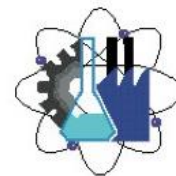




UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA

TÍTULO DEL TEMA DE TESIS:

Propuesta de Implementación de un PMP para empresas chicas o medianas con Proyectos a Producción en Masa.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Industrial

NOMBRE DEL AUTOR:

Ana Lizbeth Popoca Ríos

DIRECTOR DE TESIS:

Dra. Jesús del Carmen Peralta Abarca.

Cuernavaca, Morelos 2022

DICTAMEN DEL COMITÉ REVISOR.



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS e INGENIERÍA
Programas educativos de calidad reconocidos por CIEES, CACEI y CONACYT
SGC certificado en la norma ISO 9001:2015



FORMA T-4A
NOMBRAMIENTO COMITÉ REVISOR

Cuernavaca, Mor., a 12 de Noviembre del 2021

DRA. MARIA DEL CARMEN TORRES SALAZAR
MTRA. ELIZABETH MILLAN BENITEZ
DRA. JESÚS DEL CARMEN PERALTA ABARCA
ING. ADOLFO DE JESUS ROJO SANDOVAL
ING. KAREN GUADALUPE SUÁREZ SÁNCHEZ
P R E S E N T E

Me permito comunicarles que han sido designados integrantes del **COMITÉ REVISOR** del trabajo de:

TESIS

Titulado:

**Propuesta de Implementación de un PMP para empresas chicas o medianas con
Proyectos a Producción en Masa**

Que presenta (el) o (la) **C. Ana Lizbeth Popoca Rios**

Del programa educativo de: **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

DRA. VIRIDIANA AYDEÉ LEÓN HERNÁNDEZ
Directora de la FCQel
Firmado Electrónicamente

D I C T A M E N

DRA. VIRIDIANA AYDEÉ LEÓN HERNÁNDEZ
DIRECTORA DE LA FCQel
P R E S E N T E

En respuesta a su amable solicitud para emitir DICTÁMEN sobre el trabajo que se menciona, me permito informarle que los abajo firmantes otorgan su voto aprobatorio y firman electrónicamente para dar validez.

VOTO	NOMBRE	FIRMA
	DRA. MARIA DEL CARMEN TORRES SALAZAR	
	MTRA. ELIZABETH MILLAN BENITEZ	
	DRA. JESÚS DEL CARMEN PERALTA ABARCA	
	ING. ADOLFO DE JESUS ROJO SANDOVAL	
	ING. KAREN GUADALUPE SUÁREZ SÁNCHEZ	

VALH/kgss

Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca Morelos, México, 62209
Tel. (777) 329-70-00 Ext. 7039/ fcqei@uaem.mx



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

VIRIDIANA AYDEE LEON HERNANDEZ | Fecha:2021-11-16 12:00:11 | Firmante
I5488Nw2H3K05cVJ9k8mKAsGo9wlySK/K4LUFELH8GC9Fp2pSqD8cOhYOpjIzVeynmaJB9Te7g0Vn9krvo7PQHJn+59snb0Eg1YYAOI8d6EY/XRgJCP2FVj1RULKieL2P0b+IvI
Gm6bBdGmmCO14H2PFnbxPkCmeRmNiXg+TDUEDmWxPd16z6/+FzPuX6Hm15jImt2oSTN1HROPFGRUUFnw0XNEK2WXqVYShnPbMz3gXfzpxBAy63kxhIU+Z0LhGHfdre
8TVIWCbBUVnKsDSHmFIDRAw+NwGa1AzKJUV/g1LwJb0h1CRAkwx1/PyGvOC99YZC/8kROUyjd8Q==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



JH1y2fab

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/EjdyvY0LrAGIZiv220m1xsYazGFgA0T>



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

MARIA DEL CARMEN TORRES SALAZAR | Fecha:2022-01-17 20:25:43 | Firmante
K4eXrSDklm23O3mw+Ulw0x0tbbjTsR7ddZKE8XlaiDdhJzcfAcBbaEC7HwKpx8llfgXsBQa+FOPOjsnCDT5AuLNE4cwt/wMy7qMQ4Jcl.N82311yLLXokYgWsaALK71+4BkVWV
PIAgTbP860I2vny0k/nh18ala8HLRlrigTcNnkMTzlgACXdRdKB7VJisOEIY+BNsA+JZXFQvO63/Xjz3SuH/TG8vQ7K7GvllsqIPETeIzDvdGCRtWAFto2B/Wmxf07dRZignr3uidbB
SDfGobwAe4sIRIAmdjstTOWZ3K+2V76zhWayAXviZnKd+om9Pq0hnl04v7EqQ==

JESUS DEL CARMEN PERALTA ABARCA | Fecha:2022-01-20 09:23:40 | Firmante
11UHyq97mgeVRPgmFbG7v0j5eyxH5Lj6BcrlGavf7d7GWW3KhRHFca0aA+Oh982YKXcL8L7anLDNX/CvPHQD00ALArRgy99pBIPT+duvKwWWCDfdw+2ptqF/LrZ4smQ12h
wKnikwVtL4OURn+HGHT6MCDtgmX6Q6OAL1xs9o2/s4HIYFKon8htalV6tmioHpQRgDkOoDxe0HASdHHL9Hj3Rnz69CNuzqRb9A/RA0tSISLgLIKOneg3R/sQubDSif0+SGbf
BodhmM9CJwVgimEjyA0iYQVz1QI57VYLvPZn+z+eCOMP5X3IR+4K14BkoqUNu602IOLA==

ELIZABETH MILLAN BENITEZ | Fecha:2022-01-23 23:01:53 | Firmante
btq5ZUthQjAXidf8Sllu07EozY9jYkGgDymDwz/AcO7Xik+66baz5211WzmtzksMxoPLRWiw0WuG3ZCglv1eaxA2Y9JdQ1v1xyCRIBltuoMYTKBFAdpRXshCMTHr6YEmw2KX
Av56DWSFV2wQPeEDBBRKY3h0+6+jmcM5HyDF74x8d7M1h0eyfC59pKZ70tcBFXEZHf1r+ZLcekb3Hj2I3w0fj3woFjYAAyYWA01UgJZvpz+/1gZBx4RkXjIT8KsniAD57
RKAQzjUNUoExklttnyQv0i6Skai4BA6iGPOZINZs4eMqZmRfm/2fFpERiFNTA==

KAREN GUADALUPE SUAREZ SANCHEZ | Fecha:2022-01-24 09:18:21 | Firmante
MVoKe25YndyM7K0guoDRoySSHIA/XuumsI+VgSMWD44SNolYnPoE0xldOEmz0cASwBDA/bZX0ScQE0Uppq28rMedFmzqX0BhNky0Q0oBmQsvIkHGEdBxR6SRHyQW5Av
qNxdhLTTewEojDNv2eYXgLoE3Ri2LmhcdlgSqvL66MQxzA9jYDTCfql15ISLIH0d31h3Yyl73fhVh1I2BzcsKEp4+Bd6BAzzyH8TulwqYIcVPlazmV/qECdZNd9C0hPSOCd4hu
9ZLJbeFLV5f1k1z1DmL/M9I9A34OidWD6sU559Tc2ac0tnAFchpb7FE5e/nhFID91S9nw==

ADOLFO DE JESUS ROJO SANDOVAL | Fecha:2022-01-31 19:04:12 | Firmante
ZMqV6yQqf0EVm8TPj5ca03Q43mAjcKWQRE2M9ejR3FohH27Nux8kbcbs2oAnM8IYWIGVHV65tjqpJJYzI666SYX78cP5bSMKYA9zjhJDBWacm9z5qBsnGJ3ToXKNaj+hjXK
J2xiYxcvch3wV04d2e20F5Ujzxr82qDq09G8cmMcXq+4sLp41egVz4M4NSy5hCwX0pxso6kFFix0Zpu55k3+ENTZ/JgNO1Yk8+GyIz9RnlkaeQMOTVYgVes7W5AQe2w12
s6p3Y4rCB2OeesnaatrEdEbC4pAmcWFV87Hd2aQf+qjm9koy+9+IrwYLSXEmVmwD+Iv2o3w==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



n2Xx9FRaB

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/gW2DZGs0toRFRpRC2aICE7aSp3Erkj>

AGRADECIMIENTOS.

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar de mi familia; gracias a mis padres por apoyarme en cada decisión y por sacarme adelante; a mi padre por ser el principal promotor de sueños en mi vida; a mi madre por ser mi ejemplo de perseverancia; a mis hermanos por su confianza, por siempre desear y anhelar lo mejor para mí.

Agradezco a la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería por darme todos los recursos que son necesarios para poder llevar a cabo mi carrera y ejercer el conocimiento adquirido.

Esta tesis es dedicada a mi padre Odilón Popoca Flores, mi mayor motivación, donde estás deseo que te sientas orgullosa de tu hija, con todo el amor para él.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

INTRODUCCIÓN.	6
CAPITULO I. “MARCO CONTEXTUAL”	9
ANTECEDENTES	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
OBJETIVOS.	14
JUSTIFICACIÓN	15
CAPITULO II. “MARCO TEORICO”	16
1. PRODUCCIÓN	16
1.1. Control de producción.....	17
1.2. Planeación de la producción.....	18
1.3. Programación de la producción	19
2. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	19
2.1. Elaboración de PMP	25
3. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS	31
3.1. Procedimiento para Estudio de Tiempos y Movimientos	33
3.1.1. Operador Calificado y Bien Capacitado.	34
3.1.2. Ritmo Normal	34
3.1.3. Valoración y Anotación	35
3.1.4. Tarea específica	36
3.1.5. Número de observaciones	37
3.1.6. Suplementos	40
3.1.7. Calculo del Tiempo Estándar	45
CAPITULO III. “METODOLOGÍA”	47
ETAPA I. Relación Producto-Empresa	47
A. Levantamiento de información	47
B. Conocimiento del producto.....	47
C. Materiales.....	48
D. Recursos	48
ETAPA II. Factores de Fabricación	49
1) Ficha de proceso	49
2) Descripción del proceso	50

3) Identificación de componentes	51
4) Maquinaria.....	52
5) Material.....	52
6) Plantilla	53
7) Disponibilidad	53
ETAPA III. Cálculo de Tiempo Estándar	55
I. Operador Calificado	55
II. Número de observaciones	59
III. Cronometraje	62
IV. Valoración del ritmo.....	64
V. Suplementos	67
VI. Tiempo estándar	68
ETAPA IV. Programación	73
I. Requerimientos.....	73
II. Programa	75
III. Comprometido	78
IV. Acumulado	81
CAPITULO IV. “RESULTADOS Y EXPERIENCIA”	85
CONCLUSIONES.	86
BIBLIOGRAFÍA.	88

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. D. Ishikawa de Efectividad de Producción	13
Figura 2. Acciones del PMP	21
Figura 3. Factores de PMP	22
Figura 4. Ejemplo de Plan Agregado de Producción	23
Figura 5. Planificación Independiente.....	26
Figura 6. Simbología para Diagrama de Proceso	29
Figura 7. Ejemplo de Ficha de Proceso.....	30
Figura 8. Especificaciones para tiempo estándar	32
Figura 9. Tabla de Ritmo observado	35
Figura 10. Factores para una tarea específica.....	36
Figura 11. Tabla de número de observaciones.....	39
Figura 12, Tabla de número de ciclos	40
Figura 13. Suplementos totales	42
Figura 14. Tabla de Suplementos por descanso	45
Figura 15. Diagrama de proceso.....	50
Figura 16. Descripción del proceso.....	51
Figura 17. Identificación de componente-proceso	51
Figura 18. Identificación de máquina	52
Figura 19. Identificación de material	53
Figura 20. Plantilla de personal	53
Figura 21. Disponibilidad por turno.....	54
Figura 22. Tabla Componente-Proceso	55
Figura 23 Operadores seleccionados.....	55
Figura 24. Tiempo cronometrado	56
Figura 25 Promedio de tiempo cronometrado	57
Figura 26. Grafico operador calificado	58
Figura 27. Operador calificado del proceso.....	58
Figura 28. Tabla Componente-Proceso-Operador.....	60
Figura 29 Tabla Componente-Proceso-Operador-Tiempo cronometrado	60
Figura 30. Tabla de General Electric Co.....	61
Figura 31. Asignación de número de observaciones	61
Figura 32. Tabla de número de observaciones del proceso.....	62
Figura 33. Identificación del proceso	63
Figura 34. Tabla de observaciones- Tiempo	63
Figura 35. Sumatoria de tiempos.....	64
Figura 36. Intersección del ritmo de trabajo	65
Figura 37. Determinación de ritmo de trabajo	66
Figura 38. Determinación de suplementos	68
Figura 39. Tiempo ciclo del proceso	69
Figura 40. Tiempo normal del proceso.....	70
Figura 41. Tiempo estándar del proceso.....	71
Figura 42. Concentrado de tiempo estándar del producto	72
Figura 43. Concentrado final (pza/hr).....	72
Figura 44. Concentrado final (pza/hr)- Requerimiento	73
Figura 45. Búsqueda de turnos requeridos	74

Figura 46. Encabezado de PMP	75
Figura 47 Rubros para asignación	76
Figura 48. Sumatoria de tiempo programado	77
Figura 49. Sumatoria de tiempo operado	77
Figura 50. Tiempo Programado	78
Figura 51 Tiempo real trabajado	78
Figura 52. Comprometido (requerimiento).....	79
Figura 53. Formula de comprometido en piezas	80
Figura 54. Formula de comprometido en porcentaje	80
Figura 55. Comprometido semanal	81
Figura 56. Formula de producido real en piezas en acumulado.....	82
Figura 57. Formula de avance en acumulado	83
Figura 58. Acumulado semanal	83

INDICE DE ECUACIONES.

Ecuación 1. Incremento de productividad.	31
Ecuación 2. Valoración constante	35
Ecuación 3 Determinación de valoración de ritmo	36
Ecuación 4 Número de observaciones	37
Ecuación 5 Rango de tiempo ciclo	38
Ecuación 6 Cociente para cálculo de observaciones	38
Ecuación 7. Tiempo ciclo	45
Ecuación 8. Tiempo normal.....	46
Ecuación 9. Tiempo estándar.....	46
Ecuación 10. Tiempo normal (Met. Tiempo Pre-terminado).....	46
Ecuación 11 Tiempo estándar (Met. Tiempo Pre-terminado).....	46

INTRODUCCIÓN.

Cuando se conoce las necesidades de una empresa, lo que se busca es la excelencia de la misma a través de los procesos y los métodos de trabajo, por ello, en los últimos años, se ha visto cómo es que se trabajan mejor, con la implementación del Plan Maestro de Producción (*PMP*) donde la empresa pueda generar un estimado de cuándo y cuánto es lo que se puede tener disponible de producto terminado.

Actualmente, en las plantas que he laborado he visto la deficiencia cuando un proyecto pasa a ser una producción en masa, puesto que se enfrentan con problemas que tienen soluciones a través del Plan Maestro de Producción (*PMP*). Por ello se debe de tomar en cuenta estrategias de producción claras con datos precisos, que puedan asegurar que existe la suficiente capacidad de poder maquinar grandes volúmenes y se pueda dar al cliente una solución a su pronóstico de demanda.

Con el plan maestro de producción se busca lograr objetivos que sean claros, como lo son:

- Programar productos finales, que se terminen en tiempo y con calidad, que el cliente lo demande.
- Utilizar la capacidad de las máquinas de manera efectiva para poder lograr los tiempos de entrega.

El *PMP*, en plantas pequeñas o medianas son oportunidades que llegan a dar ventaja en la reducción de costos en el proceso y maximizar el costo del producto terminado, y una importante es la reducción de inventario; siempre y cuando se tenga un plan de cómo se puede llegar a producir grandes cantidades, sin descuidar la calidad del producto.

Para ello se debe trabajar con la metodología de tiempos y movimientos ya que te ayudará a considerar que el personal que ejecute la actividad/tarea del proceso, siempre lo realice en el mismo tiempo esto sin olvidar que se tiene tiempos de tolerancia, ya que algunos son necesarios, otros causados por la

repetitividad del trabajo, etc., éstos son pequeños porcentajes que deben de restarse al final del tiempo normal, para que se obtenga un tiempo estándar de la actividad/tarea.

En el presente trabajo, se propone una manera de cómo solucionar uno de los grandes problemas que sufre una planta al hacer el cambio de un producto como proyecto a producción en masa. La solución que se propone es cómo generar un PMP a través del tiempo estándar de las actividades, éste se podrá generar cuando los planeadores tengan cantidades regulares o irregulares que son arrojadas por el PAP, de tal manera que el área de planeación o producción pueda generar un plan que responda a interrogantes como es:

- ¿Cuánto tiempo se tarda el proceso?
- ¿El personal que se tiene es suficiente para satisfacer la demanda?
- ¿La maquinaria que tengo, en qué procesos puede ser implementada?
- ¿En qué turno puedo hacer cambio de modelo o componente?
- ¿Qué operador es más eficiente en el proceso?
- ¿Cuánto tiempo muerto tengo en mi proceso?

Para realizar el PMP, se partirá desde el momento en que los planeadores del área comercial mandan las cantidades de producto que solicita el cliente, hasta como se puede generar, actualmente existen software que ingresando datos bases, tiempos ciclos de maquinado, personal operario, número de procesos para cada componente, tiempo de producción por turno te arrojan el PMP; esta propuesta se hará con base de Excel, esté enfocado a plantas que son rentables, pero son medianas o pequeñas (20 – 100 personas laborando), logrando que el área de producción pueda dar una respuesta de tiempo de entrega al cliente.

Al Evaluar los dos temas que se mencionan en el trabajo, cómo es el PMP y el Estudio de Tiempos y Movimientos, se puede observar que, si se elabora cuidadosamente, sin olvidar variables que aporten valor y sabiendo que el PAP, solo

genera cantidades de lo que necesita maquinar en determinado tiempo, se puede llegar a ser una empresa en la que no importe si es pequeña o mediana, siempre y cuando la empresa esté comprometida con la calidad del producto, y las entregas del producto en tiempo y forma. De ésta manera se puede saber diariamente cuánto es lo que se debe de producir contra lo que se está produciendo, ya que podremos realizar un PMP, pero contemplando las tolerancias del operador, es por ello que se hará la relación entre lo real y lo programado, para que así se pueda dar una fecha estimada de cuándo y cuánto se puede entregar en la fecha que dispone el cliente y sino poder hacer de alguna otra propuesta.

Lo que se busca con esta investigación es compaginar, mano de obra, maquinaria y tiempos ciclos del operador; que son factores determinantes para la producción de dicho producto, logrando así, una propuesta de un PMP, que ayude a empresas chicas o medianas a ser proactivas en el mercado que se desarrolle su producto.

CAPITULO I. “MARCO CONTEXTUAL”.

ANTECEDENTES.

Actualmente los procesos de planear la producción están sufriendo cambios, pues buscan nuevas formas de poder plasmar la información de forma que sea más fácil obtener resultados en tiempo y calidad, que el cliente especifique.

Un sistema de producción se puede definir, como la ejecución de actividades de mano de obra, equipo y procedimientos para combinar los materiales y procesos que constituyen las operaciones de manufactura; al final de este proceso podemos obtener un Plan Maestro de Producción (PMP).

La planificación y la ejecución de las operaciones de manufactura, se abordarán el PMP, como un proceso por el cual se planea los recursos necesarios para llegar a la demanda que se pronostica en cierto tiempo, éste puede ser corto, mediano o largo plazo, es decir, se pronosticará la capacidad para poder abastecer las necesidades del cliente, con los recursos que se tiene. Esto de alguna forma da la visión de saber si se tiene lo que se necesita para poder cubrir la demanda o se necesitará más inversión. El PMP, dará la cantidad de producción para así poder aceptar la fecha propuesta por el cliente o como proveedor, hacer la propuesta de fecha de entrega de acuerdo a la producción del producto/servicio.

GUTIERREZ, Macaya, Natalia. Diseño de plan maestro de producción para la pesquera transantártica. Tesis (ingeniero industrial). Puerto Montt: Universidad Austral de Chile, Escuela de Ingeniería Civil Industrial, 2014. 99 pp. Expone el problema real en relación a que productos y cantidades se debe producir por parte del personal operativo, ya que no se tiene un programa de producción diario, para ello se realizó un estudio entre los jefes de las diferentes áreas para proponer un sistema de planificación de producción, la cual se termina con la elaboración y desarrollo del PMP, este proceso se involucró levantamiento de dicha empresa, procesos de manufactura, la evaluación de las instalaciones de insumos que entran a la planta; la necesidad de elaborar un PMP, inicio del pronóstico de la demanda de la empresa, como consecuencia de incumplimiento de contratos o pérdida de clientes lo cual

generaba costos elevados. Se buscó desarrollar un PMP mes a mes, en función de las unidades a producir de cada producto, que sirve para dar valor al departamento de producción, para llevar a cabo el plan se realizó cálculos de capacidad y disponibilidad, que sirvieron de referencia para los cálculos de pronósticos, esos pronósticos se sometieron a ajuste de unidades para que se tuviera un stock de producto por la mala planeación en años atrás, generando así el nuevo diseño del PMP.

Se llegó a la conclusión de la gran utilidad para llevar a cabo la implementación de este plan maestro de producción, como herramienta de gestión de planificación, con ello se intenta evitar producir unidades innecesarias, ya que está diseñado para programar y organizar la producción en unidades exactas, disminuir los niveles de stock, entregar la información necesaria para el departamento de compras y programe la llegada de las cantidades exactas de material; en general éstos factores mencionados garantizarán una mayor rentabilidad de la empresa.¹

GALLO Sánchez, Edisson. Plan maestro de producción para el control de inventario en la empresa Davmotor Cía. Ltda. de la ciudad de Ambato. Tesis (Título de ingeniero industrial). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Industrial, 2013. 268 pp. Describe la elaboración de un programa de planeación, éste indica la cantidad de materia prima a utilizar en el momento y lugar indicado para la producción en la empresa Davmotor Cía. Ltda. ésta es una empresa carrocera que se dedica a la construcción de buses interprovincial, escolar y urbano, y tiene el problema del desabastecimiento a los clientes, de los productos que ofrecen debido a la demora por causa de un programa de producción que les arroje un panorama de cómo deben fabricar el productos, a falta del PMP, tienen consecuencias cómo quedarse con los productos elaborados, los cuales, aun cuando ya son aceptados por el cliente, generando un trabajo innecesario así como la pérdida para la empresa; uno de los factores negativos en la empresa fue la falta de comunicación entre el equipo de ventas y el de producción. Se busca que, con un PMP, se involucren todas las áreas de la empresa de este modo tendrán resultados óptimos en el desarrollo de los procesos, lo cual generará ahorro de tiempo y recursos económicos.

1

La propuesta presentada está diseñada de manera que el PMP, sea ejecutado por medio de tiempo normal a base de Estudio de Tiempos y Movimientos. A partir del siglo XIX, en México, la industria comenzó a utilizar los tiempos y movimientos para poder fijar un tiempo estándar de la operación a realizar.

El Estudio de Tiempos, es un método de investigación basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar la forma de hacer una tarea definida fijando el tiempo que un colaborador calificado interviene en llevar a cabo la tarea a realizar de forma que sea efectiva. El estudio de movimiento es el análisis cuidadoso de los movimientos hace al realizar el trabajo establecido.²

Niebel, B, a principios del siglo XX, Frederick Winslow Taylor llevó a cabo experimentos significativos de un nuevo enfoque científico, en el cuál estableció los estudios de tiempos dentro de un proceso, para así establecer las normas del tiempo para el rendimiento del trabajo. Taylor en 1881, comenzó el estudio sobre una forma de cortar metales, que continuó durante 25 años y culminó en 1907 con la publicación de su obra *The Transaction of the American Society of Mechanical Engineers*, que comprendió 200 paginas².

Frank B. Gilbreth fue el fundador de la moderna técnica del estudio de movimientos la cual la define como: El estudio de tiempo y movimientos, se realiza con el propósito de realizar mejoras en la forma de elaborar un producto, reducir tiempos, eliminar movimientos innecesarios que no aporten valor al proceso².

Tiu, J. (2007), en su tesis “Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción para incrementar la productividad” realizada en la panificadora la Vienesa, ubicada en el departamento de Totonicapán, específicamente con los empleados del área de producción, su objetivo general era dar a conocer la importancia de aplicar el estudio de tiempo y movimientos en las empresas panificadoras que permita incrementar la productividad de las mismas, se pudo diseñar un programa de capacitación que motivo a los empleados a mejorar sus tiempos y movimientos durante el proceso de producción, se recomendó establecer un adecuado control, como el estándar de tiempos y movimientos empleados en el proceso de producción, ya que con ello se puede brindar una

adecuada capacitación a los empleados que permita incrementar la productividad de la empresa. ²

Manfredo, L. (2005), en su tesis titulada “La maximización de los tiempos y movimientos en el proceso de cargas simultáneas en una empresa comercial” el objetivo general formulado fue proponer las acciones que se pueden implementar para mejorar el proceso de cargas y descargas de producto terminado en una empresa comercial. La tesis recomienda: Organizar la distribución del personal a la hora de asignar tareas en el área de bodega y planta, para las revisiones del producto cargado. Es necesario que el proceso de carga y descarga se realice con un mayor cuidado a la hora de la movilización del producto, por lo cual se recomienda que se incrementen los tiempos de carga y descarga, de tal forma que se realicen cargas y descargas simultáneas de rastras. Esto agilizará el proceso. ²

Fuentes, G. (2,003), en su tesis titulada “Estudio de tiempos y movimientos a las operaciones realizadas en una pequeña industria de productos lácteos” su objetivo era desarrollar un estudio de tiempos y movimientos en las operaciones realizadas en la producción de queso mozzarella. Fuentes llegó a la conclusión que la empresa no cuenta con los elementos necesarios para ejecutar las tareas de producción de una manera eficiente y esto hace tener tiempos no productivos y movimientos innecesarios en la producción del queso, se recomienda que para el proceso actual de producción debe elaborarse metodologías de cómo hacer las cosas, llevando un registro de las condiciones en que se trabaja y el resultado del producto obtenido, esto para obtener condiciones ideales en la elaboración del queso. ²

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La baja efectividad de los métodos de trabajo, son causados por situaciones expuestas en la *Figura 1*, que se ven reflejados en los costos elevados de producción, pérdida en cartera de clientes, clima laboral pesado y escasa presencia de los productos en el mercado; esto hace que se busque implementar estrategias que gestionen una adecuada planificación.

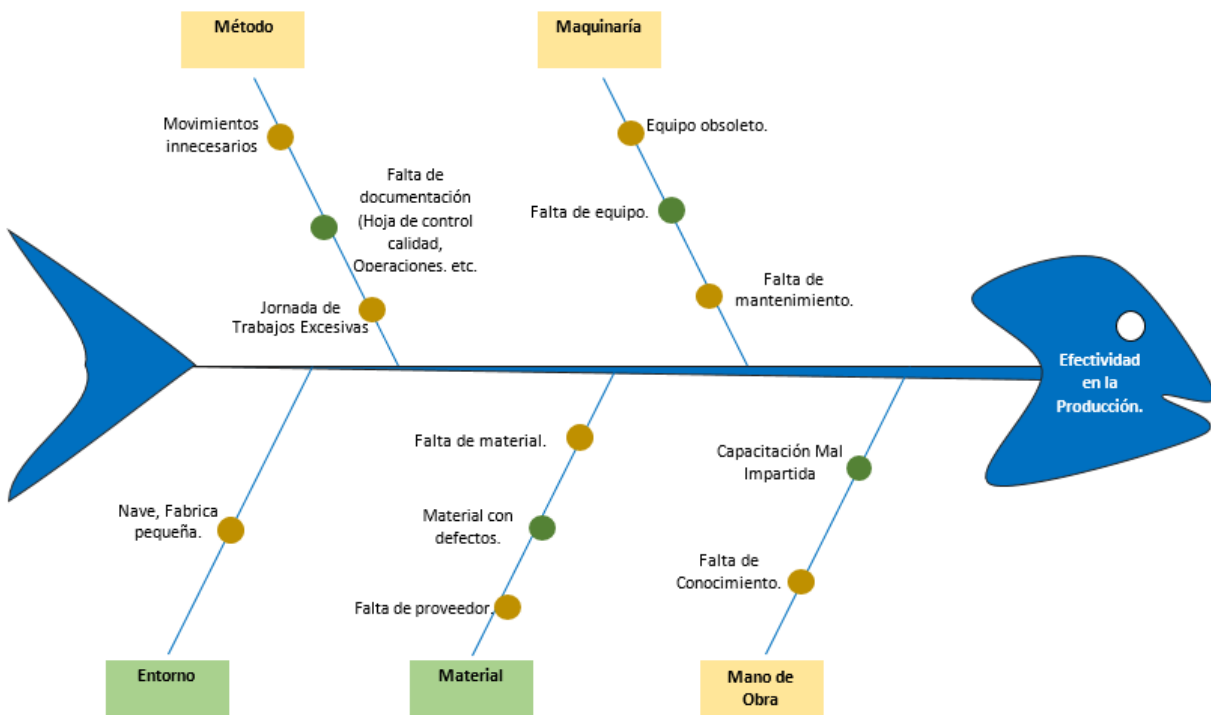


Figura 1. D. Ishikawa de Efectividad de Producción. (Fuente Elaboración Propia).

Una buena planificación asegura que cada actividad/tarea asignada pueda ser ejecutada correctamente, en el lugar apropiado y en el momento oportuno; es por ello que se tiene como propósito actuar de manera rápida a la demanda que el cliente solicite, donde los planeadores a través del Plan Agregado de Producción (PAP) generan cantidades irregulares o regulares y enseguida a través de Estudio de Tiempos y Movimientos, se puede planear cuanto tiempo es lo que se tarda en ejecutar cada proceso que necesita el producto, de tal forma que se genere el PMP, y se pueda dar una fecha de entrega con el cliente.

OBJETIVOS.

General.

Desarrollar una propuesta para la elaboración de un PMP, identificando los indicadores necesarios aplicados en cada etapa de las operaciones de manufactura, con herramientas de programación básica.

Específicos.

- Identificar los indicadores que aplican en cada etapa del proceso productivo para hacer más eficientes los controles de producción.
- Implementar el uso del tiempo estándar para lograr un tiempo normal con todo el personal.
- Calcular las tolerancias de inactividad en el tiempo estándar de un proceso.
- Determinar con el PMP, los Tiempos de Entrega (Lead Time) del producto terminado al cliente.
- Demostrar que el PMP, determina sus requerimientos de personal necesario y tiempo de fabricación para cada proceso.

JUSTIFICACIÓN.

Actualmente, el generar un Plan Maestro de Producción (*PMP*) trae problemas a los planeadores de la empresa, porque no se tienen identificadas las diversas problemáticas que tienen en el proceso productivo (máquinas ocupadas con otros lotes, averías en los sistemas productivos, personal no disponible para ese proceso en específico, etc.) variables de cómo se trabaja en la línea productiva y que factores están afectando para llevarlo a cabo, es por ello que actualmente el PMP es llevado por el área de producción, ya que en ellos recae el conocimiento de cuáles son las problemáticas que existen en el proceso.

Saber cómo generar un PMP, paso a paso con ayuda de tiempos, ciclos de los procesos de manufactura, ayuda a facilitar la producción en masa en pequeñas y medianas empresas, para poder fijar fechas con cliente de entrega, saber cuánto tiempo se tarda en llevar a cabo el proceso, saber la disponibilidad de la máquina, cuánto personal necesitas considerar para cada operación; logrando así emplear al máximo la capacidad de producción de la planta, optimizar recursos y obtener producto terminado de manera eficiente y efectiva. Con ello se logrará que la empresa tenga rentabilidad y pueda seguir creciendo dentro del mercado del producto desarrollado.

CAPITULO II. “MARCO TEORICO”.

1. PRODUCCIÓN.

Se comienza por entender, qué es producción, pues es el enfoque que se debe de manejar para conocimiento de los temas que investigaran. La producción es el estudio de las técnicas de gestión empleadas para conseguir la mayor diferencia entre el valor añadido y el costo incorporado, consecuencia de la transformación de recursos en productos finales.³

i. Productividad.

Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. Uno de dichos objetivos, puede ser, la fabricación de artículos a un menor costo, por medio del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y máquinas.

Mejorar la productividad significa, mejorar la eficiencia. Ésta se puede conseguir de dos formas: reduciendo los inputs, mientras los outputs permanecen constantes o aumentando los outputs, mientras los inputs permanecen iguales. ⁴

ii. Eficiencia.

La eficiencia se logra cuando se obtiene un resultado deseado con el mínimo de recursos; es decir, se genera cantidad, calidad y se incrementa la productividad.

Los tiempos muertos, el desperdicio y el porcentaje de utilización de la capacidad instalada, son algunos indicadores para medir la eficiencia. ⁴

Las causas de tiempos muertos, tanto en horas-hombre como en horas-máquina, son las siguientes: ⁴

- Falta de material.
- Falta de personal.
- Falta de energía.

- Mantenimiento.
- Calidad.
- Falta de tarjetas.
- Falta de información.

iii. Capacidad.

Es la producción potencial de un proceso, de una planta industrial o de las instalaciones de una empresa. En otras palabras, es la cantidad de producción que se puede obtener con unos determinados medios estructurales disponibles: edificios, equipos, instalaciones, personal. ⁴

- ❖ *Capacidad máxima.* Se basa en una producción con máxima eficiencia de tiempo, recursos humanos y equipo productivo a pleno rendimiento y sin ningún tipo de interrupción considerada como “normal” por ser habitual, como, por ejemplo, el mantenimiento. La capacidad que se obtendría en las condiciones ideales. ⁴
- ❖ *Capacidad efectiva.* Es la capacidad que se espera alcanzar según sus actuales limitaciones operativas. A menudo es menor que la capacidad proyectada, ya que la instalación puede haber sido diseñada para una primera versión del producto o para una combinación diferente de la que se está produciendo actualmente.

Las decisiones sobre capacidad afectan parte del costo fijo, determinan si se satisfará la demanda o si las instalaciones estarán inactivas. ⁴

1.1 Control de producción.

Se refiere a la cantidad de fabricación de artículos y verificar que se cumpla lo que se planeó, tratando de reducir las diferencias del plan original a un mínimo posible. El control de la producción tiene que establecer medios para una

continua evaluación de ciertos factores: la demanda del cliente, la situación de capital, la capacidad productiva, etc. ⁴

Para lograr el objetivo deseado, se debe estar al tanto de los trabajos a realizar, del tiempo, de la cantidad producida y de modificar los planes para responder a las situaciones cambiantes. ⁴

1.2 Planeación de la producción.

Es la función de la dirección de la empresa que determina por anticipado los factores de mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo para realizar la fabricación, y relacionarlas con: ⁴

- Utilidades que deseen lograr.
- Demanda del mercado.
- Capacidad de la planta.
- Puestos laborales que se crean.

Esta actividad decide acerca de los medios que la empresa necesitará para sus futuras operaciones manufactureras y para distribuir esos medios de manera que se fabrique las cantidades de producto deseado, al menor costo posible. ⁴

En concreto, tiene por finalidad vigilar que se logre:

- ❖ La toma de decisiones a tiempo para fijar pedidos y así disponer de niveles de inventarios de materias primas y demás elementos de fabricación deseados, en el momento oportuno y en el lugar requerido.
- ❖ Reducir tiempos muertos de la maquinaria y de los obreros.
- ❖ Asegurar que los obreros no trabajen en exceso, ni que estén inactivos. ⁴

1.3 Programación de la producción.

Actividad que consiste en la fijación de planes y horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación por realizar, determinado así su inicio y fin. Se inicia con la especificación de lo que debe hacerse, en función de la planeación de la producción. Incluye la carga de los productos a los centros de producción y el despacho de instrucciones pertinentes a la operación. Existen diversos medios de programación de la producción, entre los que se pueden mencionar: ³

- ❖ Gráfica de Gantt.
- ❖ Hoja en Excel

2. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN.

En el proceso de Planificación y Control estableceremos distintos niveles en función de los objetivos. La planificación estratégica establece los objetivos, estrategias, políticas y el plan de la empresa a largo plazo. A mediano plazo tenemos los objetivos y planes de planificación táctica a la que se refiere el plan de producción o plan agregado.

La planificación operativa, determina los objetivos a corto plazo para áreas y subáreas funciones; todas estas etapas constituyen la planificación gestión y control de la capacidad.³ *Ver Figura 2.*

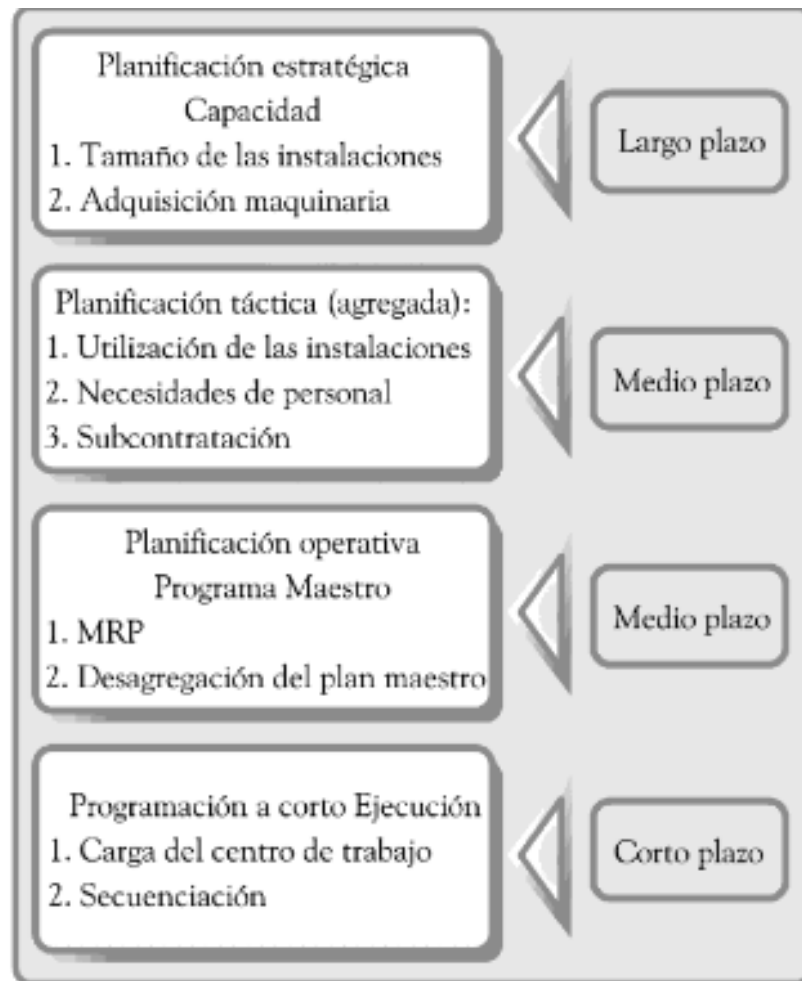


Figura 2. Tipos de Planificación. (González Riesco, 2006).

El PMP, permite establecer la planificación de la producción de productos finales de un sistema productivo, para un horizonte de corto, mediano o largo plazo. En definitiva, determina las cantidades y fechas en que deben estar disponibles los inventarios de distribución de la empresa. El PMP solo le concierne los productos y componentes sujetos a la demanda externa a la unidad productiva.³

Aunque la planificación que se lleva a cabo a través del PMP abarca tiempos de corto, mediano o largo plazo, solo es necesario su actualización constante para cada uno de los apartados que abarca. De acuerdo con todo lo expuesto, podemos decir que el PMP se materializa a partir de la siguiente secuencia de acciones: ⁵ Ver figura 3..



Figura 3. Acciones del PMP. (Cuatrecasas Arbós, 2012)

Donde el PMP será el antecedente para la planificación global de componentes y materiales, que se lleve a cabo mediante técnicas de previsión deberá materializarse en el PMP ajustándose a la demanda efectiva y actualizando esta por revisión periódica. ⁵

Por ende, podemos decir que el PMP, debe ser la respuesta a tres preguntas que darán la pauta para saber si se puede satisfacer la demanda del cliente:

5

- ¿Qué producir?
- ¿Cuánto producir?
- ¿Cuándo producir?

Para generar un PMP que dé respuesta a las preguntas anteriores, se debe de tomar en cuenta factores; para que éste satisfaga las necesidades que lo anteceden en tiempo y calidad demandada, éstas se esquematizan de la siguiente manera ⁶ Ver Figura 4.



Figura 4. Factores de PM. (Fuente Elaboración Propia)

Para explicar el Diagrama 1 Factores de PMP enunciaremos cada uno de los factores.

i. Inventario inicial.

Se registra la cantidad de producto que hay en la empresa al inicio del período que se está considerando en el plan.⁶

ii. Plan Agregado de Producción.

Algunas veces, suele confundirse el Plan Agregado de Producción (PAP), con el Plan Maestro de Producción, se debe saber que el PAP es el antecedente del PMP, de manera que el PAP solo sustenta decisiones de nivel táctico, de manera que esté solo da cantidades de producto que se necesita en cierto tiempo, mientras que el PMP construye decisiones de manera operativa considerando períodos de respuesta a la disponibilidad de entrega a cliente de su producto que demanda.⁶ Ver figura 5.

Plan Agregado		Mes	
		Enero	Febrero
Producción de quesos		2.000	5.000

Plan Maestro de Producción		Semana →							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Fresco	500	200		300		1.000	500	500	
Paria		200	300		500	100	400	1.000	
Andino	100	100	200	100	100	800	100		

Figura 5. Ejemplo de Plan Agregado de Producción. (Castán Farrero, 2012).

La PAP debe de proporcionar la tasa de la producción a las previsiones de demanda. Dado que esta suele ser homogénea a lo largo del tiempo, el planificador debe decidir qué medidas de ajuste toma para intentar minimizar diferencias, puede actuar sobre:

- Capacidad. Inventarios, Mano de Obra, Tiempo, Subcontratar.
- Demanda. Promociones, Baja de precios, Entrega de pedidos con retraso.

En su objetivo siempre tendrá en cuenta la capacidad disponible e intentando cumplir el plan de entrega al menor costo posible. ⁶

iii. Pedido del cliente.

Es el compromiso por parte del cliente de comprar un producto o servicio. Esto te servirá para planificar pedidos u órdenes de fabricación. ⁶

Cuando se define el Plan Maestro de Producción (PMP); con las tres métricas anteriores se puede llevar una planificación de la producción de la gama de productos finales de un sistema productivo, en el que se permitirá:⁷

- Programar.⁷
 - Las necesidades de producción.
 - Las necesidades de los componentes.
 - La capacidad productiva necesaria: determinar el número de horas por máquina, así como el personal necesario.
- Determinar.⁷
 - Las fechas de entrega a los clientes: gracias a un conocimiento de aquello que vamos a fabricar y cuando lo vamos a fabricar nos permitirá informar a los clientes. Se persigue que no haya demora alguna con respecto a la fecha anunciada.
 - Financiamiento de stocks: dado que se establece una previsión de la evolución de los stocks, esto nos permitirá conocer las necesidades de financiamiento.
 - Rentabilidad: podremos conocer con cierta facilidad los flujos financieros de entrada, salida; así como las inmovilizaciones financieras lo que permitirá establecer una medida de la rentabilidad.
- Repartir las tareas.⁷

Cuando se establecen tasas de tiempo, de mano de obra, de maquinaria, de instalaciones y materiales, podremos verificar si se dispone con todo lo suficiente para poder entregar la demanda programada en el tiempo requerido con el cliente. En esta parte de la planeación se concentra en los recursos de mano de obra (horas del personal) y en las máquinas necesarias.

Para determinar lo que se necesita algunas veces se apoyan en los datos históricos de la empresa, sin embargo, otra forma de programar es en base a las horas requeridas en los distintos procesos de manufactura que intervienen en la producción. Las sobrecargas que surjan en la planificación de los recursos, pueden despejarse de dos formas: aumentando la capacidad futura o redistribuyendo las sobrecargas. ³

Al trabajar con un PMP, lo que se busca tener oportunidades de mejorar en las áreas de déficit y como se ha comprobado tener más control del producto o servicio que se esté produciendo en planta, algunas ventajas que se logra con el PMP son: ⁸

- Dividir los planes de ventas en información que se concentre en productos que realmente sean demandados.
- Contar con un plan basado en pedidos reales de los clientes, además de la información pronosticada.
- Tener información establecida para desarrollar planes más específicos.
- Disponer de un método para traducir de manera efectiva los pedidos de los clientes.
- Tener una herramienta efectiva para planificar niveles de inventario de los productos terminados.

2.1 Elaboración de PMP.

Algunos autores proponen las estrategias de cómo elaborar un PMP, como es:

Planificación independiente, es decir pronosticaban la venta a corto plazo, en unidades de producto. Adicionalmente se requiere información como; Pedido de productos reales o ya comprometidos al cliente, Capacidad de instalaciones y máquinas, Demanda adicional, Inventario de productos terminados en unidades de productos (*Ver figura 6*). Es impredecible una continua actualización de datos e

información del PMP, ya que como es de naturaleza dinámica se actualiza semanalmente aun cuando la demanda que se esté programando sea irregular, debido a que se presentan pedidos posteriores a los de inicio y por eso se requiere modificaciones constantes. ⁸

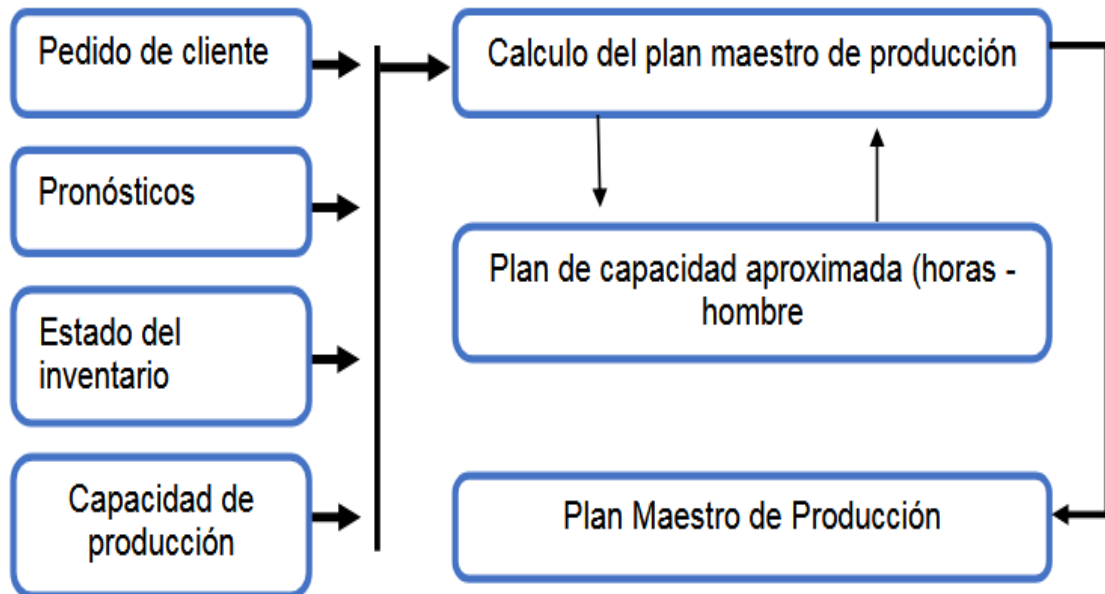


Figura 6. Planificación Independiente. (Paredes Roldán, 2001).

Otro autor cita, el PMP una vez determinado será el piloto de toda la producción. Pero para llevarlo se distingue en tres etapas para la elaboración. ⁸

- 1) Obtención de la información necesaria.
- 2) Determinación de un calendario de fechas.
- 3) Validación de este período.

Con esto, se puede elaborar un PMP que distinga que operaciones se deben de realizar durante el tiempo que se acordó con el cliente para la entrega de sus productos.

Sin embargo, en la actualidad muchas empresas trabajan con la siguiente metodología, pues determina para cada producto, la cantidad que debe

fabricarse en cada periodo de tiempo, hállese año, mes o semana. Para ello debes de considerar:⁹

- La hoja de ruta de cada producto, o sea la descripción de los procesos de producción que lleva cada uno de los productos, y de los requerimientos de materiales, de herramientas, componentes, equipos, etc.
- Los datos de tiempo de producción para cada uno de los procesos de cada uno de los productos.
- La capacidad de producción de cada uno de los procesos productivos.

El PMP, se elabora para el tiempo que uno determine, pero se debe considerar que muchas veces tiene que ser actualizado o modificado porque cambian las circunstancias, a esto se le denomina control de piso y consiste en verificar que se haya hecho lo que estaba planeado. Para llevar a cabo esta verificación en forma sistemática, se debe de tener reportes de lo producido y de lo que no se pudo cumplir, así como de las causas de incumplimiento. Con esto se busca que haya retroalimentación a los planes para volver a planear y reprogramar.⁹

Conviene destacar que el PMP, es el documento base para calcular la capacidad industrial de forma operativa y de maquinaria; de tal manera que, si no hubiese capacidad suficiente, solo tendrán dos alternativas: modificar el PMP o crear la capacidad adicional requerida.

Cuando se comienza a elaborar el PMP, se da inicio por:

A. Ficha de proceso.

Actualmente las empresas trabajan con ISO 9001: 2015, una parte muy importante para lograr certificaciones internacionales y poder vender sus productos por todo el mundo. Un apartado de esta norma propone el mapeo de procesos pues permite identificar los procesos y su estructura, así como las

interrelaciones entre ellos. En la descripción de procesos se distinguen dos partes a detallar: el diagrama de proceso y la ficha de proceso.¹⁰

1. Diagrama de proceso. Es la herramienta con la que se describen las actividades de un proceso, mediante símbolos gráficos. *Ver figura 7.*

Pasos para su construcción:¹⁰

- i. Definir el proceso. Establezca su punto de partida y su finalización.
- ii. Identificar las distintas actividades o paso. Menciona cada actividad dentro del proceso, también pueden representarse los puntos que constituyen los nodos de decisión.
- iii. Determinar la secuencia. Cada actividad precede de otra y de los nodos de decisión.
- iv. Dibujar. Representa el diagrama de flujo, señalando las actividades con recuadros y los nodos de decisión con un rombo, conecte con líneas y flechas para indicar el flujo del proceso.
- v. Examina. Revisa el diagrama buscando pasos innecesarios, redundancias, agujeros negros, barreras y otras dificultades.

Usando estos diagramas, en la implementación ISO 9001:2015, será más fácil la interpretación de las actividades en su conjunto, incluyendo entradas, salidas y límites.¹⁰

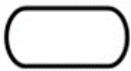


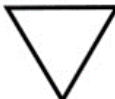
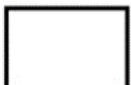

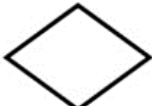

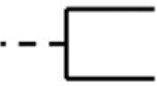


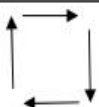




SÍMBOLO	REPRESENTA	SÍMBOLO	REPRESENTA
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo, puede ser acción o lugar; además se usa para indicar una unidad administrativa o persona que recibe o proporciona información.		Documento. Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Disparador. Indica el inicio de un procedimiento, contiene el nombre de éste o el nombre de la unidad administrativa donde se da inicio		Archivo. Representa un archivo común y corriente de oficina.
	Operación. Representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.		Conector. Representa una conexión o enlace de una parte del diagrama de flujo con otra parte lejana del mismo.
	Decisión o alternativa. Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.		Conector de página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente, en la que continúa el diagrama de flujo.
	Nota aclaratoria. No forma parte del diagrama de flujo, es un elemento que se adiciona a una operación o actividad para dar una explicación.		Línea de comunicación. Proporciona la transmisión de información de un lugar a otro mediante?
SÍMBOLO	REPRESENTA	SÍMBOLO	REPRESENTA
 *	Operación con teclado. Representa una operación en que se utiliza una perforadora o verificadora de tarjeta.		Dirección de flujo o línea de unión. Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
 *	Tarjeta perforadora. Representa cualquier tipo de tarjeta perforada que se utilice en el procedimiento.	 *	Cinta magnética. Representa cualquier tipo de cinta magnética que se utilice en el procedimiento.
 *	Cinta perforada. Representa cualquier tipo de cinta perforada que se utilice en el procedimiento.	 *	Teclado en línea. Representa el uso de un dispositivo en línea para proporcionar información a una computadora electrónica u obtenerla de ello.

Figura 7. Simbología para Diagrama de Proceso. (Castán Farrero, 2012).

2. Ficha de proceso. Es un documento donde se recogen las características más relevantes para el control de las actividades recogidas en el diagrama. Ver figura 8.

Es la propia organización la que debe decidir qué información incluir en la ficha de proceso, siempre y cuando permita la gestión del mismo. ¹⁰

MDP-SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE PROCESOS		FICHA-PROC-	PEDI
FICHAS DE PROCESOS			
FICHA DEL PROCESO	EDICIÓN	FECHA REVISIÓN	
PLANIFICACIÓN DE PEDIDOS	1	07/11/03	
MISIÓN DEL PROCESO			
Planificar las Ordenes de Preparación para servir los pedidos a los clientes de forma óptima, en función de los plazos de entrega requeridos y de los niveles de producción.			
ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROCESO			
Recepción de Pedidos del Cliente desde el Departamento Comercial Establecer prioridades en la preparación del material Pasar Ordenes de Preparación a Almacén Establecer prioridades en el envío del material al cliente			
RESPONSABLES DEL PROCESO			
Responsable de Almacén			
ENTRADAS DEL PROCESO		SALIDAS DEL PROCESO	
Pedidos del cliente Niveles de Stock Niveles de Producción		Orden de Preparación para Almacén Orden de Envío para Transporte	
PROCESOS RELACIONADOS			
Gestión Comercial, Control de Stocks, Expedición Transporte y Entrega, Corte de Material, Compra de Material, Gestión de Certificados			
RECURSOS/NECESIDADES			
Acceso de software de gestión de pedidos			
REGISTROS/ARCHIVOS			
Pedidos de Clientes		Registro en software de gestión	
Ordenes de Preparación		Registro en software de gestión	
Ordenes de Envío		Registro en software de gestión	
INDICADORES			
Número de Incidencias relacionadas con el proceso abiertas en auditorías externas Número de total de Incidencias relacionadas con el proceso abiertas en auditorías Número de Incidencias por retraso en las entregas			
DOCUMENTOS APLICABLES			
Procedimiento de Planificación de Pedidos		MDP-PEDI	

Figura 8. Ejemplo de Ficha de Proceso. (Excelencia, (Sin fecha)).

Cuando se trabaja con estas dos variables tendremos fichas de proceso que le den valor a nuestro Sistema de Gestión de Calidad. Al realizar una Ficha de proceso es responsabilidad de que un proceso cumpla su misión es del propietario del proceso, por ello éste lidera el proceso, actuando sobre las variables de control que permitan llevar el proceso hacia la misión. Por ende, los resultados se podrán medir mediante indicadores que se deberán determinar y formular de forma que permitan añadir información sobre cómo el proceso se orienta al cumplimiento de su misión.¹⁰

3. ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

Es una técnica para determinar con mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido, con esta técnica lo que se busca es establecer el tiempo estándar permitido para realizar una tarea dada. Esta técnica se basa en la medición del contenido del trabajo con el método prescrito, con las debidas tolerancias y retrasos personales inevitables. ⁸

En México, pocas empresas apuestan por invertir en la metodología de tiempo de producción, puesto el estudio de tiempos también puede reducir significativamente los costos. Los estándares de tiempo son metas a las que intentamos llegar. En organizaciones que operan sin estándares de tiempo es característico un rendimiento del 60%. Esta cifra se puede comprobar haciendo un muestreo del trabajo de dicha operación. Si se establecen estándares de tiempo, el rendimiento mejora a un promedio del 85%, lo que representa un incremento del 42%, lo cual se puede comprobar con la siguiente Ecuación 1 de Incremento de productividad.¹¹

$$\frac{85\% - 60\%}{60\%} = 42\%$$

Ecuación1. Incremento de productividad.

Los sistemas de incentivos mejoran aún más el rendimiento; en efecto, si se promedia el 120%, es decir, otro 42% de incremento de la productividad. ¹¹

- Las plantas de manufactura sin estándares promedian el 60% de rendimiento.
- Las plantas de manufactura con estándares de tiempo promedian el 85% de rendimiento.
- Las plantas de manufactura con sistemas de incentivos promedian rendimientos del 120%.

La importancia que tienen los usos del estudio del tiempo, es entender lo que se quiere decir con estándar de tiempo. Entonces se dice, el tiempo requerido para lograr el tiempo estándar en una estación de trabajo se debe de cumplir con siguientes especificaciones:(Ver Figura 9).¹¹



Figura 9. Especificaciones para tiempo estándar. (Fuente Elaboración Propia).

El estándar de tiempo dará información de importancia al departamento de manufactura/producción. Con él se dan respuestas a los siguientes problemas:⁸

- Determinar el número de máquinas y herramientas que hay que adquirir.
- Determinar el número de personas de producción que hay que contratar.
- Determinar los costos de manufactura y los precios de venta.
- Programar máquinas, operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo usando menos inventario.
- Determinar el balanceo de las líneas de ensamble.
- Determinar el rendimiento de los trabajadores e identificar las operaciones que tienen problemas, para ser corregidas.
- Pagar incentivos por rendimiento extraordinario por equipo o individual.

- Evaluar ideas de reducción de costos y escoger el método más económico con base en un análisis de costos y no en opiniones.
- Evaluar las nuevas adquisiciones de equipo a fin de justificar su gusto.
- Elaborar presupuesto del personal de operación para medir el rendimiento de la gerencia.

3.1 Procedimiento para Estudio de Tiempos y Movimientos.

Existen métodos en el que se explica, cuál puede ser el procedimiento para realizar el estudio de tiempos, varios autores caen en el procedimiento de estos 10 pasos: ¹²

1. Seleccionar el trabajo que se va a estudiar.
2. Hacer acopio de la información sobre el trabajo.
3. Dividir el trabajo en elementos.
4. Efectuar el estudio de tiempos propiamente dicho.
5. Hacer la extensión del estudio de tiempos.
6. Determinar el número de ciclos por cronometrar.
7. Calificar, nivelar y normalizar el desempeño del operador.
8. Aplicar tolerancias.
9. Verificar la lógica.
10. Publicar el estándar de tiempos.

Existen condiciones esenciales para comprender un estudio de tiempos, es por ello que se necesita de un análisis separado de cada uno de los siguientes puntos:

3.1.1. Operador Calificado y Bien Capacitado.

Es la experiencia lo que hace de un operador, alguien calificado y bien capacitado, el tiempo necesario para alcanzar la calificación varía según el trabajo y la persona. El error más grande que comete el personal inexperto es estudiar los tiempos de alguien en un momento demasiado prematuro. ¹³

3.1.2. Ritmo Normal.

Es aquel operador capacitado, que en condiciones normales realiza una tarea con un nivel normal de esfuerzo, es decir, aquel con el cual un operador puede mantener un ritmo confortable: ni demasiado rápido ni demasiado lento. ¹³

Valorar el ritmo o la actividad es comparar el que tiene el trabajador que está desarrollando una tarea con la imagen que nos hemos formado de la actividad que tendría un trabajador calificado, que utiliza el método adecuado y que está motivado para querer hacerlo.

El ritmo más utilizado por los analistas equivale a la velocidad del movimiento de un hombre que recorre una distancia de 6.5 km., en una hora, por terreno llano y sin carga.

Otro modelo de ritmo del que se dispone es el que se debe de seguir para conseguir repartir una baraja de 52 cartas en 0.375 min.

El observar una persona que camina, apreciar con que ritmo se mueve o descubrir con que ritmo se reparte una baraja puede llevar a una persona normal un tiempo para obtener el número de aciertos elevados, pero los movimientos que se tienen que observar son mucho más complejos, por lo que el aprendizaje de un analista lleva mucho tiempo.

Para poder comparar el ritmo observado, con el ritmo tipo o estándar, necesitamos una escala numérica, que será el factor o actividad. Existen varias escalas que se utilizan en la actualidad y las más usadas son: ¹³ (*Ver figura 10*)

Escalas				Actividad	Velocidad en Km./h
60 - 80	75 - 100	100 - 133	0 - 100		
0	0	0	0	Ninguna	0
40	50	67	50	Muy lento, inseguro y movimientos torpes.	3,2
60	75	100	75	Actividad normal , constante, sin prisas pero no pierde tiempo, bien dirigido y controlado. No sujeto a incentivos de producción.	4,8
80	100	133	100	Actividad óptima o ritmo tipo , activo, capaz, obrero cualificado medio, incentivado, alcanza el nivel de calidad exigido.	6,4
100	125	167	125	Gran seguridad, coordinación y destreza, muy rápido. Por encima del operario cualificado medio.	8
120	150	200	150	Extraordinariamente rápido, pero sólo en cortos períodos de tiempo.	9,6

Figura 10. Tabla de Ritmo observado. (Meyers F. S., 2005).

3.1.3. Valoración y Anotación.

Cuando el analista va a determinar la valoración que merece el desempeño del operador, debe de tener suficiente experiencia en este campo y en las tareas estudiadas.

Las cifras 80,100 y 133 representan el desempeño tipo u optimo y si el analista ve que el trabajo que desarrolla un operario lo realiza a una velocidad superior a la que en su mente es la norma, aplicará un factor de 90, 110 o 140. Se tiene por costumbre redondear a 5 la actividad que se aprecie.

Si el elemento que se va a apreciar con respecto a la actividad con que el operario lo ejecuta es constante, es decir, que siempre se invierte el mismo tiempo en su ejecución y la valoración fue impecable se cumple, se determina con la Ecuación 2, valoración constante: ¹³

$$\text{Tiempo observado} \times \text{Valoración} = \text{Constante}$$

Ecuación 2. Valoración constante

En la práctica, la medida de trabajos por persona no da resultados exactos, además, la velocidad de ejecución y las duraciones están sujetas a otras motivaciones, lo que hace que la medida de tiempos necesite bases estadísticas, es decir, son necesarias muchas mediciones para calcular después el valor y tomar este resultado real de la duración de la tarea. Es por ello por lo que se busca el valor del ritmo con la constante 100 y el valor que le damos al ritmo se busca con la Ecuación 3, determinación de valoración de ritmo, de esta forma se puede dar una calificación del trabajo que se hace. ¹³

$$\text{Valoración} = \text{Intersección}/100$$

Ecuación 3 Determinación de valoración de ritmo

3.1.4. Tarea específica

Es una descripción detallada de lo que debe lograrse, debe incluir
(Ver figura 11):



Figura 11. Factores para una tarea específica. (Fuente Elaboración propia).

Cuando el operador conozca la tarea específica que va a desarrollar se podrá lograr que realice la tarea sin temor a equivocarse, muchos expertos dicen que cuando haces que un operador sea consciente y conozca totalmente el proceso del producto o servicio se compromete a enviar producto de calidad.¹³

3.1.5. Número de observaciones.

Uno de los temas más conflictivos es el número de ciclos a observar para llegar a un estándar justo, ya que el tiempo de ciclo y la actividad influyen directamente en el mismo. No es posible utilizar exclusivamente los métodos estadísticos para calcular el número de observaciones a realizar como:¹⁴

1. *Método estadístico.* El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares, para luego poder aplicar la siguiente Ecuación 4, Número de observaciones:

NIVEL DE CONFIANZA DEL 95,45% Y UN MÁRGEN DE ERROR DE \pm 5%

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

Ecuación 4 Número de observaciones

n = Tamaño de la muestra (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

2. *Método Tradicional.* Este método consiste en seguir el siguiente procedimiento sistemático:

1. Realizar una muestra tomando 10 lecturas sí los ciclos son ≤ 2 minutos y 5 lecturas sí los ciclos son > 2 minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar.

2. Calcular el rango o intervalo de los tiempos del ciclo, es decir, restar del tiempo mayor el tiempo menor de la muestra, se determinan con la siguiente Ecuación 5, Rango de tiempo ciclo:

$$R(\text{Rango}) = X_{max} - X_{min}$$

Ecuación 5 Rango de tiempo ciclo

3. Calcular la media aritmética o promedio.

4. Hallar el cociente entre rango y la media, se determina por la Ecuación 6, Cociente para cálculo de observaciones.

$$\text{Cociente} = \frac{R}{X}$$

Ecuación 6 Cociente para cálculo de observaciones

5. Buscar ese cociente en la tabla (*Ver figura 12.*), en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras a realizar (5 o 10) y ahí encuentra el número de observaciones a

realizar para obtener un nivel de confianza 95% y un nivel de precisión de $\pm 5\%$.

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Figura 12. Tabla de número de observaciones. (Casco Neira, 2006).

Sin embargo, General Electric Co., estableció una tabla (Ver Figura 13), para determinar el número de ciclos a observar como guía para sus analistas, actualmente es usada en empresas automotrices para determinar las observaciones que debe realizar. ¹⁴

Tiempo de ciclo en minutos	Número de ciclos a observar
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 a 5,00	15
5,00 a 10,00	10
10,00 a 20,00	8
20,00 a 40,00	5
de 40,00 en adelante	3

Figura 13. Tabla de número de ciclos. (Casco Neira, 2006).

3.1.6. Suplementos.

Para obtener finalmente el tiempo estándar de una tarea, se es consciente que el trabajador realiza un esfuerzo por lo que hay que añadir un tiempo al calculado para compensar la fatiga producida y descansar, así como otro tiempo que se debe tener en cuenta para que el operario se pueda ocupar de sus necesidades personales, tal vez haya que añadir otro tiempo más.

La realidad determina la duración de un trabajo depende de la temperatura ambiente, su repetición, y otras circunstancias. Éstas son llamadas

Suplementos, que son correctores que aumentan el tiempo que se fija el trabajador para completar una tarea por varias causas. ¹⁴

- Por circunstancias atribuibles al trabajador:
 - Monotonía o trabajos repetitivos.
 - Mover o transportar cargas excesivas
 - La postura en la que se desarrolla el trabajo.
 - Necesidades fisiológicas, etc.
- Por condiciones medioambientales, como puede ser:
 - Temperatura
 - Humedad
 - Ruido
 - Iluminación insuficiente o excesiva, etc.
- Por condiciones de la tarea que desempeña, entre las que puede citarse:
 - Trabajos que encierren peligro o riesgos de accidentes.
 - Esperas en trabajos limitados: aquellos trabajos que se están realizando por personas y máquinas, el operario debe esperar a que concluya la máquina para proseguir.

Estos suplementos, no son todos, pudiéndose citar más, tiene la oportunidad de aplicar a cada circunstancia y que están tabulados. En el siguiente diagrama (*Ver Figura 14*) se muestra un modelo básico para el cálculo de los suplementos. ¹⁴

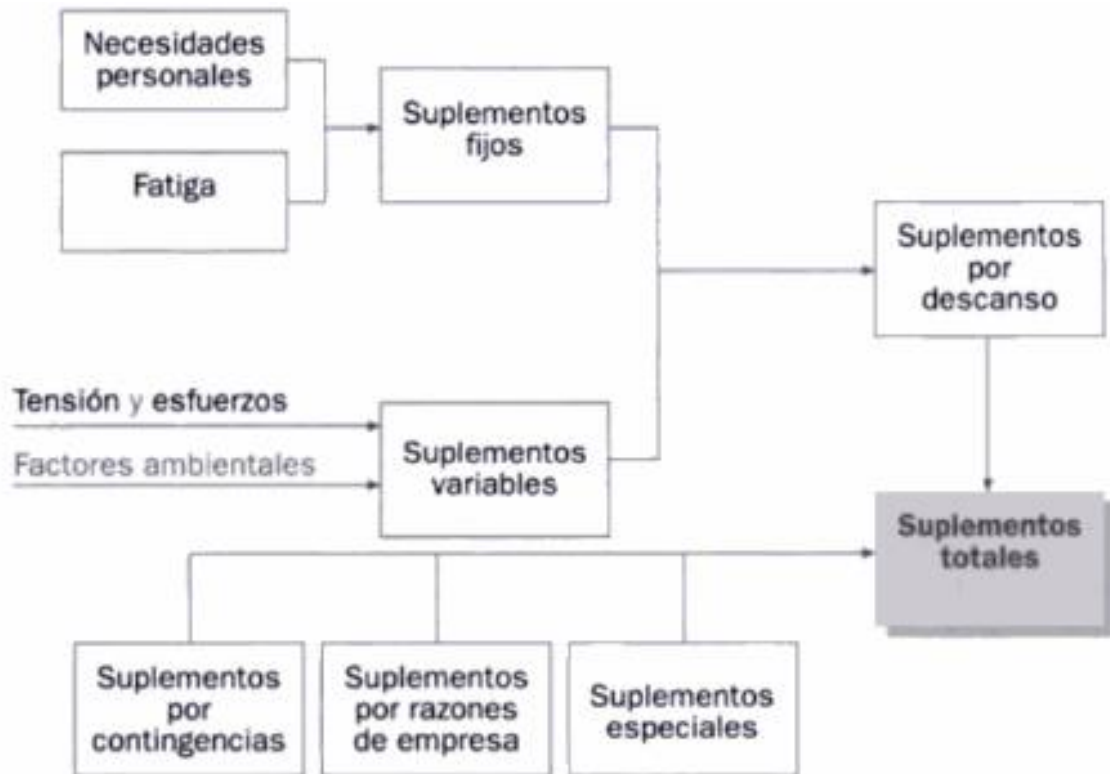


Figura 14. Suplementos totales. (Casco Neira, 2006).

A. *Suplementos por descanso*: Es el que se añade al tiempo normal para al operario la oportunidad de recuperarse de los efectos físicos y psicológicos causados por la ejecución del trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender sus necesidades personales. La cuenta de estos suplementos dependerá de la naturaleza del trabajo realizado. El suplemento por descanso tiene dos componentes principales:

a. Suplementos fijos:

- Necesidades personales: se aplica en casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, (ejemplo; ir al lavabo, ir a beber algo, etc.). En la mayoría de las empresas que lo aplican varían entre 5 y un 7%.

- Fatiga básica: es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la fatiga en la ejecución del trabajo y la monotonía del mismo. Es habitual que se le dé un valor del 4%.
- b. Suplementos variables: Se añaden cuando las condiciones de trabajo son muy diferentes de las indicadas, (ejemplo; las condiciones ambientales son malas y no se pueden cambiar).
- B. *Suplementos por contingencias*: Es un pequeño margen que se incluye en el tiempo para contabilizar las demoras inevitables, además de los pequeños trabajos fortuitos que aparecen sin frecuencia ni regularidad.
- C. Suplementos por razones de políticas de empresa: se añade al tiempo tipo para que, en circunstancias excepcionales, a un nivel definido de desempeño le corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.
- D. *Suplementos especiales*: se conceden estos suplementos para actividades que no forman parte del ciclo de trabajo, pero sin las cuales no es posible efectuar éste adecuadamente. ¹⁴

La aplicación práctica de los coeficientes de descanso no ofrece ninguna dificultad, porque se reduce al manejo de una serie de tablas donde se contienen los valores a aplicar. Enseguida se expone un sistema de suplementos en porcentajes de los tiempos normales (*Ver figura 15*) (cifras reproducidas de la Personnel Administration Ltd., Londres) ¹⁴

SUPLEMENTOS		HOMBRES	MUJERES
CONSTANTES			
A. Necesidades personales		5	7
B. Básico por fatiga		4	4
		9	11
VARIABLES			
A. Por trabajar de pie		2	4
B. Por postura anormal			
• Ligeramente incómoda		0	1
• Incómoda (inclinado)		2	3
• Muy incómoda (echado - estirado)		7	7
SUPLEMENTOS		HOMBRES	MUJERES
C. Levantamiento de pesos y uso de fuerza	Peso en Kg		
	• 2,5	0	1
	• 5,0	1	2
	• 1,7	2	3
	• 10,0	3	4
	• 12,5	4	6
	• 15,0	6	9
	• 17,5	8	12
	• 20	10	15
	• 22,5	12	18
	• 25,0	14	-
	• 30,0	19	-
• 40,0	33	-	
• 50,0	58	-	
D. Intensidad de la luz			
• Ligeramente por debajo de lo recomendado		0	0
• Bastante por debajo		2	2
• Absolutamente insuficiente		5	5
E. Calidad del aire			
• Buena ventilación o aire libre.		0	0
• Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas		5	5
• Proximidad de hornos, etc.		5 - 15	5 - 15
F. Tensión visual			
• Trabajos de cierta precisión		0	0
• Trabajos de precisión		2	2
• Trabajos de gran precisión		5	5
G. Tensión auditiva			
• Sonido continuo		0	0
• Intermitente y fuerte		2	2
• Intermitente y muy fuerte		5	5
• Estridente y fuerte		5	5

H. Tensión mental <ul style="list-style-type: none"> • Proceso bastante complejo • Proceso complejo o atención muy dividida • Muy complejo 	1 4 8	1 4 8
I. Monotonía mental <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo algo monótono • Trabajo bastante monótono • Trabajo muy monótono 	0 1 4	0 1 4
J. Monotonía física <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo algo aburrido • Trabajo aburrido • Trabajo muy aburrido 	0 2 5	0 2 5

Figura 15. Tabla de Suplementos por descanso. (Casco Neira, 2006).

Con ayuda de esta tabla se pueden tomar los tiempos de suplementos que se consideren necesarios respecto al género de la persona. ⁸

Para asegurar el éxito, el analista debe de poder inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Estos elementos incluyen: seleccionar al operario, analizar el trabajo y desglosar en sus elementos, registrar los valores elementales de tiempo transcurridos, calcular la calificación del operario, asignar suplementos adecuados y así poder llegar al tiempo estándar.

3.1.7. Cálculo del Tiempo Estándar.

Para el cálculo del tiempo estándar de los procesos se utilizarán las siguientes ecuaciones, dependiendo el método que se utilice.⁸

1. Por cronometraje: Primero se obtendrá el tiempo ciclo con la Ecuación 7, Tiempo ciclo, enseguida el tiempo normal con la Ecuación 8, Tiempo normal, y finalmente el tiempo estándar usando la Ecuación 9, tiempo estándar.

$$Tiempo\ ciclo = \frac{\Sigma\ de\ los\ tiempos\ observados}{\#\ de\ ciclos\ observados}$$

Ecuación 7. Tiempo ciclo

Tiempo normal = Tiempo ciclo promedio x Factor de evaluación

Ecuación 8. Tiempo normal.

$$\text{Tiempo estandar (Te)} = \frac{\text{Tiempo Normal Total}}{(1 - \text{Suplementos})}$$

Ecuación 9. Tiempo estándar

2. Estándares de tiempo pre-terminado: Éste es calculado solo por dos fórmulas, es una forma más rápida de obtener el tiempo estándar, aunque muchas empresas no lo consideran un método confiable. Primero se obtiene el tiempo normal utilizando la Ecuación 10, Tiempo normal (Met. Tiempo Pre-terminado) y finalmente el tiempo estándar con la Ecuación 11, Tiempo estándar (Met. Tiempo Pre-terminado) .⁸

$$\text{Tiempo Normal} = \frac{\text{T. total del estudio x \% de tiempo empleado en el trabajo} \\ \text{x Factor de evaluación de desempeño}}{\text{\# de piezas fabricados}}$$

Ecuación 10. Tiempo normal (Met. Tiempo Pre-terminado)

$$\text{Tiempo estandar} = \frac{\text{Tiempo Normal Total}}{(1 - \text{Suplemento})}$$

Ecuación 11. Tiempo estándar (Met. Tiempo Pre-terminado)

Al obtener el tiempo estándar, se puede estandarizar una operación para que sea igual con todos los operarios de modo que el proceso respete ese tiempo que se propuso. De esta forma se puede hacer una planeación y un control de los pedimentos que haga el cliente, y saber si se puede comprometer el área de logística con la entrega del producto. ⁸

CAPITULO III. “METODOLOGÍA”.

En este capítulo, se presentará la metodología a seguir para elaborar un PMP, por medio del cálculo del tiempo estándar de las operaciones del producto. Cada etapa explica que es lo que se debe hacer para poder llegar hacer una tabla en el programa Excel, donde se pronostique el cómo trabajar durante una semana en el pedido del cliente.

ETAPA I. Relación Producto-Empresa.

El trabajar con una propuesta de cómo planear la forma de producir de acuerdo con un producto que demande el cliente, consideró las siguientes etapas, ya que esto ayudará a conocer el contexto desde que es lo fabricarás, hasta quien será tu cliente. Mientras se conozcas más del producto/servicio puedes tener un amplio criterio para tomar decisiones.

A. Levantamiento de información.

Al inicio, con esta etapa lo que se busca es conocer y tener una visión de información de la empresa, es decir, si el giro de la empresa a la que se le demanda el producto puede elaborar por completo el mismo, de manera que se establezca la situación actual de la empresa. Para ello se recomienda tener una reunión con las áreas involucradas en el producto.

B. Conocimiento del producto.

Aún, cuando el producto/servicio ya sea elaborado en la planta, se debe conocer información del producto, es por ello que, si el área de ingeniería, innovación o ventas llevan alguna carpeta del proyecto, ésta sea compartida con el área de producción para que éste conozca las características como es:

- Hacia qué sector va dirigido.
- Quién es el cliente.

- Funcionalidad del producto
- Normas a las que se debe apegar el producto.

C. Materiales.

Se considera que, para realizar una correcta planeación de producción, es importante conocer los tipos de materiales que se necesitan y que éstos cumplan los filtros de calidad que como empresa tienes, algo con lo que siempre debes de tener en cuenta es que necesitas escoger proveedores que sean cumplidos en tiempos de entrega y que tengan material en stock. Esto con el objetivo de comprobar que la planta tenga los volúmenes necesarios para no parar línea de producción.

D. Recursos.

Por último, para poder desarrollar la planeación, debe conocerse, la capacidad que se tiene de todos los recursos de la empresa, como lo es: equipo o maquinaria, mano de obra e instalaciones, con el objetivo de saber si la empresa posee los recursos necesarios para cumplir la demanda del cliente; y de no ser así contemplar si es una buena inversión el maquilar el producto, muchas veces esos datos te lo arrojan los estudios de factibilidad que hace el área de ventas al producto.

ETAPA II. Factores de Fabricación.

En esta etapa comenzarás a conocer los factores que se necesitan contemplar para poder fabricar el producto, te recomiendo que estos datos te apoyes del área técnica de la empresa. Comenzarán a trabajar en el programa Excel.

1) Ficha de proceso.

En la primera hoja del programa Excel. Elabore un diagrama de procesos a grandes rasgos se sugiere que involucres las siguientes áreas, pues de esta manera se puede conocer con qué áreas se cuenta para fabricar el producto y de que serán encargadas cada una:

- *Calidad.* Es el encargado de dar el consentimiento del estado en el que se recibe la materia prima que surte el proveedor, de igual forma cuida que el producto a elaborar cumpla con las especificaciones que requiere tanto de aspectos de apariencia como de medición.
- *Almacén.* Serán los encargados de resguardar la materia prima mientras se le da disposición para producir, de igual forma ellos resguardarán el producto terminado en dado caso que se fabriquen distintos productos y al final se tengan que ensamblar estos, deben de pasar al almacén y pedirlos cuando ya se haga el ensamble final.
- *Producción.* Se encargan de transformar la materia prima en el producto que nos demande el cliente. Aquí incluirán, desde los operadores hasta los encargados de generar códigos, programas en las máquinas que llevarán a cabo la transformación.
- *Logística.* Es el área encargada de programar la entrega del producto. (Ver figura 16).

2) Descripción del proceso.

Abajo del diagrama de procesos, enliste por ítem las actividades que nombro en el diagrama de manera que tengas tres columnas: ITEM, Actividad, Área responsable. En la columna de actividad, enuncia la actividad del proceso, y describe de forma breve. (Ver figura 17).

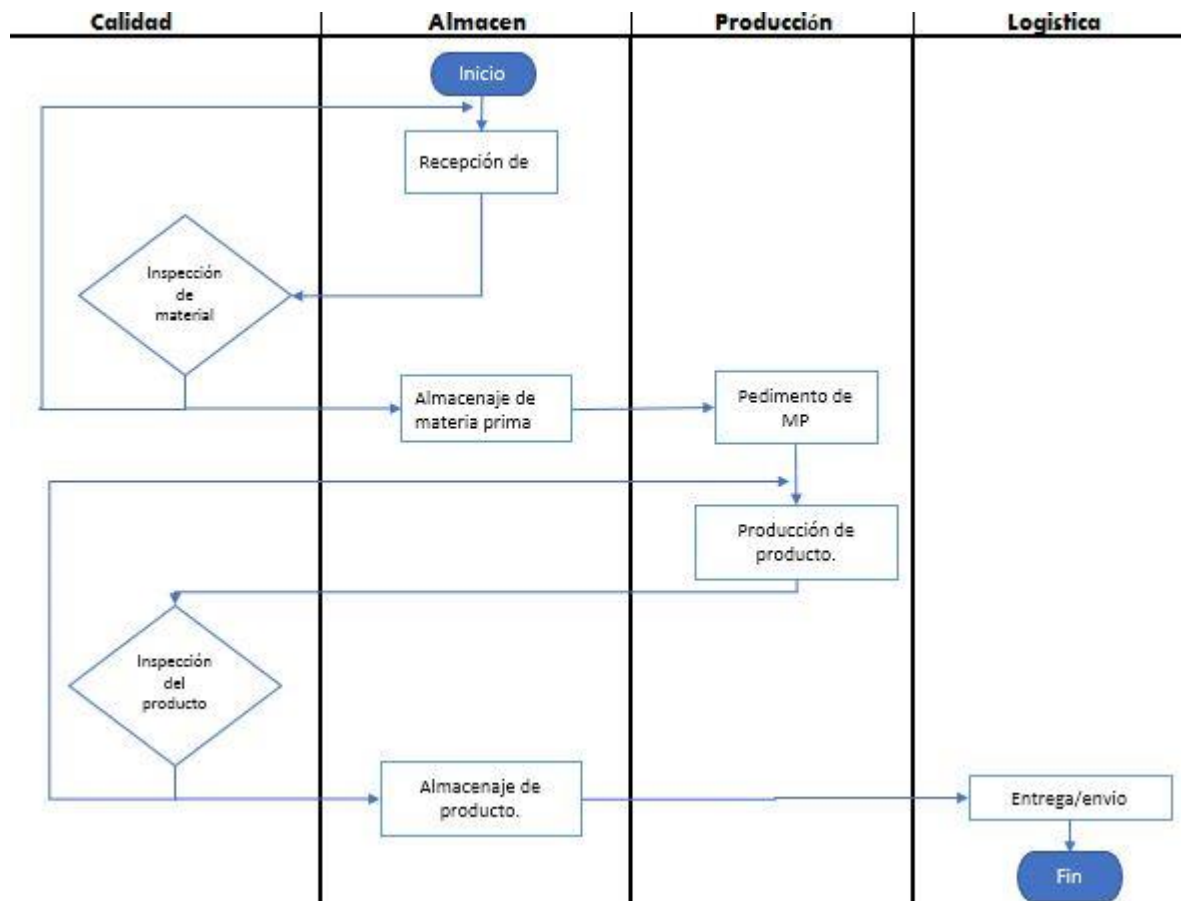


Figura 16. Diagrama de proceso. (Fuente Elaboración Propia).

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
ITEM	Actividad	Área responsable
1	Recepción de material. Se recibe el material con certificado de calidad, factura, orden de compra.	Almacén (Jefe de almacén en turno)
2	material recibo con respecto a atributos cuantitativos y cualitativos. Si el material cumple con las especificaciones seguirá el proceso, si no cumple se enviara nuevamente almacén.	Calidad (Inspector de calidad)
3	Almacenaje de MP. Se le dara una ubicación al material aceptado por calidad en el almacén de MP.	Almacén (Jefe de almacén en turno)
4	Pedimento de MP. Se le dara aviso al jefe de almacén que la orden de producción esta por incia o se hara el cambio al siguiente proceso.	Producción (Supervisor de línea)
5	Producción de producto. Se iniciara con el proceso de fabricación del producto a elaborar.	Producción (Técnico)
6	Inspección de producto. Se evaluara el producto de acuerdo a los criterios que se ha propuesto el area de calidad. Si ese cumple los criterios seguiera el proceso, si no se tendra que volver a fabricar el material con las correcciones que se	Calidad (Inspector de calidad)
7	Almacenaje de producto. Cuando el material sea liberado por calidad como producto conforme este se enviara almacén para darle ubicación.	Almacén (Jefe de almacén en turno)
8	Entrega a cliente. Se hara el envío del producto terminado al cliente que lo solicita con la documentación que requiera.	Logística (Jefe de logística)

Figura 17. Descripción del proceso. (Fuente Elaboración Propia).

3) Identificación de componentes.

Genere una nueva hoja de Excel. Elabore una lista de los componentes que integran su producto en la siguiente columna coloca cual es el proceso que se necesitará para la operación mencionada (Ver imagen 18), de esta forma podrá robustecer su proceso de manufactura y le ayudará para los siguientes pasos.

Proyecto SITHEO- Carro Skid	
Componente	Proceso
Buje	Barrenado
Rueda de carga	Corte
	Contorneado/Chaflan
Rueda de carril	Corte
	Desbaste, reducción de ϕ
	Ranura/ Chaflan/Corte
Alineador	Corte
	Maquinado
	Desbaste
Subensamble	Barrenado/Machuelado
	Flecha con Rueda de carril

Figura 18. Identificación de componente-proceso

4) Maquinaria.

En la misma hoja de Excel que utilizo en el punto 3, agregue una columna más donde mencione la máquina en la que se puede llevar a cabo el proceso (Ver figura 19), algunas veces el proceso puede ser llevado a cabo en diferentes máquinas, eso le ayudará a que tengas más posibilidad de cumplir con la demanda que se pide.

Proyecto SITHEO- Carro Skid		
Componente	Proceso	Maquina
Buje	Barrenado	CNC
Rueda de carga	Corte	Cinta Sierra
	Contorneado/Chaflan	CNC
Rueda de carril	Corte	Cinta Sierra
	Desbaste, reducción de ϕ	CNC
	Ranura/ Chaflan/Corte	CNC
Alineador	Corte	Cinta Sierra
	Maquinado	EMCO
		Willis
Desbaste	Fresadora	
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Fresadora
	Flecha con Rueda de carril	Prensa Manual

Figura 19. Identificación de máquina

5) Material.

En la misma tabla de los puntos anteriores, agregue una columna al lado derecho de la máquina y coloca el material que se utiliza para cada componente que enlistaste (Ver figura 20), esto hará referencia para saber que materiales se pueden trabajar en dicha máquina.

Proyecto SITHEO- Carro Skid			
Componente	Proceso	Maquina	Material
Buje	Barrenado	CNC	Bronce
Rueda de carga	Corte	Cinta Sierra	Nylamind
	Contorneado/Chaflan	CNC	Nylamind
Rueda de carril	Corte	Cinta Sierra	Nylamind
	Desbaste, reducción de \varnothing	CNC	Nylamid
	Ranura/ Chaflan/Corte	CNC	Nylamid
Alineador	Corte	Cinta Sierra	Nylamind
	Maquinado	EMCO	Nylamind
		Willis	Nylamid
	Desbaste	Fresadora	Nylamid
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Fresadora	Acero/Nylamid
	Flecha con Rueda de carril	Prensa Manual	N/A

Figura 20. Identificación de material

6) Plantilla.

Genere una nueva hoja de Excel en donde enliste al personal que tienes disponible para llevar acabo la producción del producto. Si los tiene distribuidos en diferentes turnos, sepáralos en grupos (Ver figura 21).

Plantilla		
1° Turno	2° Turno	3° Turno
Jorge	Carlos	Leopoldo
Jesus	Victor	Alonso
Arturo	Daniel	Osvaldo
Gerardo	Emmanuel	Christian

Figura 21. Plantilla de personal

7) Disponibilidad.

En la misma tabla del punto 6, coloque el tiempo que dura cada turno, éste colóquelo en minutos, no debe de contemplar ninguna

interrupción durante el turno; es decir si el turno es de 8 horas, éste tendrá 480 minutos (Ver figura 22).

Plantilla		
1° Turno	2° Turno	3° Turno
480	480	480
Jorge	Carlos	Leopoldo
Jesus	Victor	Alonso
Arturo	Daniel	Oswaldo
Gerardo	Emmanuel	Christian

Figura 22. Disponibilidad por turno

ETAPA III. Cálculo de Tiempo Estándar.

En esta etapa se llevarán los conocimientos teóricos a lo práctico, para obtener el tiempo estándar de las operaciones que se han enunciado.

I. Operador Calificado.

En una empresa siempre se debe apoyar en los líderes de línea o supervisores, ellos conocen a la gente mejor que nadie, para ello se necesita que ellos ayuden diciendo quienes son los operadores que mejor trabajan, con ello nos referimos a que hagan su trabajo con calidad. Se recomienda que sean no más de 5 personas.

- i. Genere una hoja de Excel donde coloque componente y proceso. (Ver figura 23).

Componente	Buje
Proceso	Barrenado

Figura 23. Tabla Componente-Proceso

- ii. En la siguiente tabla, mencione, en una lista los nombres de los operadores que ha seleccionado para cada proceso (Ver Figura 24).

Componente	Buje
Proceso	Barrenado
Operadores seleccionados	Tiempo
Arturo	
Victor	
Christian	

Figura 24 Operadores seleccionados

- iii. Reúnelos un día antes de la prueba para:
- Informarles que fueron seleccionados para una prueba de cronometraje en algunos procesos.
 - Proporcione información del producto que se va maquinar.
 - Si el producto lleva algún proceso de sub-ensamble o ensamble, enséñele cual es la colocación correcta de las piezas a ensamblar; si el producto solo se maquinará, muestre cómo es que debe de ir colocado en su empaque.
 - Pida que el día de la prueba descansen lo suficiente y desayunen bien.
- iv. Tome un cronómetro y colócalo en 0, de igual forma pida al primer operario que se coloque frente a la máquina/mesa para poder cronometrar la operación. Cuando tú presiones el botón de start/inicio debes notificarlo al operario, para que éste inicie con la operación. Debe de estar atento a cuando termine la persona de hacer la operación para detener el cronómetro.
- v. En la siguiente columna de los operadores seleccionados, coloque el tiempo cronometrado de cada operario que tardó en hacer el proceso. (Ver figura 25).

Componente	Buje
Proceso	Barrenado
Operadores seleccionados	Tiempo
Arturo	9.57
Victor	9.55
Christian	9.52

Figura 25. Tiempo cronometrado

- vi. Repita con cada operador que selecciono el proceso y anote el tiempo que tarda en hacer la operación. No le haga saber cuál fue el tiempo que hicieron cada uno.
- vii. En la siguiente columna de la tabla busque el promedio de los tiempos que cronometro, utilice los comandos del programa Excel el resultado, colóquelo delante de cada tiempo cronometrado (Ver figura 26).

A	B	C	D
Componente	Buje		
Proceso	Barrenado		
Operadores seleccionados	Tiempo	Promedio	
Arturo	9.57	9.54666667	
Victor	9.55	9.54666667	
Christian	9.52	9.54666667	

Figura 26. Promedio de tiempo cronometrado

- viii. Grafique los datos obtenidos, es decir, los tiempos de cada operador y de un color distinto introduzca los promedios; de manera que se pueda ver la comparativa. Este debe de ser un gráfico de puntos, (Ver figura 27), debe de identificar los ejes con los títulos de tiempo (y), operador (x).



Figura 27. Gráfico operador calificado

- ix. Con apoyo del gráfico, encuentre el operador calificado, éste será el que esté más cercano a la línea promedio que se obtuvo, el operador calificado sombréelo de algún color en la tabla (Ver figura 28).

Componente	Buje
Proceso	Barrenado
Operadores seleccionados	Tiempo
Arturo	9.57
Victor	9.55
Christian	9.52

Figura 28. Operador calificado del proceso

- x. En base a la lista que se elaboró en la etapa II punto 3, en donde se enlistan los componentes y el proceso del producto, repita los puntos anteriores para obtener el operador calificado de cada uno de los procesos. Si en alguno de los componentes se puede elaborar en diferente máquina debe hacer el proceso para cada uno.

II. Número de observaciones.

Cuando se ha encontrado el operador calificado para cada proceso, se necesita hacer el cálculo de repeticiones que debe hacer el operador para determinar cuántas veces exactamente se debe repetir el proceso para llevar a un tiempo estándar. Como se mencionó en el marco teórico, actualmente muchas empresas se ayudan con la lista que formuló General Electric Co., para determinar el número de observaciones. En este caso también se usará este método, pero antes de iniciar se debe validar que los tiempos que se cronometraron del operador calificado de cada proceso están en minutos, de no ser así realice la conversión a minutos.

- i. Genere una nueva hoja de Excel en el mismo libro que se está trabajando.
- ii. Copie la tabla que utilizada en la etapa 2 punto 3, donde está el componente y el proceso que le corresponde a cada uno; en la siguiente columna agregue el nombre del operador calificado para cada proceso (*Ver figura 29*).

Componente	Proceso	Operador Calificado
Buje	Barrenado	Victor
Rueda de carga	Corte	Leopoldo
	Contorneado/Chaflan	Arturo
Rueda de carril	Corte	Leopoldo
	Desbaste, reducción de \emptyset	Arturo
	Ranura/ Chaflan/Corte	Arturo
Alineador	Corte	Leopoldo
	Maquinado	Alonso
		Alonso
Desbaste	Emmanuel	
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Emmanuel
	Flecha con Rueda de carri	Jorge

Figura 29. Tabla Componente-Proceso-Operador

- iii. En la siguiente columna agregue el tiempo cronometrado de cada operador que se cronometró en el punto 1 inciso v (Ver figura 30).

Componente	Proceso	Operador Calificado	Tiempo cronometrado
Buje	Barrenado	Victor	9.55
Rueda de carga	Corte	Leopoldo	2.71
	Contorneado/Chaflan	Arturo	6.11
Rueda de carril	Corte	Leopoldo	1.40
	Desbaste, reducción de \emptyset	Arturo	2.30
	Ranura/ Chaflan/Corte	Arturo	6.57
Alineador	Corte	Leopoldo	3.27
	Maquinado	Alonso	19.50
		Alonso	33.48
Desbaste	Emmanuel	1.11	
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Emmanuel	5.13
	Flecha con Rueda de carri	Jorge	1.20

Figura 30. Tabla Componente-Proceso-Operador-Tiempo cronometrado

- iv. Copie la tabla de General Electric Co., donde se plasma el número de ciclos a observar respecto al tiempo ciclo que se desea saber. Realizarlo en la misma hoja de Excel que se está trabajando (Ver figura 31).

Tiempo Ciclo (min)	Numero de ciclos a observar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 - 5.00	15
5.00 -10.00	10
10.00 - 20.00	8
20.00 - 40.00	5
40.00 en adelante	3

Figura 31. Tabla de General Electric Co.

- v. Agregue una columna más a lado del nombre de los operadores y ahí colocar el número de observaciones que le corresponde al tiempo del operador respecto a la tabla de General Electric Co., tenga cuidado de seleccionar la celda que corresponda (Ver figura 32).

Componente	Proceso	Operador Calificado	Tiempo cronometrado	Numero de Observaciones	Tiempo Ciclo (min)	Numero de ciclos a observar
Buje	Barrenado	Victor	9.55	=H9	0.10	200
Rueda de carga	Corte	Leopoldo	2.71		0.25	100
	Contorneado/Chaflan	Arturo	6.11		0.50	60
Rueda de carril	Corte	Leopoldo	1.40		0.75	40
	Desbaste, reducción de ϕ	Arturo	2.30		1.00	30
	Ranura/ Chaflan/Corte	Arturo	6.57		2.00	20
Alineador	Corte	Leopoldo	3.27		2.00 - 5.00	15
	Maquinado	Alonso	19.50		5.00 -10.00	10
		Alonso	33.48		10.00 - 20.00	8
	Desbaste	Emmanuel	1.11		20.00 - 40.00	5
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Emmanuel	5.13		40.00 en adelante	3
	Flecha con Rueda de carril	Jorge	1.20			

Figura 32. Asignación de número de observaciones

- vi. Repita el paso anterior para cada operador calificado de sus procesos (Ver figura 33).

Componente	Proceso	Operador Calificado	Tiempo cronometrado	Numero de Observaciones	Tiempo Ciclo (min)	Numero de ciclos a observar
Buje	Barrenado	Victor	9.55	10	0.10	200
Rueda de carga	Corte	Leopoldo	2.71	15	0.25	100
	Contorneado/Chaflan	Arturo	6.11	10	0.50	60
Rueda de carril	Corte	Leopoldo	1.40	40	0.75	40
	Desbaste, reducción de \varnothing	Arturo	2.30	15	1.00	30
	Ranura/ Chaflan/Corte	Arturo	6.57	10	2.00	20
Alineador	Corte	Leopoldo	3.27	15	2.00 - 5.00	15
	Maquinado	Alonso	19.50	8	5.00 - 10.00	10
		Alonso	33.48	5	10.00 - 20.00	8
	Desbaste	Emmanuel	1.11	30	20.00 - 40.00	5
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Emmanuel	5.13	10	40.00 en adelante	3
	Flecha con Rueda de carril	Jorge	1.20	=HIG		

Figura 33. Tabla de número de observaciones del proceso.

III. Cronometraje.

Es momento de cronometrar el tiempo estándar de la operación para ello se realizará de la siguiente forma:

- i. Indique a el operador calificado, cuántas veces realizará la operación, esto será de acuerdo al número de observaciones que se estableció en el punto 2 inciso v de esta etapa.
- ii. Coloque su cronómetro en cero y dele aviso al operador cuando oprima inicio/start para dar comienzo al proceso. Ubíquese en un lugar donde no distraiga al operador, recuérdale que lo debe de hacer a un ritmo normal, sin prisa de terminar rápido.
- iii. Detenga el tiempo cuando vea que el operador ha terminado el ciclo, y anote en una hoja blanca o cuaderno.
- iv. Repita el proceso tantas veces se haya indicado de acuerdo al número de observaciones y anote cada tiempo cronometrado.
- v. Genere una nueva hoja de Excel en el mismo libro que está trabajando y coloque una tabla con el componente, proceso y operador calificado de la operación (Ver Figura 34).

Componente	Buje
Proceso	Barrenado

Figura 34. Identificación del proceso

- vi. Abajo de la tabla anterior, genere una nueva tabla donde coloque el número de observaciones y enseguida el tiempo que se tardó el operario en cada ciclo que realizó (Ver figura 35).

Componente	Proceso	Operador Calificado
Buje	Barrenado	Victor
Observaciones	Tiempo	
1	9.52	
2	9.58	
3	9.55	
4	10.03	
5	10.01	
6	9.56	
7	9.53	
8	10.03	
9	10.03	
10	9.56	

Figura 35. Tabla de observaciones- Tiempo

- vii. Al final de la tabla coloque la sumatoria de los tiempos que cronometró, esto hágalo con el comando del programa Excel (Ver figura 36).

- viii. Repita los incisos anteriores para cada proceso que tenga enlistado del producto.

Componente	Proceso	Operador Calificado
Buje	Barrenado	Victor
Observaciones	Tiempo	
1	9.52	
2	9.58	
3	9.55	
4	10.03	
5	10.01	
6	9.56	
7	9.53	
8	10.03	
9	10.03	
10	9.56	
Sumatoria	97.4	

Figura 36. Sumatoria de tiempos

- ix. Repita los incisos anteriores para cada proceso que tenga enlistado del producto. Se recomienda que lo haga en la misma hoja de Excel y con la fórmula correspondiente.

IV. Valoración del ritmo.

En esta parte del estudio, es donde un analista debe de ser concreto, la industria dice que es donde toca ser juez para darle una valoración al trabajo que hace el operador, calificarlo por medio

de porcentajes. Es por ello que es importante que se haya puesto atención al ritmo con el que hizo el trabajo el operador.

- i. Se trabajará con las tablas del punto 3 inciso *viii*, donde se pondrá atención si en el listado del tiempo que se cronometró, los primeros 5 tiempos tienen variación.

Si al evaluar las primeras 3 repeticiones del proceso el tiempo es igual, eso significa que se tiene una valoración estándar (100), es decir, que el operario siempre lo estará haciendo en ese tiempo.

- ii. Tome la tabla de la *Imagen 6. Tabla de ritmo observado* y determina que escala de valoración utilizará, como recomendación se pide que se de en una escala de 75-100 o 100-133.
- iii. Enseguida, valore al operario como hizo la actividad, es decir el proceso, en la tabla se explica el ritmo con el que se hizo.
- iv. Intercepte su escala elegida contra la descripción de la actividad (*Ver figura 37*) y anote el valor que resulte.

Escalas				Actividad	Velocidad en Km./h
60 - 80	75 - 100	100 - 133	0 - 100		
0	0	0	0	Ninguna	0
40	50	67	50	Muy lento, inseguro y movimientos torpes.	3,2
60	75	100	75	Actividad normal, constante, sin prisas pero no pierde tiempo, bien dirigido y controlado. No sujeto a incentivos de producción.	4,8
80	100	133	100	Actividad óptima o ritmo tipo, activo, capaz, obrero cualificado medio, incentivado, alcanza el nivel de calidad exigido.	6,4
100	125	167	125	Gran seguridad, coordinación y destreza, muy rápido. Por encima del operario cualificado medio.	8
120	150	200	150	Extraordinariamente rápido, pero sólo en cortos períodos de tiempo.	9,6

Figura 37. Intersección del ritmo de trabajo. (Casco Neira, 2006).

- v. Vaya al Excel en la hoja del punto 3 y coloque en la fila debajo de la sumatoria de los tiempos cronometrados, e introduzca los valores correspondientes a la Ecuación 3. Determinación de valoración actividad (Ver figura 38).

Componente	Proceso	Operador Calificado
Buje	Barrenado	Victor
Observaciones	Tiempo	
1	9.52	
2	9.58	
3	9.55	
4	10.03	
5	10.01	
6	9.56	
7	9.53	
8	10.03	
9	10.03	
10	9.56	
Sumatoria	97.4	
Valoración	0.75	

Figura 38. Determinación de ritmo de trabajo

- vi. Repita los pasos anteriores para cada operación del producto, como analista, debe de hacerlo de una forma justa pues está calificado el ritmo con lo que se ejecuta la actividad.

V. Suplementos.

En toda industria sin importar el giro de esta, se sabe que durante la producción se tiene tiempos muertos, algunos justificables que son los se encuentran en tablas de suplementos y que ya tienen un valor asignado y otros que son tiempos muertos que no se tienen contemplados, pero tienen el fin de cumplir con la calidad del producto. Para establecer un tiempo estándar se deben de contemplar los suplementos que son los tiempos muertos, es por ello que se lleva el cálculo de estos para el tiempo estándar.

- i. Se ocupará la tabla de suplementos por descanso (Ver imagen 9), como analista determine que suplementos se van a involucrar en la estimación de su tiempo estándar, debe de prestar atención al valor que va a tomar porque se tiene un valor para mujer y un para hombre.
- ii. Seleccione el valor del suplemento que vaya a involucrar en su tiempo estándar, escoja el valor de acuerdo al género de su operador calificado. Por ejemplo:

Tolerancia (Hombre- Mujer)	%
Personal (ir al sanitario, beber agua, etc.)	5
Por fatiga	4
Suplementos Inevitable	2

- iii. Sume los valores de los suplementos que ha seleccionado. Siguiendo con el ejemplo anterior al sumar los suplementos se tiene un valor del 11%.

- iv. Abra la hoja de Excel del punto 3, colóquese en la siguiente fila debajo de la valoración para anotar su resultado de los suplementos, recuerde dividir su resultado entre 100, ya que buscamos un valor numérico (Ver figura 39).

Observaciones	Tiempo
1	9.52
2	9.58
3	9.55
4	10.03
5	10.01
6	9.56
7	9.53
8	10.03
9	10.03
10	9.56
Sumatoria	97.4
Valoración	0.75
Suplemento	0.11

Figura 39. Determinación de suplementos

- v. Repita estos puntos para todos sus procesos.

VI. Tiempo estándar.

Se han recabado los datos numéricos necesarios para determinar el tiempo estándar del producto por medio del método de cronometraje.

- i. Ubique la hoja de Excel del punto 3; y colóquese en la fila debajo del cálculo de los suplementos, con los datos recabados anteriormente, se buscará el tiempo ciclo.
- ii. Introduzca los valores determinados conforme los pide la *Ecuación 7. Tiempo ciclo* (Ver imagen 40).

A	B	C
Observaciones	Tiempo	
1	9.52	
2	9.58	
3	9.55	
4	10.03	
5	10.01	
6	9.56	
7	9.53	
8	10.03	
9	10.03	
10	9.56	
Sumatoria	97.4	
Valoración	0.75	
Suplemento	0.11	
T.Ciclo	=+B15/A14	

Figura 40. Tiempo ciclo del proceso.

- iii. Enseguida, colóquese en la siguiente fila y ahora coloque los valores que pide la *Ecuación 8. Tiempo normal* (Ver figura 41).

A	B	C
Observaciones	Tiempo	
1	9.52	
2	9.58	
3	9.55	
4	10.03	
5	10.01	
6	9.56	
7	9.53	
8	10.03	
9	10.03	
10	9.56	
Sumatoria	97.4	
Valoración	0.75	
Suplemento	0.11	
T.Ciclo	9.74	
T.Normal	=+B18*B16	

Figura 41. Tiempo normal del proceso.

- iv. Posteriormente, debajo del tiempo normal coloque el tiempo estándar que se busca del proceso; introduzca los valores a la *Ecuación 9. Tiempo estándar* (Ver imagen 42). Por ende, se ha conseguido el tiempo estándar de la operación, éste es el tiempo que se determina para llevar a cabo el proceso en un ritmo normal.

A	B	C	D
Observaciones	Tiempo		
1	9.52		
2	9.58		
3	9.55		
4	10.03		
5	10.01		
6	9.56		
7	9.53		
8	10.03		
9	10.03		
10	9.56		
Sumatoria	97.4		
Valoración	0.75		
Suplemento	0.11		
T.Ciclo	9.74		
T.Normal	7.305		

Figura 42. Tiempo estándar del proceso

- v. Repita estos incisos para cada proceso de tu producto.
- vi. Genere una nueva hoja de Excel donde elabore una tabla colocando: Componente, Proceso, Maquina, Material, Tiempo estándar, de cada uno de sus procesos del producto. Al colocar el tiempo estándar en la celda, seleccione la celda donde obtuvo el resultado (Ver figura 43).

A	B	C	D	E	G
Componente	Proceso	Maquina	Material	Timpo Estadar	
Buje	Barrenado	CNC	Bronce	=Cronometraje!B20	
Rueda de carga	Corte	Cinta Sierra	Nylamind	2.50	
	Contorneado/Chaflan	CNC	Nylamind	5.17	
Rueda de carril	Corte	Cinta Sierra	Nylamind	1.20	
	Desbaste, reducción de \emptyset	CNC	Nylamid	1.97	
	Ranura/ Chaflan/Corte	CNC	Nylamind	4.96	
Alineador	Corte	Cinta Sierra	Nylamind	2.79	
	Maquinado	EMCO	Nylamind	21.96	
		Willis	Nylamid	38.76	
	Desbaste	Fresadora	Nylamind	1.29	
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Fresadora	Acero/Nylamid	5.81	
	Flecha con Rueda de carril	Prensa Manual	N/A	1.39	

Figura 43. Concentrado de tiempo estándar del producto

- vii. Finalmente, genere una columna al final de la tabla donde se colocarán las piezas por hora que se fabrican; en una celda cerca de la tabla coloque en los minutos que tiene una hora; y enseguida para saber cuántas piezas salen por hora, divida la celda de los minutos entre el tiempo estándar de cada componente (Ver figura 44).

A	B	C	D	E	F	G	H	I
Componente	Proceso	Maquina	Material	Timpo Estadar	Pza/hr			
Buje	Barrenado	CNC	Bronce	8.21	=8.21/60		Tiempo (min)	60
Rueda de carga	Corte	Cinta Sierra	Nylamind	2.50	24			
	Contorneado/Chaflan	CNC	Nylamind	5.17	12			
Rueda de carril	Corte	Cinta Sierra	Nylamind	1.20	50			
	Desbaste, reducción de \emptyset	CNC	Nylamid	1.97	30			
	Ranura/ Chaflan/Corte	CNC	Nylamind	4.96	12			
Alineador	Corte	Cinta Sierra	Nylamind	2.79	22			
	Maquinado	EMCO	Nylamind	21.96	3			
		Willis	Nylamid	38.76	2			
	Desbaste	Fresadora	Nylamind	1.29	46			
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Fresadora	Acero/Nylamid	5.81	10			
	Flecha con Rueda de carril	Prensa Manual	N/A	1.39	43			

Figura 44. Concentrado final (pieza/HR)

ETAPA IV. Programación.

Después de haber conseguido los tiempos estándar de los procesos del producto, se comenzará hacer el programa de producción, para ello se debe de tener muy claro la diferencia entre el “Plan Agregado de Producción” y el “Plan Maestro de Producción”; la forma de como en la industria es diferenciado el PAP, es la cantidad de producto que se le pide al área productiva que fabrique, mientras que el PMP es el cómo vas a distribuir gente y maquinaria en un corto plazo.

I. Requerimientos.

Son las cantidades de que se necesita fabricar de los componentes o del producto que se fabricará, estos datos son compartidos por el área de logística o ventas.

- i. Genere una nueva hoja de Excel en el mismo libro que se está trabajado, y copie la tabla que se generó en el punto 6 inciso v de la etapa III, al final agregue dos columnas más, una con el nombre de Requerimiento y la siguiente con Turnos requeridos (*Ver figura 45*).

Componente	Proceso	Máquina	Tiempo Estandar	Pza/hr	Requerimiento	Turnos requeridos
Buje	Barrenado	CNC	8.21	7		0
Rueda de carga	Corte	Cinta Sierra	2.50	24		0
	Contorneado/Chaflan	CNC	5.17	12		0
Rueda de carril	Corte	Cinta Sierra	1.20	50		0
	Desbaste, reducción de \emptyset	CNC	1.97	30		0
	Ranura/ Chaflan/Corte	CNC	4.96	12		0
Alineador	Corte	Cinta Sierra	2.79	22		0
	Maquinado	EMCO	21.96	3		0
		Willis	38.76	2		0
	Desbaste	Fresadora	1.29	46		0
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Fresadora	5.81	10		0
	Flecha con Rueda de carril	Prensa Manual	1.39	43		0

Figura 45. Concentrado final (pza/HR)- Requerimiento

- ii. Deje en blanco las celdas de la columna de requerimiento, éstas deben de ser llenadas con las cantidades que le envíe

el área de logística o ventas, para cubrir la demanda que se solicita.

- iii. En seguida, en la columna turnos requeridos, introduzca una fórmula con los mismos valores de la tabla generada, es decir, abra paréntesis, seleccione la celda a la izquierda (requerimiento), divida entre la celda de requerimiento (pza/hr) y posteriormente cierre los paréntesis y divida entre 8 (Ver figura 46).

Componente	Proceso	Máquina	Tiempo Estandar	Pza/hr	Requerimiento	Turnos requeridos
Buje	Barrenado	CNC	8.21	7		$= (F2 / E2) / 8$
Rueda de carga	Corte	Cinta Sierra	2.50	24		0
	Contorneado/Chaflan	CNC	5.17	12		0
Rueda de carril	Corte	Cinta Sierra	1.20	50		0
	Desbaste, reducción de \emptyset	CNC	1.97	30		0
	Ranura/ Chaflan/Corte	CNC	4.96	12		0
Alineador	Corte	Cinta Sierra	2.79	22		0
	Maquinado	EMCO	21.96	3		0
		Willis	38.76	2		0
	Desbaste	Fresadora	1.29	46		0
Subensamble	Barrenado/Machuelado	Fresadora	5.81	10		0
	Flecha con Rueda de carril	Prensa Manual	1.39	43		0

Figura 46. Búsqueda de turnos requeridos

- iv. Selecciona la celda en la que trabajó y llévela de forma ascendente hasta el final de la tabla. De esta forma todas las celdas tendrán la misma fórmula, los valores deben ser valores enteros.

Los valores que se han encontrado en la columna de los turnos requeridos son los valores que se usarán para la programación del producto.

II. Programa.

Con el resultado de los turnos requeridos encontrados en el punto anterior, se programará el requerimiento que se compartió, el área de logística o ventas, la programación se hará a corto plazo, es decir una semana.

- i. Genere una hoja de Excel, en el mismo libro que está trabajando, al inicio de cada columna coloque los siguientes textos:
 - Máquina
 - Turno
 - Componente
 - Días de la semana
 - Tiempo programado
 - Tiempo trabajado
- ii. En la siguiente fila abajo del día de la semana divida en Programado y Real; del mismo modo vuelva a dividir cada uno en dos; una celda será el tiempo y otro el operador (Ver *figura 47*). Repita este paso para cada uno de los días de la semana.

Maquina	Turno	Componente	LUNES				DOMINGO				Tiempo Programado	Tiempo Trabajado
			Programado		Real		Programado		Real			
			T	O	T	O	T	O	T	O		

Figura 47. Encabezado de PMP

- iii. En la siguiente columna de maquinaria coloque sus máquinas que dispuso para trabajar en el producto.

- iv. En la columna siguiente de turnos, coloque los números de los turnos que dispone para trabajar en la empresa, esto para cada una de las máquinas.
- v. En la columna de componentes, enliste los componentes de su producto que se máquina, en cada máquina que asigno en el punto 3 de la etapa II. Ponga atención que proceso del componente se hace en cada máquina (Ver figura 48).

Maquina	Turno	Componente
CINTA SIERRA	1	Rueda de carga
	2	
	3	
	1	Rueda de carril
	2	
	3	
	1	Alineador
	2	
	3	
FRESADOR A 1	1	Alienador
	2	
	3	
	1	Subensamble
	2	
	3	

Figura 48. Rubros para asignación

- vi. Al final de la tabla, en la columna de tiempo programado, genere una sumatoria seleccionando todas las celdas con el tiempo programado en la semana (Ver figura 49).

Maquina	Turno	Componente	LUNES				DOMINGO				Tiempo Programado	Tiempo Trabajado
			Programado		Real		Programado		Real			
			T	O	T	O	T	O	T	O		
CINTA SIERRA	1	Rueda de carga										
	2											
	3											
	1	Rueda de carril									0.0	0
	2											
	3											
1	Alineador										0.0	0
2												
3												

Figura 49. Sumatoria de tiempo programado

- vii. Enseguida en la columna de tiempo operado, sume de igual forma todas las celdas de la semana con el tiempo real que se trabajó (Ver figura 50).

Maquina	Turno	Componente	LUNES				DOMINGO				Tiempo Programado	Tiempo Trabajado
			Programado		Real		Programado		Real			
			T	O	T	O	T	O	T	O		
CINTA SIERRA	1	Rueda de carga										
	2											
	3											
	1	Rueda de carril									0.0	0
	2											
	3											
1	Alineador										0.0	0
2												
3												

Figura 50. Sumatoria de tiempo operado

- viii. Finalmente seleccione las dos celdas anteriores del inciso vi – vii y arrastre hasta el final de la tabla.

Para programar el número de turnos que arrojó la tabla del comprometido; necesita colocar las horas del turno que trabajará, es decir si se toma 30 minutos para comida, debe de descontarlo (7.30 hrs) y colocar solo el tiempo real en las celdas de programado, y en

operario el nombre de la persona que realizará la operación (Ver figura 51). Debe de prestar atención que la máquina esté desocupada, de la gente que tenga libre, aprovechar si algún proceso se puede hacer en alguna otra máquina.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	Y	Z	AA	AF	AG
1																	
2	Maquina	Turno	Componente	LUNES				MARTES				SABADO				Tiempo Programado	Tiempo Trabajado
3				Programado		Real		Programado		Real		Programado		Real			
4				T	O	T	O	T	O	T	O	T	O	T	O		
5	CINTA SIERRA	1	Rueda de carga	7.5	Alonso			7.5	Alonso							38.0	0.0
6		2					7.0	Jesus									
7		3		8.0	Jorge			8.0	Jorge								
8		1	Rueda de carril													0.0	0
9		2															
10		3															

Figura 51. Tiempo Programado

Finalmente se sabe, que aun cuando se ha programado bajo restricciones, no siempre se cumplen estos tiempos, ya que existen variables que retrasan la producción, los que se llaman tiempos muertos. Para ello en la columna diaria de Real se anotará el tiempo que se trabajó, esto se sacará de los reportes de producción (Ver imagen 52), pues de esta manera se podrá hacer la comparativa del tiempo programado respecto al tiempo trabajado y así se tendrá el tiempo muerto.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	X	Y	Z	AA	AF	AG
1																	
2	Maquina	Turno	Componente	LUNES				MARTES				SABADO				Tiempo Programado	Tiempo Trabajado
3				Programado		Real		Programado		Real		Programado		Real			
4				T	O	T	O	T	O	T	O	T	O	T	O		
5	CINTA SIERRA	1	Rueda de carga	7.5	Alonso	7.0	Alonso	7.5	Alonso	7.5	Alonso			7.5	Polo	38.0	37.0
6		2					7.0	Jesus	7.0	Jesus							
7		3		8.0	Jorge	0		8.0	Jorge	8.0	Jorge						
8		1	Rueda de carril													0.0	0
9		2															
10		3															

Figura 52. Tiempo real trabajado

III. Comprometido.

El programar la forma de producir el producto, le ayuda a saber si se cuenta con el tiempo, maquinaria y gente necesaria para poder

cumplir con la demanda, si no para buscar los recursos necesarios en caso de que el cliente demande entregar en la fecha estipulada. Para ello se trabajará en el comprometido.

- i. Genere una hoja nueva hoja de Excel en el mismo libro que se está trabajando. Copie y pegue la tabla del punto 6 inciso v de la etapa III (componente, proceso, máquina).
- ii. Coloque otra columna de lado izquierdo con el nombre de requerimiento, e introduzca los valores numéricos del material que se solicitan para fabricar (*Ver figura 53*).

Componente	Proceso	Máquina	Requerimiento
Buje	Barrenado	CNC	100
Rueda de carga	Corte	Cinta Sierra	100
	Contorneado/Cha	CNC	100
Rueda de carril	Corte	Cinta Sierra	200
	Desbaste, reducci	CNC	200
	Ranura/ Chaflan/C	CNC	200
Alineador	Corte	Cinta Sierra	400
	Maquinado	EMCO	400
		Willis	
Desbaste	Fresadora	400	
Subensamble	Barrenado/Machu	Fresadora	100
	Flecha con Rueda	Prensa Manual	100

Figura 53. Comprometido (requerimiento)

- iii. Señalice otra columna de lado izquierdo del requerimiento con el nombre de comprometido, ésta divídala en dos: en la primera fila haremos referencia a la cantidad de las piezas producidas, es decir, seleccione de la hoja del programa, la celda de horas programadas del proceso correspondiente y

multiplíquelo por las piezas horas del mismo proceso (Ver figura 54).

A	B	C	D	E	F
Componente	Proceso	Máquina	Requerimiento	Comprometido	
Buje	Barrenado	CNC	=+Programa!AF26*Requerimiento!E2		
Rueda de carga	Corte	Cinta Sierra	100	0	0%
	Contorneado/Cha	CNC	100	0	0%

Figura 54. Formula de comprometido en piezas

- iv. Posteriormente en la siguiente, divida el comprometido en piezas entre el requerimiento (Ver figura 55), éste debe de ser expresado en porcentaje.

A	B	C	D	E	F
Componen	Proceso	Máquina	Requerimiento	Comprometido	
Buje	Barrenado	CNC	100	0	=+E2/D2

Figura 55. Formula de comprometido en porcentaje

- v. Repita los incisos iii y iv para cada proceso, preste atención en que cada proceso corresponda con las celdas seleccionadas.
- vi. Al final seleccione una celda y promedie los comprometidos en porcentaje para llevar un comprometido semanal (Ver figura 56).

A	B	C	D	E	F
Componen	Proceso	Máquina	Requerimiento	Comprometido	
Buje	Barrenado	CNC	100	0	0%
Rueda de carga	Corte	Cinta Sierra	100	84	84%
	Contorneado/Cha	CNC	100	0	0%
Rueda de carril	Corte	Cinta Sierra	200	0	0%
	Desbaste, reducci	CNC	200	0	0%
	Ranura/ Chaflan/C	CNC	200	0	0%
Alineador	Corte	Cinta Sierra	400	0	0%
	Maquinado	EMCO	400	0	0%
		Willis		0	
	Desbaste	Fresadora	400	0	0%
Subensamble	Barrenado/Machu	Fresadora	100	0	0%
	Flecha con Rueda	Prensa Manual	100	0	0%
				Comprometido Semanal	=PROMEDIO(F2:F13)

Figura 56. Comprometido semanal

Conforme se vaya programando a la gente con los turnos arrojados por el requerimiento, ésta tabla se ira llenando y dará un estimado de cuánto tiempo tardara en fabricar el producto, es decir, el área de producción podrá decir si puede abastecer la demanda que se le solicita y en qué tiempo o si necesitará recursos extras para poder cubrir la demanda.

IV. Acumulado.

Finalmente se necesita llevar un control de lo que se programa contra lo que se fábrica, para ello se utiliza un acumulado, que se vaya actualizando cada turno que se capturen los reportes de producción, pues de este modo se puede tener alternativas en caso de que el PMP se vea afectado.

- i. Genere una nueva hoja de Excel con una tabla con los rubros de: Componente, Proceso, Requerimiento, Producido, Avance.

- ii. Coloque los datos correspondientes en cada fila de la tabla, únicamente deje en blanco las columnas Producido y Avance.
- iii. Enseguida, en la columna de producido; introduzca el resultado de la sumatoria de tiempo trabajado, dividido entre el tiempo estándar del proceso, cierre paréntesis y multiplique por la celda donde se coloca el valor de cuando equivale una hora (Ver figura 57).

Componente	Proceso	Requerimiento	Producido	Avance
Buje	Barrenado	100	0	0%
	Corte	100	0	0%
Rueda de carga	Contorneado/Chaflan	100	0	0%
	Corte	200	0	0%
Rueda de carril	Desbaste, reducción de Ø	200	0	0%
	Ranura/ Chaflan/Corte	200	0	0%
	Corte	400	0	0%
Alineador	Maquinado EMCO	400	0	0%
	Maquinado WILLIS		0	
	Desbaste	400	0	0%
Subensamble	Barrenado/Machuelado	100	0	0%
	Flecha con rueda de	=(Programa!AG38/"Tiempo estandar"!E13)*Tiempo estandar"!I2		

Figura 57. Formula de producido real en piezas en acumulado

- iv. Repita el paso anterior para cada proceso de los componentes; preste atención a que el proceso debe corresponder a la máquina en que se programe.
- v. En la columna de avance, represente en porcentaje lo producido dividido entre el requerimiento (Ver figura 58). De manera que se pueda saber que tanto se ha fabricado.

Componente	Proceso	Requerimiento	Producido	Avance
Buje	Barrenado	100	0	0%
Rueda de carga	Corte	100	0	0%
	Contorneado/Chaflan	100	0	0%
Rueda de carril	Corte	200	0	0%
	Desbaste, reducción de Ø	200	0	0%
	Ranura/ Chaflan/Corte	200	0	0%
Alineador	Corte	400	0	0%
	Maquinado EMCO	400	0	0%
	Maquinado WILLIS		0	
	Desbaste	400	0	0%
Subensamble	Barrenado/Machuelado	100	0	0%
	Flecha con rueda de carril	100	348	=E14/D14

Figura 58. Formula de avance en acumulado

- vi. Al final de la tabla, ingrese un promedio del avance de todos los procesos, ésta debe ser expresada en porcentaje (Ver figura 59), ésta llevará el nombre de avance general.

Componente	Proceso	Requerimiento	Producido	Avance
Buje	Barrenado	100	0	0%
Rueda de carga	Corte	100	0	0%
	Contorneado/Chaflan	100	0	0%
Rueda de carril	Corte	200	0	0%
	Desbaste, reducción de Ø	200	0	0%
	Ranura/ Chaflan/Corte	200	0	0%
Alineador	Corte	400	0	0%
	Maquinado EMCO	400	0	0%
	Maquinado WILLIS		0	
	Desbaste	400	348	87%
Subensamble	Barrenado/Machuelado	100	0	0%
	Flecha con rueda de carril	100	0	0%
				=+PROMEDIO(F3:F14)

Figura 59. Acumulado semanal

Al terminar el Excel se puede comprobar que con un programa sencillo y que es conocido por muchos, se puede llevar el control de lo que se producirá en períodos cortos, en este caso, fue de manera semanal.

CAPITULO IV. “RESULTADOS Y EXPERIENCIA”.

Al conocer la diferencia entre el PMP y el PAP; y tener conocimiento sobre tiempos y movimientos, se mejora la forma de poder producir en una empresa; para que se pueda implementar una forma de poder programar una producción de una empresa pequeña, que toma por primera vez un proyecto y lo produce en grandes masas, se hace de forma sencilla con una herramienta básica como lo es el programa Excel, con ayuda de éste programa se puede lograr grandes ventajas para una mejor producción, y desventajas que se ven reflejadas en corto tiempo, algunas de ellas son:

Ventajas PMP	Desventajas PMP
<ul style="list-style-type: none">• Conocimiento por toda la empresa de que producto se elabora.• Entrega de producto terminado a tiempo.• Programación de materia prima necesaria.• Llevar el orden de que operación sigue en el producto.• Reclutar al personal necesario.	<ul style="list-style-type: none">• Empresa sin una directriz de como producir.• Se tiene sobre inventario de materia prima y de producto terminado.• Tiempos muertos causados por operaciones y personal.• Pérdidas económicas por material y personal.

El poder implementar un PMP, en una empresa pequeña ayuda a que se tenga conocimiento de todas las áreas, que es lo que se elabora y de esa manera todas puedan tomar su responsabilidad de poder proveer al área de producción, los suministros necesarios para elaborar el producto y poder hacer una venta que cumpla con lo establecido al inicio del proyecto, en estándares de calidad, en tiempo y producto.

CONCLUSIONES.

Esta propuesta ha presentado una herramienta que sea eficiente para el control de la producción, de ésta manera, se conoce cada elemento, que es necesario para elaborar el PMP, como fue presentado en cada etapa; como el conocimiento del producto, la presentación del producto a todas las áreas involucradas, la selección del personal que lleva a cabo la operación, la programación de las operaciones que se pueden realizar en el mismo tiempo; con esto se afirma, que trabajar con la metodología de tiempos y movimientos en un PMP, se logrará entregas a tiempo al cliente, no genera tiempos muertos sin inactividad y sobre todo no se producirá sobre inventario; lo que significa que no se tiene pérdida económica.

Al trabajar con un PMP de manera simple; ya que se seleccionó programar con el método tradicional y realizar el programa en Excel, se puede llevar un control más exacto de lo que se está produciendo y aprovechar los tiempos que se invierte en el producto, pues en la actualidad aun cuando se está siendo reemplazado por robots, éstos son operados por personal humano, que sepa que cada movimiento que se programa tiene un tiempo exacto para realizar la actividad. Es por ello, que el trabajar con la metodología de tiempos y movimientos en dicho proceso, fortalece la producción a un tiempo estándar de manera que el tiempo que se invierte en el proceso sea productivo y se obtenga mayor beneficio de cada movimiento que hace el personal humano, es así que el tiempo debe ser el mismo para cualquier persona que lo realice, claramente sin descuidar que como se trabaja con personal humano, éste tiene necesidades de satisfacer y se debe de establecer un tiempo para saciar estas necesidades.

Es importante saber, que aún, cuando en México, la industria no trabaja con esta metodología, muchas empresas han llegado a establecerse en los últimos años, aplicando esta metodología y logrando así, que México sea uno de los principales países en los que se busque invertir para nuevos proyectos, de manera que sea rentable para México y el país que esté invirtiendo.

El conocer y poder trabajar en empresas donde conozcan el PMP, hace que el trabajo sea más simple pero aún más cuando se introduce un tiempo estándar, por ello se busca que las empresas pequeñas comiencen a conocer esta metodología donde partan de sus tiempos estándar de la operación para lograr un PMP y logren obtener niveles de confianza con sus clientes y puedan seguir participando para nuevos proyectos.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Camus Salazar, C. M. (2017). IMPLEMENTACIÓN DE PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE LA PLANTA DE DERIVADOS LÁCTEOS D'PUYUSK EN AYACUCHO. [Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo]
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/1410/Camus_SC_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
2. Rivera Villegas, E. W. (2014). ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA ALCANZAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA ELABORACIÓN DE CORTES TÍPICOS EN EL MUNICIPIO DE SALCAJÁ. [Tesis doctoral, Universidad Rafael Landívar].
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2014/01/01/Rivera-Erick.pdf>
3. González Riesco, M. (2006). Gestión de la producción. Cómo planificar y controlar la producción industrial. Ideas propias Editorial.
https://books.google.com.mx/books?id=FWH7dzN_T2UC&pg=PT7&dq=gestio+n+de+la+produccion+1&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjrnZK4rLnzAhWEUt8KH5wAM4Q6AF6BAqGEAl#v=onepage&q&f=false
4. Quezada Palacios, J. E. (2016). ANALISIS DE RENDIMIENTO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS. [Tesis profesional, Universidad de San Carlos de Guatemala]
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/5829/1/Josu%C3%A9%20Eduardo%20Quezada%20Palacios.pdf>
5. Cuatrecasas Arbós, L. (2012). Planificación de la producción. Gestión de materiales. Ediciones Díaz de Santos.
https://books.google.com.mx/books?id=NMFH28s2MeQC&printsec=frontcover&dq=planificacion+de+la+produccion&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

6. Castán Farrero, J.Ma. (2012). Dirección de operaciones. Manual de ejercicios. Edicions Universitat Barcelona.
https://books.google.com.mx/books?id=Smm_BAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Direcci%C3%B3n+De+operaciones&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Direcci%C3%B3n%20De%20operaciones&f=false
7. García Ramos, Ma. Carmen. (2007). Guía Práctica de Economía de la Empresa II: áreas de gestión y producción (Teoría y Ejercicios). Edicions Universitat Barcelona.
https://books.google.com.mx/books?id=ru5AstCv8oAC&printsec=frontcover&dq=Guia+practica+de+la+economia+de+la+empresa+II&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Guia%20practica%20de%20la%20economia%20de%20la%20empresa%20II&f=false
8. Paredes Roldán, J. (2001). Planificación y control de la producción. IDIUC, Instituto de Investigaciones, Universidad de Cuenca.
<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Ecuador/diuc-cuenca/20121115114754/teoria.pdf>
9. Olavarrieta de la Torres, J. (1999). Conceptos generales de productividad, sistemas, normalización y competitividad. Universidad Iberoamericana.
https://books.google.com.mx/books?id=EXzhFaRE9rUC&printsec=frontcover&dq=conceptos+generales+de+productividad+sistemas+normalizaci%C3%B3n+y&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=conceptos%20generales%20de%20productividad%20sistemas%20normalizaci%C3%B3n%20y&f=false
10. Escuela Europea de Excelencia. (Sin fecha). NUEVA ISO 9001-2015.
<https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2013/11/nueva-iso-9001-2015-como-enfocar-a-procesos-el-sistema-de-gestion-de-la-calidad-i/>
11. Rodríguez Coronado, J. (2008). Determinación del tiempo estándar para la actualización de las ayudas visuales en una línea de producción de una

empresa manufacturera. [Tesis profesional, Instituto Tecnológico de Sonora).
http://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/240_javier_rodriguez.pdf

12. Meyers, F.E. (2000). Estudio de Tiempos y Movimientos. Pearson Educación.
https://books.google.com.mx/books?id=cr3WTuK8mn0C&printsec=frontcover&dq=estudio+de+tiempos+y+movimientos&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=estudio%20de%20tiempos%20y%20movimientos&f=false
13. Meyers, F.E., Stephens, M.P. (2005). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de instalaciones. Pearson Educación.
<https://books.google.com.mx/books?id=uq3CmCKEv6AC&pg=PA3&dq=dise%C3%B1o+de+instalaciones+de+manufactura+y+manejo+de+materiales&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjFpsPWr7nzAhWETt8KHYiID7IQ6AF6BAgDEAI#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20de%20instalaciones%20de%20manufactura%20y%20manejo%20de%20materiales&f=false>
14. Casco Neira, A. (2006). Técnicas de medición del trabajo. FC Editorial.
https://books.google.com.mx/books?id=18TmMdosLp4C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false