



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ingenierías

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR  
RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA  
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**SEGUIMIENTO DE PRODUCCION DIGITAL**



**NOMBRE DEL ASESOR INTERNO**

I.I JANETTE ALEJANDRA CERVANTES

**NOMBRE DEL ASESOR EXTERNO**

ING. EMAUEL GUITIÉRREZ BARRAZA

**NOMBRE DEL RESIDENTE**

KARLA YUMARA HERNÁNDEZ DURÓN

Fecha 6 De Diciembre Del 2019

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar un sincero agradecimiento en primer lugar a Dios, por darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi Madre y Abuelita, por ser las primeras promotoras de mis sueños, el pilar más importante, por brindarme su apoyo incondicional, por cada día confiar y creer en mí, gracias por anhelar siempre lo mejor para mi vida, por cada consejo y cada una de las palabras que me guiaron en el transcurso de este proceso.

Agradezco a la Universidad por haberme aceptado y dejarme ser parte de ella, como a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo, a mis compañeros, quienes a través de tiempo fuimos fortaleciendo una amistad, gracias por convivir este tiempo conmigo, por compartir experiencias, alegrías, frustraciones, llantos y peleas.

Agradezco al Ing. Emmanuel Gutiérrez Barraza asesor externo por brindarme todos sus conocimientos y disposición para resolver mis dudas.

Agradezco a la Ing. Janette Alejandra Cervantes Villagrán asesora interna por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos, así como también haberme tenido toda la paciencia para guiarme durante todo el desarrollo de las residencias profesionales.

## RESUMEN

El presente documento muestra las actividades realizadas en el área de producción de la empresa KTMex (Kotobukiya Trèves de México, S.A de C.V.), en la cual se lleva el proceso de la fabricación de alfombras y soluciones de insonorización. Dicho proceso se encontraba estandarizado, pero se decidió analizar para mejorar dicho proceso en la finalidad de encontrar el punto óptimo en cada uno de los subprocesos.

El problema se presentaba en el objetivo del hora por hora, los problemas en los que se enfocó la investigación fue en que no estaban tomadas todas las actividades que realiza el operario y por este motivo no se llegaba al objetivo, otro de ellos era que los líderes de cada línea realizaban el tablero de marcha de forma manual y esto causaba que no se tenía el objetivo del hora por hora en tiempo real, por lo que fue necesario del apoyo de todos los departamentos y áreas de la empresa para obtener los resultados esperados.

Cabe mencionar que se obtuvo el apoyo y disposición de cada área, con la finalidad de tener el 100% de digitalización en la planta, esto generaría menor trabajo para los líderes así se obtendrá el objetivo en del hora por hora en tiempo real.

# ÍNDICE

<i>Agradecimientos</i> .....	2
<i>Resumen</i> .....	3
<i>Lista de tablas</i> .....	6
<i>Lista de figuras</i> .....	7
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	9
<i>Introducción</i> .....	10
<i>Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo</i> .....	11
<i>Problemas a resolver</i> .....	15
<i>Objetivos (general y específicos)</i> .....	15
<i>Justificación</i> .....	16
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEORICO</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<i>Marco teorico</i> .....	17
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</b> .....	44
<i>Desarrollo</i> .....	43
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS</b> .....	52
<i>Resultados</i> .....	52
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</b> .....	68
<i>Conclusiones de proyecto y recomendaciones</i> .....	69
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADA</b> .....	70
<i>Competencias desarrolladas y/o aplicadas</i> .....	71
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	72
<i>Fuentes de información</i> .....	73
<b>CAPÍTULO 9: ANEXOS</b> .....	74

<i>Anexos</i> .....	75
<i>Cronograma de actividades</i> .....	79

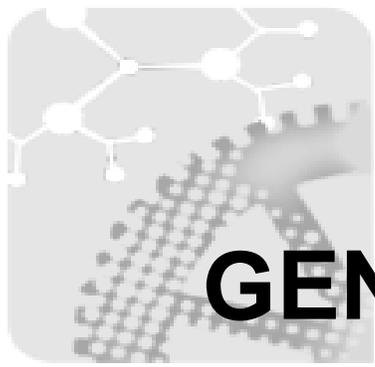
## LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Método de nivelación.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2. Método de valoración .....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 3. Definición del objetivo.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 4. Cronograma de actividades.....</i>	<i>79</i>

## Lista de figuras

<i>Imagen 2. Cliente 1</i> .....	11
<i>Imagen 2.1. Cliente 2</i> .....	11
<i>Imagen 2.2. Cliente 3</i> .....	11
<i>Imagen 2.3. Organigrama</i> .....	14
<i>Imagen 3. Cronómetro</i> .....	19
<i>Imagen 3.1. Tablero para formulario</i> .....	20
<i>Imagen 3.2. Formulario de estudio de tiempo 1</i> .....	22
<i>Imagen 3.3. Formulario de estudio de tiempo 2</i> .....	22
<i>Imagen 3.4. Formulario de estudio de tiempo 3</i> .....	23
<i>Imagen 3.5. Formulario de análisis</i> .....	24
<i>Imagen 3.6. Definición de los elementos</i> .....	29
<i>Imagen 3.7. Valoración del ritmo de trabajo</i> .....	32
<i>Imagen 3.8. Descripción del desempeño</i> .....	36
<i>Imagen 3.9. Eficiencia</i> .....	39
<i>Imagen 3.1.1. Manufactura esbelta</i> .....	40
<i>Imagen 3.1.2. Digitalización</i> .....	41
<i>Imagen 4. Hora por hora</i> .....	43
<i>Imagen 4.1. Comparativa de producción</i> .....	44
<i>Imagen 4.2. Tablero de observaciones</i> .....	45
<i>Imagen 4.3. Tablero de marcha manual</i> .....	46
<i>Imagen 4.4. Actividades generales</i> .....	47
<i>Imagen 4.5. Tablero de marcha</i> .....	68
<i>Imagen 4.6. Ponderar actividades</i> .....	70

<i>Imagen 5. Distribución de actividades.....</i>	<i>55</i>
<i>Imagen 5.1. Toma de tiempos.....</i>	<i>56</i>
<i>Imagen 5.2. Formato actualizado.....</i>	<i>57</i>
<i>Imagen 5.3. Selección de producto.....</i>	<i>58</i>
<i>Imagen 5.4. Resultado de la ultima hora.....</i>	<i>59</i>
<i>Imagen 5.5. Resumen del total.....</i>	<i>59</i>
<i>Imagen 5.6. Piezas defectivas.....</i>	<i>60</i>
<i>Imagen 5.7. Archivo general.....</i>	<i>61</i>
<i>Imagen 5.8. Control visual.....</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 5.9. Ideas de mejora.....</i>	<i>52</i>
<i>Imagen 5.1.1. LPA.....</i>	<i>64</i>
<i>Imagen 5.1.2. Dash 1.....</i>	<i>65</i>
<i>Imagen 5.1.3. Graficas KPI.....</i>	<i>66</i>
<i>Imagen 5.1.4 TPA.....</i>	<i>67</i>
<i>Imagen 5.1.5. Entrada principal.....</i>	<i>68</i>
<i>Imagen 5.1.6. Morning.....</i>	<i>77</i>
<i>Imagen 5.1.7. Horno.....</i>	<i>77</i>
<i>Imagen 5.1.8. Prensa.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 5.1.9. Pistola de adhesivo.....</i>	<i>78</i>
<i>Imagen 5.2.1. Quitar remanentes.....</i>	<i>79</i>
<i>Imagen 5.2.2. Engrapado.....</i>	<i>79</i>
<i>Imagen 5.2.3. ZAP 2.....</i>	<i>80</i>
<i>Imagen 5.2.4. Dash 2.....</i>	<i>80</i>



INSTITUTO TECNOLÓGICO<sup>®</sup>  
de Arteaga

**CAPÍTULO 2**

**GENERALIDADES DEL  
PROYECTO**

## INTRODUCCIÓN

La empresa KTMex (Kotobukiya Trèves de México) es una empresa que cuenta con 14 años de historia, la cual es parte de Trèves, que buscan la satisfacción del cliente, mediante productos de más alta calidad.

KTMex es una compañía franco-japonesa de la industria automotriz especializada en la fabricación de alfombras y soluciones de insonorización. Tiene la capacidad de proveer material de alta calidad a nivel nacional e internacional con una logística eficaz y rápida.

Es por ello, la empresa KTMex desea implementar los avances tecnológicos a sus nuevos procesos y productos haciéndolos más eficientes a los altos estándares de calidad establecidos y así obtener nuevas negociaciones y tratados.

En el departamento de Producción no se tiene la actualización de los tiempos y movimientos, esto se refiere a que no se llega al objetivo del hora por hora, por lo cual es importante actualizar los tiempos y movimientos para obtener el hora por hora real.

Por ello, para poder obtener el hora por hora en tiempo real se desea implementar la digitalización de dichos archivos, para facilitar el trabajo a los líderes así mismo los operarios tener visibilidad de lo que están produciendo por hora.

## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO EL ESTUDIANTE.

En 1865 Adolpohe Trèves funda la compañía de Trèves y adquiere máquinas de bordar, más tarde telares. La compañía recibe condecoración por sus producciones industriales durante la exposición universal de París.

En 1935 Trèves se convierte en proveedor y entrega sus productos desde su fábrica de Saint Quintín en la región del Aisne (Francia).

En 1956 Produce una exclusividad las capotas del 2CV de Citroën; un coche popular que tiene un éxito notable durante varias décadas.

En 1965 se especializó en el ramo automotriz proveedor de telas plastificadas y terciopelo para los asientos de Renault y Citroën, Trèves se especializa en el equipamiento del automóvil.

Fundada en el 2005 en San Francisco de los Rómulo Aguascalientes por la fusión de Kotobukiya y Trèves, empresas especialistas en el revestimiento del habitáculo y de la acústica del automóvil a nivel mundial.

La empresa KTMex es una compañía franco-japonesa de la industria automotriz especializada en la fabricación de alfombras y soluciones de insonorización.

La compañía tiene la capacidad de proveer material de alta calidad a nivel nacional e internacional con una logística eficaz y rápida, contando actualmente con clientes como Honda en sus 2 ubicaciones localizadas en Guadalajara y Celaya, Nissan en 3 sitios surtiendo a Aguascalientes en A1 y A2, así como en la planta en Cuernavaca (CIVAC) y actualmente con la planta de GM que se encuentra en Saltillo.

Siempre buscando mantener una relación cordial con los clientes y trabajar en conjunto con ellos para ofrecer mejores productos al menor costo posible.



*Imagen 1. Cliente 1*



*Imagen 1.1. Cliente 2*



*Imagen 1.2. Cliente 3*

## **Visión.**

Ser reconocida como la empresa mejor en su clase en todas sus operaciones como proveedora a nivel regional de productos interiores y acústicos para la industria automotriz.

## **Misión.**

Impulsar la excelencia operacional a la satisfacción total de las partes interesadas.

- **Empoderamiento de los empleados** (liderazgo, participación, diversidad, oportunidad, desafío al modo de pensar).
- **Satisfacción del Cliente** (siempre en tiempo, flexible y responsable, respeto y confianza, excelencia operacional).
- **Producto** (Innovación, ligero, amable con el medio ambiente, focalizados en la calidad).
- **Valor para el accionista** (Crecimiento rentable, control de recursos, gestión de riesgos).
- **Medio Ambiente** (efecto positivo para nuestra comunidad local, optimización de las energías renovables, líder en reciclaje, sanos y seguros)

## **Valores.**

- Trabajo en Equipo
- Actitud Positiva
- Liderazgo
- Ejecuta con Rapidez
- Focalizarse en los Resultados
- Compromiso con los Objetivos
- Mentalidad global
- Aceptación del Cambio
- Ser valiente para asumir nuevos retos
- Pensar más allá de lo preestablecido

## **Área de trabajo**

El departamento de Lean Manufacturing es un área destinada para mejorar y optimizar el sistema de producción, esta área se encarga principalmente de eliminar o reducir todas las actividades que no añaden valor al proceso de producción, las cuales implican costos y esfuerzos extras.

## **Actividades que desempeño**

En la empresa de KTMex establezco los nuevos tiempos y movimientos de cada modelo y cada línea, para así mismo con ello generar el objetivo al que tienen que llegar por hora y cuantos operarios se necesitan por cada línea de producción. Actualización del tablero de marcha de cada línea y cada mesa.

Implementación de pantallas para que los líderes no hagan manualmente el tablero de marcha, Estableciendo pantallas en cada línea de producción, por ende, están pantallas mostraran el modelo a producir, el objetivo y objetivo real. Impartiendo cursos de capacitación a los líderes de cómo es que se usan las pantallas y como es el llenado de las mismas.



## Current KT MEX Organization

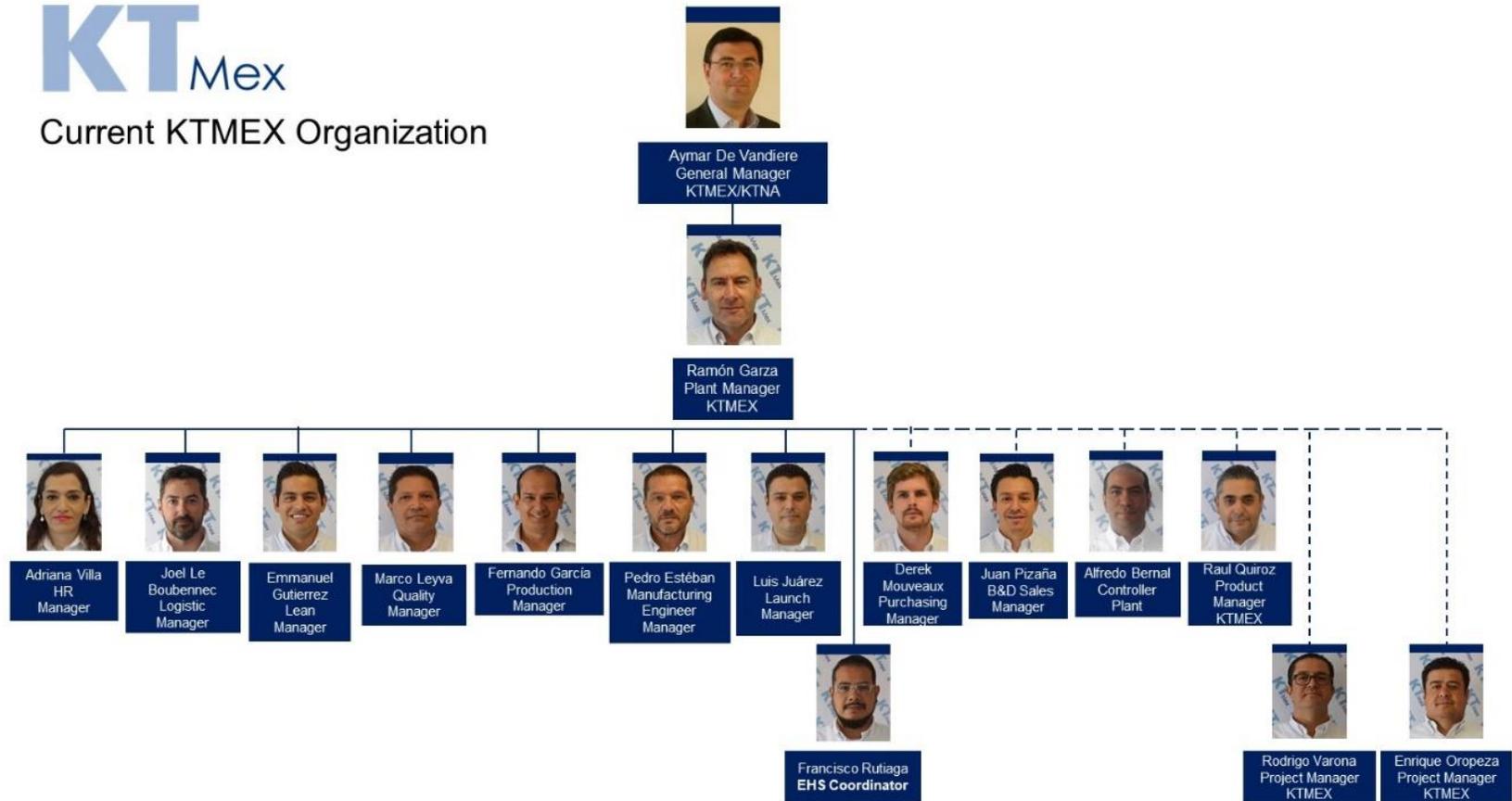


Imagen 2.3. Organigrama

## PROBLEMAS A RESOLVER

- No se llega al objetivo en la fabricación de piezas dentro del área de producción.
- No se cuenta con una estandarización de los procesos de manufactura, lo que genera una baja eficiencia en los operarios.
- Evitar que los líderes de cada línea realicen de forma manual el tablero de marcha, ya que esto genera que no se estén verificando las piezas defectivas, lo cual propicia un incremento en las mismas.
- Controlar tiempos muertos, o demoras evitables para establecer nuevos tiempos y movimientos de cada modelo y cada línea, y con ello lograr el objetivo de producción establecida.

## OBJETIVOS GENERAL

Eliminar y reducir todas las actividades que no añaden valor dentro del proceso de producción, con el propósito de llegar a tener el 100% de eficacia y con ello lograr tener mayor calidad en planta y satisfacer al cliente.

## OBJETIVOS ESPECÍFICO

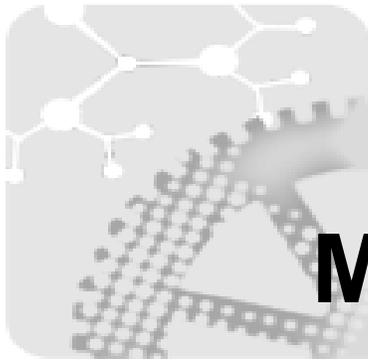
- Actualización de nuevos tiempos y movimientos
- Implementación de pantallas
- Estandarizar los procesos de manufactura

## JUSTIFICACIÓN

KTMex es una empresa de nivel mundial que busca la satisfacción de sus clientes mediante productos que cumplan los más altos estándares de calidad.

En la actualidad las pequeñas y grandes empresas deben preocuparse por mantener un desarrollo constante y acorde con las exigencias que el medio les presenta. El contexto en el que se desarrollan las empresas es cada vez más exigente debido a los constantes avances tecnológicos, a nuevos procesos productivos más eficientes, a los altos estándares de calidad establecidos y a nuevas negociaciones y tratados. Por lo anterior toda empresa debe estar en capacidad de cumplir con las expectativas de un mercado exigente y cambiante; para ello es indispensable orientar los esfuerzos hacia la mejora continua, basada en altos niveles de productividad y de calidad.

Por ende, este proyecto busca el establecimiento de los tiempos y movimientos para la empresa KTMex es de vital importancia ya que este estudio le permitirá a la empresa conocer su ritmo de producción y la manera como se encuentra distribuido el trabajo, esta información facilitará la programación de la producción, el control de los costos de producción e identificar los problemas que se presenten en la línea de producción.



INSTITUTO TECNOLÓGICO<sup>®</sup>  
de Pabellón de Arteaga

# **CAPÍTULO 3**

## **MARCO TEÓRICO**

## **TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

Fue fundado en Francia en el siglo XVIII, con los estudios realizados por Perronet acerca de la fabricación de alfileres, cuando se inició el estudio de tiempos en la empresa, pero no fue sino hasta finales del siglo XIX, con las propuestas de Taylor que se difundió y conoció esta técnica, el padre de la administración científica comenzó a estudiar los tiempos a comienzos de la década de los 1880's, allí desarrolló el concepto de la «tarea», en el que proponía que la administración se debía encargar de la planeación del trabajo de cada uno de sus empleados y que cada trabajo debía tener un estándar de tiempo basado en el trabajo de un operario muy bien calificado.

Después de un tiempo, fueron los esposos Frank y Lilian Gilbreth quienes, basados en los estudios de Taylor, ampliaron este trabajo y desarrollaron el estudio de movimientos, dividiendo el trabajo en 17 movimientos fundamentales llamados Therbligs (su apellido al revés).

## **DEFINICIONES**

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.

## **HERRAMIENTAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS**

No hay nada más acertado que un Ingeniero Industrial efectuando sus funciones con las herramientas indicadas y en el mejor estado. El Estudio de Tiempos demanda cierto tipo de material fundamental:

Cronómetro;

- Tablero de observaciones (Clipboard)
- Formularios de estudio de tiempo

Vale la pena aclarar que en el tiempo en el que vivimos todas estas herramientas pueden reemplazarse por sus equivalentes electrónicos.

Los anteriores son los útiles que deberá portar en todo momento el especialista en tiempos, sin embargo, existen una serie de elementos con los que este deberá

contar por ejemplo en su oficina, como los son calculadoras e incluso ordenadores personales, además de tener al alcance instrumentos de medición dependiendo de las operaciones que incluya el proceso.

## CRONÓMETRO



*Imagen 3. Cronómetro*

La Oficina Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros:

El mecánico: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.

El electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.

Sea cual sea el cronómetro elegido, siempre tenemos que recordar que un reloj es un instrumento delicado, que puede presentar deficiencias si presenta problemas de calibre (en el caso de los mecánicos) o problemas de carga energética (en el caso de los electrónicos). Es recomendado que el cronómetro utilizado para el estudio de tiempos sea exclusivo de estos menesteres, que deben manipularse con cuidado, dejar que se paren en periodos de inactividad y periódicamente se deben mandar a verificar y limpiar. Recuerda que cuando el estudio se aplica sobre ciclos muy cortos que tienen un gran volumen en materia de repeticiones en el proceso, el tener un cronómetro averiado puede afectar de forma muy negativa la labor del especialista.

## TABLERO PARA FORMULARIOS DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Este elemento es sencillamente un tablero liso, anteriormente se utilizaba de madera contrachapada, hoy en día se producen en su mayoría de un material plástico. En el tablero se fijan los formularios para anotar las observaciones. Las características que debe tener el tablero son su rigidez y su tamaño, esto último deberá ser de dimensiones superiores a las del formulario más grande. Los tableros (Clipboard) pueden o no tener un dispositivo para sujetar el cronómetro, de tal manera que el especialista pueda quedar con las manos libres y vea fácilmente el cronómetro.

En la actualidad pueden conseguirse tableros que integren cronómetros electrónicos e incluso calculadoras, estos son una herramienta que simplifica mucho los movimientos del especialista.

## FORMULARIOS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS



*Imagen 3.1. Tablero para formulario*

Un Estudio de Tiempos demanda el registro de gran cantidad de datos (descripción de elementos, observaciones, duración de elementos, valoraciones, suplementos, notas explicativas). Es posible que tanto los tiempos como las observaciones puedan consignarse en hojas en blanco o de distinto formato cada vez, sin embargo, sería una gran contradicción que quien se encarga de la normalización de un proceso no tenga estandarizada una metodología de registro, y esto incluye los formularios. Por otro lado, los formularios normalizados prácticamente obligan a seguir cierto método, minimizando el riesgo de que se escapen datos esenciales.

Cada Ingeniero, cada especialista, cada empresa consultora que se encargue de un Estudio de Tiempos, puede crear o adaptar sus propios formularios, por ende,

deben existir tantos formularios como ingenieros, sin embargo, profesionales de gran trayectoria en este rubro presentan modelos que han dado buenos resultados en materia de practicidad en los estudios de orden general.

Los formularios pueden clasificarse en dos categorías:

- Formularios para consignar datos mientras se hacen las observaciones.
- Formularios para estudiar los datos reunidos.
- Formularios para reunir datos

Los formularios para reunir los datos deben de cumplir con una característica fundamental y esta es la "practicidad", pues es muy común diseñar un formato muy bien elaborado en cuanto a relevancia de los datos, pero que en la práctica dificulta el registro; uno de los errores más comunes es el tamaño de las celdas, pues en la práctica es un problema sumamente incómodo.

Los formularios para reunir los datos deben contener por lo menos:

Primera hoja de estudio de tiempos: en la cual figuran los datos esenciales sobre el estudio, los elementos en que fue descompuesta la operación y los cortes que los separan entre ellos.

Hojas siguientes: Estas hojas se utilizan en caso de ser necesario para los demás ciclos del estudio. No es necesario los epígrafes de encabezado, por ende, solo contendrá columnas y los campos para el número del estudio y la hoja.

Formulario para ciclo breve: Este tipo de formulario es empleado cuando los ciclos a estudiar son relativamente cortos, por ende, una fila puede contener todas las observaciones de un elemento. Es muy parecido a un formulario resumen de datos.





- **Suplementos:** Estos deben consignarse en una hoja especial e independiente.

Descripción del elemento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	F	Suma	Promedio	TN	SUPL	T.STD
		<b>Elemento 1</b>	V														
	To																
	Tn																
<b>Elemento 2</b>	V																
	To																
	Tn																

V: Valoración del Ritmo; To: Tiempo Observado; Tn: Tiempo Normal; F: Frecuencia por ciclo; SUPL: Suplementos; T.STD: Tiempo Estándar

Imagen 3.5. Formulario de análisis

## SELECCIÓN DE LOS TRABAJADORES PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Es recomendable que el primer contacto de la acción "Cronometrar" con los trabajadores sea efectuada por los supervisores, de ahí que la relación del especialista con estos debe ser óptima, relación que se fortalece en el proceso de sensibilización que debe adelantarse previo al estudio del trabajo.

Aún con todas estas circunstancias el proceso de selección en el estudio de tiempos consiste no solo en seleccionar la actividad, sino también en escoger al operario u operarios. En el ámbito ingenieril se distinguen dos tipos de trabajadores:

**Trabajadores representativos:** Los trabajadores representativos son aquellos cuya competencia y desempeño al promedio del grupo estudiado.

**Trabajadores calificados:** Los trabajadores calificados son aquellos que tienen la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad<sup>1</sup>.

Si existe la probabilidad de que el trabajo estudiado se realice en serie, es importante que el estudio se base en varios trabajadores calificados. Esta premisa de seleccionar trabajadores calificados se fundamenta en los principios económicos de las operaciones, pues un trabajador lento y uno excepcionalmente rápido suelen llegar a tiempos ya sea muy largos o muy cortos respectivamente, incidiendo en tiempos antieconómicos para la organización (que redundarán tarde o temprano en inconvenientes para la mano de obra) o tiempos injustos para el trabajador medio.

Al seleccionar el operario o los operarios que ejecutarán el trabajo que se estudiará en primer orden, el especialista debe disponerse a exponerle cuidadosamente el objeto del estudio y lo que hay que hacer, es decir, se le pedirá:

- Ejecutar un trabajo a ritmo habitual.
- Realizar las pausas a las que está acostumbrado.
- Exponer las dificultades que vayan apareciendo.

La posición física del especialista con relación al operario es muy importante, y esta depende de varios factores y debe responder a varios requerimientos básicos:

- Debería situarse de manera tal que pueda observar todo lo que hace el operario, particularmente con las manos.
- Su posición no debe obstaculizar al operario ni entorpecer sus movimientos, mucho menos distraer sus atenciones.
- No debería estar delante del operario, ni tan cerca que le dé la sensación de tener a alguien encima.
- Es importante que el trabajador pueda observar al especialista con un simple movimiento de su cabeza.

La posición exacta depende además del espacio disponible y de la clase de operación que se estudie, pero de manera general es conveniente que el especialista se sitúe a un lado del operario, a unos dos (2) metros de distancia. De

ninguna manera se debe intentar cronometrar al operario desde una posición oculta, sin su conocimiento o llevando el cronómetro en el bolsillo.

Es sumamente importante que en la medida de lo posible el especialista esté de pie mientras realiza las observaciones, pues entre los operarios se tiende a pensar que todo el trabajo duro les toca a ellos, mientras que el analista es un cómodo espectador.

## **DELIMITACIÓN Y CRONOMETRAJE DEL TRABAJO**

La etapa de cronometraje comprende a su vez los procesos de:

- Descomposición de la tarea en elementos
- Delimitación de elementos y
- Determinación del tamaño de la muestra

Procesos que guían la fase de medición, tanto en puntos de start y stop como en cantidad de observaciones.

### **Descomposición de la Operación en Elementos**

Lo primero que tiene lugar en la etapa de cronometraje es la descomposición de la operación en elementos, para ello hay que tener una serie de conceptos claros:

**Elemento:** Elemento es la parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis.

**Ciclo:** Ciclo de trabajo es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción. Comprende a veces elementos casuales.

La importancia de descomponer la operación en elementos radica en que este proceso nos permite:

- Separar el tiempo productivo del tiempo improductivo.
- Evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro, dado que es posible que el operario no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y/o este tenga más destreza para ejecutar ciertas operaciones.
- Ocuparse de cada elemento según su tipo.
- Aislar los elementos que causan mayor fatiga y fijar con mayor precisión sus correspondientes suplementos.

- Permite verificar con mayor facilidad el método de trabajo, de manera tal que se pueda detectar la adición u omisión de elementos.
- Hacer una especificación detallada del trabajo.
- Extraer los tiempos de los elementos de mayor repetición, con el objetivo de establecer datos estándar.

## **Tipos de Elementos**

Los elementos se dividen en:

- Elementos repetitivos: Son los que reaparecen en cada ciclo de trabajo estudiado. Por ejemplo: Los elementos que consiste en recoger una pieza antes de la operación de montaje.
- Elementos casuales: Son los elementos que no reaparecen en cada ciclo de trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Por ejemplo: Enhebrar la máquina de costura es un elemento que suele realizarse una vez han tenido lugar más de un ciclo de trabajo. Sin embargo, este elemento forma parte del trabajo provechoso y debe adicionarse a su debido tiempo y en su debida manera al tiempo tipo.
- Elementos constantes: Son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual. Por ejemplo: Atornillar una tuerca, poner en marcha la máquina.
- Elementos variables: Son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según las características del producto, equipo o proceso, como dimensiones, peso o calidad. Por ejemplo: Aserrar madera a mano (El tiempo varía según la dureza de la madera), barrer el piso (depende de la superficie).
- Elementos manuales: Son los que realiza el trabajador.
- Elementos mecánicos: Son los realizados automáticamente por una máquina a base de fuerza motriz. Por ejemplo: La mayoría de las operaciones en máquinas - herramientas.
- Elementos dominantes: Son los que duran más tiempo de cualquiera de los elementos realizados simultáneamente. Por ejemplo: Calentar agua mientras tanto prepara las teteras y las tazas.
- Elementos extraños: Son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo. Por ejemplo: Ligar el borde de una tabla de madera, aun cuando esta no se ha cepillado.

Vale la pena aclarar que esta clasificación no excluye a los elementos que formen parte de un grupo específico, por ende, un elemento que se clasifique como repetitivo, bien puede ser constante o variable al mismo tiempo.

## Delimitación y definición de los elementos

Una vez se ha logrado descomponer la operación en elementos, se procede a delimitarlos, es decir, establecer conjuntos sucesivos de estos que indicarán a los especialistas puntos de start, stop, o anotación según el método que este utilice para cronometrar.

La OIT ha expuesto unas reglas generales para delimitar los elementos de una operación, estas son:

- Los elementos deberán ser de identificación fácil y de comienzo y fin claramente definidos, de modo que una vez fijados puedan ser reconocidos una y otra vez. Es recomendable para establecer el final de una delimitación apoyarse de eventos relevantes y de fácil identificación sensorial, como el sonido de una pieza al caer, de una máquina al parar, o el movimiento evidente de una extremidad.
- Los elementos deberán ser todo lo breves que sea posible, con tal que un analista experto pueda aún cronometrarlos cómodamente. La comodidad se maneja por los especialistas en términos de unidades mínimas de medición, en la práctica esta unidad mínima suele recomendarse como 2,4 segundos.
- Dentro de todo lo posible los elementos, sobre todo los manuales, deberían elegirse de manera que correspondan a segmentos naturalmente unificados y visiblemente delimitados de la tarea. Dada, por ejemplo, la acción de alcanzar una llave, acercarla al trabajo y apretar una tuerca, en ella se pueden identificar múltiples movimientos, pero en estos casos en que para el trabajador sea un solo movimiento autónomo es preferible tratarlos como un solo elemento.
- Los elementos manuales deberían separarse en toda medida de los mecánicos, particularmente cuando el estudio de tiempos forma parte de un proceso de estandarización de tiempos.
- Los elementos constantes deberían separarse de los variables.
- los elementos que no aparecen en todos los ciclos (casuales y extraños) deben cronometrarse aparte de los que sí aparecen.

		DESCOMPOSICIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS					
Operación: <b>Freasado final segunda cara</b>			Estudio N°:				
Material: <b>Hierro fundido IIS 2</b>			Hoja N°:		de		
Estudio de Métodos N°:			Instalación / Máquina:		Fresadora Vertical		
Herramientas y Calibradores:			Observaciones:				
Método utilizado:		Piezas / Unidad					
Producto / Pieza:		Número:					
Plano N°:		Material:					
N°	Listado de Actividades	Delimitación	Definición				
1	<b>Asir pieza</b>	De 1 a 6	A				
2	<b>Ajustar en soporte</b>						
3	<b>Apretar dos tuercas</b>						
4	<b>Colocar resguardo</b>						
5	<b>Poner en marcha máquina y avance automático</b>						
6	<b>Máquina empieza a frezar</b>						
7	<b>Sostener pieza</b>	De 7 a 10	B				
8	<b>desbarbar el borde con lima</b>						
9	<b>limpiar con aire comprimido</b>						
10	<b>Pistola colgada en gancho</b>						

*Imagen 3.6. Definición de los elementos*

### **CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES (TAMAÑO DE LA MUESTRA)**

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento.

Los métodos más utilizados para determinar el número de observaciones son:

- Método Estadístico
- Método Tradicional

## **Cronometraje de los elementos**

En el estudio de tiempos existen dos procedimientos principales para tomar el tiempo con cronómetro, estos son:

- Cronometraje acumulativo y
- Cronometraje con vuelta a cero.

El **cronometraje acumulativo** consiste en hacer funcionar el reloj de forma ininterrumpida durante todo el estudio; se lo pone en marcha al principio del primer elemento del primer ciclo y no se detiene hasta finalizar todas las observaciones. Al final de cada elemento el especialista consigna la hora que marca el cronómetro, y los tiempos netos que corresponden a cada elemento se obtienen haciendo las respectivas restas una vez ha finalizado el estudio. La principal ventaja de esta modalidad es que se puede tener la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo se encuentra sometido a observación.

El **cronometraje con vuelta a cero** consiste en tomar los tiempos de manera directa de cada elemento, es decir, al acabar cada elemento se hace volver el reloj a cero, y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente.

Es importante consignar el horario de inicio y finalización del estudio, dado que esta información será muy relevante en un eventual estudio de fatiga, en el que se investigue el rendimiento de los trabajadores calificados en determinadas jornadas laborales.

## **VALORACIÓN DEL RITMO DE TRABAJO**

Simultáneamente al cronometraje el trabajo, se debe abordar una de las etapas más críticas del estudio de tiempos, dado que la valoración del ritmo de trabajo y la determinación de los suplementos son los dos temas más discutidos del estudio, más aún la valoración, dado que esta se determina por correlación con el juicio del especialista.

Cuando se decide valorar el ritmo de trabajo, es muy probable que el objeto del estudio sea determinar tiempos estándar de ejecución y establecer sistemas de remuneración con incentivos por eficiencia. La metodología que utilice el especialista en tiempos influye decisivamente en el ingreso de los trabajadores, en la productividad y de manera coronaria en la rentabilidad de la organización.

Múltiples textos, de distintas regiones del planeta, al abordar el estudio de tiempos coinciden en que este "no es ciencia exacta", y cuando afirman esto, tienden a centrarse en la subjetividad derivada de la valoración del trabajo. Los

gremios sindicales suelen hacer uso de este argumento para invalidar el estudio de tiempos, es por esto que la valoración de la cadencia del trabajo es comúnmente objeto de negociación entre la empresa y los trabajadores.

#### Definición de valoración del ritmo del trabajo y desempeño estándar

La valoración del ritmo de trabajo se define como:

La valoración del ritmo de trabajo es la justipreciación por correlación con el concepto que se tiene de lo que es el ritmo estándar.

Esto significa comparar el ritmo real del trabajador con cierta idea que tenga el especialista de lo que debería ser el ritmo estándar; esta idea se debe formar mentalmente al apreciar cómo trabajan de manera natural los trabajadores calificados cuando utilizan el método de ejecución en el que se basa el estudio de tiempos.

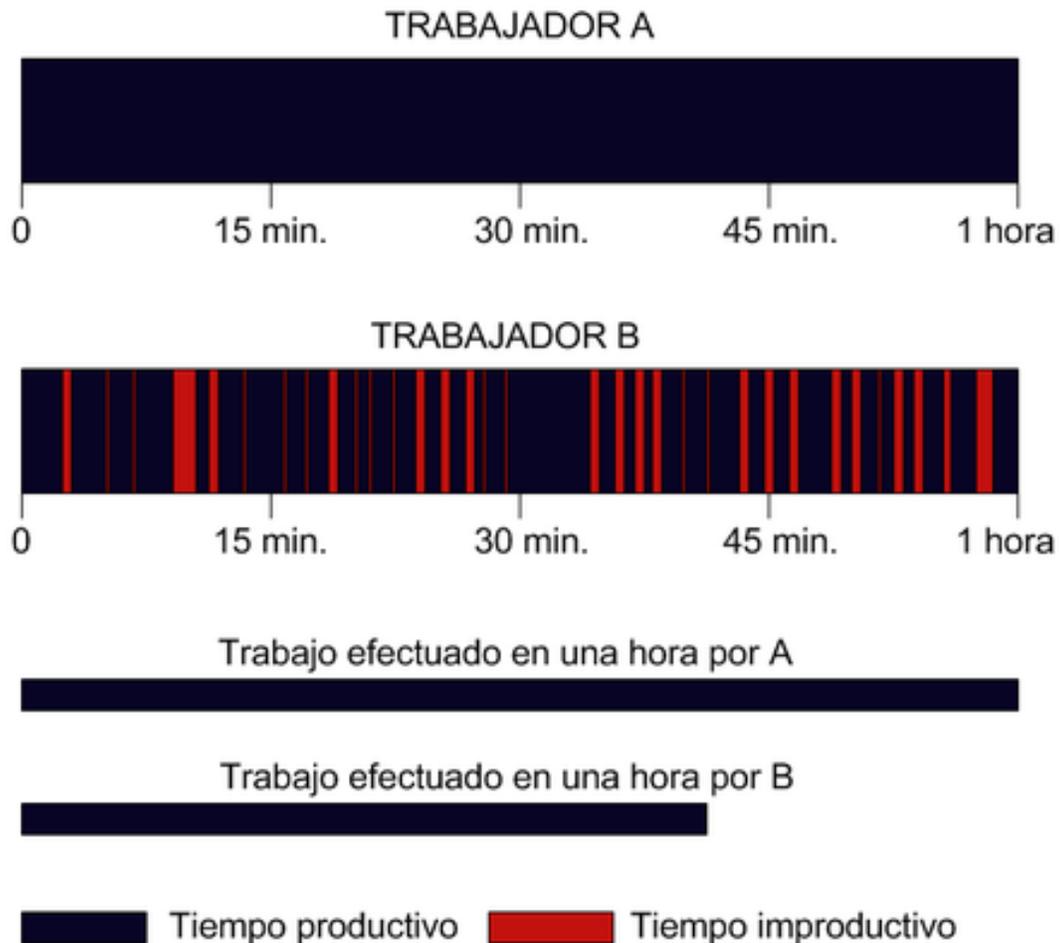
Por otro lado, el desempeño tipo se define como:

Desempeño tipo es el rendimiento que obtienen naturalmente y sin forzarse los trabajadores calificados, como promedio de la jornada o turno, siempre que conozcan y respeten el método especificado y que se los haya motivado para aplicarse.

Conceptualmente existe una evidente claridad acerca de lo que es la valoración del ritmo y el desempeño estándar, sin embargo, no existe un método de calificación universalmente aceptado para en la práctica lograr asociar dichos conceptos con las ejecuciones de un trabajador. Ahora, existen dos premisas que pueden resultar valiosas para inferir un método justo de valoración, estas son:

1. La velocidad de movimiento de las extremidades de un hombre de físico corriente al caminar sin carga, en terreno llano y en línea recta es de 6,4 kilómetros por hora.
2. El tiempo empleado por un trabajador calificado en la tarea de repartir los 52 naipes de una baraja es de 22, 5 segundos.

Se puede inferir entonces que la velocidad de 6,4 kilómetros por hora se le valore con 100, y si es más rápido será el punto de vista del especialista y su experiencia la que determinan si este trabaja a 90, 105, 115, etc.



*Imagen 3.7. Valoración del ritmo de trabajo*

### **Métodos de Valoración del ritmo de trabajo**

Podría decirse que existen tantos métodos de valoración como especialistas en el estudio de tiempos, dado que, incluso siguiendo un algoritmo sistémico de valoración, siempre el juicio del especialista forma parte fundamental de la estimación de la cadencia del trabajo.

Sin embargo, en este módulo abordaremos una serie de métodos que han generado buenos resultados en su aplicación en diferentes procesos.

### **Método de nivelación**

Este método de valoración considera cuatro (4) factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

La "habilidad" se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar dentro de seis (6) clases la habilidad

desplegada por el operario: habilísimo, excelente, bueno, medio, regular y malo. Luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a -22%.

El "esfuerzo" se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario.

Las "condiciones" son aquellas circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc.

La consistencia es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador. Es sumamente importante considerar que una vez un elemento como la iluminación afecte un factor como las condiciones, se deberá descartar de considerársele en la determinación de los suplementos.

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

CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.06	A - Ideales	+0.04	A - Perfecto
+0.04	B - Excelentes	+0.03	B - Excelente
+0.02	C - Buenas	+0.01	C - Buena
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente

*Tabla 1. Método de nivelación*

Tal como se mencionó en la definición de la valoración del ritmo, el desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 de rendimiento, por ello a esta valoración se deben de adicionar los valores de la tabla según la habilidad, esfuerzo, las condiciones y la consistencia percibidas por el especialista. De esta manera se determinará si un operario ejecutó la operación a un 125%, 120%, 95%, 88% etc. y se procederá a suavizar por correlación con un rendimiento del 100%.

### **Método de valoración por tiempos predeterminados**

Existe dentro de las técnicas de medición del trabajo (recuerde que el estudio de tiempos es una de ellas), una técnica denominada Normas de tiempo predeterminadas, pues esta consiste en que a partir del análisis de los micro movimientos se hayan determinado y fijado algunos tiempos de actuación. La suma de los tiempos estimados para todos los micro movimientos en los que se descompone una operación da el tiempo valorado para esta; si en vez de obtener el tiempo valorado (según un rendimiento 100/100) para toda la operación se determina solo el tiempo valorado para un elemento, es posible al comparar este tiempo con el que emplea actualmente el trabajador para efectuar dicho movimiento, determinar la cadencia con la que trabaja este (el operario).

En resumen, dentro de una operación compuesta por innumerables movimientos extraemos los siguientes:

Mano izquierda: Se dirige a un objeto situado a 30 cms, a continuación, coge un objeto y lo mueve hacia la mano derecha a la que transfiere el objeto.

Mano derecha: Lo mueve 10 cms hasta la situación exacta en la cual la pone en posición y después deja la carga.

Esta corta sucesión está compuesta por al menos 8 movimientos predeterminados, tal como observaremos a continuación:

<b>MANO IZQUIERDA</b>	<b>T.M.U</b>	<b>MANO DERECHA</b>
R30C	14,2	-
G4A	7,3	-
M25A	11,3	-
G3	5,6	G3
-	5,2	M5C
-	5,6	P1SE
-	2,0	RL1
TOTAL	51,2	

*Tabla 2. Método de valoración*

Los movimientos tienen tiempos predeterminados según la unidad T.M.U (1 T.M.U = 0,036 segundos). Por ende, la sucesión de movimientos que extrajimos de la operación tiene un tiempo total predeterminado de 1,84 segundos (51,2 T.M.U). Este tiempo podemos considerarlo como respectivo a un rendimiento estándar (100/100), por ende, podemos compararlo con el tiempo que emplea el trabajador que estamos observando en ejecutar dicha sucesión de movimientos, para así determinar cuál es su ritmo de trabajo.

Vale la pena recalcar que, para aplicar este método, debe suponerse que el nivel de actuación del trabajador es constante en la ejecución de toda la operación.

En la siguiente tabla observaremos ejemplos de ritmo de trabajo, expresado según diferentes escalas de valoración.

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad (Km/h) <sup>1</sup>
60-80	75-100	100-133	0-100		
0	0	0	0	Actividad nula.	0
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operador parece medio dormido y sin interés en el trabajo.	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.	4,8
<b>80</b>	<b>100</b>	<b>133</b>	<b>100</b>	<b>Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.</b>	<b>6,4<sup>2</sup></b>
100	125	167	125	Muy rápido; el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por largos períodos; actuación de "virtuosos", solo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes.	9,6

*Imagen 3.8. Descripción del desempeño*

## ¿Cómo afecta la valoración a los tiempos cronometrados?

Tal como lo hemos indicado a lo largo de este artículo, la cifra 100 representa el desempeño estándar. Si el analista opina que la operación se está realizando a una velocidad inferior a la que en su criterio es la estándar, aplicará un factor inferior a 100. Si, por el contrario, el especialista opina que el ritmo de trabajo es superior a la norma, aplicará un factor superior a 100. Evidentemente el factor que se utilice puede verse influenciado por las escalas abordadas en el método de valoración por tiempos predeterminados o aritméticamente establecerse por adición de las equivalencias numéricas del método de nivelación.

Los especialistas acostumbran a redondear las valoraciones al múltiplo de 5 más próximo, por ejemplo, si se considera que el ritmo es superior en 8% al ritmo estándar, se registra el valor 110.

Si las valoraciones del ritmo de trabajo fuesen siempre perfectas, siempre se cumpliría lo siguiente:

### **Tiempo observado x Valoración = Constante**

Al calcular el tiempo corregido (suavizado por la valoración), la valoración registrada es el numerador de una fracción en la que el denominador es la valoración estándar. Asumiendo que como lo hemos recomendado esta valoración estándar es 100, la fracción viene a ser un porcentaje, que, al ser multiplicado por el tiempo observado, da la constante denominada **tiempo básico o normal**.

$$\textit{T tiempo Observado} \times \frac{\textit{Valoración determinada}}{\textit{Valoración estándar}} = \textit{T tiempo Normal o Básico}$$

Por ejemplo:

$$0,16 \textit{ min} \times \frac{125}{100} = 0,20 \textit{ min}$$

Este tiempo normal o básico, representa el tiempo que se invertiría en ejecutar el elemento (a juicio del especialista según su valoración) si el operario trabajara al ritmo estándar en vez de hacerlo a una velocidad mayor.

Vale la pena aclarar que el hecho de que el producto "Tiempo observado x Valoración" extrañamente es constante a lo largo de una cantidad considerable de observaciones (cronometrajes), dado que tal como lo indicamos, solo se daría en

caso de que las valoraciones fuesen siempre perfectas, a su vez existen causas específicas de por qué este fenómeno de perfección no se da:

- Variaciones en el contenido del trabajo del elemento;
- Inexactitudes en la anotación y registro de los tiempos observados;
- Inexactitudes de valoración;
- Variaciones debido a que las valoraciones se redondean.

## **Eficiencia**

La eficiencia es la relación que existe entre los recursos empleados en un proyecto y los resultados obtenidos con el mismo. Hace referencia sobre todo a la obtención de un mismo objetivo con el empleo del menor número posible de recursos o cuando se alcanzan más metas con el mismo número de recursos o menos. La eficiencia es muy importante en las empresas, ya que se consigue el máximo rendimiento con el mínimo coste.

### **Tipos de eficiencia**

Hay varias clases de eficiencia, que puede ser por costes, ingresos o beneficios:

- Eficiencia por costes: se trata de la capacidad de un objetivo en obtener el menor precio o coste para la mayor cantidad posible de producción.
- Eficiencia por ingresos: consiste en conseguir la mayor cantidad posible de ingresos valorando el costo de los factores y el precio total del artículo para ser comercializado con posterioridad.
- Eficiencia en beneficios: trata de conseguir el máximo beneficio, lo que supone el máximo de ingresos al mínimo coste.
- No debe confundirse el concepto de eficiencia con eficacia, que en muchas ocasiones suelen emplearse como sinónimos. La eficacia está considerada como el nivel de consecución de objetivos, la capacidad para conseguir lo que se proponga.

## Eficacia

El término eficacia deriva de la voz latina «efficacia», la cual quiere decir «cualidad de hacer lo que está destinado ser», formada a partir de elementos lexicales tales como el prefijo «ex» que significa «hacia afuera», la raíz «facere» que alude a «hacer» y el sufijo «ia» que se refiere a una «cualidad». El diccionario de la real academia española define la palabra eficacia como la «capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera». Por lo tanto, se puede decir que la eficacia es aquella capacidad o cualidad para lograr, obrar o conseguir algún resultado en particular, gozando de la virtud de producir el efecto deseado.

En el ámbito empresarial y la economía, eficacia es un término muy utilizado, y a lo largo del tiempo grandes personajes de estos ámbitos han plasmado sus propias aportaciones sobre un concepto para la palabra eficacia, donde muchos acuerdan que eficacia es la adquisición de los objetivos trazados previamente; por su lado otros manifiestan que el termino es simplemente la realización de las cosas correctamente, con el simple propósito de lograr o alcanzar las metas previstas.



*Imagen 3.9. Eficiencia*

## **Manufactura esbelta**

La Manufactura Esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones. La Manufactura Esbelta nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyota entre algunos.

El sistema de Manufactura Esbelta se ha definido como una filosofía de excelencia de manufactura, basada en:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- Mejora continua: Kaizen
- La mejora consistente de Productividad y Calidad

Los principales objetivos de la Manufactura Esbelta es implantar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.



*Imagen 3.1.1. Manufactura esbelta*

## Digitalización

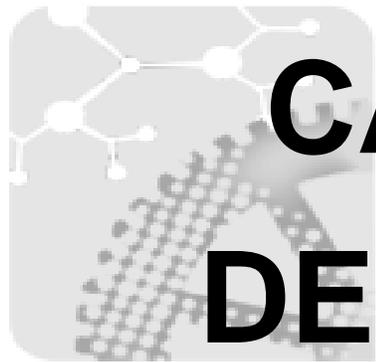
La definición es bastante explícita: se pasa el mundo analógico al mundo digital. Toda la información que esté en soporte físico se pasa a la digital. Esto significa codificarlo en el lenguaje más simple y ligero, por lo que se elimina por un lado el documento físico y todas sus desventajas, y por otro que al hacerse en un archivo que dentro de los diferentes tipos que hay, no ocupan mucho espacio en el disco duro, eso sí, dependiendo de la calidad.

Este paso se llama Conversión Analógico Digital o CAD y se hace a través de diferentes herramientas, depende qué queramos digitalizar: un libro, una canción, una fotografía...

Sin embargo, una empresa que quiera llegar a la factura electrónica no tendrá que realizar ningún tipo de CAD. La digitalización no es de archivos previos sino de presente y futuro. La diferencia pues es que no tendremos que hacer ningún tipo de inversión en el CAD, sino simplemente buscar un PAC.



*Imagen 3.1.2. Digitalización*



INSTITUTO TECNOLÓGICO<sup>®</sup>  
de Arteaga

# CAPÍTULO 4

# DESARROLLO

ITECA

## Desarrollo

A continuación, se adentrará al lector los principales puntos de la metodología a desarrollar del proyecto en los cuales se especifican las fallas, así como algunos aspectos generales que se analizaron con la finalidad de mejorar la propuesta.

## Mala aplicación

Primero se tuvo que identificar la oportunidad de mejora del proceso, a continuación, se muestra el hora por hora de cada modelo.

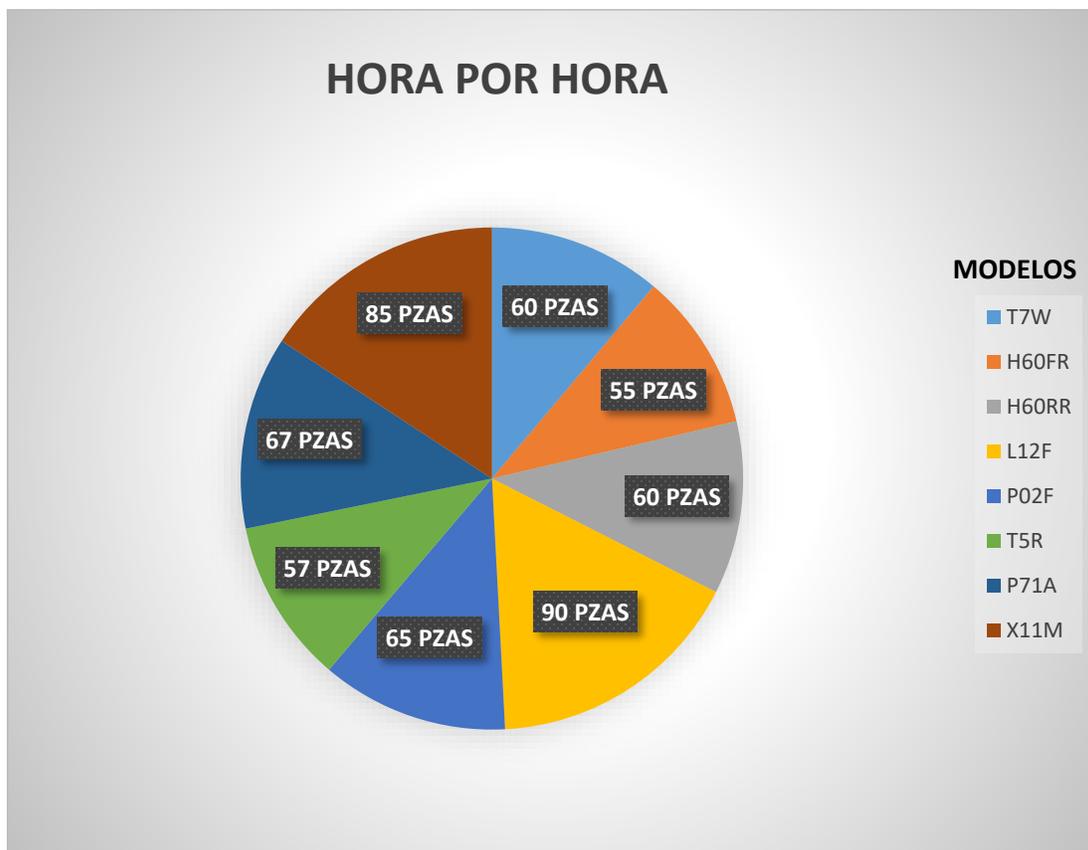
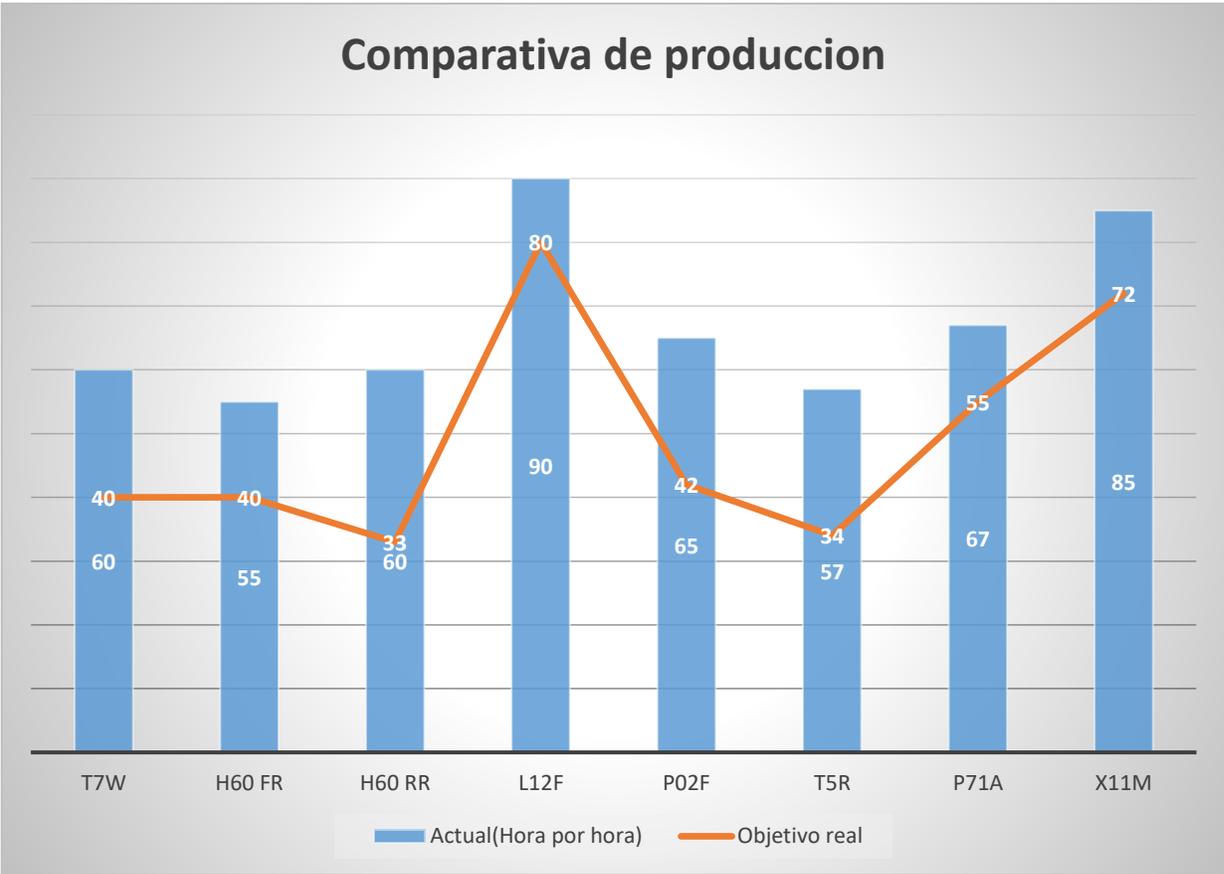


Imagen 4. Hora por hora



*Imagen 4.1 Comparativa de producción*

En la gráfica anterior se muestra el objetivo al que llegan realmente con él hora por hora actual de los tiempos y movimientos.

Con base a las gráficas en las que se muestra claramente que no se llega al objetivo (hora por hora) se determinó que no se llega al objetivo porque están mal tomados los tiempos y movimientos de cada modelo.

## **ETAPA 1: ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS ACTUALES POR LAS CUALES NO SE LLEGA AL OBJETIVO**

Mediante un tablero de observaciones donde tiene para ajustar el cronometro, en el cual se irán agregando cada uno de los procedimientos que hacen los operarios y así mismo tomarles el tiempo de cada una de las actividades.



*Imagen 4.2. Tablero de observaciones*

Con el tablero de observaciones se logra identificar los puntos principales a mejorar y en los cuales poner más atención, el primero fue los tiempos y movimientos, Piezas defectivas, scrap y tiempos muertos.

## **ETAPA 2: DETECTAR ÁREA DE MEJORA**

En el área de producción se detectaron 2 puntos los cuales son el área de oportunidad para trabajar y generar acciones.

1. Actualización de tiempos y movimientos
2. Evitar el realizar de forma manual el tablero de marcha

HORA	PARADAS PROGRAMADAS	CAMBIO Molde - SERIE	AVERIAS (>5 min)	ORGANIZATIVAS	EQUIPO	FECHA	MÁQUINA	Comentarios
					OBJECTIVO Producción real	REAL Acumulado	RECHAZO Acumulado	
1 07:00 16:00 22:00	5							
	10	10	10	10				
	15	15	15	15				
	20	20	20	20				
	25	25	25	25				
	30	30	30	30				
	35	35	35	35				
	40	40	40	40				
	45	45	45	45				
	50	50	50	50				
2 08:00 16:00 22:00	5							
	10	10	10	10				
	15	15	15	15				
	20	20	20	20				
	25	25	25	25				
	30	30	30	30				
	35	35	35	35				
	40	40	40	40				
	45	45	45	45				
	50	50	50	50				

Imagen 4.3. Tablero de marcha manual

### ETAPA 3: DETECTAR PROBLEMAS POTENCIALES

Los problemas potenciales que contribuyen a que no se llegue al objetivo se divide en 3, los cuales son tiempos y movimientos, tiempos muertos y seguimiento de producción digital, los cuales se explicaran a continuación.

a) Condiciones de tiempos y movimientos

Los tiempos que se tienen están tomados sin saber la distribución de las actividades y hace que no se tenga registrado las tareas de cada uno de los operarios, esto genera que no se tenga bien el objetivo del hora por hora.



En la imagen anterior se muestra claramente que la toma de tiempos que se tienen se consideran las actividades generales del operario, por lo que no se puede medir claramente la carga de trabajo del operario, así como la interacción de hombre máquina.

b) Sin control para llegar al objetivo

- Distribución de las actividades
- Tiempos muertos
- Actualización de tiempos y movimientos

Todas y cada una de las actividades que generan los operarios deben ser tomadas en cuenta, si no se toman en cuenta las actividades esto va a generar demoras, actividades que no añaden valor y con esto no se llegara al objetivo.

El problema es que se tienen las actividades en general esto hace que no se mida correctamente las eficiencias en los operarios.

Al no tener en cuenta las actividades que generan los operarios no se sabrá de donde vienen o de donde se generan los tiempos muertos, esto genera que no se tenga eficiencia, no se llegue al objetivo en la fabricación de piezas y la demora de las piezas.

c) Digitalización

Los líderes de cada línea realizan de forma manual el tablero marcha, esto hace que les quita mucho tiempo, esto genera que los lideres no estén verificando las piezas defectivas y al no verificar las piezas defectivas se incrementan.

HORA	PARADAS PROGRAMADAS	CAMBIO Molde - SERIE	AVERIAS (>5 min)	ORGANIZATIVAS	ESPUMADO			Comentarios	HORA	PARADAS PROGRAMADAS	CAMBIO Molde - SERIE	AVERIAS (>5 min)	ORGANIZATIVAS	ENSAMBLE			Comentarios
					EQUIPO	FECHA	MÁQUINA							EQUIPO	FECHA	MÁQUINA	
					OBJETIVO Producción real	REAL Acumulado	RECHAZO Acumulado							OBJETIVO Producción real	REAL Acumulado	RECHAZO Acumulado	
07:00	0	0	0	0	/	/	/	/	07:00	0	0	0	0	/	/	/	/
15:00	5	5	5	5					15:00	5	5	5	5				
22:00	20	20	20	20					22:00	20	20	20	20				
	25	25	25	25						25	25	25	25				
	30	30	30	30						30	30	30	30				
	35	35	35	35						35	35	35	35				
	40	40	40	40						40	40	40	40				
	45	45	45	45						45	45	45	45				
	50	50	50	50						50	50	50	50				
	55	55	55	55						55	55	55	55				
	60	60	60	60						60	60	60	60				
08:00	5	5	5	5					/	/	/	/	08:00				
16:00	0	0	0	0	16:00	0	0	0					0				
23:00	5	5	5	5	23:00	5	5	5					5				

Imagen 4.5 Tablero de marcha

#### ETAPA 4: DEFINIR EL OBJETIVO DE MEJORA

Se tienen que definir exactamente cuál es el objetivo que se desea lograr, mediante la comparación del año anterior, la fecha del término del proyecto y porque se necesita.

¿Qué?	¿Hasta Cuándo?	¿Cuánto?	¿Por qué?
-------	----------------	----------	-----------

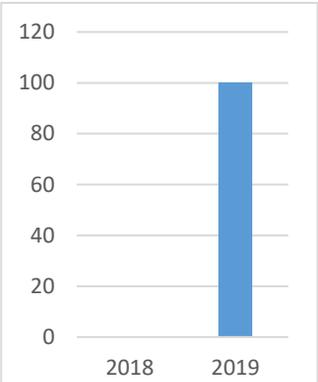
Implementación de seguimiento de hora por hora digital para el seguimiento de producción por parte de la gerencia	Ene- 01	 <p>Digitalización de 0% a 100%</p>	Se necesita disminuir el 100% de llenado manual del hora por hora
---	---------	--	---

Tabla 3. Definición del objetivo

El seguimiento del hora por hora digital es de 0% el cual está fuera de digitalización ya que en el 2018 se tenía un 0%, cuando se toma el proyecto es de un 100% el cual está en el rango que la planta necesita. Por lo tanto, se requiere digitalizar la planta para tener un seguimiento de información en tiempo real.

## ETAPA 5: PLANEAR Y DAR PRIORIDAD

Los factores potenciales que se detectan en el tablero de observaciones, se tiene que ponderar las actividades que realizan los operarios, para tener una buena toma de tiempos y así mismo se podrá digitalizar él hora por hora en tiempo real.

En la siguiente etapa se mostrará los resultados y evidencia de dichos tableros.

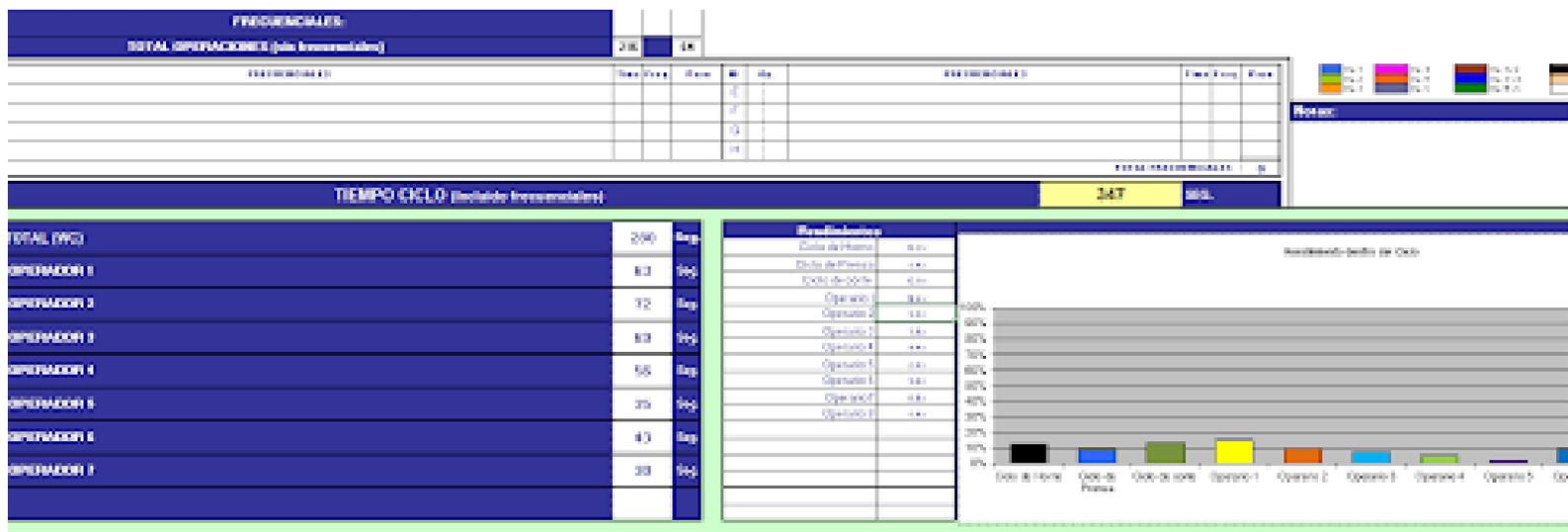
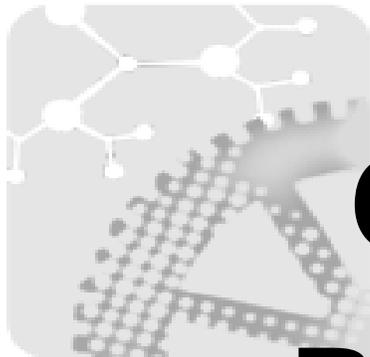


Imagen 4.6. Ponderar actividades



INSTITUTO TECNOLÓGICO<sup>®</sup>  
de Pabellón de Arteaga

# **CAPÍTULO 5**

# **RESULTADOS**

## 5.1 RESULTADOS

A continuación, se adentrará al lector a los puntos finales del proyecto, en los cuales se especifican los logros y resultados obtenidos después de la realización del proyecto.

a) Condiciones de tiempos y movimientos

Los tiempos que se tienen están tomados sin saber la distribución de las actividades y hace que no se tenga registrado las tareas de cada uno de los operarios, el problema era que no se tenían bien los tiempos y esto generaba que no se tenía bien el objetivo del hora por hora.

b) Sin control para llegar al objetivo

- Distribución de las actividades
- Tiempos muertos
- Actualización de tiempos y movimientos

Se generó una visita en cada una de las líneas para ver las distribuciones de las actividades que realizan cada uno de los operarios, así mismo al ver como se distribuyen el trabajo se hizo un listado de las actividades y se señala que operario realiza la misma.

<b>LINEA 2 MODELO L12F</b>	<b>OPERARIO</b>
Tomar carpet	1
Acomodar carpet y pulsar botonera	1
<b>CICLO DEL HORNO</b>	<b>MAQUINA</b>
Tomar felts y aplicar adhesivo	2
Acomodar felts en prensa	1,2
Cargar carpet	1,2
<b>CICLO DE PRENSA</b>	<b>MAQUINA</b>

Dejar en mesa de espera	1
Tomar la carpet y colocar en la cortadora	3
Acomodar carpet	3
Dar ciclo a WJ	3
CICLO DE CORTE	MAQUINA
Retirar remanentes y depositar en scrap	3
Retirar carpet a mesa y sacar remanente	3,4
Colocación de etiqueta	3
Tomar felts y aplicar adhesivo	4
Retirar carpet y dejar en mesa de espera ensamble	4
Recoger carpet de la mesa y dejar en mesa de ensamble	5,6
Colocar la primera argolla en la mes	5
Colocar segunda argolla en la carpet	5
Tomar el martillo y dar martillazos a la argolla para que ensamble	5

*Imagen 5. Distribución de actividades*

Después de ver como se distribuyen las actividades proseguí a tomar los tiempos, se tomaron 5 muestras de cada actividad, se hizo una suma de las 5 tomas y se dividió entre las 5 tomas, resultado obtenido de esa división se tomó como el tiempo real.

LINEA 2 MODELO L12F	OPERARIO	1	2	3	4	5	Tiempo tomado
Tomar carpet	1	1	2	3	2	2	2
Acomodar carpet y pulsar botonera	1	2	2	1	3	2	2
CICLO DEL HORNO	MAQUINA						46
Tomar felts y aplicar adhesivo	2	17	18	19	18	18	
Acomodar felts en prensa	1,2	23	22	23	25	23	23
Cargar carpet	1,2	9	10	12	10	10	10
CICLO DE PRENSA	MAQUINA						31
Dejar en mesa de espera	1	5	5	7	5	4	5
Tomar la carpet y colocar en la cortadora	3	6	4	3	4	4	4
Acomodar carpet	3	4	5	6	5	5	5
Dar ciclo a WJ	3	3	2	1	2	2	2
CICLO DE CORTE	MAQUINA						48
Retirar remanentes y depositar en scrap	3	8	7	6	7	7	7
Retirar carpet a mesa y sacar remanente	3,4	26	26	24	26	28	26
Colocación de etiqueta	3	1	2	2	3	2	2
Tomar felts y aplicar adhesivo	4	21	19	17	19	19	19
Retirar carpet y dejar en mesa de espera ensamble	4	1	3	3	5	3	3
Recoger carpet de la mesa y dejar en mesa de ensamble	5,6	8	6	6	4	6	6

*Imagen 5.1. Toma de tiempos*

Ya teniendo los tiempos de cada una de las actividades se dio inicio a pasar todo el listado y los tiempos al formato que me asigno la empresa.

Op.	DESCRIPCION OPERACIONES	TIEMPOS (seg.)		N°
		MAN	AUTO	
1	PF: Tomar carpet	2	2	1
1	PF: Camino a horno Acomodar carpet y pulsar botonera	2	2	2
M	PF: CICLO DE HORNO	46	7	7
2	PF: Agarrar felts y aplica adhesivo	18	8	8
1 2	PF: Acomodar felts en prensa	23	6	6
1 2	PF: Cargar carpet	10	6	6
M	PF: CICLO DE PRENSA	31	4	4
1	PF: Dejar en mesa de espera	5	3	3
3	PF: Toma la carpet y la coloca en la cortadora	4	2	2
3	PF: Acomoda carpet	5	4	4
3	PF: Camina a panel Da ciclo a WJ	2	4	4
M	PF: CICLO DE CORTE	48	4	4
3	PF: Retirar remanentes y depositarlos en scrap	7	6	6
3 4	PF: Retirar carpet a mesa y sacar remanentes	26	5	5
3	PF: Colocación de etiqueta	2	5	5
4	PF: Toma felts y aplica adhesivo	13	2	2
4	PF: Retirar carpet y dejar en mesa de espera ensamble	3	1	1
5	PF: Coloca una gomita y ajusta	5		
5	PF: Marcar presencia de componentes mediante crayola	8		
6	PF: Toma argolla 1 y 2 y las coloca en la mesa	5		
6	PF: Coloca argolla 3 y 4 en la carpet	5		
6	PF: Toma el martillo y da martillazo a argolla 3 y 4	4		
6	PF: Toma 2 palancas de plástico y las coloca en la carpet	4		
6	PF: Coloca film	7		
6	PF: Toma 2 gomitas y ajusta en argolla 3 y 4	5		
6	PF: Marcar presencia de componentes mediante crayola	4		
6	PF: Tomar carpet y lo pasan a mesa final	2		
7	PF: Tomar la carpet y inspeccionar	6	2	2
7	PF: Sella y escanea la carpet	3	7	7
7	PF: Tomar la carpte y la acomoda en rack	12		
	PF:			
FRECUENCIAS:				
TOTAL OPERACIONES (sin frecuencias)		217	64	

N°	Op.	FRECUENCIAS	Time	Freq.	Peso	N°	Op.	FRECUENCIAS
A						E		
B						F		
C						G		
D						H		

TIEMPO CICLO (Incluido frecuencias) **341**

ORK CONTENT TOTAL (WC)	281	Seg.	Rendimientos	
ORK CONTENT OPERADOR 1	63	Seg.	Ciclo de Horno	15.2X
ORK CONTENT OPERADOR 2	72	Seg.	Ciclo de Prensa	1.1X
ORK CONTENT OPERADOR 3	70	Seg.	Ciclo de corte	15.8X
ORK CONTENT OPERADOR 4	56	Seg.	Operario 1	15.5X
ORK CONTENT OPERADOR 5	35	Seg.	Operario 2	1.8X
ORK CONTENT OPERADOR 6	43	Seg.	Operario 3	1.8X
ORK CONTENT OPERADOR 7	30	Seg.	Operario 4	4.1X
			Operario 5	1.8X
			Operario 6	1.2X
			Operario 7	5.5X
			Operario 8	1.1X

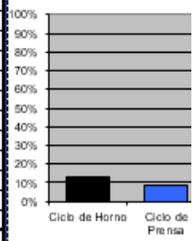


Imagen 5.2. Formato actualizado

En la imagen anterior se muestra claramente que también se tomaron los tiempos de los desplazamientos que hacen para realizar las actividades. En la toma de tiempo se determina el tiempo ciclo en base al cuello de botella del proceso, así como el balanceo de las cargas de trabajo de los operarios.

c) Aplicación de los resultados de tiempos ciclos:

Después de la corrección de la toma de tiempos ciclos se comienza a la realización del formato digital para la visualización del hora por hora; anteriormente este se llevaba de manera manual y era mostrado al final de la línea de producción llenado por el líder del área de producción, los datos, y el objetivo al igual eran colocados al momento del llenado

Como solución se hizo un formato digital, el cual contiene una precarga de los objetivos de producción obtenidos y corregidos anteriormente, este formato contempla varias características como los son:

- Objetivos definidos: La interacción del líder es la selección del producto que esta corriendo en la línea de producción.

HORA		Tiempo de paro	Codigo de Paro	Equipo: turno 1		Fecha: 2019-11-01		Scrap		Retrabajo	Comentarios:
				Modelo	OBJETIVO	REAL	Piezas	Codigo			
				Objetivo	Acumulado	Realizado	Acumulado				
1	07:00 15:00 22:30	Run	L12F Hood' 16 1200 gr	62	62	56	56				
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
2	08:00 16:00 23:00	Run	L12F Hood' 16 1200 gr	62	124	60	116				
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									

Imagen 5.3. Selección del producto

- Contabilizacion automatica de produccion: El lider llena unicamente el resultado de la ultima hora producida en el sistema.

HORA	Tiempo de paro	Codigo de Paro	Equipo: turno 1		Fecha: 2019-11-01						Comentarios:
			Modelo	OBJETIVO		REAL		Scrap		Retrabajo	
				Objetivo	Acumulado	Realizado	Acumulado	Piezas	Codigo		
1	07:00 15:00 22:30	Run	L12F Hood' 16 1200 gr	62	62	56					
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
2	08:00 16:00 23:00	Run	L12F Hood' 16 1200 gr	62	124	60	116				
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									

Imagen 5.4. Resultado de la ultima hora

- Contabilizacion de paradas: El archivo es capaz de contabilizar y resumir el total de paradas realizadas en el turno.

7	13:00 21:00 04:00	Run	L12F Hood' 16 1200 gr	62	434	60	386				
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
8	14:00 22:00 22:30	Run	L12F Hood' 16 1200 gr	62	496	56	442				
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									
		Run									

Imagen 5.5. Resumen del total

- Contabilizacion de piezas defectivas: El archivo contabiliza las piezas con defectos al final del turno, asi como sus causa, y es mostrado en tiempo real a la alta direccion.

HORA		Tiempo de paro	Codigo de Paro	Equipo: turno 1	Fecha:	2019-11-01		Scrap		Retrabajo	Comentarios:	
				Modelo	Objetivo	Acumulado	Realizado	Acumulado	Piezas	Codigo		
1	07:00 15:00 22:30		Run	L12F Hood' 16 1200 gr	62	62	56	56	1	Arruga con Arrugas		
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
2	08:00 16:00 23:00		Run	L12F Hood' 16 1200 gr	62	124	60	116				
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									
			Run									

Imagen 5.6. Piezas defectivas

Se realiza un archivo para generar un resumen general de las líneas de producción, en el cual se muestran los datos en tiempo real del objetivo contra el real y las piezas defectivas al momento.

**Seguimiento de Producción ZAP 1**  
 Día 7 7/11/2019 15:03:22

**Turno 1**

Linea	LC2	LC3A	LC3B	LC1A	LC1B
Real	288	253	157	580	152
Objetivo	300	272	188	1050	262
Producto en curso	L12	T7W	P71A	TS T7	H60A FR
Scrap	0	0	0	0	0

**Turno 2**

Linea	LC2	LC3A	LC3B	LC1A	LC1B
Real	0	0	0	0	0
Objetivo	0	0	0	0	0
Producto en curso					
Scrap	0	0	0	0	0

**Turno 3**

Linea	LC2	LC3A	LC3B	LC1A	LC1B
Real	0	0	0	0	0
Objetivo	0	0	0	0	0
Producto en curso					
Scrap	0	0	0	0	0

Imagen 5.7. Archivo general

Tambien se lleva un control visual del la produccion en cada una de las lineas para los operarios mostrando la misma informacion, estas estan colocadas en posiciones especificas las cuales facilitan a los operarios a conocer el avance de la linea de produccion.



*Imagen 5.8. Control visual*

## Empresa 100% digitalizada



Imagen 5.9. Ideas de mejora



Imagen 5.1.1. LPA



*Imagen 5.1.2. Dash 1*

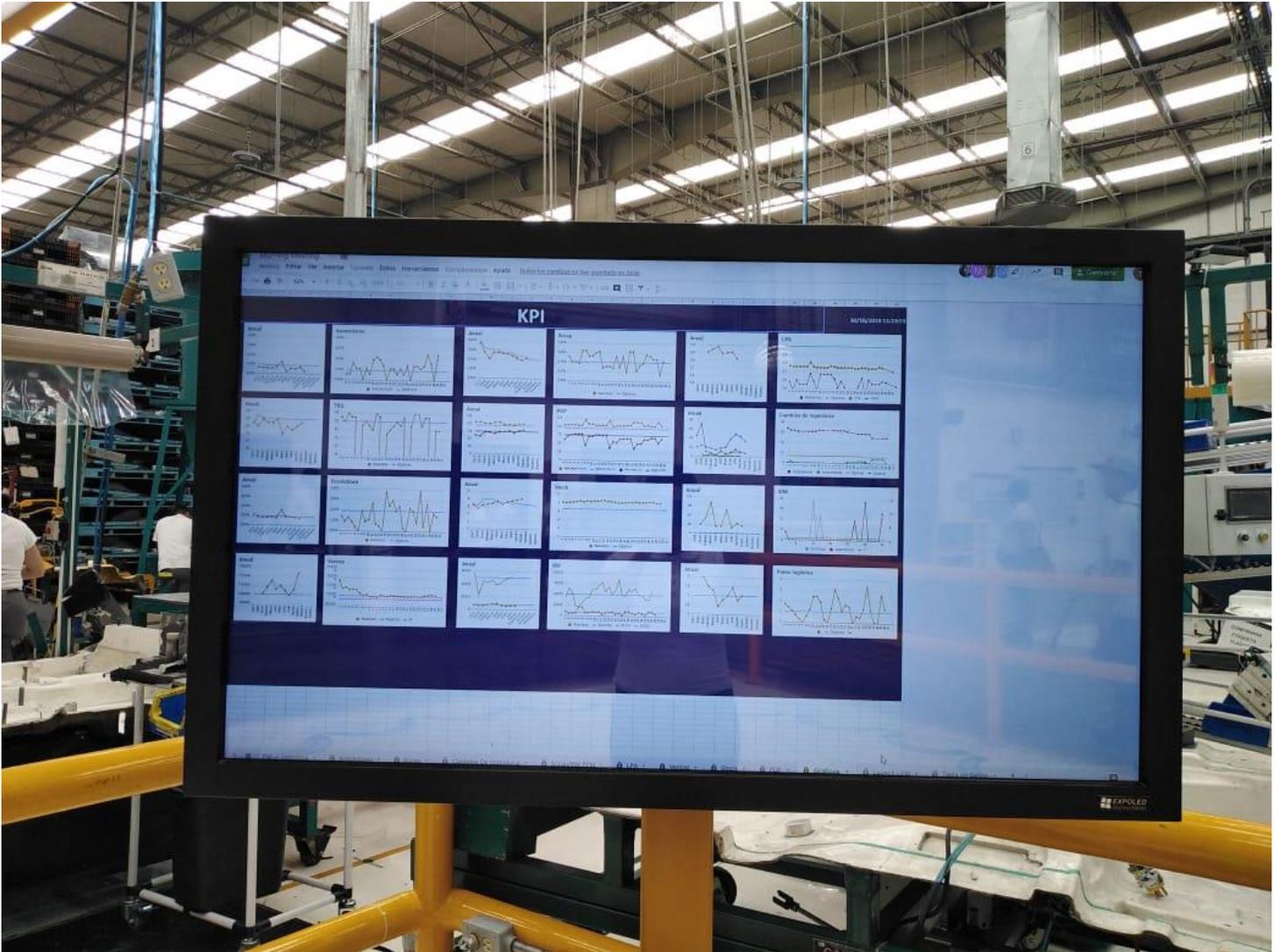


Imagen 5.1.3. Graficas KPI

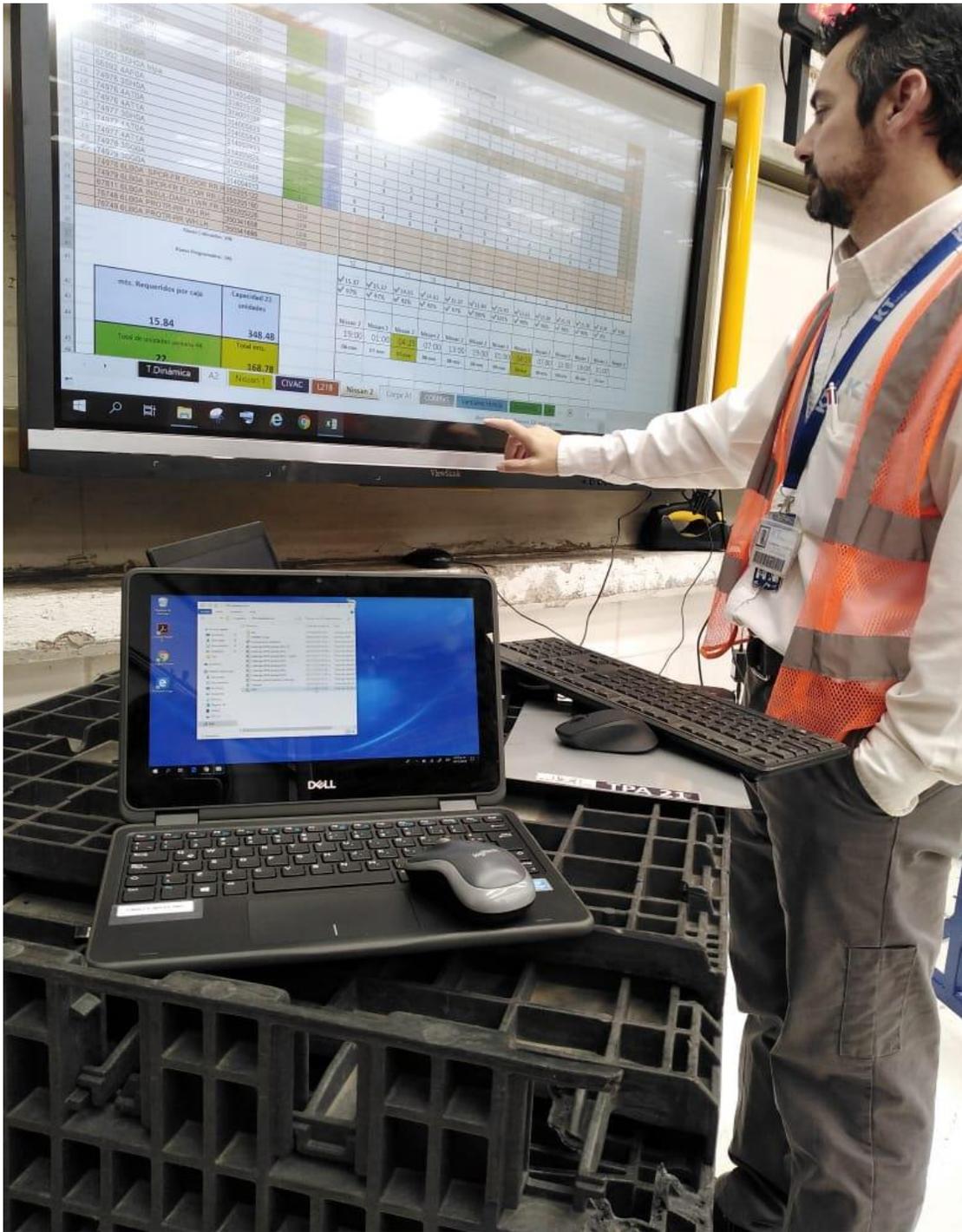


Imagen 5.1.4. TPA



*Imagen 5.1.5. Entrada principal*



# **CAPÍTULO 6**

# **CONCLUSIONES**

## **6.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

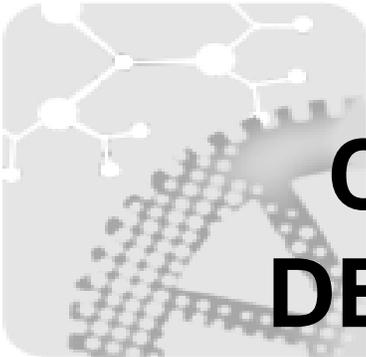
Utilizando el tablero de observaciones, para tomar en cuenta las actividades que generan los operarios con base a eso se llegara a disminuir las actividades que no añaden valor.

Al utilizar el tablero de observaciones mediante el cual se llegó a la conclusión de que los tiempos no están actualizados, esto hace que no se tenga el objetivo real del hora por hora. Para tener el objetivo en tiempo real se decide implementar la digitalización en la planta para evitar el llenado manual del tablero de marcha.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

Con el desarrollo del proyecto y la utilización de la actualización de los tiempos y movimientos y la digitalización, se obtuvo buen resultado, por lo cual para tener el hora por hora en tiempo real en las pantallas es necesario limpiar los archivos de llenado del tablero de marcha digital mes por mes para que los líderes tengan acceso y puedan llenar lo del día.

por lo cual es recomendable que se actualicen constantemente los tiempos y movimientos para tener en las pantallas el objetivo en tiempo real.

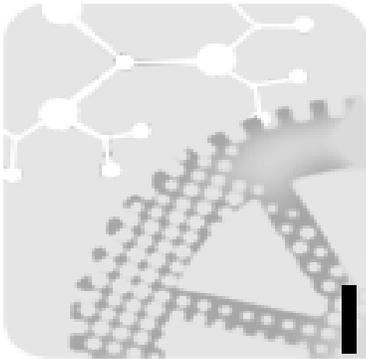


**CAPÍTULO 7**  
**COMPETENCIAS**  
**DESARROLLADAS**

INSTITUTO TECNOLÓGICO<sup>®</sup>  
de Pabellón de Arteaga

## **7.1 COMPETENCIAS DESARROLLADAS O APLICADA**

1. Gestione sistemas de digitalización para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético.
2. Dirigí equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de la organización.
3. Diseñé e innové la estructura de un tablero digital, con base en las necesidades de la organización para competir eficientemente en mercado global.
4. Apliqué la actualización de los tiempos y movimientos, para incrementar la productividad de los procesos.
5. Apliqué métodos, técnicas y herramientas para la solución de problemas con una visión estratégica.



**CAPÍTULO 8**  
**FUENTES DE**  
**INFORMACIÓN**

INSTITUTO TECNOLÓGICO<sup>®</sup>  
de Pabellón de Arteaga

C

## FUENTES DE INFORMACION

Brayan Salazar López. (2016). Estudio de tiempos. Recuperado el 5 de Octubre de 2019, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

Brayan Salazar López. (2016). Delimitación y cronometraje del trabajo. Recuperado el 5 de Octubre de 2019, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/delimitaci%C3%B3n-y-cronometraje-del-trabajo/>

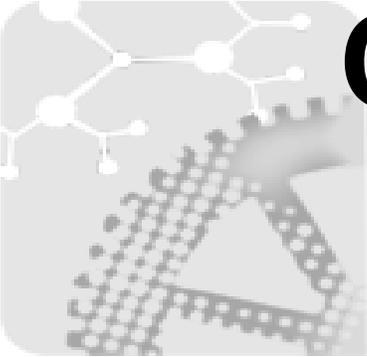
Brayan Salazar López. (2016). CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES (TAMAÑO DE LA MUESTRA). Recuperado el 5 de Octubre de 2019, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1lculo-del-n%C3%BAmero-de-observaciones/>

Brayan Salazar López. (2016). Valoración del ritmo de trabajo. Recuperado el 5 de Octubre de 2019, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/valoraci%C3%B3n-del-ritmo-de-trabajo/>

Iván García. (2017) Definición de eficacia. Recuperado el 14 de Octubre del 2019, de <https://www.economiasimple.net/glosario/eficiencia>

Conceptodefinicion.de, Redacción. (Última edición:19 de julio del 2019). Definición de Eficacia. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/eficacia/>. Consultado el 13 de noviembre del 2019

Felipe Díaz. (2016). La manufactura esbelta. Recuperado 14 de Octubre del 2019, de [http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf)



# CAPÍTULO 9

# ANEXOS

## ANEXOS



*Imagen 5.1.6. Morning*



*Imagen 5.1.7. Horno*



*Imagen 5.1.8. Prensa*



*Imagen 5.1.9.*



*Imagen 5.2.1. Quitar remanentes*



*Imagen 5.2.2. Engrapado*



Imagen 5.2.3. ZAP 2



Imagen 5.2.4. Dash 2

## Cronograma de actividades

Actividades por Quincena	Ago-1a	Ago-2a	Sept – 1a	Sept – 2a	Oct – 1a	Oct-2a	Nov – 1a	Nov. – 2a	Dic-1a
Análisis de tiempos actuales									
Toma de tiempos y movimientos									
Llenar formato con los tiempos obtenidos									
Implementar el tablero de marcha digital									
Limpiar el tablero de marcha digital									
Implementar pantallas									

Tabla 4. Cronograma de actividades