aire de 0.5% en volumen se consideran a menudo como límites inferiores. Un incremento en la temperatura abatirá el límite inferior.

Para evitar explosiones, se debe impedir el encendido o inflamación proporcionando sistemas de extracción y ventilación adecuados. Debe también controlar apropiadamente los procesos que intervienen a fin de minimizar la generación de polvos y la liberación de gases y vapores.

Gases y vapores se pueden separar de corrientes de gas por absorción en líquidos o sólidos, adsorción en sólidos, condensación y combustión catalítica e incineración. En el caso de absorción, el gas o vapor se distribuye en el líquido o el sólido colector. El equipo de absorción comprende torres de absorción, como columnas de placas con tapa de burbuja, torres compactas, torres de aspersión y lavadoras de celda húmeda.

Para la absorción de gases y vapores se ha utilizado una variedad de absorbentes sólidos con afinidad por ciertas sustancias. Por ejemplo, el carbón vegetal absorbe un gran número de sustancias, como benceno, tetracloruro de carbono, clorofórmo, óxido nitroso y acetaldehído.

El proceso de combustión catalítica utiliza un catalizador de aleación de platino y alumina para quemar hidrocarburos. La temperatura mínima de ignición catalítica varía de  $175^{\circ}\text{C}$  ( $350^{\circ}\text{F}$ ) a  $315^{\circ}\text{C}$  ( $600^{\circ}\text{F}$ ). En la combustión catalítica los gases y los vapores pasan por un proceso de oxidación a baja temperatura y se convierten en gases inodoros e incoloros. La presencia del catalizador proporciona simplemente una superficie activada sobre la que la reacción se efectúa más fácilmente.

## **9.0. ESTUDIO DE TIEMPOS**

El estudio de tiempos es un procedimiento usado para medir el tiempo requerido por un artesano u operario calificado que trabaja a un nivel de actividad normal para realizar una tarea dada de acuerdo con un método determinado.

Cuando el método ha sido establecido, las condiciones normalizadas y las operaciones adiestradas para seguir un método normal, se puede proceder con el estudio de tiempos, a continuación se enumeran los pasos para dicho estudio:

1. Selección del artesano. El primer paso para iniciar un estudio de tiempos es la selección del artesano sobre el cual se tomarán los tiempos. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer los estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del artesano. En general el artesano de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un artesano poco experto o con uno altamente calificado. El artesano medio normal realiza el trabajo consistente sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal.

En algunos casos no se tendrá la oportunidad de escoger a quien estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo artesano, en tales casos se debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el artesano puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala.

2. Análisis de materiales y métodos.

Es necesario realizar en forma detallada el levantamiento de toda la información del método que se estudia. La forma impresa para el estudio de tiempo puede hacerse en un plano o esquema del área de trabajo a escala y deberá mostrar todos los detalles que afectan el método. El croquis mostrara claramente la localización de los depósitos de materia prima y las partes terminadas, con respecto al área de trabajo. De este modo las distancias a que el artesano debe moverse o caminar aparecerán claramente. La localización de todas las herramientas que se usan en la operación deben estar indicadas también, ilustrando así el patrón de movimientos utilizados en la ejecución de elementos sucesivos.

3. Registro de información significativa: Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del artesano y toda aquella información que en algún momento pueda ser útil para realizar mejoramiento.
4. Toma de tiempos Existen dos técnicas para anotar los términos elementales durante un estudio. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronometro se lee en el punto terminal de cada elemento.

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

El método continuo: Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es, la de que este tipo de estudio presenta un registro completo de todo el período de

observación y, por tanto resulta del agrado del artesano u operario. El artesano puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Es probable que este método de toma de tiempos sea el más apropiado para procesos artesanales.

A continuación se muestra un formato en el cual se puede consignar la información.

N°	Elemento / Descripción	CICLOS				ΣT	T̄ ó TN	FV%	TN	TOL%	TS
		1	2	3	4						
1	Tomar materia prima y colocar en banco	0.17									
		0.17	0.25	0.26	0.28	0.96	0.24				
2	Asegurar en bancada	0.30									
		0.13	0.17	0.21	0.25	0.76	0.19				
3	Cortar según moldes	1.00									
		0.70	0.70	0.70	0.70	2.8	0.70				
	ΣT Ciclos	1.00									

Donde Tiempo Normal = Tiempo Conometro \* Factor de velocidad

$$TN = TC * FV$$

Tiempo Standard = Tiempo Normal \* Tolerancia

$$TS = TN * \alpha$$

Existen diversos métodos por los cuales se puede determinar el número de ciclos a medir.

Es posible determinar matemáticamente el número de ciclos que deberán ser estudiados con el fin de asegurar la existencia de una muestra confiable, y tal valor moderado aplicando un buen criterio dará una guía útil para poder decidir la duración de la observación.

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras (  $\bar{X}$  ) tomados de

Es posible determinar el número de ciclos N, igualando  $\frac{ts}{\sqrt{N}}$  a un porcentaje de  $\bar{x}$ .

$N = \left( \frac{st}{kx} \right)^2$ , donde s es la desviación estándar de la muestra, t es valor de t student de la tabla para n-1 grados de libertad,, k es un parámetro o porcentaje aceptado de la media  $k = lc$

Según el método de Krick y dada la distribución t student como modelo de comportamiento de las medias de las muestras y dado un error de muestreo tolerable, especificado en términos de un intervalo de confianza y un coeficiente de confianza, es posible determinar el número de ciclos requeridos para satisfacer el error de muestreo, aplicando el siguiente procedimiento.

1. Con base en las exigencias de la situación particular considerada, especifique el intervalo de confianza lc y el Cc.
2. Haga las mediciones de tiempo para n ciclos de operación , es decir para n=10
3. Calcule la desviación estándar de la muestra s a partir de la siguiente fórmula:

$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n-1}}$ , donde T son los tiempos que se han obtenido en 10 ciclos.

4. Calcule el intervalo de confianza lc proporcionado por esta muestra de n observaciones requeridas, empleando para ello la fórmula siguiente.

$$lc = 2t_{0,90} \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

$T_{0,90}$  se obtiene de la tabla de probabilidades para la distribución t student, para el coeficiente de confianza Cc= 0.90 y n –1 grados de libertad. Si n= 10 como se sugirió anteriormente , entonces  $t_{0,90}= 1.83$  y la ecuación queda reducida así.

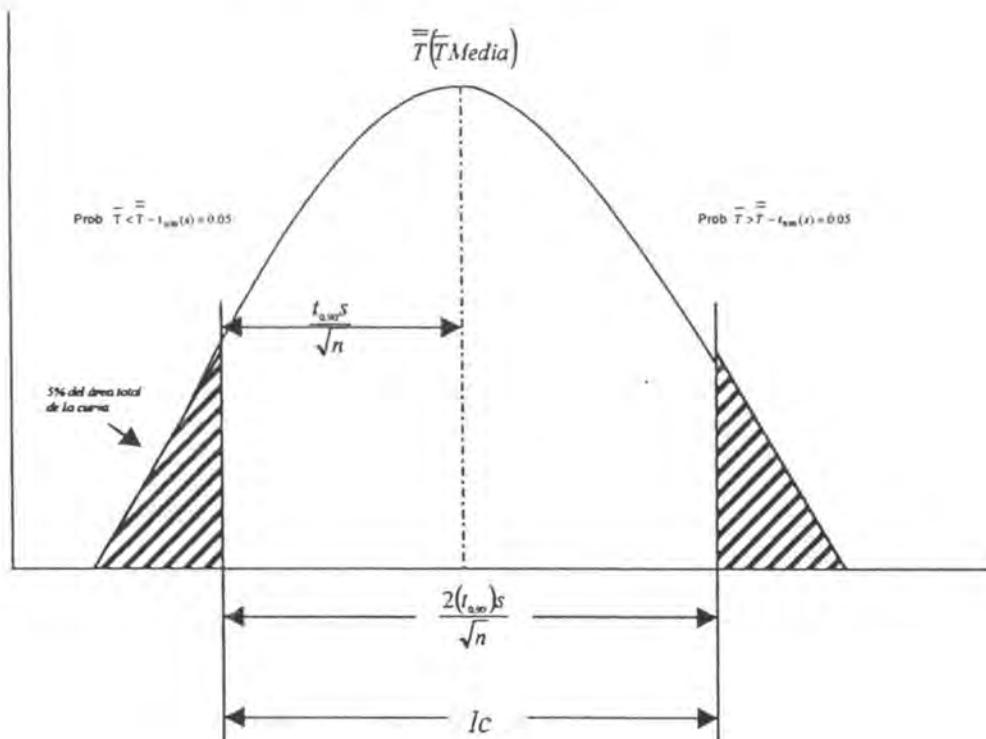
$$Ic_{10} = 2*(1.83) \left( \frac{s}{\sqrt{10}} \right) = 1.16s$$

Si  $Ic_{10}$  es igual o menor que el  $Ic$ , que se determino al iniciar el muestreo la muestra de  $n$  observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo. Esto es si  $Ic_n = Ic$ , las  $n$  observaciones anteriormente tomadas son adecuadas. Si  $Ic_n > Ic$ , se requieren observaciones adicionales y el número total de observaciones requeridas  $N$ , puede estimarse a partir de :

$$N = \frac{4(t_{0.90})^2 * s^2}{Ic^2}$$

La fuente y significado de la formula que permite determinar  $Ic_n$  se muestra a continuación en la siguiente gráfica.

**Distribución t de las medias de las muestras**



**9.1. Calificación de la actuación o factor de velocidad:** El siguiente paso después de determinar los intervalos y coeficientes de confianza, al igual que el número de ciclos apropiados, se debe proceder con la calificación de la actuación el artesano, muy rara vez esta actuación será conforme a la definición exacta de lo que es la "normal" o también llamada "estándar". De

esto se desprende que es esencial hacer algún ajuste al tiempo medio observado a fin de determinar el tiempo que se requiere para que un individuo normal ejecute el trabajo a un ritmo normal. El tiempo real que emplea un artesano superior al estándar para desarrollar una actividad, debe aumentarse para igualarlo al del artesano normal, del mismo modo, el tiempo que requiere un artesano inferior al estándar debe reducirse al valor representativo de la actuación normal. Sólo de esta manera es posible establecer el estándar real en función del artesano normal.

La calificación de la actuación es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el artesano normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio.

**El artesano "normal"** es el artesano competente y altamente experimentado que trabaja en las condiciones que prevalecen ordinariamente en el sitio o taller de trabajo, a un ritmo ni demasiado rápido ni demasiado lento, sino representativo del promedio.

Las características de un artesano que desarrolla una actuación normal, pueden describirse de la siguiente manera, se trata de un obrero adaptado a su trabajo y con la suficiente experiencia para ejecutarlo de manera eficaz, con muy poca o ninguna supervisión. Posee cualidades físicas y mentales coordinadas que le permiten pasar sin vacilación o demora de un elemento a otro, según los principios de la economía de movimientos. Por su conocimiento y uso apropiado de todas las herramientas y equipo relacionado con su trabajo, mantiene un buen nivel de eficiencia. Es cooperativo y trabaja a la mejor velocidad, adecuada a una ejecución continúa.

Existen ciertas características que debe poseer un sistema de calificación, la primera y más importante característica es la exactitud, existen diversas técnicas para determinar la actuación del artesano, sin embargo todas están sujetas al criterio personal de la persona que realiza el estudio de tiempos.

A pesar de este hecho se consideran apropiados los procedimientos que permiten obtener estándares que no tengan una desviación mayor a un 5% respecto del promedio de los estándares que se consideran apropiados. Se debe mejorar o sustituir el plan de calificación en que haya variaciones en los estándares mayores que la tolerancia de más o menos 5%.

## **9.2. Calificación en la estación de trabajo**

La ocasión en que se debe realizar la calificación y es durante el curso de la observación de los tiempos elementales. A medida que el artesano avance de un elemento al siguiente, se debe evaluar cuidadosamente la velocidad, la destreza, la ausencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación, la efectividad y todos los demás factores que influyen en el rendimiento, cuando sigue el método prescrito.

## **9.3. Calificación por elementos en comparación con el estudio global.**

Es frecuente encontrar problemas al determinar cuántas veces habrá que calificar al artesano en el curso del estudio. No existe una regla segura para determinar el intervalo límite que permita una calificación concisa, sin embargo cuanto más frecuentemente se califique el estudio, más exacta será la evaluación de la actuación mostrada por el artesano.

La desviación que puede observarse en la actuación de un artesano en operaciones repetitivas de ciclo corto, durante un estudio de duración media de 15 o 30 min. En casos como este, será satisfactorio calificar el estudio completo y anotar en el espacio asignado el factor de calificación para cada elemento. Es necesario aclarar que los elementos controlados por máquinas o por alimentación de energía serán calificados como normales, o sea con 1.00, ya que su velocidad no puede ser cambiada o modificada a voluntad por el operario.

#### **9.4. Métodos de calificación:**

Sistema Westinghouse: Uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como “pericia en seguir un método dado” y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La destreza o habilidad de un artesano se puede determinar por su experiencia y sus actitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural.

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

Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios o artesano y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son aceptable, deficiente, regular, buena, excelente y extrema u optima. La tabla a

continuación ilustra las características de los diversos grados de habilidad junto con sus valores numéricos equivalentes. La calificación de la habilidad se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente, que va desde más 15% para los individuos superhábiles, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad. Este porcentaje se combina luego algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final o al factor de calificación de la actuación del artesano u operario.

Destreza o habilidad

+0.15	A1	Extrema
+0.13	A2	Extrema
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

Según este sistema o método de calificación, el esfuerzo o empeño se define como una "demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia". El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el artesano. Con frecuencia un artesano aplicara un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener un factor alto de calificación. Igual que en el caso de la habilidad, pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez deficiente o bajo, aceptable, regular, bueno , excelente y excesivo. Al esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de más 13% y al esfuerzo deficiente un valor de menos 17%.

A continuación se muestra la tabla con los valores para el esfuerzo o empeño.

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al artesano y no a la operación. En la mayoría de los casos las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en el puesto de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son los siguientes, temperatura, ventilación, luz y ruido. Por lo tanto si la temperatura en una estación de trabajo dada es de 17°C, mientras que generalmente se mantiene en 20°C a 23°C, las condiciones se considerarían abajo de lo normal. Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación.

Tabla de valores para condiciones.

+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la consistencia del operario. La consistencia del artesano debe evaluarse cuando se preparan los resultados finales del estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del artesano, lecturas erróneas del cronómetro y presencia de elementos extraños. Los elementos mecánicamente controlados tendrán una consistencia de valores casi perfecta, pero tales elementos no se califican. Hay seis clases de consistencia, perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente. Se ha asignado un valor de más de 4% a la consistencia perfecta y de menos 4% a la deficiente, quedando las otras categorías entre estos valores.

Tabla de valores de consistencia.

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

Al realizar la determinación del intervalo de variación justificado para una operación particular se basa en gran parte en el conocimiento que la persona que realice el estudio de tiempos posea acerca del trabajo.

Es necesario estar prevenido con la actitud del artesano, que tendera continuamente a actuar de manera deficiente tratando de alterar el estudio.

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

ejemplo si un cierto trabajo se ha calificado como C2 en habilidad, C1 en esfuerzo, D en condiciones y E en consistencia. El factor de actuación o velocidad se obtiene de esta manera.

Habilidad	C2	+0.3
Esfuerzo	C1	+0.5
Condiciones	D	+0.00
Consistencia	E	-0.2
Suma algebraica		+0.6
<b>Factor de Velocidad o actuación</b>		<b>1.06</b>

Es importante aclarar que el factor de actuación se aplica sólo a los elementos de esfuerzo, ejecutados manualmente y que todos los elementos controlados por máquinas se califican con 1.00.

Calificación Sintética: El procedimiento de nivelación sintética determina un factor de actuación para cada elemento de esfuerzo representativos del ciclo de trabajo, por la comparación de los tiempos reales elementales observados con los desarrollados por medio de los datos de movimiento fundamentales, por lo tanto el factor de actuación puede expresarse algebraicamente como:

$$P = \frac{F_t}{O}, \text{ donde}$$

P= factor de actuación o nivelación

F<sub>t</sub>= tiempo de los movimientos fundamentales.

O= Tiempo Elemental medio observado para los elementos utilizados en F<sub>t</sub>.

Por consiguiente el factor así determinado se aplicara entonces al resto de los elementos controlados manualmente y comprendidos por el estudio. Las máquina no se califican.

Por ejemplo si se observara que para el elemento 1 se tiene los siguientes valores :

$$P = \frac{0.096}{0.08} = 120\%$$

y para el elemento 4

$$P = \frac{0.278}{0.22} = 126\%$$

El promedio de estos dos es 123% , y este es el factor utilizado para calificar todos los elementos de esfuerzo. Esta técnica de calificación sintética de la actuación es una técnica de muestreo.

Es esencial que se emplee más de un elemento al establecer un factor de calificación sintética. Mas adelante se definirán los tiempos de movimientos básicos.

A continuación se muestra una tabla con algunos de estos valores.

<i>Elemento Num</i>	<i>Tiempo promedio observado</i>	<i>Tipo de elemento</i>	<i>Tiempo de los elementos fundamentales en min</i>	<i>Factor de actuación.</i>
1	0.08	Manual	0.096	123
2	0.15	Manual	-	123
3	0.05	Manual	-	123
4	0.22	Manual	0.278	123
5	1..41	Mecanizado	-	100
6	0.07	Manual	-	123

Calificación por velocidad: La calificación por velocidad es un método de evaluación de la actuación en el que sólo se considera la rapidez de realización del trabajo (por unidad de tiempo). En este método se mide la efectividad del artesano, en comparación con el concepto de artesano normal que lleva a cabo

el mismo trabajo y luego se asigna un porcentaje para indicar la relación o razón de la actuación observada en la actuación normal.

Al calificar por velocidad , 100% generalmente se considera normal. De manera que una calificación de 110% indicaría que el artesano u operario actúa a una velocidad de 10% mayor que la normal y una calificación de 90% significaría que actúa con una velocidad de 90% de la normal.

Algunas empresas que emplean esta técnica de la calificación de la calificación por velocidad han escogido 60% como valor estándar o normal. Lo anterior se basa en el enfoque o método de horas estándares, esto es, producir 60 minutos de trabajo en cada hora.

Calificación objetiva: El procedimiento de calificación objetiva, trata de eliminar las dificultades para establecer un criterio de velocidad o rapidez normal para cada tipo de trabajo.<sup>1</sup>

En este método se establece una asignación de trabajo único con la que se comparan, en cuanto a marcha, todos los demás trabajos. Después de la apreciación del ritmo o marcha, se asigna al trabajo un factor secundario para tener en cuenta su dificultad relativa.

Los factores que influyen en el ajuste de dificultad son: 1. Extensión o parte del cuerpo que se emplea 2. pedales 3. bimanualidad 4. coordinación ojo – mano 5. requisitos sensoriales o de manipulación 6. peso que se maneja o resistencia a vencer.

Se han asignado valores numéricos a una serie de grados de cada factor, mediante resultados experimentales. La suma de cada uno de los seis factores comprende el ajuste secundario.

<sup>1</sup> M.E Munde, *Motion on Time Study* , 4<sup>o</sup>.ed. Prentice Hall 1960 P.P 319-345

Según este método el tiempo normal es igual a:

$$T_n = (P_2)(S)(O)$$

Donde

$T_n$  = tiempo normal calculado

$P_2$  = Factor de calificación por velocidad

$S$  = Factor de ajuste por dificultad del trabajo

$O$  = Tiempo elemental medio observado.

El método escogido por la persona encargada del estudio dependerá del proceso de producción, y deberá ajustarse a las necesidades del taller artesanal.

### **9.5. Márgenes o tolerancias**

Después de calcular el tiempo normal, es necesario adicionar un margen o tolerancia para llegar a un estándar justo. Este último paso consiste en la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y disminución del ritmo de trabajo producidas por la fatiga inherente a todo trabajo.

Las tolerancias se aplican a tres categorías que son: 1. tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo 2. tolerancias aplicables sólo al tiempo de empleo de la máquina 3. tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo.

Existen dos métodos utilizados frecuentemente para el desarrollo de datos de tolerancia estándar. El primero es el que consiste en un estudio de la producción que requiere que quien haga el estudio de tiempos estudie dos o tres operaciones durante un largo período. Se debe registrar la duración y el motivo de cada intervalo libre o de tiempo muerto, y después de establecer una muestra razonable representativa, resume sus conclusiones para determinar la tolerancia en tanto por ciento para cada característica

aplicable. Los datos obtenidos de esta manera deben ajustarse al nivel de actuación normal.

Esta técnica al emplear un largo lapso de tiempo en la observación directa de una o mas operaciones es tedioso y algunas veces la tendencia a tomar muestras demasiado pequeñas puede ocasionar resultados con sesgo.

La segunda técnica para establecer un porcentaje de tolerancia es mediante estudios de muestreo del trabajo. En este método se toma un gran número de observaciones al azar y no se requiere del cronometro , ya que el observador camina por el área que se estudia sin horario fijo y toma breves notas sobre lo que cada artesano u operario esta haciendo.

El número de retrasos registrados, dividido entre el número total de observaciones durante las cuales el artesano efectúa el trabajo productivo, tenderá a ser igual a la tolerancia requerida por el artesano para incorporar los retrasos normales que se le presenten. Las características a tener en cuenta cuando se determinan tolerancias son:

Retrasos personales: En este ítem deberá situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del empleado. Esto comprenderá las idas a tomar agua y a los sanitarios. Las condiciones generales en que se trabaja y la clase de trabajo que se desempeña, influirán en el tiempo correspondiente a retrasos personales. De ahí que condiciones de trabajo que implican gran esfuerzo en ambientes de alta temperatura, como las que se tienen en un taller de forja en caliente, requerirán necesariamente mayores tolerancias por retrasos personales, que otros trabajos ligeros llevados a cabo en áreas de temperatura moderada. Estudios detallados de producción han demostrado que un margen o tolerancia de 5% por retrasos personales, o sea, aproximadamente 24 min en ocho horas, es apropiado para las condiciones de trabajo típicas de taller.

Fatiga: Estrechamente ligada a la tolerancia por retrasos personales, está el margen por fatiga, aunque esté generalmente se aplica sólo a partes del estudio relativas a esfuerzo. La fatiga no es homogénea en ningún aspecto, va desde el cansancio puramente físico hasta la fatiga puramente psicológica e incluye una combinación de ambas. Tiene marcada influencia en ciertas personas y aparentemente poco o ningún efecto en otras.

Ya sea que la fatiga sea física o mental, los resultados son similares: existe una disminución en la voluntad para trabajar. Los factores más importantes que afectan la fatiga son bien conocidos y se han establecido claramente. Algunos de ellos son:

1. Condiciones de trabajo.

- Luz
- Temperatura
- Humedad
- Frescura del aire
- Color del taller y sus alrededores
- Ruido

2. Naturaleza del trabajo

- Concentración necesaria para ejecutar la tarea
- Monotonía de movimientos corporales semejantes
- La posición que debe asumir el artesano para ejecutar la operación.
- Cansancio muscular debido a la distensión de músculos

3. Estado general de salud del artesano , físico y mental

- Estatura
- Dieta
- Descanso
- Estabilidad emocional
- Condiciones domésticas.

Es evidente que la fatiga puede reducirse pero nunca eliminarse, por tal motivo hay que fijar tolerancias adecuadas a las condiciones de trabajo y a la repetitividad de este.

El método más ampliamente utilizado para determinar el margen o tolerancia por fatiga sea el de medir la disminución de la producción durante el período de trabajo. Por lo tanto la tasa de producción para cada un cuarto de hora puede medirse durante el transcurso del día de trabajo . Cualquier disminución en la producción que no pueda atribuirse a los cambios de métodos o de personal o retrasos inevitables, podrá ser atribuida a la fatiga y ser expresada como porcentaje. Eugene Bray<sup>2</sup> ha expresado el coeficiente de fatiga como sigue:

$$F = \frac{(T - t)}{T} 100$$

Donde,

F= coeficiente de fatiga

T=tiempo requerido para realizar la operación al final del trabajo continuo

t = Tiempo necesario para efectuar la operación al principio del trabajo continuo

A pesar de lo complejo que es la determinación de un valor par la fatiga y los retrasos personales, La International Labour Office (O,I,T) ha tabulado el efecto de las condiciones laborales para llegar aun factor de tolerancia. Esta información se muestra en la siguiente tabla. Los factores considerados incluyen: posición en pie mientras se trabaja, posiciones requeridas fuera de lo normal, empleo del vigor fisico, alumbrado, condiciones atmosféricas , atención necesaria en el trabajo, nivel de ruido, esfuerzo mental, monotonía y tedio.

<sup>2</sup> Eugene E. Brey. "fatigue research in Its Relation to Time Study Practice". *Proceedings , time Study Conference, Society of Industrial Engineers, Chicago febrero de 192*

**METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION  
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA**

A.	TOLERANCIAS CONSTANTES	%
	1.Tolerancia personal	5
	2.Tolerancia basica por fatiga	4
B	TOLERANCIAS VARIABLES	
	1. Tolerancia por estar de pie	2
	2.Tolerancia por posición no normal	
	a. ligeramente molesta	0
	b. molesta(cuerpo encorvado)	2
	c. muy molesta ( acostado extendido)	7
	3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de , empujar) Peso levantado( kilogramos y libras respectivamente)	
	2.5:5	0
	5:10	1
	7.5:15	2
	10:20	3
	12.5:25	4
	15:30	5
	17.5:35	7
	20:40	9
	22.5:45	11
	25:50	13
	30:60	17
	35:70	22
	4. Alumbrado deficiente	
	a. ligeramente inferior a lo recomendado	0
	b. muy inferior	2
	c. Sumamente inadecuado	5
	5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) variables	0-10
	6. Atención estricta	
	a. trabajo moderadamente fino	0
	b. muy inferior	2
	c. trabajo muy fino o muy exacto	5
	7. Nivel de ruido	
	a. Continuo	0
	b. intermitente - fuerte	2
	c. intermitente-muy - fuerte	5
	d. De alto volumen -fuerte	5
	8. Esfuerzo mental	
	a. Proceso moderadamente complicado	1
	b. proceso complicado o que requiere amplia atención	4
	c. muy complicado	8
	9. Monotonía	
	a. escas	0
	b. moderada	1
	c. excesiva	4
	10. Tedio	
	a. algo tedioso	0
	b. tedioso	2
	c. muy tedioso	5

Al utilizar esta tabla se debe determinar un factor de tolerancia para cada elemento del estudio. Por ejemplo, el elemento 3 de un estudio dado puede requerir la aplicación de una fuerza de 20 kg. Debido al empleo de esta fuerza se utilizaría una tolerancia de 9% en el cálculo del margen para este elemento. A este margen básico de 9% se agregan las tolerancias variables aplicables que se enumeran en la tabla.

Tolerancias por fatiga en condiciones de cargas pesadas y ciclos cortos : en ocasiones es posible encontrar operaciones, como el trabajo pesado de prens, donde el tiempo del ciclo es corto (menos de 45 s) y los pesos manejados son relativamente grandes (mas de 10kg o 20 lb) . En tales casos el porcentaje proporcionado en la tabla anterior es insuficiente, en este caso es posible emplear las siguientes formulas.

$$E_w = \frac{1.824 * T * N * E_{lev}}{T}, \text{ donde}$$

$$E_{lev \text{ abajo}} = \frac{142(32 - H_1) + (2.08L_u + 0.8L_d)(H_2 - H_1)}{10000}$$

$$E_{lev \text{ arriba}} = \frac{22.8(H_2 - 32) + (3.22L_u + 1.03L_d)(H_2 - H_1)}{10000},$$

$$E_w = E_{lev \text{ abajo}} + E_{lev \text{ arriba}}$$

$$VRA = (\text{Tolerancia de relajación variable}) = 31.5(E_w - 4.67)$$

$E_w$  = Gasto de energía en el trabajo

$T$  = Tiempo observado en min

$N$  = Número de levantamientos por tiempo  $T$

$H_2$  = Altura de levantamiento superior (plg)

$H_1$  = Altura de levantamiento inferior (plg)

$L_u$  = Carga levantada hacia arriba (lb)

$L_d$  = Carga levantada hacia abajo.

Retrasos inevitables: Esta clase de demoras se aplica a elementos de esfuerzo y comprende conceptos como interrupciones por el supervisor, el despachador, el analista de tiempos y de otras personas e irregularidades en los materiales.

Los retrasos inevitables suelen ser el resultado de irregularidades en los materiales, por ejemplo, el material puede estar en un sitio equivocado o estar saliendo sin la debida suavidad o dureza. Asimismo, puede no tener las dimensiones adecuadas o tener sobrantes excesivos. Cuando el material se aparta notablemente de especificaciones estándares, puede ser necesario estudiar de nuevo el trabajo, y establecer márgenes de tiempo para los elementos adicionales introducidos por las irregularidades en el material, a medida que resultan inadecuadas las tolerancias usuales por retrasos inevitables.

Retrasos evitables: No es necesario proporcionar una tolerancia por retrasos evitables, que incluyen visitas a otros artesanos por razones sociales, suspensiones del trabajo indebidas, e inactividad distinta del descanso por fatiga normal.

## **9.6. Aplicaciones de las tolerancias o márgenes**

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al artesano de tipo medio cumplir con el estándar cuando trabaja a un ritmo normal. Se acostumbra a expresar la tolerancia como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se pueda ajustar fácilmente al tiempo asignado. Por lo tanto, si se tuviera que conceder una tolerancia de 15% en una operación dada, el multiplicador sería 1.15.

### 9.7. Tiempos de movimientos básicos

Los tiempos de movimientos básicos, son una reunión de estándares de tiempo válidos asignados a movimientos fundamentales y grupos de movimientos que pueden ser evaluados con precisión con los procedimientos ordinarios de estudio de tiempos con cronómetro. Son el resultado de estudiar una gran muestra de operaciones diversificadas con un dispositivo de medición de tiempo. Los valores de tiempo son sintéticos en tanto que a menudo son resultado de combinaciones lógicas de therbings.

Work Factor®: Factor de trabajo, es la marca de servicio (registrada comercialmente), de la Science Management Corporation, que identifica así sus servicios como consultores de la industria, y su sistema de estándares de tiempos predeterminados de movimientos fundamentales para los propios para los propios tiempos de movimiento y, las técnicas utilizadas para aplicarlos en la determinación de métodos y la medición del trabajo. La metodología empleada por esta compañía ha sido utilizada internacionalmente en la determinación de tiempos de movimientos básicos, es por tal motivo que se describirá a continuación.

Todos los sistemas Work Factor, contienen valores de tiempo suficientemente exactos para la pequeña cantidad de trabajo mental asociada con la mayor parte del trabajo productivo. Sin embargo, cuando el trabajo mental representa una gran parte de la tarea, puede usarse el sistema Detailed Mento- Factor. Este sistema mide la actividad mental, el Detailed o Ready Work Factor miden las porciones manuales de la operación.

En la técnica Work factor se reconocen las siguientes variables que influyen en el tiempo necesario para realizar una tarea.

1. La parte del cuerpo que realiza el movimiento, como brazo, antebrazo, dedo ( de la mano ), pie.

2. La distancia que se mueve ( mediad en pulgadas)
3. El peso que se lleva (medido en libras con la conversión en factores de trabajo)
4. El control manual requerido ( por cuidado, control direccional hacia un objetivo, cambio de dirección, detención en un lugar definido, medido en factores de trabajo)

Por este análisis se determino que los movimientos de los dedos pueden ser efectuados más rápidamente que los movimientos de los brazos, y que estos últimos requieren menos tiempo que los movimientos del cuerpo. Tiempos de movimientos Work Factor se han recopilado para los siguientes elementos corporales.

- 1.Dedos de la mano: Se consideran los movimientos de los cinco dedos y el movimiento de la mano sobre la muñeca.
- 2.Brazo: Comprende los movimientos del antebrazo alrededor del codo y todos los movimientos del brazo, en su totalidad , articulado en el hombro, excepto los giros sobre su eje.
- 3.Giro del antebrazo: En este caso el antebrazo gira alrededor del eje respectivo, como cuando se da vueltas a un destornillador, o bien cuando todo el brazo gira alrededor de su eje y la rotación se apoya en el hombro.
- 4.Tronco: movimientos hacia delante, hacia atrás , hacia cada lado, o rotación del tronco alrededor del eje del cuerpo.
- 5.Pie: Se incluyen aquí los movimientos del pie cuando se realizan apoyados en el tobillo, en tanto que el muslo y la pierna( parte inferior) permanecen fijos.
- 6.Pierna(extremidad inferior): comprende movimientos del muslo desde la cadera o la cintura, movimientos del torso apoyados en las piernas.

El control manual es la variable más difícil de cuantificar. Sin embargo , el sistema Work Factor establece que en la gran mayoría de los casos, en los movimientos de trabajo se puede considerar que interviene uno o mas de los siguientes tipos de control.

*METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN  
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA*

# **Artesanías de Ráquira**

## RAQUIRA

### 10.1 RESEÑA HISTÓRICA:

La región de Raquira, situada en la vertiente de Moniquira al occidente de Tunja, constituye hoy en día el centro más importante de la producción de objetos de arcilla cocida y ha sido desde épocas de la preconquista, un importantísimo núcleo alfarero. Esta zona incluye actualmente, la casi totalidad del municipio de Raquira y pequeños vestigios en Sáchica y Sutamarchán.

En tiempos precolombinos ocupaba ya sitio privilegiado dentro de la actividad alfarera indígena de nuestro territorio y los españoles a su llegada fueron sorprendidos por la proliferación y magnífica calidad de la cerámica Muisca de la región, que alabaron sus cronistas, quienes le dieron el mote de "Pueblo de Olleros". Pueblo de los olleros lo llamaron los conquistadores porque en todas las villas y lugares al contorno de Tinjacá había primorosos artífices de barro, tan atentos al oficio, que ni la entrada de los españoles pudo distraerlos de sus ocupaciones"<sup>3</sup>

Durante la colonia la cerámica siguió siendo en Ráquira una actividad primordial que ayudaba además y de manera decisiva a satisfacer el pago de los pesados tributos exigidos por los nuevos dueños.

Sin embargo la producción sufrió quebrantos y disminuciones debido a la considerable merma de la población indígena y a las limitaciones impuestas por los españoles, llegándose en cierto momento de la colonia a la total desaparición de algunos núcleos alfareros como los de Sutamarchan y Tinjacá. Puede decirse que esta actividad se reanudo y desarrolló con regularidad y sin tropiezos a partir del siglo XIII, época en que imperaba ya una producción de distintas características, resultante de una paulatina fusión de algunas pautas

<sup>3</sup> *Fernández de Piedrahita*

de nuestro ancestral oficio y de las nuevas modalidades y la inclusión de productos extraños aportados por los europeos.

En la actualidad las condiciones socio culturales, en que vive el artesano , son 51.67% del total de los artesanos propietarios del taller son mayores de 40 años, el 46.64% se ubican en el rango de edad entre 20 y 40 años. El nivel de escolaridad es bajo, 64.76% cuentan con algunos años de primaria, el 21.81% de los artesanos son analfabetas y el 12.75% adelantaron algunos años de secundaria y tan solo el 0.67% han adelantado estudios de educación superior.

Los artesanos de Ráquira, son bastante experimentados el 81.54% llevan mas de 10 años trabajando en la artesanía, el 11.07% llevan entre 5 y 10 años en el oficio y solo el 7.38% tienen experiencia menor de 5 años. Los artesanos dependen casi exclusivamente de la venta la artesanía para subsistir, el 69.46% dependen exclusivamente de esta labor, mientras que el 30.53% combina esta actividad con otras como la agricultura en un 19.46%, la ganadería en un 10.06% , comercio y servicios 2.68% y otro tipo de actividades 3.02%.

A consecuencia del bajo nivel de escolaridad, el porcentaje de artesanos que han recibido algún tipo de capacitación en gestión empresarial es bajo tan solo 4.69% .

Los principales problemas que enfrentan los artesanos en la actualidad son la falta de capital de trabajo , los problemas de comercialización debidas a los intermediarios y las dificultades para la consecución de materias primas en época de invierno por el mal estado de las vías de acceso.

## **10.2. PROCESO DE PRODUCCIÓN ACTUAL EN VEREDAS**

### **1. Materia prima:**

Los artesanos de Ráquira compran la materia prima a los dueños de terrenos donde se encuentra la mina, esto representa algunas dificultades , debido al constante aumento de los precios y a que el traslado de la materia prima es difícil.

La región es rica en arcillas de diferentes tipos , tales como la blanca , amarilla y gris oscura, sin embargo los costos de la materia prima colocada en el taller son altos.

Los alfareros escogen y mezclan generalmente las arcillas, estas arcillas son de formación aluvial, lo que les da características plásticas, ya que la partícula de caolinita, con el arrastre, se redondea y se vuelve más pequeña, constituyendo una masa ideal para el moldeo manual. Tienen además un bajo punto de maduración que les permite adquirir una resistencia mecánica aceptable en los sistemas de cocción de baja temperatura que utilizan los artesanos. El material es casi siempre blanco o amarillo rojizo, según el mayor o menor grado de contaminación con óxido de hierro y en algunos casos cuando la arcilla tiene un alto porcentaje de materias orgánicas esta se torna gris oscura.

Como desengrasante emplean arenas de algunas quebradas vecinas, este desengrasante no es mas que arcilla metamorfoseada y posteriormente erocionada y arrastrada por el agua.

- 2. Proceso de elaboración:** Las arcillas ya escogidas son molidas y limpiadas de impurezas después de lo cual son mezcladas en partes

iguales y colocadas en grandes ollas o recipientes semi enterrados, donde agregan agua suficiente hasta obtener la humedad deseada.

Después de un período de reposo ( aprox 24 horas), se vuelve a mezclar esta masa con la arena desengrasante, que previamente ha sido lavada, secada al viento y cernida para eliminar los granos demasiado gruesos. La cantidad de arena varía de una tercera parte a la mitad del volumen de la arcilla.

Luego se amasa nuevamente y se hacen pequeños bloques que se dejan reposar durante varias horas.

Para iniciar la elaboración de una vasija, se abre una cavidad con el puño en el bloque de barro, que luego es colocado sobre un plato de cerámica o simplemente sobre un trozo de madera rectangular, que sirve de base y donde se hace girar la pieza al impulso de una mano, mientras con la otra se inicia el esbozo de la forma.

Pasada la primera etapa en la que se ejecuta toscamente la boca y el cuerpo del objeto, este se deja reposar una hora hasta cuando la arcilla toma mejor consistencia.

Se termina entonces la hechura de la boca y luego de secar ligeramente la pieza al sol, para obtener una mayor dureza del material, se procede a adelgazar y a extender sus paredes. Para esto se presiona con una piedra lisa desde el interior, hasta lograr el tamaño y el espesor deseado. En el caso de agregar orejas o asas, estas se aplican cuando la arcilla de la vasija esta ya dura, haciendo ligera presión con los dedos, frotando y suavizando luego los empates con agua.

Para el acabado exterior se utiliza la ruca, trozo de madera, de tiesto o de lata con el que además de cortar y raspar la superficie para corregir la forma del objeto, se arrastra toda impureza y exceso de desengrasante.

El acabado interior se logra flotando la pared con la ayuda de un piedra lisa que se humedece constantemente. Terminada la etapa de pulimento, se colocan las piezas a la interperie y en la sombra durante varios días, hasta obtener un completo secamiento. A medida que las vasijas se van secando estas son apiladas cuidadosamente bajo un cobertizo destinado para este fin, hasta completar el número necesario de piezas que justifiquen la iniciación de la labor de cocción. ( El periodo normal de secamiento es de 4, 8 ó 10 días).

A menudo la arcilla es empleada sin mezcla alguna para la elaboración de jarras, objetos y recipientes que no han de sufrir altas temperaturas o cambios térmicos bruscos.

3. **Cocción:** Esta ultima etapa, se hace en homos elementales de tipo mediterráneo, de llama directa, hechos de adobe y tiestos de forma abovedada o cónica, terminados en una chimenea superior. Frecuentemente la entrada esta formada por un arco rodeado de viejas ollas y tiestos que facilitan el sellamiento durante el proceso de cocción.

Aún cuándo existen muy diversas capacidades, habitualmente miden de 2 a 2.50 mts de altura y constan de una cámara principal de cocción separada por una rejilla del hogar que esta situada en la parte inferior donde el artesano coloca ramas delgadas o troncos, según transcurra el período inicial de caldeo o el de apure.

Las piezas una vez secas, son cuidadosamente colocadas de mayor a menor tamaño dentro del horno, que inicia su calentamiento paulatino( caldeo), evitando así el cambio brusco de temperatura y el

resquebrajamiento o rotura de arcilla. Después de transcurridas tres o cuatro horas de caldeo, se intensifica el fuego ( apure) durante cinco horas aproximadamente, al cabo de las cuales se suspende la quema, para dejar reposar y enfriar lentamente el horno para evitar modificaciones repentinas en la temperatura al efectuar la etapa inicial de deshorne.

La duración de los diversos pasos del proceso de cocción es permanentemente controlada por los alfareros, que observan atentamente los progresivos cambios de calor y transparencia de la llama. ( La temperatura de cocción de estos hornos es de 900° a 1000° C aproximadamente).

### **10.3. PROCESO DE PRODUCCIÓN EN TALLERES URBANOS**

A raíz de la instalación de nuevos talleres especializados se aportaron nuevas técnicas, como el uso del torno, los moldes de yeso y los hornos mejorados, la producción en Ráquira se ha diversificado notablemente.

Se empezaron a producir diversos objetos, figuras, utensilios, y souvenirs, sin embargo algunos pocos artesanos continúan con la línea tradicional, elaborando artículos de inspiración y factura vernácula o han sabido adoptar y transformar

#### **1.Materia prima:**

La región es rica en arcillas y estas son utilizadas bien sea puras o mezcladas en diferentes proporciones.

Los objetos decorativos no sufren choques termicos y el empleo de desengrasante es indispensable y se limita al uso de arena fina.

Para le acabado se emplean barnices y lacas comunes , reemplazando el proceso de vidriado o alcoholado , utilizado años atrás.

## **2.Proceso de elaboración:**

La greda después de ser molida cuidadosamente con la ayuda de un mazo de madera, es humedecida y dejada reposar durante varios días. Al obtener una mezcla homogénea y de consistencia ideal, se procede al modelado, ya sea manual o con el empleo de moldes de yeso.

La pieza es entonces elaborada en forma superficial y dejada secar suficientemente, hasta obtener una dureza apropiada (consistencia de cuero) , para ejecutar con facilidad, los detalles finales necesarios.

El artesano recurre a varias técnicas para la elaboración de adornos y terminado de artículos.

Es usual que utilice aplicaciones al pastillaje, que graban sencillos motivos y líneas en torno o con la ayuda de cuchillos y otras herramientas, o utilizan motivos en relieve, presionando en la arcilla aún blanda toda clase de elementos tales como sellos moldes etc .

Cuando se emplean moldes de yeso, la greda es simplemente presionada con los dedos contra las paredes interiores del molde elaborado previamente con una pieza original o matriz. Después aplicada una pieza de espesor apropiado mitades del molde son cerradas y la arcilla dejada secar convenientemente, para luego ser extraída y resanada .En este caso la etapa de elaboración se reduce.

Terminado este proceso las piezas son puestas a secar nuevamente, en un sitio ventilado y sombreado. Allí permanecen aproximadamente 8 días, es

posible encontrar que algunos artesanos prolongan este proceso hasta por 20 días.

### **3.Cocción:**

Para la cocción se utilizan hornos similares a los de campo, alimentados también con leña, según la temperatura y ritmo deseados.

Después de colocar cuidadosamente los artículos en el horno, se inicia una larga etapa de caldeo, que se prolonga por cuatro horas. Enseguida se procede al apure, fuego intenso que debe alimentarse por espacio de cinco horas, al cabo de las cuales se interrumpe el calentamiento, para que se reposen las piezas hasta el total enfriamiento (1 día) y se procede al deshorne.

### **4.Acabado y decoración:**

Continuando con la antigua tradición empleada en las veredas y que en la actualidad se hace de cada vez de manera más esporádica, los artículos son sometidos al proceso de vidriado que le da a las piezas un acabado de color amarillo quemado o verde.

Esta película brillante y semi - transparente daba realce a los objetos a la vez que los protegía e impermeabilizaba la superficie porosa de la arcilla.

Para conseguir el vidriado, los alfareros empleaban una mixtura hecha de agua con polvos de marmajas o galena, mineral compuesto de plomo y azufre y otras materias ferrosas que funden fácilmente al fuego.

Sin embargo actualmente, los alfareros emplean barnices y lacas, que aceleran el proceso, pero que carecen de las cualidades que aportaba el antiguo proceso de vidriado.

También se emplea la pintura con esmalte brillante, que se aplica a materas de diferentes formas.

#### **10.4. PROCESO DE PRODUCCIÓN EN TERRAJA**

Tradicionalmente el proceso de producción en Ráquira se asocia a la técnica del torno de levante.

##### **Elaboración de moldes:**

El proceso inicia con la elaboración de modelos de yeso en el torno de tarraja, siempre y cuando la propuesta sea un volumen de revolución; el modelo es un positivo de la pieza a fabricar.

Se monta en el torno de tarraja un disco en yeso (pieza fundamental del torno en donde también se montan los moldes para la fabricación de piezas en arcilla), sobre este es colocado un acetato enrollado cilíndricamente del diámetro del modelo mas 7 centímetros a cada lado como tolerancia (14cm para luego poder fundir el molde), por el contorno inferior externo del cilindro es colocada arcilla que hace las veces de junta entre el acetato y el disco, evitando también la fuga del yeso mientras esta liquido.

Para preparar el yeso, primero es necesario hacer él calculo del volumen que requiere el modelo, es importante no tanto por exceso sino por defecto, no se puede garantizar un ensamble perfecto entre una y otro colada de yeso. En un balde de boca ancha se deposita el volumen determinado en agua, conviene exceder mínimo en un 10%, pues en el recipiente siempre quedan residuos, sobre el agua se espolvorea yeso, para moldes, hasta sobresalir del agua una aureola de yeso que cubra un 80% del diámetro permisible, una ves en este punto se introduce la mano, de tal manera que no involucre aire en la mezcla, con movimientos circulares suaves del brazo y simultáneamente con los dedos "amasando" se homogeniza la mezcla durante un minuto; verter el yeso dentro

del cilindro de acetato a de ser un acto lento y en un solo punto para evitar burbujas de aire, el proceso de reacción del yeso es de unos 15 a 20 minutos, para ese entonces se retira el acetato y la arcilla.

Con el torno en movimiento se rectifican las caras visibles del cilindro usando un buril metálico que va desbastando el yeso, sobre la superficie rectificada se trazan con un lápiz las medidas generales del modelo, este es paso que requiere proyección minuciosa, pues una decisión herrada dañaría lo elaborado; los modelos comienzan a ser construidos desde sus esquemas generales terminando en el detalle, por ultimo son pulidos con una espuma y una superficie lisa de plástico; el modelo queda adherido a un disco de cuatro centímetros de espesor por el diámetro establecido con las tolerancias. Sobre este disco en niveles decrecientes quedan delimitados las tolerancias para la construcción del molde y la matriz para su producción seriada.

Para elaborar el molde lo primero es impregnar jabón diluido en agua con una brocha abundante sobre el modelo, conviene aclarar que el modelo no debe ser retirado del disco del tomo hasta terminar todo el proceso de moldeado; el jabón hace las veces de aislante entre el molde y el modelo; el siguiente paso es colocar de nuevo el acetato sobre el nivel de tolerancia determinada para el molde (el primer nivel); enseguida se prepara nuevamente yeso para ser vaciado dentro del cilindro de acetato, el volumen de yeso a de sobrepasar mínimo 5 centímetros la altura del modelo, al endurecer el yeso es retirado el acetato para comenzar a rectificar los costados y su base. En el proceso de rectificado al molde se le deja un anillo, que hace las veces de tope al encajar en él porta molde de yeso que es usado en la producción seriada, después de elaborar el anillo, se continúan rectificando las paredes verticales del molde en forma cónica, con un ligero ángulo hacia el centro del molde, las paredes deben formar una línea recta y pulida.

De nuevo se aplica una solución de jabón en agua sobre la superficie rectificada del molde, para fundir por ultimo la matriz en la que se elaboraran

seriamente los moldes; para esto es colocado el acetato formando un cilindro mayor al molde en unos diez centímetros de diámetro y se repite el mismo procedimiento; sellar las posibles fugas de yeso con la arcilla por las paredes externas del acetato, prepara el yeso, verterlo en el interior del acetato hasta cubrir el molde en unos cinco centímetros, se deja reaccionar el yeso antes de retirar el acetato y por último se rectifican las paredes.

**Producción en terraja:** El molde elaborado en yeso, se ubica sobre el disco del torno adherido temporalmente con trozos de arcilla; la arcilla le permite mover el molde ligeramente hasta lograr que quede centrado, condición indispensable en producción de piezas de óptima calidad una vez centrado el molde se aplica por el contorno, entre este y el disco, yeso para unir sólida y firmemente estas dos piezas garantizando un lote homogéneo de producción.

El molde genera las paredes externas de la pieza cerámica, las paredes internas son conformadas por una cuchilla o terraja que tiene la forma del interno, la cuchilla esta sostenida por un brazo mecánico-manual que es parte del torno, la cuchilla es colocada dejando un intervalo con el molde, la magnitud de este espacio depende del espesor que se quiera tenga la pieza, sin olvidar el porcentaje de reducción de la arcilla. Cuando esta calibrado el torno se da inicio a la producción colocando sobre el molde, antes de ser insertado en el torno, un disco de arcilla si se trata de un objeto casi plano o una masa si es cerrado como una jarra; la arcilla se presiona con la palma de las manos de manera homogénea por las paredes del molde, que enseguida es llevado e instalado en el torno, se enciende la maquina el brazo debe bajar con velocidad y fuerza constante; la arcilla residual es recogida durante el proceso y almacenada para posteriores reutilizaciones, cuando la cuchilla llega al tope es retirada, el molde con la pieza adentro, es llevado a secado; con otro molde se repite la operación, por esto es tan importante en la producción poseer un stock mínimo de diez moldes por pieza a fabricar, no solo por la manera de producir intercambiando moldes, sino porque de un molde solo es posible obtener máximo diez piezas diarias, mas

allá de esta cifra el molde esta saturado de agua haciendo que las piezas no desprendan en tiempos razonables, puede llegar a ser de un día para otro.

Fuera del molde, la pieza es llevada a un torno de levante acondicionado en algunos casos con un cono de yeso hecho especialmente para soportar cada pieza o de no tener cono, la pieza es colocada directamente sobre el disco y centrada manualmente, aquí es sometida al proceso de rectificado de los bordes y el pulimento de las superficies, que se realizan con una espátula plástica y de diferentes formas de acuerdo a la pieza y con espumas ligeramente humedecidas, si la pieza lleva orejas o cualquier otra forma adicional se hacen unas ligeras hendiduras yuxtapuestas con un rallador (segueta o aguja) sobre la pieza y el asa o el elemento a adicionar en el sitio exacto donde se va a realizar la fusión, con un pincel impregnado en barbotina se aplica sobre las partes rayadas, enseguida las piezas son fusionadas presionando de manera homogénea sobre los puntos de unión rectificando y puliendo donde sea necesario; se retira la pieza del torno colocándola sobre una tabla para almacenada hasta el secado, que se prolonga durante un lapso de dos días dependiendo del clima.

Bizcochado: Una vez seca se pasa a un segundo pulimento, con una esponjilla y con ligeros movimientos oscilatorios se rectifica toda la superficie; cuando se acumula la suficiente cantidad de piezas para la capacidad del horno (depende de la pieza), se acumulan una sobre otra hasta llenar el horno, dejando un espacio a los costados de la bóveda para permitir el flujo de la llama; la puerta del horno se deja entre abierta hasta llegar a los 100 grados centígrados en este punto es cerrada la puerta y progresivamente se asciende la temperatura hasta los 900 grados centígrados, punto culminante del bizcochado, el horno se apaga y la puerta debe permanecer cerrada el enfriamiento total del horno; generalmente el bizcochado comienza en las noches, al cabo de 24 horas obtiene la temperatura tope y en la mañana siguiente se abre el horno para retirar las piezas.

Los homos para bizcochar en Ráquira usan como combustibles carbón y en dos casos madera, los mecanismos de control son perceptivos, es decir el artesano con un juicio subjetivo validado por la experiencia asume el momento en que se encuentran las piezas en la temperatura ideal.

**Decorado:** Cuando las piezas salen del horno pasan por un control de calidad, en donde se revisa que no estén fisuradas, alaveadas, con orificios en las superficies burbujas en el amasado, o cualquier otra irregularidad que afecte su presentación final. Las piezas seleccionadas pasan al proceso de esmaltado que es hecho por inmersión total en un esmalte de alta temperatura. Las piezas se dejan secar para pasar a la quema final. La quema final es realizada en un horno eléctrico a temperaturas superiores a los 1.200 grados centígrados; cotidianamente los artesanos de Ráquira no superan los 1.050 grados centígrados.

### **10.5 Manejo de equipos**

En referencia a los artesanos dedicados a la cerámica y alfarería, los cuales elaboran objetos de barro y esmaltado de los mismos, es necesario destacar la habilidad de los artesanos en el manejo de tornos, el 30.87% los utilizan, al igual que las molduras con un 20.46% de utilización. El tipo de unidad de producción que predomina es el taller manual con un porcentaje de 66.10% de los artesanos, mientras que el 33.89% utilizan algún tipo de apoyo mecánico.

### **10.6 Características grupo artesanal del Casco Urbano y Periferias**

Esta es una comunidad artesanal integrada en 70 pequeñas fabricas de producción alfarera, las cuales ocupan en forma permanente a 177 personas y en forma ocasional a 48. Veinte fabricas trabajan en forma manual, en tanto que 50 utilizan apoyo mecánico, y 43 son especialistas en el manejo de tornos.

36 de los 70 talleres son exclusivamente alfareros, los 34 restantes producen artículos de cerámica. 45 talleres entre alfareros y ceramistas elaboran más de 5 líneas de producción dentro de los cuales prevalecen en orden de importancia los artículos decorativos con un 39% , el 34% fabrican materas , un 20% artículos de uso domestico y el restante 7% servicios de mesa.

#### **10.7. Grupo artesanal de la comunidad de Agua Buena Vereda La Candelaria**

El perfil socioeconómico de los artesanos de los artesanos de este sector, se define de la siguiente manera. Lo conforman un grupo de 27 pequeñas fabricas, ubicadas en la vereda la Candelaria, sitio conocido como Agua Buena. Las cuales ocupan un total de 80 artesanos en forma permanente y a 4 personas en forma ocasional. La totalidad de artesanos de este sector trabaja la alfarería rústica, en forma manual, cuya característica principal es la fabricación de ollas , vasijas, materas y chorotes de tamaño mediano y grande

Un 85% de los artesanos llevan mas de 10 años en el oficio artesanal, un 89% viven exclusivamente del oficio , el 78% de los artesanos trabajan diariamente entre 4 y 8 horas. El 78% produce entre 5 y 10 líneas de productos diferentes, dentro de la cual prevalecen los artículos para jardinería.

#### **10.8 Grupo artesanal de las Veredas La Candelaria , Sector Monasterio y La Vereda Tapias**

Conformado por 14 talleres alfareros, donde se combinan la técnica manual con el apoyo mecánico de tornos y la utilización de molduras.

La línea de jardinería se fabrica en el 50% de los talleres, produciendo menos de 5 diseños. El tiempo de trabajo que le dedican a la labor esta entre 3 y 4 horas diarias.

### **10.9 Grupo de la Vereda Resguardo Occidente Sector los Tanques y Loma Blanca**

Este es un grupo conformado por 37 fabricas , las cuales ocupan a 135 personas en forma permanente y a 14 ocasionales, 34 de las 37 fabricas emplean tornos y molduras para tratar de estandarizar la producción.

El tipo de artesanía que se fabrica es de tipo alfarería y tiene un porcentaje del 84% de representación, predomina la fabricación de materas , con cinco líneas de producción.

### **10.10 Grupo de la Vereda Resguardo Occidente Sector La Comunidad**

Grupo conformado por 18 talleres de producción ubicadas en el sector la Comunidad de la Vereda Resguardo Occidente. Las 18 fabricas ocupan a 50 personas en forma permanente, 8 de las 10 unidades utilizan tornos y molduras para estandarizar la producción.

El tipo de artesanía que se fabrica en este sector es la alfarería con un 94% de representación, predomina la fabricación de artículos de uso domestico y materas en un 89% con menos de cinco líneas de producción.

### **10.11. Grupo La Rochela Vereda Resguardo Occidente**

Este grupo esta integrado por 4 fabricas que ocupan a 9 personas en forma permanente. Se practica la alfarería en un 75% predominando la línea para jardinería, en una escala menor a cinco modelos fabricados. Este mismo porcentaje utiliza tornos y moldura durante el proceso de transformación de la materia prima básica (arcilla).

#### **10.12. Grupo artesanal de la Vereda Resguardo Oriente.**

Este grupo esta integrado por 3 pequeñas fabricas alfareras, que ocupan a 9 personas permanentemente. Los artesanos viven exclusivamente de esta actividad, producen materas y artículos decorativos ofreciendo entre 5 y10 diseños.

#### **10.13. Diagnóstico de los hornos de cocción**

Los hornos de carbón empleados en la elaboración de artesanías se ajustan a las necesidades de la producción artesanal en Ráquira.

Sin embargo, la necesidad de diversificación de productos y de mejoramiento de la calidad encuentran un obstáculo en estos hornos por la lentitud del proceso de cocción y la no homogeneidad de la temperatura interna.

La mayoría de los artesanos trabaja con una sola cocción, utilizando hornos a carbón y leña, los pocos que esmaltan utilizan la bicocción, realizando la primera quema en estos hornos. Se detectó un problema en Seguridad Industrial en los microtalleres, debido a que los dispositivos de entrada de energía eléctrica a los hornos carecen de sellamiento<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> *Proyecto Cerámica y Porcelana. Resultado de la Asistencia Técnica en Ráquira. Santafé de Bogotá D.C. Septiembre de 1999*

*METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACION DE LA PRODUCCION  
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA*

**PROPUESTA DE ESTUDIO DE  
METODOS, TIEMPOS Y  
MOVIMIENTOS**

## **JUSTIFICACIÓN**

Al llevar a cabo la investigación bibliográfica del proceso de producción, se identificó que uno de los problemas que afectan notablemente el proceso de producción es la pérdida de producto terminado debido a resquebrajamiento o rotura. Esta pérdida puede deberse a diferentes factores tales como materias primas inadecuadas o mal tratadas, temperaturas excesivas en la cocción, secamiento apresurado e insuficiente.

A pesar de que las asesorías en Ráquira tienen un vasto historial de proyectos en convenio con otras entidades, en los cuales se dieron capacitaciones en la elaboración de pastas, preparación y aplicación de esmaltes, utilización de tomo, esmaltes de ceniza y raku, se requiere determinar si estas capacitaciones se han venido implementando y han logrado solucionar los problemas de producción que se tenían. Es por tal motivo que se hace necesaria la actualización del proceso y métodos empleados en la producción, al igual que el análisis detallado de factores que inciden en el proceso productivo y que afectan la elaboración de productos óptimos, con el menor desperdicio, y que puedan proporcionar al artesano un margen de utilidad mayor.

Se recomienda identificar para el estudio de métodos, tiempos y movimientos talleres tipo promedio, es decir que sean los más predominantes en la zona y no solo aquellos que tienen producción artesanal elevada o los que apenas se encuentran empezando. La metodología aquí propuesta es general y los ítem mencionados son los más importantes a tener en cuenta, cuando se desea llevar a cabo un estudio como este, sin embargo esta sujeta a modificaciones de acuerdo con las necesidades y requerimientos del taller en que se va a llevar a cabo el estudio, puesto que no existen talleres que laboren bajo condiciones exactamente iguales, al igual que los problemas de producción son diferentes y requieren de soluciones específicas en cada caso.

## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **Objetivo general:**

Optimizar la producción artesanal, en el municipio de Ráquira, mediante la implementación de métodos apropiados, estandarización de tiempos y el estudio de movimientos, minimizando el desperdicio y los tiempos innecesarios.

### **Objetivos específicos:**

- Identificar las características de los talleres promedio.
  
- Actualizar los procesos de producción, en la alfarería y cerámica de Ráquira., empleando los diagramas de proceso, flujo y recorrido y tomando los tiempo en cada etapa del proceso.
  
- Identificar los puntos críticos en el proceso de producción, susceptibles de mejoras.
  
- Mediante el estudio de métodos, tiempos y movimientos , plantear soluciones a los problemas identificados, las cuales se adapten a las necesidades y posibilidades tanto de recurso económicos , como de infraestructura del taller.
  
- Formular el proceso para la implementación de las soluciones, planteadas en el estudio.

## *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA*

### **RESULTADOS ESPERADOS DEL ESTUDIO.**

Los resultados esperados de el estudio, están relacionados con cada un de las etapas en que se encuentra dividido. A continuación se describe brevemente cada una de las etapas y el resultado en cada una.

**Identificación del taller:** A través de visitas realizadas a los diferentes talleres del sector se determinaran las características de los talleres promedio los cuales predominan en Ráquira y se identificara el taller en el cual se llevara a cabo el estudio.

**Análisis de métodos:** Mediante los diferentes diagramas, se levantara la información necesaria para actualizar el proceso e identificar las etapas criticas. Finalmente se elaboraran y entregaran los diagramas correspondientes al proceso actual y al proceso mejorado.

**Análisis de la operación.** En esta etapa se estudian todas las operaciones del proceso a fin de determinar, si existen operaciones innecesarias o si se pueden combinar algunas de ellas. El resultado de este análisis es un cuadro que resume las operaciones del proceso y las mejoras en cada una.

**Análisis de movimientos:** Al igual que el análisis de la operación, este análisis busca determinar si existen movimientos tanto del artesano , como de las materias primas innecesarios que son susceptibles a mejoras. El resultado final de esta etapa es un cuadro resumen

**Manejo de materiales:** En esta etapa se determinara , si se están utilizando los medios apropiados para el manejo de materiales, tales como almacenes y medios de transporte de materias primas y producto terminado. El resultado es un diagrama , en el cual se muestran los medios para el manejo de materiales

## *METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE RAQUIRA*

empleado actualmente y uno donde se muestran los medios sugeridos para mejorar dicho manejo.

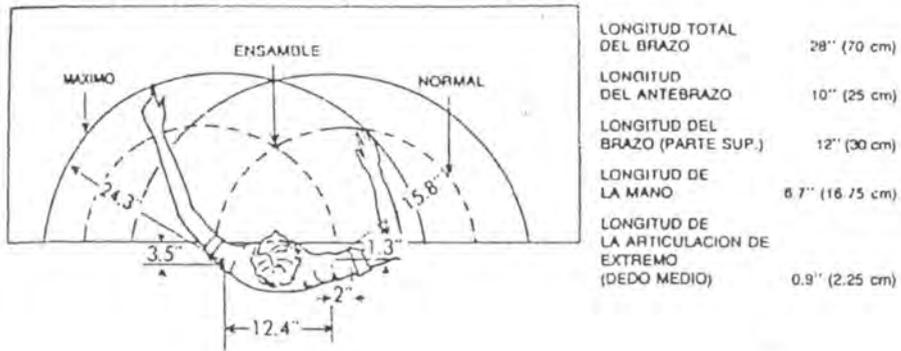
**Distribución en planta:** En esta etapa se considera la infraestructura del taller y se toman en cuenta los diagramas de flujo , ya levantados a fin de determinar la ubicación más apropiada de máquinas y herramientas, para que el flujo del proceso sea más efectivo, al igual que ayuda a minimizar los accidentes de trabajo debidos a una deficiente localización y señalización de puestos y maquinaria. El resultado final son los planos del taller actuales y el propuesto.

**Seguridad industrial:** En esta etapa se toman en cuenta los análisis ya elaborados y se determinan las áreas que requieren ser modificadas de tal manera que no se atente contra la salud de los artesanos que trabajan en el taller. El resultado final es un documento con las áreas identificadas como peligrosas y las recomendaciones para mejorar estas áreas.

**Estudio de tiempos:** Este estudio, busca determinar los tiempos el proceso actuales y teniendo en cuenta estos tiempos determinar los tiempos estándar que deben emplearse en el proceso, para hacerlo más eficiente. El resultado de este estudio es un cuadro el cual muestra el tiempo estándar determinado , teniendo en cuenta consideraciones , tales como tolerancias y factor de velocidad por operación.

**Informe final:** En el informe final se recopilan todos los diagramas realizados y documentos finales de las etapas anteriores, al igual que se plantea el proceso para la implementación de las soluciones arrojadas por el estudio. .

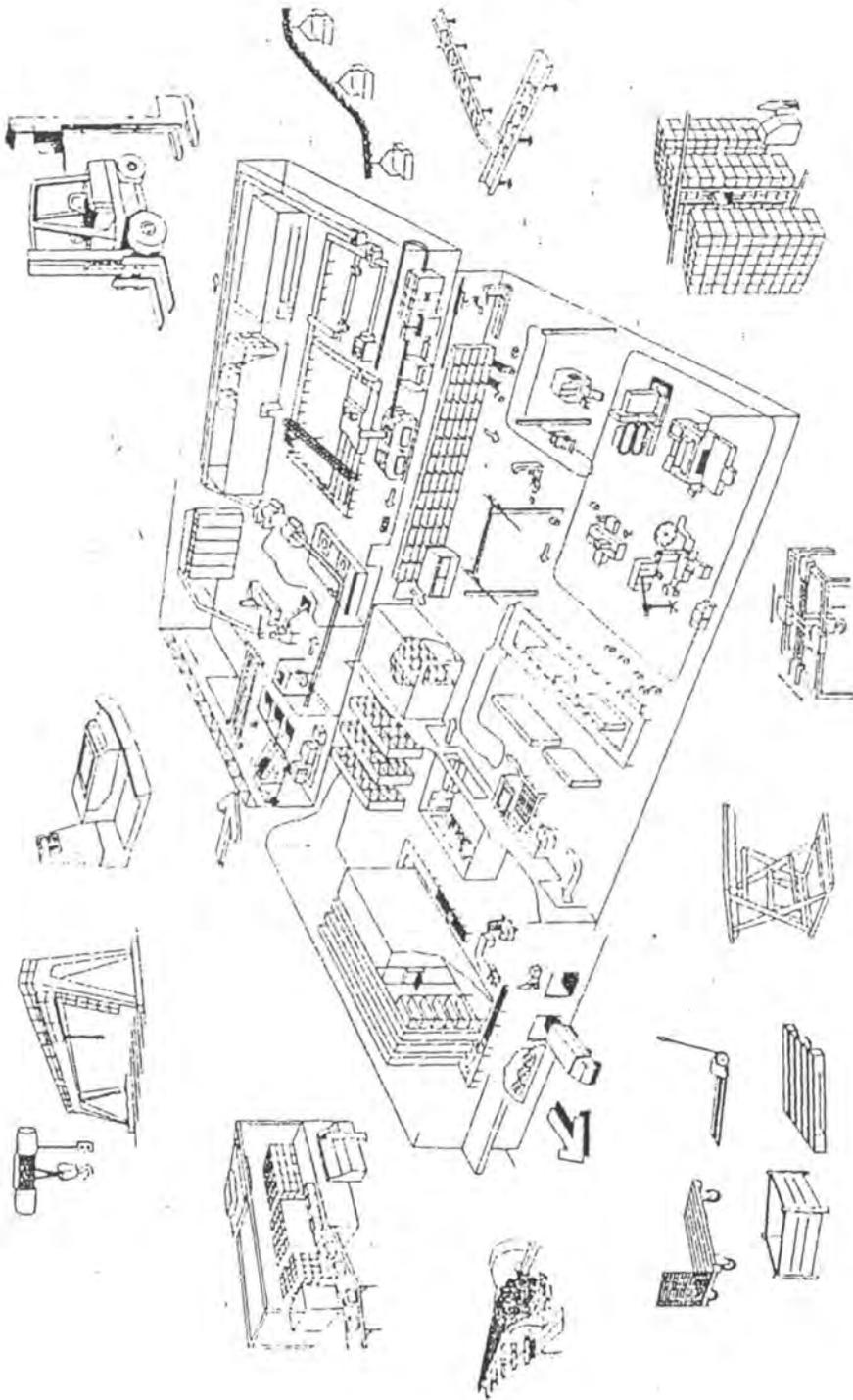
## Anexo 1



Veras normal y máxima de trabajo en el plano vertical para mujeres. En el caso de hombres multiplíquese por 1.09

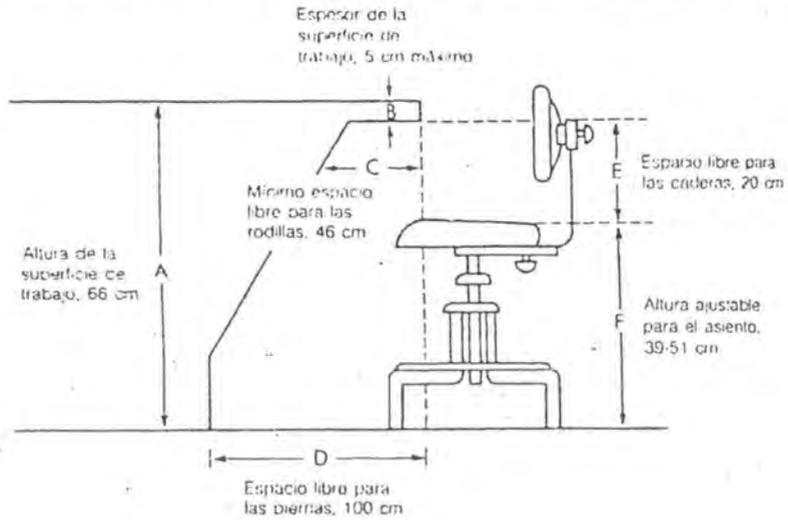


Anexo 2

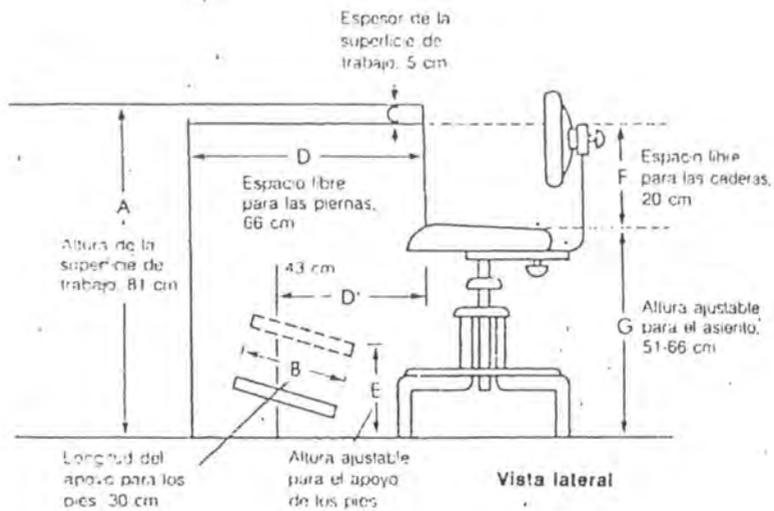


### Anexo 3

Recomendaciones para un lugar de trabajo sedente (o sentado) con o sin apoyo para los pies



Vista lateral



Vista lateral

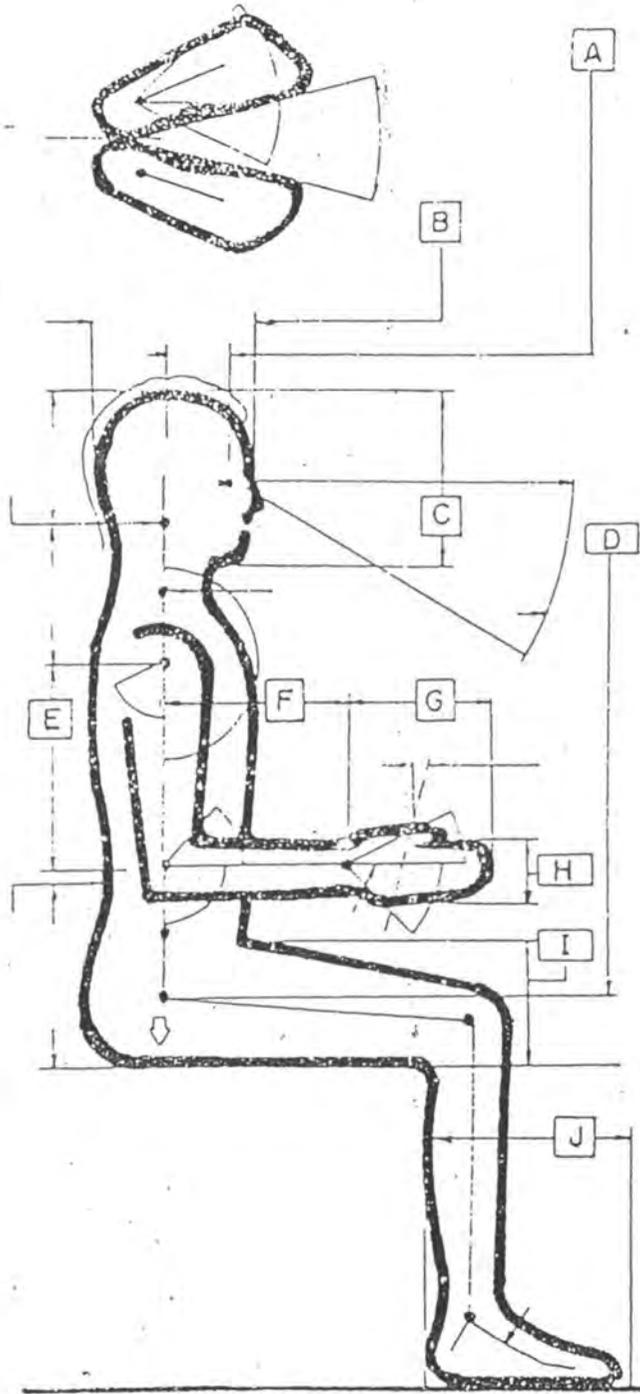


Figura No. 4  
CONSULTORES EN ERGONOMIA

MEDIDAS ERGONOMICAS DEL SER HUMANO DE LADO SENTADO

(MEDIDAS EN Cm)

FIGURA No.4

TALLAS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
109.2	7.1	17.5	19.6	5.8	17.5	14.7	12.2	5.3	9.1	17.0
111.8	7.1	17.5	19.8	5.8	18.3	15.2	12.4	5.3	9.4	17.3
114.3	7.1	17.5	20.1	6.1	18.8	15.7	12.7	5.3	9.7	17.5
116.8	7.1	17.5	20.1	6.1	19.3	16	13.0	5.6	9.9	18.0
119.4	7.1	17.5	20.3	6.1	19.8	16.5	13.2	5.8	10.2	18.3
121.9	7.0	17.8	20.3	6.1	20.6	17.0	13.5	5.8	10.4	18.8
124.5	7.1	17.8	20.6	6.1	21.1	17.5	14.0	6.1	10.7	19.1
127.0	7.4	17.8	20.6	6.1	21.6	18.4	14.2	6.1	10.9	19.3
129.5	7.4	17.8	20.6	6.4	21.8	18.8	14.5	6.4	11.2	19.8
132.1	7.4	18.0	20.6	6.4	22.4	19.3	14.7	6.4	11.4	20.1
134.6	7.4	18.0	20.8	6.4	22.6	19.8	14.7	6.6	11.7	20.3
137.2	7.4	18.0	20.8	6.4	22.9	20.1	15.0	6.9	11.9	20.8
139.7	7.4	18.3	21.1	6.4	23.4	20.6	15.0	6.9	12.2	21.1
142.2	7.4	18.3	21.1	6.4	23.9	20.8	15.2	7.1	12.4	21.6
144.8	7.6	18.3	21.1	6.4	24.1	21.3	15.5	7.1	12.7	22.1
147.3	7.6	18.3	21.3	6.4	24.5	21.6	15.7	7.4	13.0	22.4
149.9	7.6	18.3	21.3	6.4	24.9	21.8	15.0	7.4	13.2	22.9
152.4	7.6	18.3	21.3	6.4	25.1	22.1	16.5	7.6	13.5	23.1
154.9	7.9	18.5	21.3	6.6	25.7	22.6	16.8	7.6	13.7	23.4
157.5	7.9	18.5	21.3	6.6	25.9	22.9	17.0	7.6	14.0	23.9
160.0	7.9	18.5	21.6	6.6	26.2	23.1	17.3	7.9	14.2	24.4
162.6	7.9	18.5	21.6	7.1	26.7	23.4	17.5	7.9	14.7	24.6
165.1	8.1	18.8	21.8	7.6	26.9	23.9	17.8	8.1	15.2	25.1
167.6	8.1	19.1	21.8	7.9	27.4	24.4	18.0	8.4	15.7	25.4
170.2	8.1	19.1	21.8	8.1	27.7	24.6	18.3	8.6	16.0	25.7
172.7	8.1	19.3	22.1	8.1	27.9	25.1	18.8	8.6	16.5	26.2
175.3	8.4	19.6	22.1	8.6	28.2	25.4	19.1	8.9	17.0	26.7
177.8	8.4	19.8	22.4	8.6	28.7	25.7	19.3	9.1	17.5	26.9
180.3	8.4	20.1	22.6	8.9	29.2	25.9	19.8	9.1	17.8	27.4
182.9	8.6	20.3	22.9	9.4	29.5	26.4	20.3	9.4	18.0	27.9
185.4	8.6	20.6	23.1	9.7	30.0	26.7	20.6	9.4	18.0	28.4
188.0	8.9	20.8	23.6	9.7	30.2	26.9	21.1	9.7	18.0	29.0
190.5	8.9	21.1	23.9	9.7	30.7	27.2	21.3	9.7	18.3	29.2
193.0	8.9	21.3	24.4	10.2	31.2	27.7	21.8	9.9	18.3	29.7
195.6	8.9	21.6	24.9	10.4	31.5	28.2	22.4	10.2	18.5	30.2
198.1	9.1	21.8	25.7	10.4	31.8	28.4	22.9	10.2	18.8	30.5

# Anexo 4

