



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza".

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**UNIDAD REGIONAL SUR**  
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, MATEMÁTICAS E INGENIERÍA

---

---

**DETERMINACIÓN DE ESTÁNDARES DE PRODUCCIÓN**

**EN EL ÁREA DE CNC CORTES EN**

**CF. MARTIN GUITAR & COMPANY**

**MEMORIA DE PRÁCTICAS PROFESIONALES**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

**PRESENTA:**

**JUDITH YASDANIA YASDEL BARRERAS GUTIÉRREZ**

**NAVOJOA, SONORA**

**OCTUBRE DEL 2015**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



EL SABER DE MIS HIJOS  
HARA MI GRANDEZA

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**UNIDAD REGIONAL SUR**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería

Navojoa, Sonora a 28 de Septiembre de 2015

**Ing. Ma. del Rosario Castrejón Lemus**  
**Jefe de Departamento de Física, Matemáticas e Ingeniería**  
**Unidad Regional Sur**  
**PRESENTE:**





Por este conducto, hago de su conocimiento que estamos de acuerdo que se realice el examen profesional de

**JUDITH YASDANIA YASDEL BARRERAS GUTIERREZ**

el día Viernes 02 de octubre de 2015 en la Sala de Juntas del edificio B a las 13:00 horas.

A T E N T A M E N T E

MIEMBROS DEL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	DR. LAMBERTO CASTRO ARCE, 24475	
SECRETARIO	M.I. EMMY GETSEL SANCHEZ CORDOVA, 30501	
VOCAL	M.I. VICTOR MANUEL RAMOS GARCIA, 31322	
SUPLENTE	ING. RAMON RODRIGO ARMENTA MENDIVIL, 27395	

## AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a la Universidad de Sonora por abrirme las puertas del conocimiento enseñándome no solo teorías enfocados a mi carrera profesional, sino también por ayudarme a ser una persona con ética, a todos mis profesores a lo largo de mi estancia académica porque sin ellos no sería la persona que soy, les agradezco eternamente todo aquello que me mostraron dentro y fuera de las aulas de mi alma mater que sin duda alguna fue una gran influencia para mí y mis compañeros.

En lo Personal agradezco a mi familia por su apoyo incondicional, mi madre que en las buenas y las malas siempre estuvo como una guerrera al pie del cañón apoyándome en todo. A mis tíos Miriam Gutiérrez Pérez y su esposo Alberto Urbina Gocobachi quienes siempre me brindaron su apoyo moral y económico, siempre llevándome de la mano ante retos y excelentes decisiones. A mis Abuelos que durante mucho tiempo han estado compartiendo logros conmigo. A mi hermano que ha sabido estar conmigo alentándome para seguir siendo su modelo de vida. A mi padre por sus buenos deseos y palabras alentadoras.

Muy en especial quiero agradecer al Dr. Lamberto Castro Arce que gracias a su asesoría este trabajo salió adelante. A M.I. Jesús Ramón Fox Sánchez quien a lo largo de toda mi carrera universitaria supo darme asesoría y buenos consejos, sin duda alguna el mejor modelo a seguir que tuve en la Universidad de Sonora. A M.I. Emmy Getzel Sánchez Córdova agradezco infinitamente por la confianza, por los conocimientos y experiencias compartidas. Quiero agradecer de una manera muy especial al Ing. Víctor Manuel Ramos García y al Ing. Rodrigo Armenta Mendivil por su ayuda y consejos para la realización de este trabajo, por sus conocimientos teóricos y prácticos que sin duda me sirvieron de mucho. ¡GRACIAS!

A mi mejor amiga Lic. Kenia Nairobi Luevano Dojaquez Y mi primo Ing. Julio Cesar Salazar Gutiérrez; por su ayuda ante las incertidumbres y dudas a lo largo de mi formación académica, por su apoyo moral, amistad y cariño.

## Contenido

INTRODUCCION:.....	1
ANTECEDENTES .....	2
El Estudio de Tiempos .....	3
CICLOS EN EL ESTUDIO .....	5
LOS METODOS ESTADISTICOS:.....	6
TOLERANCIAS.....	8
TOLERANCIAS POR NECESIDADES PERSONALES .....	9
CALIFICACION DEL DESEMPEÑO DEL OPERADOR .....	12
ESTUDIO R&R .....	13
DESARROLLO .....	14
RESULTADOS OBTENIDOS .....	21
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
BIBLIOGRAFIA .....	25
Título: Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos .....	25
Título: Cómo mejorar los procesos en su empresa.....	25
Autor: José Francisco Vilar Barrio.....	25
Título: Manual de Prácticas Profesionales.....	25
Título: La formación de ingenieros.....	25
Título: Practicas y residencias: Memoria, Experiencias.....	25
<a href="https://www.martinguitar.com">https://www.martinguitar.com</a> .....	25

## **INTRODUCCION:**

La Universidad de Sonora incluye en su plan de estudios a nivel licenciatura las prácticas profesionales, las cuales representa como la primera oportunidad en alcanzar un empleo forma por primera vez. Que logra inmiscuirse en el campo laboral poniendo en práctica la teoría brindada por los profesores de nuestra alma mater.

Por esta razón se decide realizar las Prácticas Profesionales en la empresa CF. Martin Guitar & COMPANY en su sucursal radicada en Navojoa; Sonora. En el lapso del 21 de Agosto al 22 de Octubre del año 2014 en el área de CNC cortes.

Durante la estancia en esta empresa se acordó que el proyecto DETERMINACIÓN DE ESTANDARES DE PRODUCCIÓN en el cual se mostraría la capacidad y teoría inculcada dentro de la institución educativa, este proyecto surge debido a que no se contaba con dichos estándares, o si existían estaban mal calculados con piezas de más o de menos, en los cuales se veía afectado el trabajo del operador o en su defecto la economía de la empresa.

Dicho proyecto consistió en la utilización de las metodologías y técnicas para el estudio de tiempos y movimientos tales como: sistemas de estándares de tiempos predeterminados, estudios de tiempos con cronometro, muestreo del trabajo, datos estándares y estándares de tiempo de opinión experta y de datos históricos, las cuales ayudaron para tener un respaldo ante las cantidades obtenidas en el total del estándar.

Se Implementó también los estándares de producción en nuevos procesos, y a su vez simplificando, combinando o eliminando operaciones para así lograr grandes beneficios como: mejor ambiente laboral, maximizar la eficiencia de las herramientas de trabajo, aumentar los ciclos productivos, reducir los tiempos muertos o ciclos no productivos en general aprovechar todos los recursos de una manera eficiente. Al momento de realizar las actividades ya mencionadas en la práctica dentro de la empresa también surgieron detalles mínimos pero no de menor importancia durante el proceso de elaboración del producto, por lo que se optó por dar solución a estos y optimizar el ciclo de producción y tiempos de proceso. Las técnicas y herramientas de trabajo que se le dejaron a la empresa como una

herramienta sólida en los procesos productivos son: ayudas visuales, hojas de seguimiento de proceso, tarjetas Kanban, base de datos con estadísticas de cada una de las operaciones, estudios R&R.

Todo esto se hace con el fin de establecer cantidades de producción justas para el empleador y el empleado, así mismo ambas partes estarán conformes con las cantidades, el personal trabajara de una manera más cómoda y no bajo presión sobre el tiempo, en los cuales se ven beneficiados la empresa y el operador.

## **ANTECEDENTES**

La Universidad de Sonora es una institución de educación superior del país, que enfrenta retos y desafíos de cara a los nuevos paradigmas y teorías ante las convergencias educativas, es porque ello en cualquiera de sus planes de estudio se aplica la teoría llevándolo a la práctica laboran en sus últimos 20 créditos que son prácticas profesionales.

Una de las industrias que brinda la oportunidad de crecimiento profesional vinculada a la institución es CF. MARTIN GUITAR & COMPANY en su sucursal de Navojoa Sonora.

La empresa se dedica al giro industrial, específicamente a la manufactura de la materia prima la cual es madera, dando como producto final INSTRUMENTOS ACUSTICOS que son exportados a USA. En los procesos productivos se encuentra una inconformidad de parte del empleado y el empleador, en el área que se trabajo es la de CNC cortes, en la cual es la primera parte de los procesos delos instrumentos acústicos, ya que son los cortes de la madera recién llegada, existen muchos tipos de madera al igual que muchos tipos de cortes.

CF. MARTIN GUITAR & COMPANY es una empresa a nivel internacional reconocida por la gran calidad en sus productos, claro que esto está respaldado y se debe a la gran tecnología y a las estrategias de marketing que sin duda alguna han hecho que la empresa siga creciendo. No conforme con ello se han establecido nuevas reglas dentro de la industria que con ello está claro llegarán a ser una empresa más sólida y líder en el mercado, las cuales son; innovación constante ante las nuevas demandas del consumidor, mejora continua en los procesos productivos así mismo disminuyendo scrap, reubicando personal, minimizando operaciones con 0 valor agregado al producto, compromiso con el

medio ambiente haciendo el uso prudente y responsable de los materiales naturales, oportunidades para los trabajadores sin importar su jerarquía llevándolos a capacitaciones a Nazaret, Pensilvania. USA. También a retiros espirituales en grupos de trabajo, todo esto con el fin de valorar al personal y que estos se sientan una parte importante dentro de la empresa.

C.F MARTIN & GUITAR produce instrumentos acústicos como: guitarras eléctricas y acústicas, ukuleles y cuerdas de estos.

Hoy en día, el área de producción de cualquier empresa tiene que ser una de las áreas primordiales, ya que es vital importancia su buen desempeño, por lo tanto hay que tener personal capacitado, capaz de desarrollar y cubrir todas las necesidades que se requieran.

Se asignó el área de CNC dentro de la empresa, la cual se dedica única y exclusivamente a los cortes de la madera, en donde se solicitó alguien para establecer estándares de producción con la técnica de: **ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**.

**El Estudio de Tiempos** es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El estudio de movimientos es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo humano 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 cabo con mayor facilidad y aumenta el índice de producción. Los esposos Gilbert fueron de los primeros en estudiar los movimientos manuales y formularon leyes básicas de la economía de movimientos que se consideran fundamentales todavía.

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

**Tiempo estándar:** La medición de la duración de una determinada actividad industrial, para usarla como referente, es lo que se conoce como estándar de tiempo. Por la misma razón de ser un referente es de vital importancia que se ponga todo el rigor y cuidado en su elaboración, ya que en algunos casos servirá como base para establecer planificaciones de trabajos, otras para conocer la capacidad de las máquinas, determinar las personas



necesarias para desarrollar un determinado montaje o para establecer sistemas de remuneración variable (primas de productividad). En la medida que el estándar de tiempo corresponda a un método / proceso de trabajo con alto valor añadido, conseguiremos un mayor rendimiento de nuestros recursos.

Éstos Pueden determinarse mediante el uso de:

1. Estimaciones
2. Registros Histórico
3. Procedimientos de medición del trabajo a) Con Cronometro (electrónico o mecánico) b) Sistema de Tiempos Predeterminados c) Datos Estándares d) Formulas de Tiempos

### **Equipo necesario para la realización del estudio de tiempos.**

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo o por su conveniencia equipo de cómputo. Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

### **Selección del operador y estrategia a seguir**

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea. (Estar de acuerdo listo).

- El operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado.
- El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto.
- El operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien.

- Estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista.
- Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista.
- No escoger a quién, En tales casos el analista debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala.
- En trabajo en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

### CICLOS EN EL ESTUDIO

La determinación de la cantidad de ciclos que se van a estudiar para llegar a un estándar equitativo es un asunto que ha causado una discusión considerable entre los analistas de estudio de tiempos, así como entre los representantes sindicales. Como actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen el número de ciclos que se pueden estudiar. Desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común que demanda cierto tamaño de muestra basada en la dispersión de las lecturas individuales del elemento.

Es posible establecer un número más exacto mediante el uso de métodos estadísticos. Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, se puede suponer que las observaciones se distribuyen normalmente respecto a una media poblacional desconocida con una varianza desconocida.

$$\bar{X} \pm \frac{zS}{\sqrt{n}}$$

Donde

$$S = \frac{\sqrt{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}}{n-1}$$

Sin embargo, los estudios de tiempo suelen involucrar solo muestras pequeñas ( $n < 30$ ); por lo tanto, debe usarse una distribución t. entonces la ecuación del intervalo de confianza es:

$$\bar{X} \mp t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

El término  $\pm$  puede considerarse un término de error expresado como una fracción de  $\bar{x}$ :

$$k \bar{X} = \frac{ts}{\sqrt{n}}$$

Donde k es igual a una fracción aceptable de  $\bar{X}$ .

Despejando n se obtiene

$$N = \left( \frac{ts}{kx} \right)^2$$

### LOS METODOS ESTADISTICOS:

Pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras ( $\bar{X}$ ) tomados de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la medida de la población  $\mu$ . La Varianza de  $\bar{X}$  con respecto a la media de la población  $\mu$  es igual a  $\sigma^2 / m$  donde m es el tamaño de la muestra y  $\sigma^2$  es la varianza de la población. Así se usa la media muestral ( $\bar{X}$ ) y la desviación muestral s, la distribución normal para una muestra grande lleva al siguiente intervalo de confianza:

$$\bar{X} \mp \frac{zs}{m} \quad \bar{X} \mp \frac{ts}{\sqrt{m}} \quad \text{para } m \leq 30$$

$$S_i = \frac{\sqrt{\sum_j^n (x_{ij} - \bar{x}_{ij})^2}}{m - 1}$$

$$m_i = \left( \frac{z S_i}{e} \right)^2$$

Donde:

$S$  = Desviación estándar de la serie de desviaciones para el elemento de trabajo  $i$ .

$m$  = Número de observaciones preliminares realizadas.

$X_{ij}$  = Tiempo registrado para cada elemento de trabajo  $i$ , en la observación  $j$ .

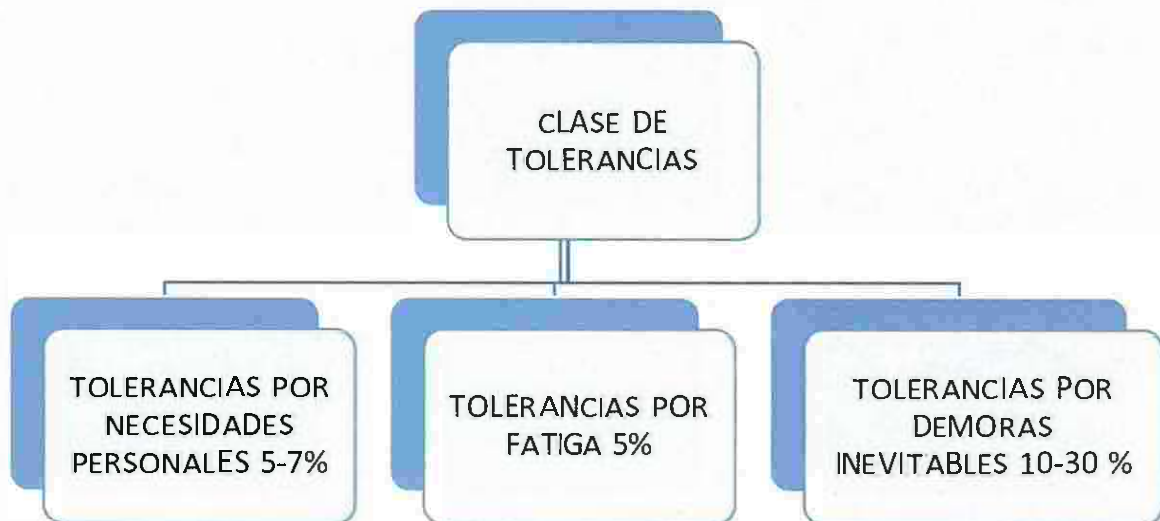
$N_i$  = Número de observaciones requeridas.

$Z$  = Calificación  $Z$  correspondiente al nivel deseado de confiabilidad.

$e$  = Error permisible (5

## TOLERANCIAS.

La Tolerancia corresponde a un porcentaje de tiempo que se agrega al Tiempo Normal para que el operario medio se recupere de la fatiga ocasionada por el trabajo y para atender necesidades personales, y alcance el estándar cuando trabaja a ritmo Normal; así como también, permiten que también se incluya tiempo debido a otras interrupciones no imputables al operario.



**Fig 4.0 Clase de tolerancias en estaciones de trabajo.**

## **TOLERANCIAS POR NECESIDADES PERSONALES**

En este epígrafe se sitúan todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para la comodidad o bienestar del operario, comprendido las idas a tomar agua y al baño. Las condiciones generales en que se trabaja y el tipo de trabajo que se realiza influirán en el tiempo proporcionado a retrasos personales.

<b>DEMORAS PERSONALES</b>	<b>TIEMPO ( Min)</b>
en el baño	10
tomando agua	2
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>

**Fig. 4.1 demoras personales con relación al tiempo en minutos.**

## **TOLERANCIAS POR FATIGA**

Estrechamente ligado al suplemento por necesidades personales está el suplemento por fatiga, aunque este generalmente se aplica solo a las 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, incluyendo una combinación de ambas; tiene considerablemente influencia en ciertas personas y aparentemente poca o ninguna otra. Aunque la fatiga sea física o mental, los resultados son similares, se produce una disminución de voluntad al trabajo.

## **TOLERANCIAS POR DEMORAS INEVITABLES**

Esta clase de retrasos se aplica a elementos de esfuerzo e incluye interrupciones por el jefe, por el analista de tiempos otras personas, irregularidades de los materiales, dificultar en el mantenimiento de la máquina y el retraso por interferencia, en donde se realicen operaciones en varias máquinas.

### **Hay 3 métodos para registrar y controlar los retrasos inevitables:**

- 1.- Agregar al estándar tolerancias por retrasos.
- 2.- Hacer estudio de tiempo de los retrasos y agregarlos al estándar de tiempo.
- 3.- Cargar el tiempo a una cuenta indirecta.

### **LAS TOLERANCIAS POR RETRASO**

Las tolerancias por retraso se consideran inevitables por que están fuera de control del operador. Algo ocurre que impide que el operador trabaje. La razón debe conocerse y hay que registrar el costo para justificarlo. Entre los ejemplos de retrasos inevitables se encuentran:

- 1.- Esperar instrucciones o tareas.
- 2.- Esperar material o equipo de manejo de materiales.
- 3.- Ruptura o mantenimiento de máquina.
- 4.- Instrucción a otros (capacitando nuevos empleados).
- 5.- Lesiones o asistencia con primeros auxilios.

### **VENTAJAS**

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de recursos energéticos.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.
- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.
- Distribución de cargas de trabajo.
- Manejo integral de desperdicios y residuos dentro del proceso.

## TOLERANCIAS POR DEMORAS INEVITABLES

DEMORA INEVITABLE	TIEMPO (Min)
se rompió la herramienta	16
recibiendo instrucciones	7
falla de energía eléctrica	3
falta de material	5
total	31

Se calcula siempre en función del tiempo efectivo

Tiempo efectivo = 510 min - 12min - 31min - 7 min

Tiempo efectivo = 460 min

Fig. 4.2 demoras inevitables con relación al tiempo en minutos.

### Tolerancias por Necesidades Personales

$$\% Tol (NP) = \frac{12}{(460)}$$

$$\%tol (NP) = 2.60\%$$

### Tolerancias por Demoras Inevitables

$$\%Tol (DI) = \frac{31}{(460)}$$

$$\%tol (DI) = 6.73\%$$

$$\text{Total Tolerancias} = \% Tol = 9.33\%$$

Fig. 4.3 resultados obtenidos mediante las tolerancias de necesidades personales y demoras inevitables.

## OTRAS TOLERANCIAS

Fatiga Coeficiente de fatiga:  $f = (T - t) * 100 T$

Siendo: f = Coeficiente de fatiga

T = Tiempo necesario para realizar la operación al final de jornada.

t = Tiempo necesario para analizar la operación al comienzo de la jornada.



## **CALIFICACION DEL DESEMPEÑO DEL OPERADOR**

Dado que la habilidad, esfuerzo y consistencia de cada persona al desarrollar un trabajo es inherente a él mismo, es lógico pensar que la productividad de cada uno también será diferente. Si a esto le agregamos condiciones de trabajo no iguales, entonces los resultados de producción obtenidos serán variables. Así pues, el tiempo cronometrado para un elemento cualquiera tendrá diferencias si diferentes son los operadores que lo hacen, lo cual no nos permitiría encontrar un tiempo estándar. En vista de esta situación, nos es indispensable ajustar estos datos con respecto al trabajador del operario. Existen actualmente muchas formas de calificar la actuación del operario, entre ellas podemos mencionar:

- ✓ Calificación según habilidad y esfuerzo.
- ✓ Sistema Westinghouse de calificación.
- ✓ Calificación Sintética. Calificación Objetiva.
- ✓ Calificación por medio de películas

**Técnicas de medición del trabajo, Autor Alfredo Casa Neira, 2006**

## ESTUDIO R&R

Dentro de las causas de la variabilidad de la medición se encuentran dos principales fuentes, el operario encargado de tomar los valores y el equipo de medición empleado. Además, hay que tener en cuenta los métodos de prueba y las piezas o muestras que se miden:

- **Instrumento de medición:** el indicador o instrumento en sí mismo y todos los bloques de montaje, soportes, accesorios, células de carga, la facilidad o dificultad en su uso, son ejemplos de fuentes de variación en el sistema de medición. En los sistemas de toma de mediciones eléctricas, fuentes de variación son el ruido eléctrico y la resolución del convertidor de analógico a digital.
- **El operario (persona):** la capacidad y/o disciplina de una persona para seguir las instrucciones escritas o verbales.
- **Los métodos de prueba:** cómo los dispositivos están configurados, los accesorios de la prueba, cómo los datos se registran.
- **Las piezas o muestras:** lo que se está midiendo. Algunos elementos son más fáciles de medir que otros. Un sistema de medición puede ser bueno para medir la longitud del bloque de acero, pero no para la medición de piezas de caucho, por ejemplo.
- **Especificación:** la medición se informó teniendo en cuenta una especificación o un valor de referencia. El rango o la tolerancia de ingeniería no afecta a la medición, pero es un factor importante en la evaluación de la viabilidad del sistema de medición.

Por tanto, se define la **reproducibilidad** como el promedio de variaciones debidas a la toma de medidas con el mismo sistema de medición empleado por distintos operarios. Por otro lado, definimos **repetitividad** como la variación que procede de la toma de varias medidas, de una misma característica y en las mismas condiciones, con único instrumento de medición por un mismo operario

## **DESARROLLO**

Al estar bajo la supervisión de la gerencia de producción se realizaron varias juntas según las áreas correspondientes y las personas a cargo de ellas, Con el fin de informar el motivo de realizar el proyecto de dicha empresa, donde se asignó como prioridad las áreas de KOMO, LASER, TAPAS, CORTES Y MAQUINARIA CNC.

### **Toma de tiempos en el área de cortes:**

Al empezar las actividades en toma de tiempos, se decidió primero por un área de CORTES y tomar los tiempos correspondientes, que en su totalidad fueron 50 operaciones a las que se le debía asignar un tiempo y cantidad estándar, tomando el tiempo del operador trabajando normalmente.

Para empezar a delimitar el trabajo, se optó trabajar con 10 muestras de cada operación, y se empezó con aquellas que no tenían asignado ningún número de operación, ni descripción mucho menos estándares de tiempos y cantidades, se tomaron las muestras de cada una de esas actividades sin que el personal se diera cuenta de que era lo que se hacía, para después informarle que les tomaría los tiempos para establecer cantidades, y ellos al tener conocimiento sobre esto el ritmo al que trabajaban era mucho más lento del que ya se había percatado, respecto a esto se hizo comentarios y observaciones al gerente de producción para ver que hacía en este caso ya que de alguna u otra manera iba a afectar. Se sugirió hacer una tabla de comparaciones entre los datos y ver si tenía la mayor relevancia, y el resultado fue 4 piezas por día, se prefirió que el operador no se enterara cuando le tomaba los tiempos para una mejor precisión al tomar las lecturas. Cuando se dio el término con las operaciones que se mencionaron con anterioridad se siguió con los tiempos de las operaciones que tenían ya un número asignado, Al finalizar se elaboró un formato para vaciar los resultados de la toma de tiempos. (Fig. 4.4) y hacer todo en Excel, para así también llevar un control del número de operaciones y asignarles a las nuevas un número que estuviera con relación a las anteriores.

Operación	Descripción	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	total de unidades/hora
600R	Cortar barrote en tiras	27,4	25,0		20,1	23,2		41,9		41,2		123,47
		1	9	26,9	9	9	27	7	28,1	6	26,4	
605	cortar extremos de cuello BKPK	60,3	54,2	50,3	60,1	53,1	57,	59,3	51,1	50,1	40,1	72,40
		8	5	3	4	2	2	1	3	5	2	

Fig 4.4 datos del área de cortes primarios de la guitarra.

#### Toma de tiempos en el área de tapas:

Al seguir con el área de TAPAS se presentaron algunos contra tiempos, algunos fue el darse cuenta que hacía falta material para poder realizar las actividades, se le informo al jefe del área para lograr abastecer las necesidades prioritarias, pero en almacén se dio cuenta que tampoco había ese material solicitado, se dio una actividad nueva; verificar de dónde y cómo surgió esta nueva necesidad.

Lo primero que se hizo fue ir a almacén a ver dónde estarían situados estos pedazos de madera, y se percató que para hacer dos tipos de tapas de guitarras se utiliza la misma madera, existen muchos tipos de madera pero en este caso se confundieron dos tipos ya que la persona a cargo de esta área de la cual no estaba familiarizado.

Se sugirió al gerente de producción que se podrían hacer unas tarjetas KANBAN (Fig. 4.5) y delimitar el espacio para cada uno de los lotes de madera. Después de ello se les informo a los trabajadores sobre la modificación del almacén de tapas para que ellos pudieran identificar de forma rápida y clara la materia prima a utilizar. De igual forma se pegó un formato (Fig. 4.6) en donde se lleva un registro de cada vez que surte material; con el nombre del responsable y su firma, el día que se abasteció y cantidades que se cargan y descargan de este lote.



**Fig 4.5 tarjetas Kanban en almacen**

material	cantidad cargada	cantidad descargada	nombre del responsable	firma del responsable	fecha

**Fig. 4.6 Formato de Registro de almacén para materia prima.**

Previo a esta actividad, se retomó la toma de tiempos en el área de tapas, que en realidad fueron 20 operaciones donde había que establecer actividades, y hacer unas nuevas operaciones ya que se estaba introduciendo un nuevo modelo. Al terminar con la toma de tiempos de esta área todos los datos se introdujeron en el formato de Excel (Fig. 4.7) para ir terminando las cosas prioritarias, se le dio nombre y descripción a varias operaciones que no tenían.

Descripcion	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	total de unidades/hora
Cortar billet soundhoule braceen tiras(6 ea)	10,89	19,53	10,94	9,21	10,16	10,02	9,53	10,73	9,95	10,65	274,17
Cortar angulos de TOP BRACE LX	7,94	8,13	8,03	6,09	8,03	6,78	6,22	7,5	7,57	8,09	411,40

**Fig. 4.7 datos del área de tapas de la guitarra. (Cortes con máquinas CNC, inspecciones, pegados).**

A cada una de las operaciones se le resta el esfuerzo y el cansancio ya que es de suma importancia saber que el cuerpo humano no trabaja de la misma manera, como por ejemplo: el ir al baño el salir a comer, el hacer todo el día lo mismo y todos esos factores que restan tiempo productivo a nuestras actividades.

Al verificar los datos se percató que una nueva operación no cumplía con los requerimientos establecidos, se tomó la libertad de ir con el jefe de calidad y solicitar una hoja de especificaciones de dicho producto y para corroborar lo que ya se había visto en las actividades, dicho proceso estaba fuera de lo normal. Se le informo al gerente de producción y el asigno darle solución a dicho contratiempo de producción.

Se empezó por tomar diez muestras para corroborar que no haya sido un lote, y seguía igual. Se pidió permiso para acceder a todo un lote el cual tenía 200 piezas, se facilitó una persona para que ayudara con las mediciones de las 200 piezas, así que se trabajó en equipo para tener soluciones eficientes y eficaces, ya que esta estación de trabajo por dichos contratiempos estaba sin trabajar y es una de las más importantes por la nueva introducción de este modelo.

Al realizar las muestras de esta pieza, se medía su longitud la cual estaba mucho muy fuera de las especificaciones, al terminar de medirlas vaciamos los datos en Excel y se puso un filtro para que las medidas se ordenaran en colores las que rebasaban las especificaciones se pondrían en color rojo, las menores que la especificación en amarillo y las iguales de la especificación en verde, pero la gran mayoría estaba fuera, de hecho ninguna coincidía con la medida establecida

Se hizo un diagrama donde se establecían los límites y los datos arrojados en el estudio se plasmaron en dicho diagrama, el cual era más claro para las personas responsables, el proceso no estaba nada centrado, se tomaron las 10 piezas con más milímetros fuera del proceso y se entregaron a las personas correspondientes. Se hizo una junta donde se explicaba el porqué del problema y dando una solución a corto plazo para detener el problema y seguir trabajando. Se contactó a la persona que hizo el molde para esta operación y trabajar en equipo para la solución más factible y rápida, el molde contaba con más espacio libre del que estaba predicho, se le hicieron ajustes al molde y así se hicieron 10 repeticiones de estos cortes y se verificaron, las diez contaban ya con los ajustes pertinentes y cumplían con las tolerancias establecidas por el departamento de calidad, de igual manera se hicieron inspecciones aleatorias en dicha operación no se podía confiar de que ya estuviera todo listo, y así se estuvo una semana, tomando muestras al azar en ambos turnos para verificar que todo estuviera dentro de las medidas permisibles.

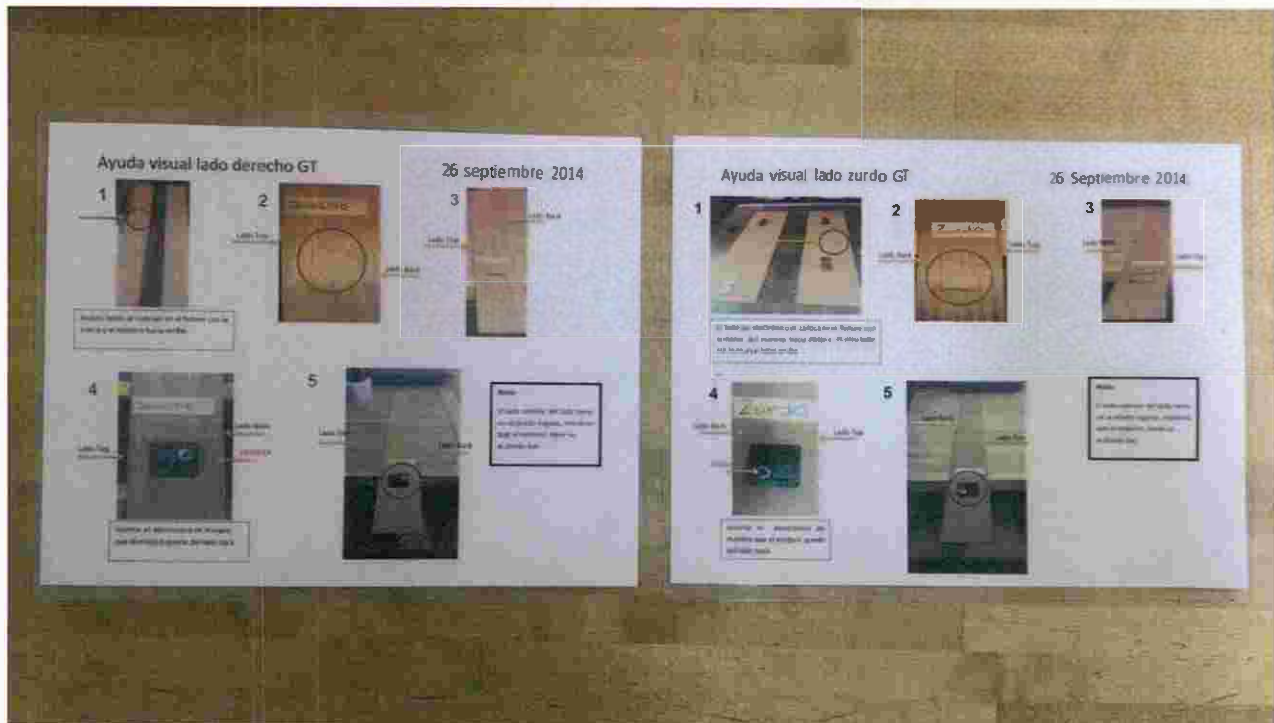
Al pasar al área de LASER se empezó familiarizándose con los tipos de cortes y los tipos de madera que se utilizaban, en esta área las operaciones y tiempos los establece la máquina LASER donde se hacen dichos cortes, así que por consiguiente solo los tiempos que se tomaron fueron el de carga y descarga, el cual se dividía entre el número de piezas de madera que se metían, por lo regular eran entre 2, 4 y 6 piezas, según el tipo de madera y el estilo de corte. Al hacer la toma de tiempos el operador hizo unos comentarios, que regularmente él se confundía con los estilos de madera, y que tenía mucho scrap por consecuencia, y de igual manera al poner los pedazos de madera en la máquina, confundía los lados, no sabía cómo diferenciar un lado zurdo de un lado derecho ( Fig. 4.8 ), y esto se debía a que él tenía un año escasamente y nunca se le dio a conocer las diferencias ni en el área se contaba con un manual o ayudas visuales para trabajar de mejor manera sin tener problemas en producción.



**Fig. 4.8 Lado zurdo y derecho en la plancha de corte laser. (Los lados le dan forma curva a la guitarra en la plancha de corte).**

Se les notificó al jefe de calidad sobre este suceso, y al jefe de planta para que se facilitara una cámara y poder hacer ayudas visuales del proceso ( Fig. 4.9), para así facilitar el trabajo del operador y hacerlo más sencillo sin tener frustraciones y scrap. En un principio se llevó una hora si no es que más para diferenciar un lado de otro, pero al identificarlos , se hizo las aclaraciones a los operadores, al igual que en las ayudas visuales se pusieron notas para saber las características de cada lado, al tener las ayudas visuales se les explico a las personas que trabajan en esta área la importancia de saber cómo es cada lado, ya que al hacer los cortes del lado izquierdo en el lado derecho es un material que ya no nos sirve para nada y por consecuencia es una pérdida económica para la empresa.





**Fig. 4.9 ayudas visuales de lados zurdo y derecho en el área de cortes LASER.**

Al terminar la toma de tiempos, se estableció un formato para los tiempos, en donde constaba de CARGA, DESCARGA Y TIEMPO DE CICLO (Fig.5.0), ninguna de ellas contaba con operación asignada, así que se le dio un número de operación para mejor identificación al llenar los reportes diarios de producción.

Este procedimiento se utilizó para tomar tiempos en el área de KOMO Y CN.

Al terminar las áreas, se realizó una comparación con los números que ya se tenían, se trabajó con un filtro de las cantidades que estaban exageradamente diferentes y se realizó una corroboración, se tomó una muestra para verificar que estuvieran bien los datos que se presentarían al gerente de producción.

Operación	descripción											Pzs por hora
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
142	Corte laser TOPDX	41,7	42,	41,3	40,7	45,8	43,0	43,4	44,0	42,3	42,3	71,6
		35	19	85	9	95	35	75	15	25	7	3
143	Corte laser TOP BKPK	38,9	38,	35,8	33,8	36,2	37,0	34,6	36,3	37,0	35,8	83,9
		1	85	85	65	7	4	2	15	75	35	1
144	Corte laser BACK CONCE RT	33,1	32,	33,8	37,8	37,0	34,0	34,8	36,0	34,0	30,3	89,0
		7	21	65	4	75	5	9	55	6	3	7

**Fig.5.0 base de datos con tiempos, descripción y estándares en cortes LASER.**

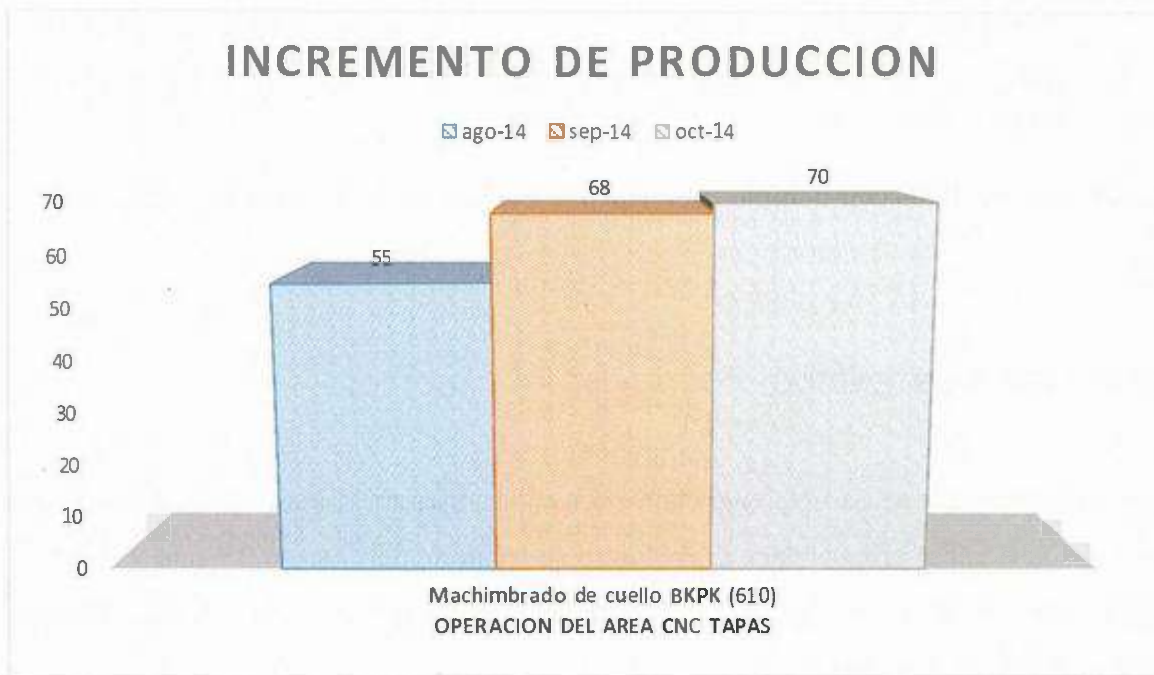
## RESULTADOS OBTENIDOS

El proyecto en el que se participó para la mejora en las diferentes áreas, ayudo a la empresa a hacerse de técnicas propias para en un futuro se contrate más personal y que se haga de conocimientos más rápidos y por consecuencia no tener los mismos errores que obtuvieron con el personal ya dentro de la planta.

Se establecieron cantidades de producción justas para el empleador y el empleado, así mismo ambas partes estuvieron conformes con las cantidades, y de igual manera el personal trabaja sin presión, así mismo alcanzan los estándares de producción y la empresa no tiene tantas pérdidas (scrap), al contrario aumenta la producción y las ventas.



Como se puede observar en la gráfica de scrap se ve que de agosto a septiembre se redujo 50% de scrap, así junto con septiembre un 65% y octubre.



El incremento en los procesos productivos fue notorio, en Agosto el incremento de la producción en la operación de Machimbrado de cuello BKPK fue de 67%, en Septiembre fue de 82 %, en Octubre de 87% con respecto a la cantidad total de piezas producidas por hora.



Grafica donde se muestra la satisfacción laboral de los operadores, esta se consiguió a través de los nuevos números de estándar de producción, de una encuesta al final del proyecto basada en la calificación de este trabajo que al final fue un 89 % de satisfacción laboral.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las prácticas profesionales dejan un gran aprendizaje personal y profesional ya que es nuestro "primer empleo" formal, ya que está lleno de políticas, valores, responsabilidades, limitaciones, procedimientos, actividades que todo tiene que ir con el fin de iniciarnos en el campo laboral.

Las contribuciones a la formación académica fueron; dar soluciones eficientes y eficaces a problemas labores con el criterio de priorización, pensando no solo en el momento del inconveniente si no en el futuro de este y de todo lo que lo rodea, el trabajar bajo presión ante cada uno de los inconvenientes, la relación con gente de diversas culturas, religiones y modos de pensar sin duda alguna fue el mejor aprendizaje y está claro que no se ve en teoría dentro de la universidad. El sentido de la responsabilidad, criterio sobre las mejoras dentro de los procesos productivos dentro de una empresa, la visión de hacer mejoras dentro de la empresa, agilizando el sentido común ante los problemas, adquiriendo habilidades en cuanto a realizaciones de operaciones sin importar su jerarquía, así mismo se reforzó las enseñanzas adquiridas en la Universidad de Sonora tales cosas como : estudios de tiempos y movimientos relacionándolo con la minimización o eliminación de operaciones con 0 valor agregado al producto final y aficionando procesos productivos, estudios R&R implementándolos en procesos nuevos donde no se contaba con ninguna información de ellos, ampliando los criterios sobre parámetros de calidad dentro de nuevos procesos, diseñando ayudas visuales de lo más simples y claras posibles con un lenguaje entendible para cualquier persona que pueda leerlos, haciendo formatos de carga y descarga procedentes de almacén para producción y tener un inventario fuera y dentro de los procesos y no tener demoras en los abastecimientos de materia prima, de igual forma para si ocurriese algún problema con la materia prima tener ya establecido que lote, que persona es la responsable, estudios de pruebas aleatorias dentro de los procesos productivos para la verificación y corroboración de datos.

## **BIBLIOGRAFIA**

Título: Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos

Autor: Benjamín W. Niebel

Edición: 9

Editorial: Alfa omega, 1996

ISBN: 9586820769, 9789586820769

Título: Cómo mejorar los procesos en su empresa

Autor: José Francisco Vilar Barrio.

Título: Manual de Prácticas Profesionales.

Autor: Silvia Rivera

Título: La formación de ingenieros

Autor: Armando Rugaría Torres

Título: Practicas y residencias: Memoria, Experiencias...

Autor: Gloria E. Edelstein

<https://www.martinguitar.com>

## Anotaciones Generales