

Diseño de un Sistema de Indicadores de Producción

Edmundo Rafael Guadalupe Moyano, Ing. Jorge Fernando Abad Morán
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
egadalupe@espol.edu.ec, jabad@espol.edu.ec

Resumen

En todo negocio para tomar una decisión de tipo productivo o gerencial se debe tener un claro entendimiento del porqué del cambio. Actualmente la empresa en estudio carece del conocimiento de la situación actual, este desconocimiento sobre la información que se genera en el departamento de producción causa en esta área efectos negativos de diversa índole, desde la mala utilización de la capacidad instalada, hasta el desconocimiento total de la eficiencia de la maquinaria. El objetivo de este estudio es la creación de un sistema de indicadores para el departamento de producción. La metodología abarca el levantamiento de información de la empresa en estudio, la transformación de la visión de la empresa en objetivos departamentales, la identificación de los indicadores y la elaboración de un software en Excel que facilite el control de los mismos; una vez realizado el software se ingresa información identificando la situación actual del departamento de producción, se presentarán los valores reales de los indicadores, las metas que deberán cumplirse y las recomendaciones para llegar a las metas.

Palabras Clave: Sistema de Indicadores, Excel, Departamento de Producción.

Abstract

In order to take a production or management decision in any kind of business, the company must have a clear understanding why they take those decisions. Nowadays, the companies under study doesn't have the knowledge of their current situation, this lack of information that is generated in the production department causes in this area negative effects in its performance, from poor utilization of machine capacities, to total lack of knowledge of the machinery efficiency. The objective of this study is to establish an indicators system to the production department. The methodology covers the collect of information of the company in study, the transition of the company vision into department objectives, the indicator's identification and the creation of a sheet in Excel that controls them. Once created the software, information is generated identifying the current situation of the production department, real values, goals to achieve and recommendations are presented.

1. Antecedentes

En el presente trabajo se diseña un sistema de indicadores en el departamento de producción de acuerdo a las necesidades propias de la empresa en estudio, este sistema facilitará a la gerencia general y a la gerencia de producción la toma de decisiones a corto y largo plazo. Una vez diseñado el sistema se procede a analizar durante dos meses el comportamiento de la maquinaria de la empresa, con el objetivo de tener una base de datos inicial que permita plantear metas mensuales.

Para poder transformar las necesidades de la empresa en indicadores productivos cuantificables, se levanta la información general de la empresa, se identifican

tanto la misión y la visión, se analizan las líneas de producción y la maquinaria. Se identifican los desperdicios del departamento de producción a través de entrevistas a los operarios y mediante reuniones con el comité de indicadores establecido. A través de herramientas ingenieriles que permiten el consenso unitario del comité de indicadores, tales como el método Delphi, se identifican los indicadores de producción que corresponden a las necesidades de la empresa. Estos son controlados a través de Excel.

Durante un período de dos meses se genera la información de dichos indicadores, con el objetivo de presentar metas.

2. Empresa en Estudio

2.1 Giro de la Empresa

La empresa en estudio tiene como actividad primaria la transformación del acero en productos estandarizados de acuerdo a normas de construcción y en productos con medidas específicas que son dadas por el cliente. El proceso de producción es de tipo Taller o tipo Job-Shop, esto se debe a que la empresa trabaja bajo pedido, por lo que el lote es normalmente pequeño, de ítems muy dispares, los cuales tienen diferente secuencia de paso por las diferentes máquinas. La empresa posee un 20% de participación del mercado como importador de bobinas de acero. Esto posiciona a la compañía como una de las principales empresas transformadoras de acero del país.

2.2 Tipo de Procesos y Productos Realizados

La empresa cuenta con una gran cantidad de maquinaria, dentro de las cuales, destacan por su utilización los centros de trabajo de la tabla 1:

Tabla 1: Descripción de maquinaria

MÁQUINA	DESCRIPCIÓN
Alisadora (pesada, mediana, liviana)	Transformación del rollo de acero en plancha, alisando su superficie con rodillos.
Guillotina (pesada, mediana, liviana)	Corta con cuchilla la plancha de acuerdo a la longitud requerida por el cliente.
Plegadora (pesada, mediana, liviana)	Realización de dobles ayuda de matrices.
Roladora de planchas	Formación circular de la plancha en un diámetro determinado.
Roladora de perfiles	Formación circular de tubos y vigas en un diámetro determinado.
Pantógrafo	Corte del acero por método de oxiacorte, utilización de lector óptico.
Perfiladora	Formación de canales y correas estándares con matriz.
Slitter	Corte de Bobinas en anchos más pequeños.

La empresa en estudio consta de cuatro líneas productivas principales: la **línea alisadora**, la cual cuenta con dos centros de trabajo: la *alisadora* y la *guillotina*, cuyo producto final son las planchas, que varían de acuerdo a la longitud, espesor y ancho que requiera el cliente. La **línea plegadora**, cuenta con tres centros de trabajo: la *alisadora*, la *guillotina* y la *plegadora*, el producto final son materiales con angulosidad. Cada una de estas dos líneas se subdividen en pesada, mediana y liviana, las cuales a su vez se diferencian ya que producen material de espesores de 6 a 25 mm, 1.2 a 5 mm y 0.1 a 1.1 mm, respectivamente. La **línea perfiladora**, cuenta con dos centros de trabajo: la *slitter* y la *roladora* cuyo

producto final son los canales y las correas. Finalmente, la **línea roladora**, con tres centros de trabajo: la *alisadora*, la *guillotina* y la *roladora*, tiene como producto principal la elaboración de tubos que varían en longitud, espesor y diámetro.

Se presenta en la figura 1 la familia de productos que genera la planta, identificando a la alisadora y a la guillotina como las máquinas que mayor utilización tienen para la elaboración de productos.

FAMILIA	Procesos base							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A Familia de productos alisados	X	X						
B Familia de corte especial	X	X						
C Familia de productos plegados	X	X	X					
D Familia de perfilados								
E Familia de productos rolados					X	X		
F Familia de oxiacorte	X	X		X				
G Familia de rebordeados	X	X					X	
MAQUINARIA								
1 Alisadora								
2 Guillotina	X	X		X				
3 Plegadora								
4 Roladora								
5 Slitter								
6 Perfiladora								
7 Pantógrafo								
8 Rebordeadora								X

Figura 1. Matriz de familia de productos

3. Análisis de la Situación Actual de la Planta

3.1 Producción y Venta Mensual de la Empresa en Estudio

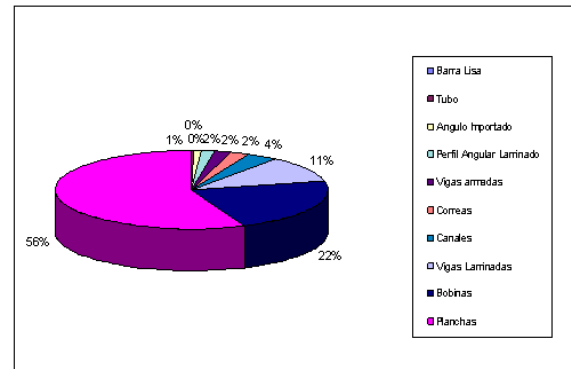


Figura 2. Porcentaje promedio de productos elaborados

De acuerdo con el nivel mensual de la producción, las planchas es uno de los productos que más se fabrican en la empresa.

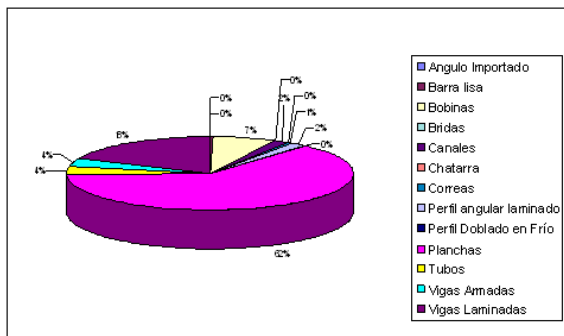


Figura 3. Porcentaje de ingreso monetario mensual de productos producidos.

Las planchas es el producto que representa el mayor ingreso monetario en la empresa. Se concluye que la línea alisadora es la línea productiva más importante de la empresa.

3.2 Identificación de los Principales Problemas

Para la identificación de los principales problemas se utiliza el procedimiento para la definición de los problemas del proceso y la identificación de los desperdicios, mostrado en la figura 4.

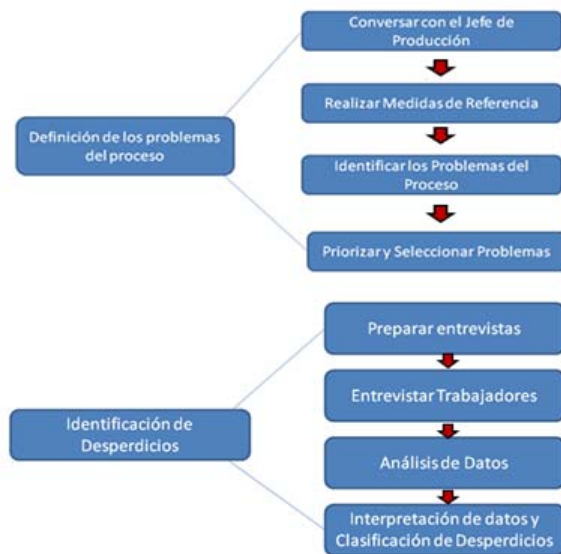


Figura 4. Definición de problemas e identificación de desperdicios.

Se identifican los principales problemas de la empresa, los mismos que son clasificados en problemas de cultura, tecnología y proceso, según muestra la tabla 2:

Tabla 2: Clasificación de problemas

Respuestas del Jefe de Producción	Clasificación de Problemas
Falta de comunicación entre las dos plantas	Problema de cultura
No hay mantenimiento preventivo en la mayoría de máquinas	Problema de Tecnología
No hay comunicación interdepartamental	Problema de cultura
Falta de planificación en cuanto a proyectos	Problema de cultura
Modificaciones intempestivas de planificación diaria	Problema de cultura
Información inexistente del material a usar para la producción	Problemas de cultura
Perdida de tiempo por no tener a disposición el puente grúa	Problemas de proceso

Una vez identificados los problemas, se realizan encuestas para poder identificar los desperdicios de la empresa enunciados en la tabla 3.

Tabla 3: Principales desperdicios del dep. de producción

DESPERDICIOS
Movimiento de producto requiere el uso continuo de puente grúa. (Proceso Transporte)
La maquinaria se queda parada para esperar usar el puente grúa. (Proceso)
Existe espera de un centro de trabajo a otro. (Proceso)
No se sabe en cuanto tiempo está listo el producto para poder pasar a la siguiente estación. (Proceso)
El balanceo de trabajo de los operarios es variable. (Proceso).
La utilización de la maquinaria es variable. Existen productos con defectos. (Proceso)
Existe lentitud en la entrega de productos. (Proceso)
Uso de diferentes políticas de trabajo - Se modifica la planificación diaria con cambios intempestivos de ordenes de producción (Tecnología)
Las máquinas frecuentemente están ocupadas cuando se las necesita. (Tecnología)
El departamento de producción no recibe información a tiempo de otros departamentos. (Tecnología)
Decisiones no están basadas en datos reales. No se respeta el orden de producción. (Cultura)

4. Conceptos básicos

4.1 El Cuadro de Mando Integral

El cuadro de mando integral es un modelo de gestión que traduce la estrategia en objetivos relacionados, medidos a través de indicadores y ligados a unos planes de acción que permiten alinear el comportamiento de los miembros de la organización. Se utiliza el enfoque de medición del Cuadro de mando integral de la figura 5 para llevar a cabo procesos de gestión decisivos.

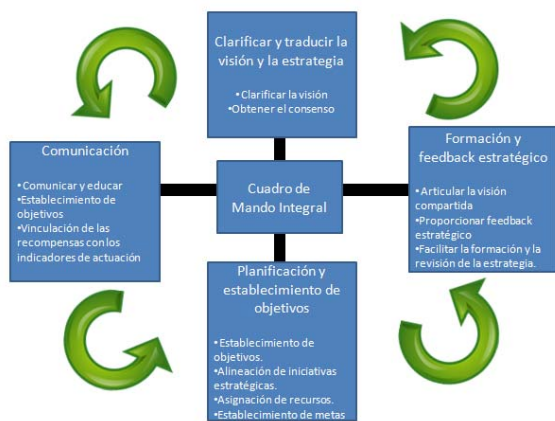


Figura 5. El cuadro de mando integral como una estructura o marco estratégico para la acción.

4.2 Sistemas de Información

Existen tres actividades en un sistema de información que producen la información (Figura 5): Estas actividades son: **la entrada**, que captura o recolecta los datos en bruto, tanto del interior como de su entorno externo, **el procesamiento**, que convierte esa entrada de datos en una forma más significativa, y **la salida**, que transfiere la información procesada al usuario final.

4.3 Los indicadores

Los indicadores son elementos de control que verifican el funcionamiento de una actividad. En este estudio se utilizan indicadores de eficiencia, entendiendo que eficiencia tiene relación con la actitud y la capacidad para llevar a cabo un trabajo o una tarea con los mínimos recursos en el tiempo establecido, los **indicadores de eficiencia** están relacionados con los ratios que indican los recursos invertidos en la consecución de tareas y/o trabajos en tiempos establecidos.

4.4 Eficiencia Total del Equipo

La eficiencia total del equipo (ETE) es el indicador que analiza la eficiencia en tiempo disponible, la eficiencia de rendimiento y la eficiencia de calidad de manera global.

Eficiencia de disponibilidad: Indica cuanto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que debería estar funcionando:

A = Tiempo disponible
B = Tiempo operativo

$$\text{Disponibilidad} = B/A$$

Eficiencia de rendimiento: Indica durante el tiempo que ha estado funcionando, cuanto a fabricado (bueno y malo) respecto de lo que teóricamente tenía que haber funcionado:

C = Producción Teórica
D = Producción Total

$$\text{Rendimiento} = D/C$$

Eficiencia de calidad: Indica cuantas piezas buenas ha fabricado la máquina respecto al total de producción realizada.

D = Producción Total
E = Piezas buenas

$$\text{Disponibilidad} = E/D$$

$$ETE = B/A \times D/C \times E/D \times 100\%$$

4.5 Utilización

Se define al factor de utilización (U) como el cociente entre el número de horas productivas desarrolladas (NHP) y el de horas reales (NHR) de jornada de período, es decir:

$$U = NHP / NHR$$

4.6 Desperdicio

Los desperdicios, desechos o rechazos son la mano de obra, materiales y gastos generales de productos defectuosos que no pueden ser reparados económicamente.

5. Diseño del sistema de indicadores productivos

5.1 Levantamiento de información

Dentro de la empresa, se va definir cuáles son las creencias del departamento. La elaboración y documentación de la subjetividad del departamento de producción se considerará en la primera parte del diseño del sistema de indicadores productivos. El levantamiento de información constituye:

El alcance del proyecto: De acuerdo con la cadena de valor y con el organigrama actual de la empresa en estudio, es necesario que dentro del departamento de producción exista un sistema de control que

transforme los datos procesados diariamente en información. Aquí se conforma el comité que analiza la información.

La alineación departamental con los objetivos de la empresa: El comité es convocado a reuniones para producir lluvia de ideas con el objetivo de crear y documentar la misión, la visión y los valores fundamentales del departamento de producción, acorde a las necesidades de la empresa.

La identificación de estrategias de producción: Para identificar las estrategias del departamento, se deben identificar primero las tareas del departamento de producción, estas estrategias se pueden resumir en dos estrategias genéricas: La estrategia de productividad y la estrategia de aumento de nivel de servicio.

5.2 Selección de indicadores

Para la identificación y selección de los indicadores se realizaron los siguientes pasos:

Identificación de los objetivos departamentales: Para identificar los objetivos departamentales se toma como referencia la perspectiva del proceso interno del cuadro de mando integral, se identifican dos clientes: internos, que son los trabajadores de la compañía, son el área administrativa y gerencial, para satisfacer a este cliente la empresa en estudio debe aumentar en crecimiento y diversificarse, reducir los costos y mejorar la productividad. El cliente externo, es el que está vinculado directamente con la mejora continua de los atributos de los productos y de los servicios. Partiendo de estas exigencias se define en la tabla 4 los procesos internos a ser mejorados

Tabla 4: Procesos internos a ser mejorados

• Menor uso de recurso por kilo producido.
• Utilizar mantenimiento preventivo en la maquinaria,
• Mayor uso de sobrantes y menor uso de bobinas
• Mayor utilización de la maquinaria
• Mejorar la planificación de producción
• Aprovechar al máximo las planchas de acero.

La elaboración del listado preliminar de indicadores: Se revisan los indicadores actuales de la compañía, encontrando que son de tipo financiero.

La identificación de los indicadores: Una vez elaborada la lista preliminar, se llega a consenso mediante el uso del cuestionario Delphi para la identificación de los indicadores que pertenecerán al sistema. Los mismos que son identificados en la tabla 5:

Tabla 5: Indicadores finales

INDICADORES FINALES DEL SISTEMA
EFICIENCIA TOTAL DEL EQUIPO (ETE)
% DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA
% DE DESPERDICIO

5.3 Desarrollo de indicadores

Se procede a desarrollar cada uno de los indicadores elegidos. Se identifica la finalidad, las variables y las fórmulas. Como fuente de información se toman los órdenes de producción, estas contienen toda la información necesaria para un correcto ingreso en el sistema.

5.4 Software

La información necesaria para el sistema de indicadores se encuentra en los órdenes de producción. Para la salida de la información se realiza un archivo en Excel con el nombre de "Indicadores de Producción" con un sistema de datos de tipo relacional. Para el procesamiento de información se crea dentro del documento una hoja de cálculo denominada Base de datos. Debido a que la entrada de información se la realiza de manera diaria se toma como relación del documento a la fecha de ingreso. Los campos o columnas del archivo son cada una de las variables de los indicadores.

maquinaria	EFICIENCIA TOTAL DEL EQUIPO					
	disponibilidad	Performance	calidad	ETE	DESP	U
AP	86.76%	53.37%	100.00%	46.31%	0.07%	66.87%
AM	90.59%	87.20%	100.00%	79.00%	0.01%	80.21%
AL	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
GP	96.93%	70.07%	100.00%	67.92%	0.97%	26.25%
GM	94.67%	27.71%	100.00%	26.23%	2.69%	29.58%
GL	92.67%	12.11%	100.00%	11.23%	17.24%	28.96%
PP	91.55%	49.70%	100.00%	45.50%	0.00%	83.54%
PM	80.01%	98.58%	100.00%	78.87%	0.00%	12.50%
PL	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
R1	100.00%	81.00%	100.00%	81.00%	0.00%	12.50%
PANT	100.00%	77.42%	100.00%	77.42%	0.00%	78.33%

Figura 6. Resumen diario de la información cuantificable de los indicadores del día 7/03/08.

En la figura 6 se muestra un ejemplo de la presentación diaria de los indicadores, se presenta en el archivo de Excel un cuadro gráfico para un análisis rápido y fácil, y una tabla donde se especifican las variables de cada uno de los indicadores. El objetivo es que el usuario final pueda analizar los indicadores de manera sencilla y pueda tomar decisiones. Se realizará un archivo de indicadores mensualmente, en él se encontrarán los valores diarios de los indicadores almacenados por pestaña, formando cerca de 30 pestañas por archivo,

además se elabora una pestaña mostrando la información mensual total.

6. Implementación del sistema de indicadores

6.1 Análisis de los indicadores

Se realiza un comparativo mensual del mes de marzo y abril del 2008 por maquinaria de cada uno de los tres indicadores, dando como resultado la información de las tablas 6 y 7:

Tabla 6: Sumatoria total de indicadores del mes de marzo 2008

Indicador	AP	AM	AL	GP	GM	GL	PP	PM	PL	RI	PANT
disponibilidad	82.79%	95.10%	95.69%	96.56%	95.17%	95.15%	89.22%	89.30%	100.00%	98.60%	97.91%
rendimiento	77.21%	70.15%	10.79%	20.21%	43.08%	69.50%	34.05%	75.83%	0.00%	75.14%	27.84%
calidad	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	97.93%	100.00%	99.99%	98.34%	0.00%	100.00%	100.00%
desperdicio	0.23%	0.15%	0.04%	1.57%	2.93%	2.36%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	1.60%
utilización	24.44%	42.26%	8.54%	50.95%	24.20%	13.24%	36.59%	18.18%	0.00%	22.87%	62.11%

Tabla 7: Sumatoria total de indicadores del mes de abril 2008

Indicador	AP	AM	AL	GP	GM	GL	PP	PM	PL	RI	PANT
disponibilidad	83.83%	93.50%	94.45%	97.34%	94.56%	95.89%	90.04%	92.64%	0.00%	98.80%	99.36%
Rendimiento	65.82%	77.72%	72.83%	29.32%	60.88%	70.26%	38.03%	80.44%	0.00%	68.26%	8.25%
Calidad	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
Desperdicio	0.02%	0.05%	0.08%	1.27%	3.52%	7.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.27%
utilización	34.60%	29.48%	23.46%	35.72%	28.82%	15.02%	34.03%	39.61%	0.00%	6.96%	38.89%

El porcentaje de desperdicio en las maquinarias es bajo, se identifican al pantógrafo y a las guillotinas como las máquinas que mayor desperdicio producen, esto se debe a que son máquinas de corte que al producir un producto específico, producen a su vez las denominadas winchas, puntas o retazos.

El índice de disponibilidad está por arriba del 91,64%, excepto en la alisadora pesada con 83,43% y con la plegadora pesada con 89,68%, esto se debe a que existe, dentro de la empresa en estudio un buen mantenimiento preventivo que elimina en su mayor parte la necesidad del mantenimiento correctivo. En las órdenes de producción se identifica que el 39% de los casos de paras no planificadas, se debe a que la maquinaria no cuenta con la presencia de los operarios, esto se debe principalmente a que los operarios son movidos de las actividades que realizan en las maquinarias para realizar otras órdenes de trabajo en otras maquinarias.

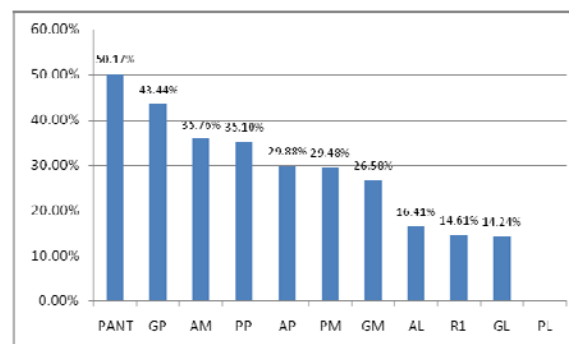
La eficiencia de calidad, con un 99% en los dos meses, demuestra que el producto producido es de

óptima calidad, satisfaciendo todas las necesidades de los clientes.

Debido a que la eficiencia de disponibilidad y la eficiencia de calidad son altas en la maquinaria, para alcanzar una óptima eficiencia total del equipo se debe enfocar las mejoras en la eficiencia de rendimiento, ya que es aquí donde existen las variaciones, las mismas que son producidas de acuerdo a los dos meses de estudio, por la elaboración de ordenes de producción con muy poco peso, teniendo la maquinaria una capacidad de producción mayor. Otro de los factores continuos que influyen en una baja eficiencia de rendimiento se debe a la demanda variable. Debido a que la empresa en estudio se enfoca a los de servicios, esta está sujeta a la producción de material específico, que no necesariamente representa un mayor peso en su producción.

El % de utilización en los dos meses de estudio (tabla 8):

Tabla 8: Utilización total de la maquinaria



En la tabla 8 se pueden identificar al pantógrafo y a los centros de trabajo de línea pesada (alisadora, guillotina y plegadora) como las máquinas de mayor utilización de su capacidad. Se identifica que la empresa en estudio tiene una sub utilización, ya que la máquina que más se utiliza tiene apenas un 50%. Sin embargo, en muchas ocasiones las máquinas deben realizar un segundo turno, concluyendo que se debe mejorar la planificación del uso de la maquinaria durante el día.

6.1 Definición de metas

Finalmente, partiendo de la información anterior, se definen las metas (tabla 9) que cada maquinaria deberá alcanzar durante los próximos meses:

Tabla 9: Sumatoria total de indicadores del mes de abril 2008

MÁQUINA	% de ef. De disponibilidad	% de ef. De rendimiento	% de ef. De calidad	ETE	desperdicio	utilización
Alisadora Liviana	100.00%	80.00%	100.00%	80.00%	0.00%	60.00%
Alisadora mediana	100.00%	80.00%	100.00%	80.00%	0.00%	70.00%
Alisadora pesada	100.00%	80.00%	100.00%	80.00%	0.00%	80.00%
Guillotina liviana	100.00%	80.00%	100.00%	80.00%	0.00%	60.00%
Guillotina mediana	100.00%	80.00%	100.00%	80.00%	0.00%	70.00%
Guillotina pesada	100.00%	80.00%	100.00%	80.00%	0.00%	80.00%
Pantógrafo	100.00%	60.00%	100.00%	60.00%	0.00%	80.00%
Plegadora mediana	100.00%	85.00%	100.00%	85.00%	0.00%	70.00%
Plegadora pesada	100.00%	60.00%	100.00%	60.00%	0.00%	80.00%
Rolladora de planchas	100.00%	80.00%	100.00%	80.00%	0.00%	60.00%

Para la implementación del sistema en la compañía, el personal debe estar consciente de la importancia del sistema, a su vez, debe existir: un diario ingreso por parte del digitador y revisión de la información por parte del jefe de planta, la muestra de los resultados semanales a los operarios, y la revisión mensual de la información por parte del gerente general.

7. Conclusiones

Para elaborar un sistema de indicadores productivos, se debe realizar un análisis de los problemas reales que enfrenta el departamento de producción y la compañía. Este análisis no se debe basar en experiencias de otras empresas, debido a que cada compañía es diferente. Para toda compañía tipo taller o job-shop, lo más aconsejable es tener un sistema de control de producción diario, debido a que con esta información se puede elaborar el plan de producción con mayor precisión. La información mensual agrupada es necesaria para comparar con las metas propuestas.

8. Recomendaciones

Al elaborar una base de datos en Excel para alimentar el sistema de indicadores de producción, se recomienda, además de ingresar las variables que afectan directamente a los indicadores seleccionados, ingresar información general que se encuentre dentro de las órdenes de producción, tales como el nombre del operario, nombre del cliente, etc., de esta forma se podrán identificar el ambiente o condiciones en que realizó el trabajo.