

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA
FABRICATION TECHNOLOGY COMPANY S.A.C. PARA
MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

SHARON GLADYS VERA CUBAS

Chiclayo 16 de Julio del 2018

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y
CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA
FABRICATION TECHNOLOGY COMPANY S.A.C. PARA
MEJORAR EL NIVEL DE SERVICIO**

POR:

SHARON GLADYS VERA CUBAS

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR

**Dr. Maximiliano Arroyo Ulloa
PRESIDENTE**

**Mgtr. Evans Llontop Salcedo
SECRETARIO**

**Mgtr. Oscar Vásquez Gervasi
ASESOR**

DEDICATORIA

Dedicado a Dios y a mi familia por estar siempre conmigo, apoyándome incondicionalmente y alentándome, en todo el trascurso de mi carrera.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza y sabiduría para poder seguir adelante a pesar de las dificultades en el camino.

A mis padres, hermano y amistades que estuvieron alentándome y recordándome porque elegí esta carrera y lo mucho que me satisface.

Al señor Segundo por darme la oportunidad de haber desarrollado la investigación de tesis en sus instalaciones.

Agradezco a mi asesor Magister Oscar Vásquez Gervasi, por su asesoría indispensable y por haberme guiado de la mejor manera para la realización de este trabajo de investigación.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA..... | 21 |
| 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA..... | 21 |
| 2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS..... | 23 |
| 2.2.1. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN..... | 23 |
| 2.2.2. TÉCNICAS PARA EL ESTUDIO DE MOVIMIENTO..... | 26 |
| 2.2.3. ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL LUGAR DE TRABAJO..... | 29 |
| 2.2.4. INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD..... | 31 |
| 2.2.5. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN..... | 33 |
| 2.2.6. COSTOS UNITARIOS..... | 38 |
| III. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA..... | 39 |
| 3.1. DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN EN LA EMPRESA FABRICATION TECHNOLOGY COMPANY S.A.C..... | 39 |
| 3.1.1. LA EMPRESA..... | 39 |
| 3.1.2. PRODUCTO..... | 42 |
| 3.1.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN..... | 51 |
| 3.1.4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CARRETO..... | 63 |
| 3.1.5. ANÁLISIS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN..... | 68 |
| 3.1.6. INDICADORES ACTUALES DE PRODUCCIÓN..... | 77 |
| 3.1.7. RESUMEN DE LOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD..... | 82 |
| 3.1.8. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN, SUS CAUSAS Y PROPUESTAS DE MEJORA..... | 83 |
| 3.1.8.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS CAUSAS..... | 84 |
| 3.1.8.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CAUSAS..... | 85 |
| 3.2. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN..... | 87 |
| 3.2.1. INDICADORES DE PRODUCCIÓN CON TIEMPOS ESTÁNDARES..... | 87 |
| 3.2.2. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN..... | 94 |
| 3.2.2.1. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA..... | 95 |
| 3.2.2.2. PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.2.3. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN..... | 105 |
| 3.2.2.4. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES..... | 107 |
| 3.2.3. CONTROL DE LA PRODUCCIÓN | 113 |
| 3.3. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DE LA PROPUESTA | 120 |
| 3.3.1 INVERSIÓN INICIAL | 120 |
| 3.3.2. BENEFICIO..... | 121 |
| IV. CONCLUSIONES | 125 |
| V. RECOMENDACIONES..... | 126 |
| VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 127 |
| VI. ANEXOS | 129 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Productos elaborados en "Fabrication Technology Company S.A.C." | 12 |
| Tabla 2: Producción en unidades – mensuales | 13 |
| Tabla 3: Ventas en unidades – mensual | 14 |
| Tabla 4: Demanda real – mensual | 15 |
| Tabla 5: Demanda insatisfecha – mensual | 16 |
| Tabla 6: Utilidades no recibidas por demanda insatisfecha – mensual | 16 |
| Tabla 7: Sobreproducción – mensual | 17 |
| Tabla 8: Dinero en stock | 18 |
| Tabla 9: Lenguaje y símbolos | 26 |
| Tabla 10: Símbolos a utilizar en DOP | 27 |
| Tabla 11: Características de los tipos de diagrama de flujo | 28 |
| Tabla 12: Datos de consumo y precio unitario | 42 |
| Tabla 13: Determinación de la participación monetaria de cada producto | 43 |
| Tabla 14: Participación de los artículos en % de la valorización | 44 |
| Tabla 15: Características del carrito | 46 |
| Tabla 16: Personal extra en área de producción | 47 |
| Tabla 17: Demanda insatisfecha de carrito | 49 |
| Tabla 18: Ventas y Utilidades no obtenidas | 50 |
| Tabla 19: Porcentaje en soles de demanda insatisfecha respecto a ventas | 50 |
| Tabla 20: Identificación y clasificación de los residuos | 52 |
| Tabla 21: Materia prima del carrito | 53 |
| Tabla 22: Insumos | 53 |
| Tabla 23: Características de operarios | 54 |
| Tabla 24: Ficha técnica taladro | 55 |
| Tabla 25: Ficha técnica prensa de fricción | 56 |
| Tabla 26: Ficha técnica torno revolver | 57 |
| Tabla 27: Ficha técnica Tronzadora | 58 |
| Tabla 28: Ficha técnica de soplete de corte | 59 |
| Tabla 29: Ficha técnica de máquina Mig Mag | 60 |
| Tabla 30: Ficha técnica Torno paralelo | 61 |
| Tabla 31: Ficha técnica compresor | 62 |
| Tabla 32: Herramientas | 63 |
| Tabla 33: Número recomendado de ciclos | 68 |
| Tabla 34: Muestra de ciclo observados | 70 |
| Tabla 35: Cuello de botella del proceso | 77 |
| Tabla 36: Eficiencia física de la brida | 80 |
| Tabla 37: Eficiencia física del tubo de carrito | 80 |
| Tabla 38: Costo de materiales para el carrito | 81 |
| Tabla 39: Otros costo de carrito y eficiencia económica | 81 |
| Tabla 40: Resumen de los indicadores de producción y productividad | 83 |
| Tabla 41: Tiempos estándares del proceso de fabricación | 89 |
| Tabla 42: Cuello de botella del proceso | 90 |
| Tabla 43: Resumen de los indicadores de producción y productividad con tiempos estándares | 92 |
| Tabla 44: Cuadro de indicadores | 93 |
| Tabla 45: Pronósticos de la demanda de carritos | 97 |
| Tabla 46: Datos adicionales para planeación agregada | 98 |
| Tabla 47: Costos por hora de mano de obra | 99 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 48: Costos de almacenamiento | 100 |
| Tabla 49: Plan agregado de producción de carretos basada en la estrategia de capacidad disponible | 102 |
| Tabla 50: Costos al implementar una estrategia de capacidad disponible | 103 |
| Tabla 51: Plan agregado de producción de carretos basada en la estrategia persecución de demanda | 104 |
| Tabla 52: Costos al implementar una estrategia de persecución de demanda..... | 105 |
| Tabla 53: Resumen de las estrategias..... | 105 |
| Tabla 54: Programación semanal de producción | 106 |
| Tabla 55: Programación Diaria de la Producción | 107 |
| Tabla 56: Identificación de productos | 109 |
| Tabla 57: Plan de requerimiento de materiales | 111 |
| Tabla 58: Indicadores de control de producción | 114 |
| Tabla 59: Hoja de control de recepción de materia prima | 115 |
| Tabla 60: Orden de producción diaria..... | 116 |
| Tabla 61: Hoja de control de producción diaria | 117 |
| Tabla 62: Registro de control de ventas | 118 |
| Tabla 63: Registro de control pedidos no atendidos | 119 |
| Tabla 64: Inversión inicial de propuesta | 120 |
| Tabla 65: Mano de obra extra..... | 121 |
| Tabla 66: Indicadores de nivel de servicio..... | 122 |
| Tabla 67: Incremento de ventas con la implementación de la propuesta del sistema de planificación y control de la producción - anual | 122 |
| Tabla 68: Utilidades con la implementación de la propuesta- anual..... | 122 |
| Tabla 69: Porcentaje de beneficios obtenidos con la propuesta - anual..... | 123 |
| Tabla 70: Beneficio/costo por periodo | 123 |
| Tabla 71: Flujo de caja | 124 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Esquema de un sistema de producción pull | 24 |
| Figura 2: Esquema de un sistema de producción push..... | 25 |
| Figura 3: Cronómetro ordinario | 29 |
| Figura 4: Paleta para estudio de tiempos..... | 30 |
| Figura 5: Calculadora | 30 |
| Figura 6: Formato de estudio de tiempos | 31 |
| Figura 7: Recursos de la empresa..... | 32 |
| Figura 8: Estructura de un sistema jerárquico de planificación y control de la producción Fuente: Domínguez et al (1995)..... | 34 |
| Figura 9: Organigrama de la empresa | 40 |
| Figura 10: Plano de la empresa | 41 |
| Figura 11: Producto Carreto..... | 45 |
| Figura 12: Comportamiento de la ventas y demanda real | 47 |
| Figura 13: Ventas y Demanda real | 48 |
| Figura 14: Proceso de producción..... | 51 |
| Figura 15: Proceso de oxicorte..... | 64 |
| Figura 16: Diagrama de flujo de elaboración de carreto | 67 |
| Figura 17: Diagrama de operaciones del proceso | 72 |
| Figura 18: Diagrama de análisis del proceso..... | 74 |
| Figura 19: Diagrama de recorrido del proceso de producción | 76 |
| Figura 20: Diagrama de Ishikawa | 84 |
| Figura 21: Niveles de planeación en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C. .. | 94 |
| Figura 22: Demanda real del carreto (Enero 2015 – Diciembre 2016)..... | 95 |
| Figura 23: Análisis de estacionalidad 2015 y 2016..... | 96 |
| Figura 24: Pronóstico de la demanda de carreto (Enero 17 – Diciembre 17) | 97 |
| Figura 25: Árbol de estructura del carreto..... | 110 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha ejecutado en la empresa *Fabrication Technology Company S.A.C.* la cual se encuentra ubicada en el departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo, distrito de José Leonardo Ortiz, su rubro económico es la producción de piezas de moto taxis, esta investigación se basa en la necesidad de brindar soluciones ante las pérdidas monetarias ocasionadas por la demanda insatisfecha, de esto que se genera la hipótesis, si la propuesta de un sistema de planificación y control de la producción mejorará la rentabilidad de esta empresa.

Para la realización de esta investigación se tienen una serie de objetivos específicos, que nos guiarán, el primer objetivo es el diagnosticar actualmente el proceso de producción de la empresa, posteriormente a este análisis se va a realizar la planificación de la producción la cual nos permite llegar a un equilibrio entre lo que se va a producir en piezas finales y los materiales que se requieren para esta producción, siendo el tercer objetivo el costo – beneficio el cual nos permite verificar si la propuesta es rentable o no lo es.

Los planes de mejora propuestos nos muestran que el nivel de servicio se ha incrementado de un 78, 57% a un 100%, cubriendo de esta manera toda la demanda insatisfecha. Además se logró un incremento de 0,81 a 1,93 soles.

Finalmente, se determinó con ayuda del último objetivo que la propuesta del sistema de planificación y control de la producción es rentable.

PALABRAS CLAVES: Producción, Planificación, Control, Nivel de servicio

ABSTRACT

This research work has been carried out in the company Fabrication Technology Company S.A.C. Which is located in the department of Lambayeque, Chiclayo province, district of José Leonardo Ortiz, its economic item is the production of parts of motorcycle taxis, this research is based on the need to provide solutions to the monetary losses caused by Unsatisfied demand, of which the hypothesis is generated, if the proposal of a system of planning and control of the production will improve the profitability of this company.

In order to carry out this research we have a series of specific objectives, which will guide us, the first objective is to diagnose the production process of the company at the moment, later to this analysis will be carried out the planning of the production which allows us To reach a balance between what is going to be produced in final pieces and the materials that are required for this production, the third objective being the cost - benefit which allows us to verify if the proposal is profitable or not.

The proposed improvement plans show that the level of service has increased from 78,57% to 100%, thus covering all unsatisfied demand. In addition an increase of 0.81 to 1.93 soles was achieved.

Finally, it was determined with the help of the last objective that the proposal of the production planning and control system is profitable.

KEYWORDS: Production, Planning, Control, Service level

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los factores más importantes dentro de una empresa es la rapidez de respuesta a una demanda. Durante estos últimos años la competencia ha aumentado a nivel nacional e internacional, la industria metal mecánica afronta el desafío de adecuarse a las exigencias del mundo globalizado por lo tanto las empresas necesitan una buena organización para poder sobrevivir, y es por esto que las microempresas se han visto en la necesidad de mejorar y crecer, replanteándose la evaluación de sus empresas y tomando decisiones que ayuden a estas mismas a mejorar su competitividad.

La empresa en donde se desarrolla el trabajo de investigación es una empresa industrial metalmecánica: "Fabrication Technology Company S.A.C, brinda sus servicios de producción y venta de diversos productos metálicos, los cuales son piezas para el ensamble de moto taxis.

Un diagnóstico preliminar de la empresa permitió identificar problemas de planificación de la producción, de distribución de áreas y tiempos de procesos, por lo cual en el ejercicio de su labor, existen factores que no agregan valor al producto, siendo estas las actividades improductivas que generan diversos problemas, como tiempos muertos y cuellos de botella, además de un sobre stock en algunos meses y demanda insatisfecha en otros.

En la tabla 1 se aprecia la variedad de productos que se le elaboran en esta empresa.

Tabla 1: Productos elaborados en "Fabrication Technology Company S.A.C."

| ITEMS | PRODUCTOS |
|-------|---------------------|
| 1 | Eje de trapecio |
| 2 | Pin amortiguador |
| 3 | Bocina c/p 24 |
| 4 | Bocina c/p 23.5 |
| 5 | Bocina c/p 23.0 |
| 6 | Bocina c/p 22.5 |
| 7 | Bocina c/p21.5 |
| 8 | Bocina s/p 41 |
| 9 | Bocina s/p 45 |
| 10 | Buje cb x 5/8 |
| 11 | Buje gl x 5/8 |
| 12 | Carreto |
| 13 | Eje de carreto 35.5 |
| 14 | Eje de carreto 35 |
| 15 | Eje de carreto 36 |
| 16 | Tope de carreto |

Fuente: "Fabrication Technology Company S.A.C"

La producción y ventas de la empresa varían según las cantidades de órdenes y la cantidad de stock que el jefe de planta determina empíricamente en ese tiempo. A continuación se mostrarán las tablas de producción (mes), ventas (mes), demanda insatisfecha (mes), sobreproducción (mes), rentabilidad no obtenida (mes), además se presentan costos unitarios por producto (ver anexo 1: Tablas de costos unitarios y precios unitarios) y también se muestran tablas resúmenes, la cual nos sirven para ver en profundidad lo que se sucede dentro de la empresa.

Tabla 2: Producción en unidades – mensuales

| MES | PRODUCCIÓN - UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | |
| | Ene. | Feb. | Mar. | Abr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene. | Feb | Mar |
| Eje de trapecio | 21470 | 21465 | 21477 | 21474 | 21478 | 21476 | 21477 | 21478 | 21479 | 21472 | 21467 | 21480 | 21463 | 21465 | 21477 |
| Bridas | 8130 | 8524 | 8962 | 9252 | 8562 | 8782 | 8014 | 8056 | 9724 | 8888 | 9645 | 8186 | 8566 | 8734 | 8900 |
| Pin amortiguador | 5285 | 2608 | 2560 | 1567 | 1657 | 1600 | 2170 | 6100 | 4550 | 3457 | 2669 | 4153 | 2942 | 2809 | 3576 |
| Bocina c/p 24 | 320 | 0 | 500 | 400 | 350 | 125 | 150 | 0 | 583 | 329 | 474 | 405 | 434 | 487 | 263 |
| Bocina c/p 23.5 | 357 | 421 | 400 | 660 | 200 | 346 | 477 | 200 | 446 | 399 | 246 | 272 | 276 | 279 | 593 |
| Bocina c/p 23.0 | 391 | 517 | 450 | 455 | 323 | 560 | 300 | 450 | 461 | 505 | 334 | 320 | 396 | 481 | 398 |
| Bocina c/p 22.5 | 1473 | 2499 | 4000 | 2100 | 1000 | 2450 | 0 | 1626 | 2306 | 2060 | 3234 | 3934 | 3847 | 1427 | 1668 |
| Bocina c/p21.5 | 1787 | 1826 | 1200 | 2400 | 2500 | 3520 | 2120 | 3546 | 3288 | 3406 | 1333 | 1357 | 3351 | 2549 | 1631 |
| Bocina s/p 41 | 0 | 150 | 500 | 2000 | 400 | 200 | 100 | 0 | 1560 | 253 | 129 | 380 | 354 | 463 | 285 |
| Bocina s/p 45 | 258 | 164 | 100 | 300 | 250 | 200 | 100 | 0 | 122 | 261 | 236 | 273 | 78 | 235 | 194 |
| Buje cb x 5/8 | 0 | 0 | 650 | 1300 | 200 | 510 | 2340 | 560 | 836 | 914 | 380 | 850 | 0 | 1300 | 847 |
| Buje gl x 5/8 | 150 | 236 | 850 | 500 | 620 | 500 | 200 | 121 | 170 | 115 | 197 | 237 | 332 | 399 | 353 |
| Carreto | 4065 | 4262 | 4481 | 4626 | 4281 | 4391 | 4007 | 4028 | 4862 | 4444 | 4822 | 4093 | 4283 | 4367 | 4450 |
| Eje de carrito 35.5 | 115 | 60 | 100 | 50 | 250 | 100 | 200 | 983 | 120 | 100 | 246 | 0 | 230 | 128 | 100 |
| Eje de carrito 35 | 100 | 0 | 100 | 0 | 50 | 150 | 100 | 105 | 230 | 150 | 0 | 245 | 130 | 50 | 120 |
| Eje de carrito 36 | 150 | 100 | 100 | 0 | 50 | 100 | 100 | 100 | 50 | 50 | 250 | 100 | 100 | 0 | 150 |
| Tope de carrito | 560 | 100 | 800 | 2000 | 200 | 800 | 300 | 100 | 1540 | 250 | 100 | 430 | 200 | 540 | 1340 |

Fuente: Empresa industrial metalmecánica "Fabrication Technology Company S.A.C"

En esta tabla se evidencia la producción mensual de la empresa, estos datos han sido recopilados directamente del jefe de producción.

Nota:

La producción de bridas se observa en la tabla, sin embargo esta es una parte del carrito, para cada carrito se utilizan dos bridas.

Tabla 3: Ventas en unidades – mensual

| MES | VENTAS - UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | |
| | Ene. | Feb. | Mar. | Abr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene. | Feb | Mar |
| Eje de trapecio | 21470 | 21465 | 21477 | 21474 | 21478 | 21476 | 21477 | 21478 | 21479 | 21472 | 21467 | 21480 | 21463 | 21465 | 21477 |
| Bridas | 8130 | 8524 | 8962 | 9252 | 8562 | 8782 | 8014 | 8056 | 9724 | 8888 | 9645 | 8186 | 8566 | 8734 | 8900 |
| Pin amortiguador | 1540 | 980 | 1878 | 865 | 898 | 2810 | 1700 | 4700 | 2340 | 1570 | 845 | 3020 | 2100 | 765 | 1456 |
| Bocina c/p 24 | 105 | 10 | 100 | 200 | 200 | 200 | 155 | 230 | 120 | 100 | 105 | 85 | 240 | 142 | 200 |
| Bocina c/p 23.5 | 150 | 200 | 378 | 100 | 100 | 0 | 0 | 430 | 220 | 145 | 100 | 100 | 90 | 250 | 210 |
| Bocina c/p 23.0 | 115 | 100 | 400 | 100 | 200 | 300 | 70 | 0 | 110 | 134 | 127 | 163 | 144 | 120 | 180 |
| Bocina c/p 22.5 | 1473 | 1540 | 3346 | 720 | 2500 | 1970 | 570 | 1520 | 1300 | 2000 | 1450 | 1000 | 1950 | 2010 | 1500 |
| Bocina c/p21.5 | 1500 | 1460 | 800 | 1730 | 1600 | 670 | 1500 | 4040 | 1647 | 2238 | 1639 | 1928 | 2101 | 2369 | 1608 |
| Bocina s/p 41 | 0 | 100 | 0 | 1200 | 225 | 450 | 100 | 0 | 1648 | 150 | 100 | 260 | 320 | 150 | 90 |
| Bocina s/p 45 | 212 | 60 | 0 | 350 | 200 | 191 | 0 | 0 | 133 | 132 | 107 | 113 | 115 | 138 | 108 |
| Buje cb x 5/8 | 0 | 0 | 100 | 1554 | 200 | 510 | 1460 | 760 | 430 | 568 | 210 | 469 | 0 | 1350 | 324 |
| Buje gl x 5/8 | 100 | 140 | 600 | 500 | 620 | 500 | 200 | 121 | 120 | 50 | 0 | 240 | 146 | 200 | 340 |
| Carreto | 4065 | 4262 | 4481 | 4626 | 4281 | 4391 | 4007 | 4028 | 4862 | 4444 | 4822 | 4093 | 4283 | 4367 | 4450 |
| Eje de carrito 35.5 | 115 | 60 | 50 | 50 | 250 | 100 | 100 | 540 | 120 | 100 | 246 | 0 | 230 | 86 | 100 |
| Eje de carrito 35 | 100 | 0 | 85 | 0 | 50 | 150 | 100 | 105 | 230 | 150 | 0 | 245 | 130 | 50 | 120 |
| Eje de carrito 36 | 150 | 100 | 100 | 0 | 50 | 100 | 100 | 0 | 0 | 50 | 250 | 100 | 100 | 0 | 100 |
| Tope de carrito | 0 | 56 | 250 | 1708 | 0 | 950 | 500 | 430 | 1500 | 150 | 86 | 250 | 100 | 220 | 1200 |

Fuente: Empresa industrial metalmecánica "Fabrication Technology Company S.A.C"

En la tabla 3 se muestran las ventas realizadas mensualmente por la empresa, estos datos han sido recolectados de los comprobantes de pago, por compra, que la empresa emite a sus clientes.

Tabla 4: Demanda real – mensual

| MES | DEMANDA REAL - UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | |
| | Ene. | Feb. | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
| Eje de trapecio | 29600 | 31000 | 29161 | 29747 | 30101 | 29172 | 30403 | 29497 | 29220 | 29599 | 30223 | 30149 | 30952 | 29702 | 30780 |
| Bridas | 9930 | 10600 | 10956 | 11380 | 10400 | 10914 | 11324 | 10700 | 12020 | 11800 | 12280 | 10980 | 10600 | 11120 | 11120 |
| Pin amortiguador | 1540 | 980 | 1878 | 865 | 898 | 2810 | 1700 | 4700 | 2340 | 1570 | 845 | 3020 | 2100 | 765 | 1456 |
| Bocina c/p 24 | 105 | 10 | 100 | 200 | 200 | 200 | 155 | 230 | 120 | 100 | 105 | 85 | 240 | 142 | 200 |
| Bocina c/p 23.5 | 150 | 200 | 378 | 100 | 100 | 0 | 0 | 430 | 220 | 145 | 100 | 100 | 90 | 250 | 210 |
| Bocina c/p 23.0 | 115 | 100 | 400 | 100 | 200 | 300 | 70 | 0 | 110 | 134 | 127 | 163 | 144 | 120 | 180 |
| Bocina c/p 22.5 | 1473 | 1540 | 3346 | 720 | 2500 | 1970 | 570 | 1520 | 1300 | 2000 | 1450 | 1000 | 1950 | 2010 | 1500 |
| Bocina c/p21.5 | 1500 | 1460 | 800 | 1730 | 1600 | 670 | 1500 | 4040 | 1647 | 2238 | 1639 | 1928 | 2101 | 2369 | 1608 |
| Bocina s/p 41 | 0 | 100 | 0 | 1200 | 225 | 450 | 100 | 0 | 1648 | 150 | 100 | 260 | 320 | 150 | 90 |
| Bocina s/p 45 | 212 | 60 | 0 | 350 | 200 | 191 | 0 | 0 | 133 | 132 | 107 | 113 | 115 | 138 | 108 |
| Buje cb x 5/8 | 0 | 0 | 100 | 1554 | 200 | 510 | 1460 | 760 | 430 | 568 | 210 | 469 | 0 | 1350 | 324 |
| Buje gl x 5/8 | 100 | 140 | 600 | 500 | 620 | 500 | 200 | 121 | 120 | 50 | 0 | 240 | 146 | 200 | 340 |
| Carreto | 4965 | 5300 | 5478 | 5690 | 5200 | 5457 | 5662 | 5350 | 6010 | 5900 | 6140 | 5490 | 5300 | 5560 | 5560 |
| Eje de carreto 35.5 | 115 | 60 | 50 | 50 | 250 | 100 | 100 | 540 | 120 | 100 | 246 | 0 | 230 | 86 | 100 |
| Eje de carreto 35 | 100 | 0 | 85 | 0 | 50 | 150 | 100 | 105 | 230 | 150 | 0 | 245 | 130 | 50 | 120 |
| Eje de carreto 36 | 150 | 100 | 100 | 0 | 50 | 100 | 100 | 0 | 0 | 50 | 250 | 100 | 100 | 0 | 100 |
| Tope de carreto | 0 | 56 | 250 | 1708 | 0 | 950 | 500 | 430 | 1500 | 150 | 86 | 250 | 100 | 220 | 1200 |

Fuente: Empresa industrial metalmecánica "Fabrication Technology Company S.A.C"

En la tabla 4 se observan la demanda real de los productos, estos datos han sido tomados mediante la observación, claro está con la ayuda del jefe de planta, el cual recibía las llamadas directamente para la compra de los productos.

Tabla 5: Demanda insatisfecha – mensual

| MES | DEMANDA INSATISFECHA - UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | |
| | Ene. | Feb. | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
| Eje de trapecio | 8130 | 9535 | 7684 | 8273 | 8623 | 7696 | 8926 | 8019 | 7741 | 8127 | 8756 | 8669 | 9489 | 8237 | 9303 |
| Carreto | 900 | 1038 | 997 | 1064 | 919 | 1066 | 1655 | 1322 | 1148 | 1456 | 1318 | 1397 | 1017 | 1193 | 1110 |

Fuente: Empresa industrial metalmecánica "Fabrication Technology Company S.A.C"

Como se puede observar en la Tabla 5, existe una demanda insatisfecha de dos productos, esto puede ser debido a varios motivos, sin embargo el problema principal, sería la inexistencia de una planificación de producción.

Tabla 6: Utilidades no recibidas por demanda insatisfecha – mensual

| MES | UTILIDADES (S/.) | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|-------|
| | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | |
| | Ene. | Feb. | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar |
| Eje de trapecio | 5691 | 6675 | 5379 | 5791 | 6036 | 5387 | 6248.2 | 5613.3 | 5418.7 | 5688.9 | 6129.2 | 6068.3 | 6642.3 | 5765.9 | 6512 |
| Carreto | 11250 | 12975 | 12462.5 | 13300 | 11487.5 | 13325 | 20687.5 | 16525 | 14350 | 18200 | 16475 | 17462.5 | 12712.5 | 14912.5 | 13875 |

Fuente: Empresa industrial metalmecánica "Fabrication Technology Company S.A.C"

La Tabla 6, muestra las utilidades que la empresa perdió al no poder atender el requerimiento total de su mercado.

Tabla 7: Sobreproducción – mensual

| MES | SOBREPRODUCCIÓN - UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | |
| | Ene. | Feb. | Mar. | Abr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene. | Feb | Mar |
| Pin amortiguador | 3745 | 1628 | 682 | 702 | 759 | 0 | 470 | 1400 | 2210 | 1887 | 1824 | 1133 | 842 | 2044 | 2120 |
| Bocina c/p 24 | 215 | 0 | 400 | 200 | 150 | 0 | 0 | 0 | 463 | 229 | 369 | 320 | 194 | 345 | 63 |
| Bocina c/p 23.5 | 207 | 221 | 22 | 560 | 100 | 346 | 477 | 0 | 226 | 254 | 146 | 172 | 186 | 29 | 383 |
| Bocina c/p 23.0 | 276 | 417 | 50 | 355 | 123 | 260 | 230 | 450 | 351 | 371 | 207 | 157 | 252 | 361 | 218 |
| Bocina c/p 22.5 | 0 | 959 | 654 | 1380 | 0 | 480 | 0 | 106 | 1006 | 60 | 1784 | 2934 | 1897 | 0 | 168 |
| Bocina c/p21.5 | 287 | 366 | 400 | 670 | 900 | 2850 | 620 | 0 | 1641 | 1168 | 0 | 0 | 1250 | 180 | 23 |
| Bocina s/p 41 | 0 | 50 | 500 | 800 | 175 | 0 | 0 | 0 | 0 | 103 | 29 | 120 | 34 | 313 | 195 |
| Bocina s/p 45 | 46 | 104 | 100 | 0 | 50 | 9 | 100 | 0 | 0 | 129 | 129 | 160 | 0 | 97 | 86 |
| Buje cb x 5/8 | 0 | 0 | 550 | 0 | 0 | 0 | 880 | 0 | 406 | 346 | 170 | 381 | 0 | 0 | 523 |
| Buje gl x 5/8 | 50 | 96 | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 65 | 197 | 0 | 186 | 199 | 13 |
| Eje de carrito 35.5 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 100 | 443 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 0 |
| Eje de carrito 35 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Eje de carrito 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| Tope de carrito | 560 | 44 | 550 | 292 | 200 | 0 | 0 | 0 | 40 | 100 | 14 | 180 | 100 | 320 | 140 |

Fuente: Empresa industrial metalmecánica "Fabrication Technology Company S.A.C

Se evidencia en la tabla 7, la sobreproducción de varias piezas, los cuales ocasionan inmovilización del capital, no permiten recibir las utilidades en el tiempo adecuado, generando también costos de almacenamiento, además que ocupa tiempos que podrían ser utilizado en la fabricación de otros productos que necesitan mayor producción.

Tabla 8: Dinero en stock

| MES | STOCK - (S/.) | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | 2015 | | | | | | | | | | | | 2016 | | |
| | Ene. | Feb. | Mar. | Abr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene. | Feb | Mar |
| Pin amortiguador | 2996 | 1302 | 545.6 | 561.6 | 607.2 | 0 | 376 | 1120 | 1768 | 1509.6 | 1459.2 | 906.4 | 673.6 | 1635 | 1696 |
| Bocina c/p 24 | 172 | 0 | 320 | 160 | 120 | 0 | 0 | 0 | 370.4 | 183.2 | 295.2 | 256 | 155.2 | 276 | 50.4 |
| Bocina c/p 23.5 | 165.6 | 176.8 | 17.6 | 448 | 80 | 276.8 | 381.6 | 0 | 180.8 | 203.2 | 116.8 | 137.6 | 148.8 | 23.2 | 306.4 |
| Bocina c/p 23.0 | 220.8 | 333.6 | 40 | 284 | 98.4 | 208 | 184 | 360 | 280.8 | 296.8 | 165.6 | 125.6 | 201.6 | 288.8 | 174.4 |
| Bocina c/p 22.5 | 0 | 767.2 | 523.2 | 1104 | 0 | 384 | 0 | 84.8 | 804.8 | 48 | 1427.2 | 2347.2 | 1517.6 | 0 | 134.4 |
| Bocina c/p21.5 | 229.6 | 292.8 | 320 | 536 | 720 | 2280 | 496 | 0 | 1313 | 934.4 | 0 | 0 | 1000 | 144 | 18.4 |
| Bocina s/p 41 | 0 | 45 | 450 | 720 | 157.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 92.7 | 26.1 | 108 | 30.6 | 281.7 | 175.5 |
| Bocina s/p 45 | 41.4 | 93.6 | 90 | 0 | 45 | 8.1 | 90 | 0 | 0 | 116.1 | 116.1 | 144 | 0 | 87.3 | 77.4 |
| Buje cb x 5/8 | 0 | 0 | 440 | 0 | 0 | 0 | 704 | 0 | 324.8 | 276.8 | 136 | 304.8 | 0 | 0 | 418.4 |
| Buje gl x 5/8 | 40 | 76.8 | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 52 | 157.6 | 0 | 148.8 | 159.2 | 10.4 |
| Eje de carrito 35.5 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 0 | 600 | 2658 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 252 | 0 |
| Eje de carrito 35 | 0 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Eje de carrito 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 600 | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 300 |
| Tope de carrito | 448 | 35.2 | 440 | 233.6 | 160 | 0 | 0 | 0 | 32 | 80 | 11.2 | 144 | 80 | 256 | 112 |

Fuente: Empresa industrial metalmecánica "Fabrication Technology Company S.A.C

La Tabla 8, muestra el dinero que se encuentra en stock por mantener unidades en el inventario, mantener un stock adecuado puede ser beneficioso sin embargo en este caso se mantienen stock de piezas que no se requieren en varios meses lo que ocasiona que exista capital

inmovilizado el cual no puede ser rápidamente reinvertido, además de utilizar tiempo de producción que podría ser usado para elaborar más productos que tienen demanda insatisfecha.

Observaciones:

- Se verifica que existe una sobreproducción en 14 productos y demanda insatisfecha en 2 de sus productos, esto es debido a no trabajar con una planificación adecuada, además de desconocer la demanda existente en el mercado, este es un grave problema porque no hay un espacio adecuado para el almacenamiento, y la sobreproducción ocupa espacio en el lugar de producción, además que al existir un gran inventario final, hay mucho dinero en stock, el cual se encuentra paralizado, porque no hay movimiento de dinero y no hay recojo de utilidades, siendo imposible una reinversión del capital casi a su totalidad. Por otro lado la demanda insatisfecha hace que la empresa no reciba las utilidades esperadas dejando la posibilidad que la competencia capte a sus clientes, y descienda su participación dentro del mercado.

Nivel de servicio de carrito = (Pedidos no atendidos / Pedidos atendidos) x 100

$$\text{Nivel de servicio} = (100 - ((17600 * 100) / 83062))$$

$$\text{Nivel de servicio} = 78,81\%$$

Su nivel de servicio es efectivo en un 78,81%, sin embargo nuestro objetivo es que pueda abastecer el 100% de sus pedidos y si es posible incrementar sus ventas.

Todas las empresas tienen la necesidad de tener una buena gestión de la producción, basada en la planificación, el cual permita saber qué producir, cuándo producir y cómo producir, además de cuánto de materia prima se necesita y que operaciones intervienen en la fabricación de los distintos productos.

El propósito de esta tesis es realizar una propuesta de un sistema de planificación y control de la producción acorde a la realidad de la fábrica de producción, para mejorar su nivel de servicio y por ende su rentabilidad, teniendo como punto de inicio las herramientas de ingeniería de métodos.

A través de la utilización de estas herramientas de ingeniería de métodos se podrá obtener información clara de la verdadera situación de la empresa, distinguiendo los problemas que existen para posteriormente seleccionar herramientas adecuadas para llevar a cabo la mejora, respondiendo a la pregunta ¿Se logrará mejorar el nivel de servicio de la empresa "Fabrication Technology Company S.A.C." a través de un sistema de planificación y control de la producción?

Por ellos en esta investigación se tiene como objetivo principal mejorar el nivel de servicio mediante objetivos específicos como diagnosticar el sistema productivo actual de la empresa, elaborar un sistema de planificación y control de la producción, por último realizar el análisis costo – beneficio.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Tamayo & Urquiola. (2014), en su investigación: “Concepción de un procedimiento para la planificación y control de la producción haciendo uso de herramientas matemáticas”. En este trabajo se pretende dar a conocer la necesidad de herramientas cuantitativas en el proceso de planificación y control de la producción mostrándose también la concepción del procedimiento propuesto para la selección de la herramienta cuantitativa adecuada, para llevar a cabo la planificación y control de la producción, siendo esta la que se ajuste casi perfectamente con las necesidades de la empresa. Para lograr todo lo mencionado anteriormente nos deja en claro teóricamente que los sistemas productivos no pueden cumplir efectivamente con su objetivo principal, de producir tanto bienes como servicios, si es que no cuentan con una planificación de la producción.

El procedimiento propuesto para que sea eficaz debe cumplir con dos consideraciones fundamentales: la primera es que debe estar integrado a la gestión de la organización, y la segunda deberá tener en consideración las bases teóricas para diseñar los procedimientos. La organización que quiera aplicar este procedimiento debe tener como imprescindible el apoyo e impulso continuo de la alta dirección además de un plan de formación y capacitación para toda la empresa, la cual permita conocer sus ventajas y puntos débiles del sistema a implementar y por ultimo contar con información necesaria y completa.

Las fases del procedimiento son cuatro: En la primera fase se encuentra el diagnóstico, se analiza el panorama de la empresa a evaluar, en la segunda fase se ve la selección de la herramienta, la tercera fase consta de la implementación y la última de la revisión y mejora. Los resultados obtenidos aplicando este procedimiento demuestran que la adecuada elección de la herramienta de planificación y control de producción sirve de gran ayuda para las empresas contribuyendo a incrementar los indicadores de estas y a incrementar también el nivel de servicio que ellas brindan a sus clientes.

Ortiz y Caicedo. (2014), en su investigación: “Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado – en Colombia”. Esta investigación tuvo como propósito diseñar una programación óptima de producción para empresas de calzado. La cual la definen como una respuesta operativa para optimizar la producción de un bien o servicio, que de ser errónea esta programación causaría problemas como pérdida de eficiencia, productividad y aprovechamiento de la materia prima, incidiendo en los costos de producción. Para desarrollar este programa óptimo de producción se aplicó la teoría de restricciones junto a la técnica de programación lineal. Los pasos para la aplicación comienzan desde una buena identificación de las restricciones del sistema, siguiendo la explotación de estas y la posterior programación de los recursos en base a las restricciones, a continuación, se realiza la programación de la producción mediante un Cronograma de Gant, luego que comprobamos que se ha elevado la restricción del sistema, se vuelve al paso uno, siendo el

deber de toda empresa tener en cuenta la mejora continua. Los resultados de este trabajo constituyen una herramienta que genera en las empresas ventajas competitivas y productivas frente a la competencia, además del incremento de sus utilidades.

Autores: Borrero, Espín y Hevia. (2013), en su investigación: “Procedimiento de organización de la producción para una empresa de bebidas y refrescos”. En esta publicación se tiene como objetivo principal diseñar un procedimiento de organización de la producción para este tipo de sector. La metodología utilizada para lograr este objetivo fue un procedimiento desarrollado en 6 fases. La primera fase es de ambientación la cual tiene como objetivo preparar las condiciones en la empresa para aplicar el procedimiento de organización de la producción, la segunda fase es la realización de las previsiones de demanda con el objetivo de establecer un pronóstico de las ventas, la fase siguiente es medir las capacidades de producción de la empresa, en la cuarta fase se elabora un plan de producción con el objetivo de determinar lo que va a realizar la empresa, en la quinta fase se realiza un análisis económico y en la última fase se lleva a cabo el seguimiento y control del procedimiento re calculando los indicadores de organización de la producción y calculando las ganancias reales de la empresa y su rentabilidad. En la actualidad se reconoce la necesidad de una organización de la producción ya que esta beneficia a toda la cadena de valor, tanto proveedores, productores y compradores. De la aplicación de este procedimiento se concluyen ventajas como: el incremento de la producción por la optimización del uso de las capacidades, además se lograron realizar previsiones de las necesidades de materia prima, mano de obra y equipos.

Boiteux, Corominas, Lusa- Garcia (2009), en su investigación “Planificación agregada de la producción, la plantilla, el tiempo de trabajo y la tesorería”, nos dice que la planificación agregada es un instrumento de coordinación de las decisiones tácticas en las diversas áreas funcionales de la empresa, es decir, se trata de prever con antelación suficiente las necesidades de recursos para poder tomar en el momento oportuno las decisiones adecuadas para tenerlos a su debido tiempo y todo ello con la mayor eficiencia posible. Este potencial se ha visto limitado por razones técnicas y metodológicas, pero actualmente es posible resolver modelos muy complejos que integran, con mayor detalle, un mayor número de decisiones de varias áreas funcionales y que permiten incorporar nuevas modalidades de gestión. Se introduce un modelo de planificación de la producción, la plantilla, el tiempo de trabajo y la tesorería.

En el modelo, se ha tenido en cuenta la experiencia de los trabajadores asignando una eficiencia (no superior a 1) a cada uno de ellos, en función del número de periodos durante los que ha trabajado. En conclusión, la planificación agregada es un instrumento de coordinación de las decisiones tácticas en las diversas áreas funcionales de la empresa. Al integrar en un único modelo las variables de producción y gestión financiera hace posible una toma de decisiones más eficaz que permite alcanzar mayores beneficios y evitar resultados sub-óptimos que se obtendrían al modelizar por separado cada una de las áreas. Algunos estudios demuestran los beneficios que se obtienen al optimizar de forma simultánea decisiones correspondientes a diferentes funciones en lugar de hacerlo de forma secuencial. No obstante, este potencial sólo se ha realizado muy parcialmente,

por limitaciones metodológicas y por la insuficiente eficiencia de los métodos de cálculo disponibles.

Según Forero y Ovalle. (2013). En su investigación “Análisis de los Sistemas de Programación de la Producción en la Gran Empresa de la Región Centro Sur de Caldas-Colombia” en esta publicación se tiene como objetivo analizar su sistema de programación de la producción de 13 empresas identificando los métodos usados contrastándolos con los métodos teóricos como material requirements planning (MRP), just in time y theory of constraints, haciendo uso de herramientas de ingeniería industrial y encuestas. Se llegó a la conclusión que todas las empresas no usan solo un modelo en específico si no una combinación de estos tres, sacando características de estos métodos acomodándolos a sus procesos, también se notó que siempre el uso de estas características es dominado por un método el cual es el MRP, al cual se le adaptan todos los demás, derivándose esto en adaptabilidad y flexibilidad de la empresa hacia su entorno.

2.2.FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Sistemas de producción

2.2.1.1.Sistema de producción “pull”

Un sistema “pull” es un sistema donde los productos son solicitados por el cliente final y no por el final de la producción (sistema “push”). Esto significa que el control del flujo de recursos que sólo son reemplazados cuando estos se terminan. Se inicia cuando el cliente envía un pedido. En este instante se inicia: se hace el pedido de materias primas para poder disponer el adecuado flujo de materiales. Un sistema de planificación gestionado por el cliente final controla muy estrictamente los stocks de materia prima y producto acabado en función de la demanda real y no en previsiones.

Se considera “pull” de acuerdo a Mora et al. (2012) a un sistema donde la demanda del producto final inicia el flujo de materiales a través de todo el sistema de producción. Se destaca el uso de “en tiempo real” para controlar el trabajo en los proceso y los inventarios. Los sistemas “pull” proporcionan visibilidad de las operaciones, haciendo hincapié en bajos inventarios y tamaños de lotes pequeños.

Con el sistema “pull” el avance del flujo productivo es controlado por los clientes y no por el departamento de planificación.

Cualquier cosa que suceda en el sistema productivo debe producirse como consecuencia de un pedido de un cliente. Por esto se tiene un sistema que “tira” en vez de un sistema que “empuja”. Se trata de un sistema orgánico que reacciona autónomamente y con gran flexibilidad a los requerimientos del mercado. Una reacción simple y genial a una situación compleja.

A continuación en la figura N°01, se observa un esquema de un sistema de producción “pull”.

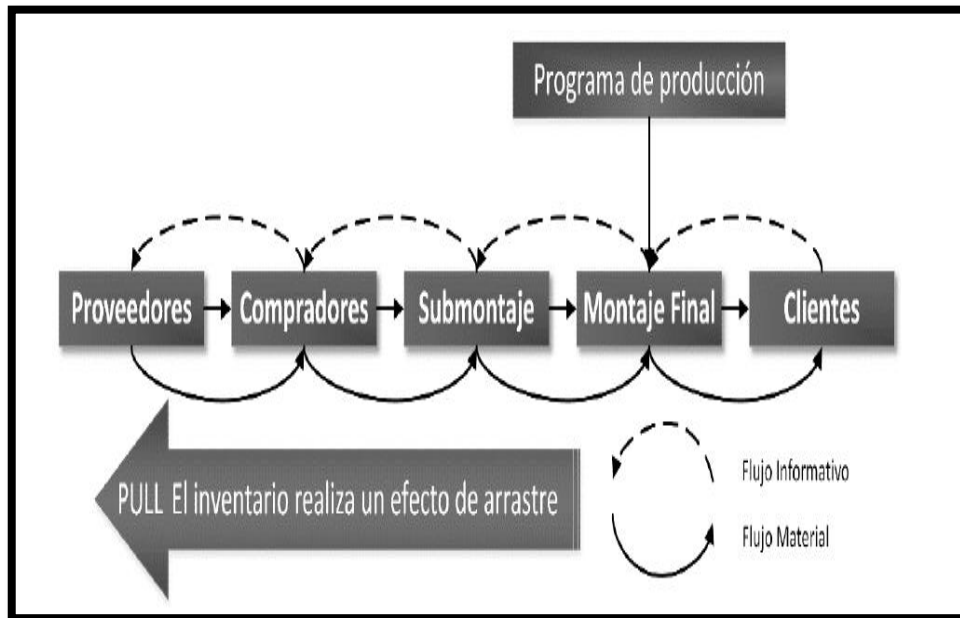


Figura 1: Esquema de un sistema de producción pull

Fuente: Marín y Delgado (2000)

2.2.1.2. Sistema de producción “push”

Es aquel sistema que actúa lanzando ordenes de producción y de compra cuando aún no existen pedidos de demanda real, y podrían ocasionar ciertos inconvenientes como un sobre stock y otros problemas relacionados a demoras de fabricación y políticas de abastecimiento (Tamayo 2012).

Este escenario push, en el cual se trabaja tiene como primer paso desarrollar un pronóstico que permita la producción de modelos de productos generales, este sistema necesita un modelo de planificación muy bien estructurado para que los problemas que se puedan presentar se minimicen.

El aumento de los costos ha llevado a implementar cada vez procesos más eficientes y esbeltos con el mínimo inventario posible, guiando a las empresas a basarse en sistemas pull, pero al mismo tiempo, el aumento de la presión de la competencia ha llevado a aumentar el énfasis en el servicio al consumidor, lo cual induce a las empresas a tener productos fabricados para inventario, es decir utilizar un sistema push (Kaminsky & Kaya 2006).

A continuación en la figura N °02 se observa un sistema de producción push.

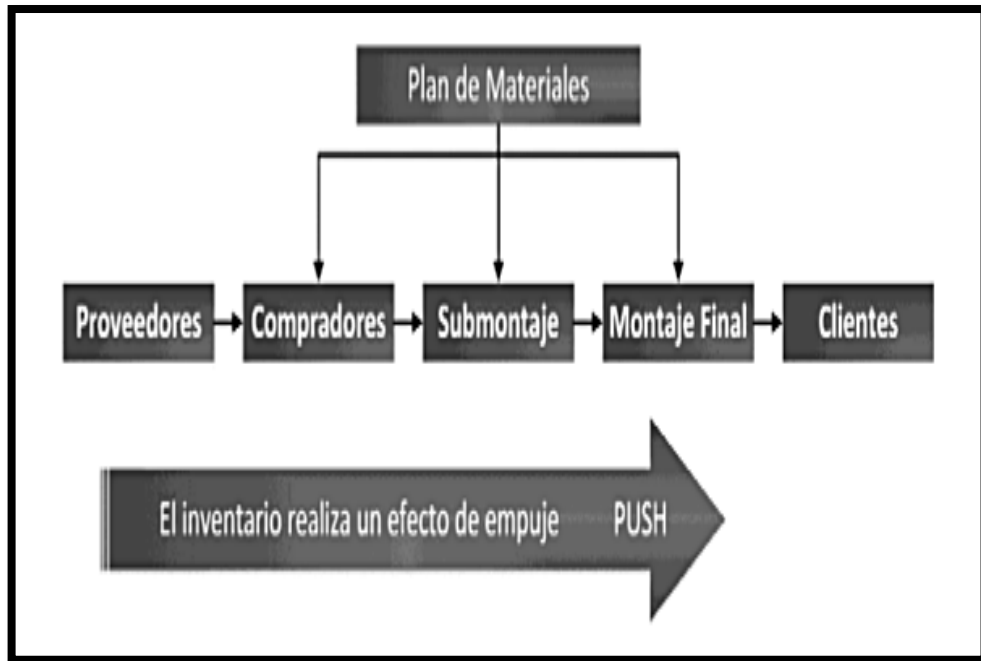


Figura 2: Esquema de un sistema de producción push

Fuente: Marín y Delgado (2000)

2.2.1.3. Sistema de producción intermitente

Este tipo de producción se caracteriza por un sistema productivo de lotes de fabricación, en otras palabras se producen una determinada cantidad de producto tipo A y una vez finalizada la producción de esta se comienza a fabricar un producto tipo B. Esto se da cuando la demanda no es muy grande dentro del mercado por lo que se fabrica productos tipo A, B, C, D, etc. Estos productos cuentan con procesos productivos similares, en algún punto de su fabricación, la cual permite el desarrollo de esta variedad en la misma planta.

Principales características

- Bajo volumen de producción
- Alta flexibilidad de producción
- Variedad de productos a fabricar
- Utilización alta de alguna maquinaria y muy baja de otras
- Mano de obra especializada

Según Krajewsky y Ritzman (2000) proceso de producción intermitente crea la flexibilidad necesaria para producir diversos artículos o servicios en cantidades significativas. La personalización es relativamente alta y el volumen de cualquier producto o servicio en particular es bajo. Sin embargo, los volúmenes no son tan bajos como para los procesos de proyecto, los cuales, por definición no producen grandes cantidades. La fuerza de trabajo y el equipo son flexibles y se ocupan de diversas tareas.

2.2.2. Técnicas para el estudio de movimiento


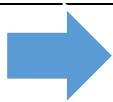




2.2.2.1. Diagrama de análisis de procesos

García (2005) nos dice que esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, expresándose mediante símbolos de acuerdo a su actividad o naturaleza; además incluye toda la información que se considera obligatoria para el análisis, tal como el recorrido, cantidad considerada y tiempo requerido.

Con fines analíticos se clasifican las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco categorías, conocidas bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones retrasos y almacenajes.

El lenguaje y los símbolos se definen a continuación, según Palacio (2009):

Tabla 9: Lenguaje y símbolos

| Actividad | Símbolo | Definición |
|---------------------|---|---|
| Operación |  | Tiene lugar cuando se cambia intencionalmente un objeto en cualquiera de sus características físicas o químicas, es montado o desmontado de otro objeto, o se arregla o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. |
| Transporte |  | Ocurre cuando un objeto es movilizado de un lugar a otro, excepto cuando dichos traslados son parte de la operación |
| Inspección |  | Tiene lugar cuando un objeto es examinado para su identificación, medición, recuento o para la clasificación |
| Espera |  | Llamado también demora o almacenamiento temporal, ocurre cuando las condiciones no permiten una inmediata realización de la acción siguiente |
| Almacenamiento |  | Tiene lugar cuando un objeto se mantiene y protege contra un traslado no autorizado |
| Actividad combinada |  | Se pueden combinar dos símbolos cuando se ejecutan actividades en el mismo lugar de trabajo |

Fuente: Palacios (2014)

2.2.2.2. Diagramas de operaciones

El diagrama del proceso de operación es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de la inspección y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la

manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis. Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Además otorga la posibilidad de estudiar las operaciones y las inspecciones interrelacionadas dentro de un mismo proceso.

Tabla 10: Símbolos a utilizar en DOP

| Actividad | Símbolo |
|---------------------|---|
| Operación |  |
| Inspección |  |
| Actividad combinada |  |

Fuente: Palacios (2009)

2.2.2.3. Diagrama de flujo

Vera y Jiménez (2012), nos dicen que el diagrama de flujo es la representación gráfica de las operaciones o actividades que constituyen un procedimiento parcial o completo y establece su secuencia, mediante procedimientos que conforman un sistema el cual nos brinda una visión panorámica de los elementos constituidos.

Objetivos:

- Comprender como se interrelacionan los elementos constitutivos del procedimiento de manera general o detallada.
- Evaluar el sistema de control que permite identificar “cuellos de botella”, duplicidad de operarios, omisiones operativas, fugas de control y otros problemas.
- Verificar el cumplimiento de las disposiciones
- Capacitar al personal nuevo

Estos diagramas están clasificados en dos tipos, el primero es general o de resumen y el segundo es detallado a analítico.

Tabla 11: Características de los tipos de diagrama de flujo

| Tipo | Contenido | Uso |
|-------------|---|--|
| General | Muestran un panorama global del procedimiento Pueden presentarse en dos formas: - Simbología -Bloques | Para conocer las operaciones básicas en todo el proceso |
| Detallado | Muestra con detalle la mecánica operativa de todo el proceso, desde el principio al fin. Se representa solo con símbolos | Se utiliza para comprender del área por auditar todas las operaciones involucradas |

Fuente: Vera y Jiménez (2012)

2.2.2.4. Diagrama de recorrido

Es un plano o gráfico representativo de las áreas de trabajo donde se indica la trayectoria que sigue el objeto o actividad que se estudia, acompañado de los símbolos de análisis de procesos, colocados sobre el plano, para hacer visible lo que le sucede al producto o actividad a su paso por el proceso.

Este diagrama es muy útil y práctico, porque proporciona una vista global de las áreas que recorre el producto, compacta y general de un proceso en existencia o propuesta. Es una herramienta valiosa e importante en el trabajo de distribución de planta.

El uso de esta herramienta sirve para proyectar cambios, ahorrar tiempo y espacio, utilizar herramientas adecuadas y colocar tanto las herramientas como los suministros en los lugares adecuados (Palacios 2009).

El diagrama de recorrido es la representación gráfica que se hace de la planta donde se ejecuta las diferentes actividades de operación, transporte, inspección, demora, almacenamiento y la actividad combinada, que se dan en un proceso de transformación de unos materiales en un producto determinado.

Debe acompañarse con un plano de la planta; este será levantado a escala y está es su principal condición, ya que además debe incluir croquis de las diferentes máquinas y puestos de trabajo, también a escala, para así encontrar la cantidad de metros utilizados en los desplazamientos y observar gráficamente como es el orden y secuencia del proceso de operaciones.

2.2.3. Estudio de tiempos en el lugar de trabajo

El estudio de tiempos es una técnica de medida del trabajo la cual es utilizada para registrar los tiempos y los ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, realizada en condiciones determinadas, para analizar los datos con el objetivo de averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea de acuerdo con una norma de ejecución preestablecida.

Para poder realizar un programa de estudios de tiempos, el equipo mínimo que se requiere es el siguiente:

- Un cronómetro: son los que se usan generalmente para el estudio de tiempos, existen varios tipos sin embargo para este fin, un cronometro ordinario es suficiente.

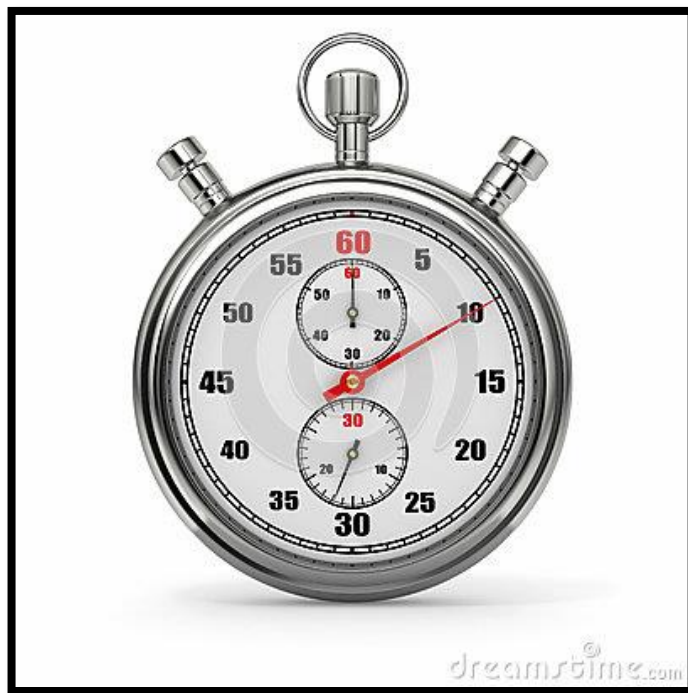


Figura 3: Cronómetro ordinario

Fuente: Imágenes Google

- Un tablero o paleta para estudio de tiempos: este elemento es necesario para fijar el impreso en donde tomaremos nota de los datos, además sirve para fijar el cronómetro.



Figura 4: Paleta para estudio de tiempos

Fuente: Imágenes Google

- Calculadora: Dispositivo que se utiliza para realizar cálculos aritméticos.

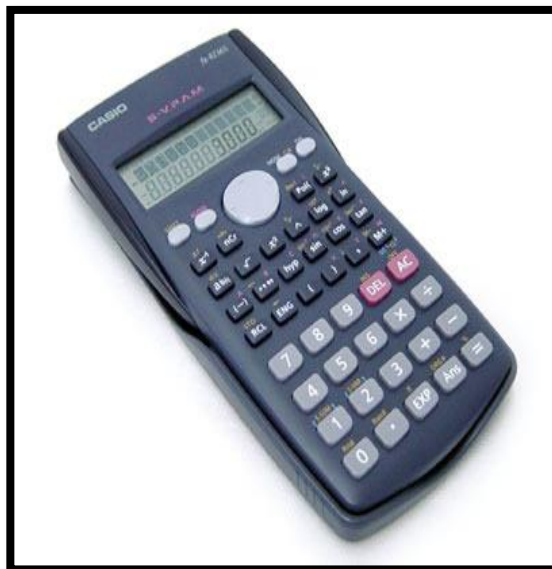


Figura 5: Calculadora

Fuente: Imágenes Google

- Impresos para realizar las anotaciones: Las anotaciones si bien es cierto pueden realizarse en cualquier papel en blanco es preferible tener un formato establecido que nos haga mucho más cómodo y fácil la tarea de la toma de datos.

Existen varios formatos, podemos utilizar alguna que nos sea más entendible para nosotros, es conveniente utilizar el tamaño de hoja A4 por ser más practico su manejo sobre el tablero. A continuación figura un modelo de impresos.

| ESTUDIO DE TIEMPOS | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|------------------|---|---|---------------------------------------|---|---|---|-------------|----------|----|----|
| Operación: | | | | | Estudio n°: | | | | | | | |
| Instalación o Máquina: n° | | | | | Hoja n°: de: | | | | | | | |
| | | | | | Finalizó: | | | | | | | |
| Herramientas: | | | | | Comenzó: | | | | | | | |
| Pieza N°: | | | | | Tiempo invertido: | | | | | | | |
| Plano N°: | | | | | Operario: | | | | | | | |
| Calidad: | | | | | Ficha n°: | | | | | | | |
| Material: | | | | | Realizado por: | | | | | | | |
| Condiciones de trabajo: | | | | | Fecha: | | | | | | | |
| Se deberá adjuntar croquis del lugar de trabajo | | | | | Comprobado por: | | | | | | | |
| N° | DESCRIPCION DEL ELEMENTO | TIEMPO OBSERVADO | | | | | | | TO Total | Media TO | VR | TB |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| TO = Tiempo observado | | | | | TB = Tiempo básico | | | | | | | |
| N° = Elemento, número | | | | | VR = Valoración del ritmo o actividad | | | | | | | |

Figura 6: Formato de estudio de tiempos

Fuente: Caso (2006)

2.2.4. Indicadores de producción y productividad

Productividad

La productividad está directamente relacionada con los resultados que se obtienen en un proceso, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Esta se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los

recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc.

Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. Así, buscar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y procurar que no haya desperdicios de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados. Adicionalmente por efectividad se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y estos se deben calcular. (Gutiérrez 2010)

$$Productividad = \frac{Productos\ obtenidos}{Recursos\ empleados}$$

En referencia a los recursos utilizados es cometido de la dirección de la empresa conseguir que los recursos empleados se aprovechen y combinen de manera que la productividad sea la mayor posible. (Caso 2006).

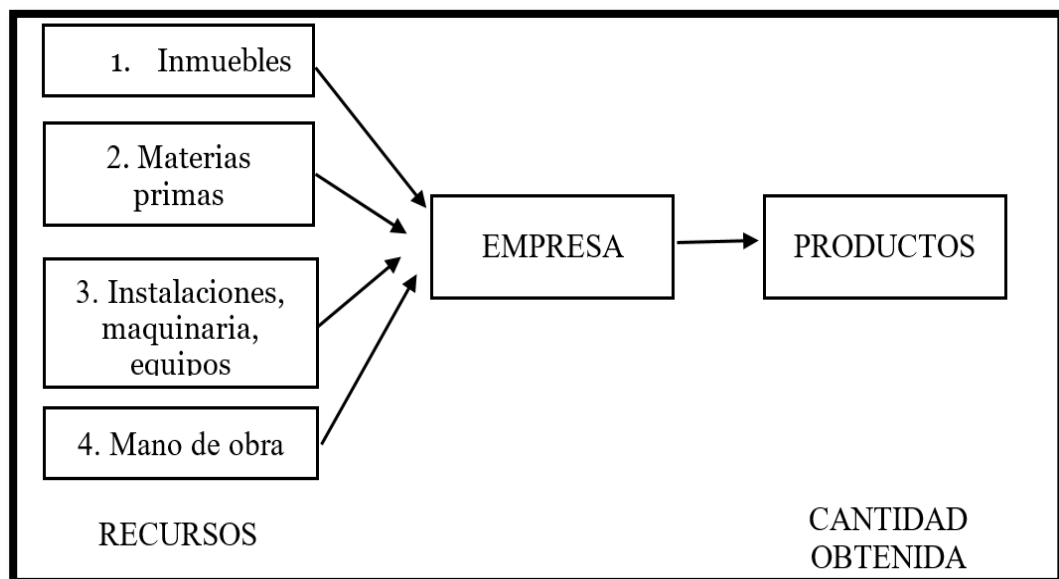


Figura 7: Recursos de la empresa

Fuente: Caso (2006)

Eficiencia

La eficiencia se define como la relación entre el resultado obtenido y los recursos utilizados para lograrlo, teniendo como finalidad optimizar los recursos y que haya el mínimo de desperdicios.

Eficiencia física: Es el recurso o materia prima de salida empleada sobre la materia prima que ingresó. Este resultado tiene que ser menor o igual a 1.

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Materia prima de salida}}{\text{Materia prima de entrada}}$$

Eficiencia económica: Es la relación entre el total de ingresos o ventas y el total de egresos. Esta eficiencia debe ser mayor a 1 para que se hable de que la empresa obtiene beneficios. (Gutiérrez, 2010)

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

2.2.5. Planificación y control de la producción

2.2.5.1. Definición

Según Domínguez et al (1995), el proceso de planificación y control de la producción se caracteriza por ser un conjunto de decisiones estructurales interrelacionadas, las cuales van a marcar la actividad productiva a mediano y corto plazo. Cuando se culmina con este proceso, ya se conoce que productos se van a fabricar, los procesos a utilizar, la maquinaria que se va a necesitar, así como la localización de la actividad productiva y la distribución en la planta del equipo y del factor humano. Reiterando que todas las actividades productivas, y muy esencialmente la planificación y control, deben seguir un enfoque jerárquico, que permita la coordinación entre todos los niveles de la empresa, sin este enfoque sería improbable la tarea de integración de funciones.

Existen distintas formas en que se pueden estructurar un proceso de planificación y control de la producción, en la figura N°04 pueden observarse cinco fases utilizadas para una empresa de fabricación, mencionadas a continuación.

- Planificación estratégica
- Planificación táctica
- Planificación maestra
- Programación de componentes
- Ejecución y control

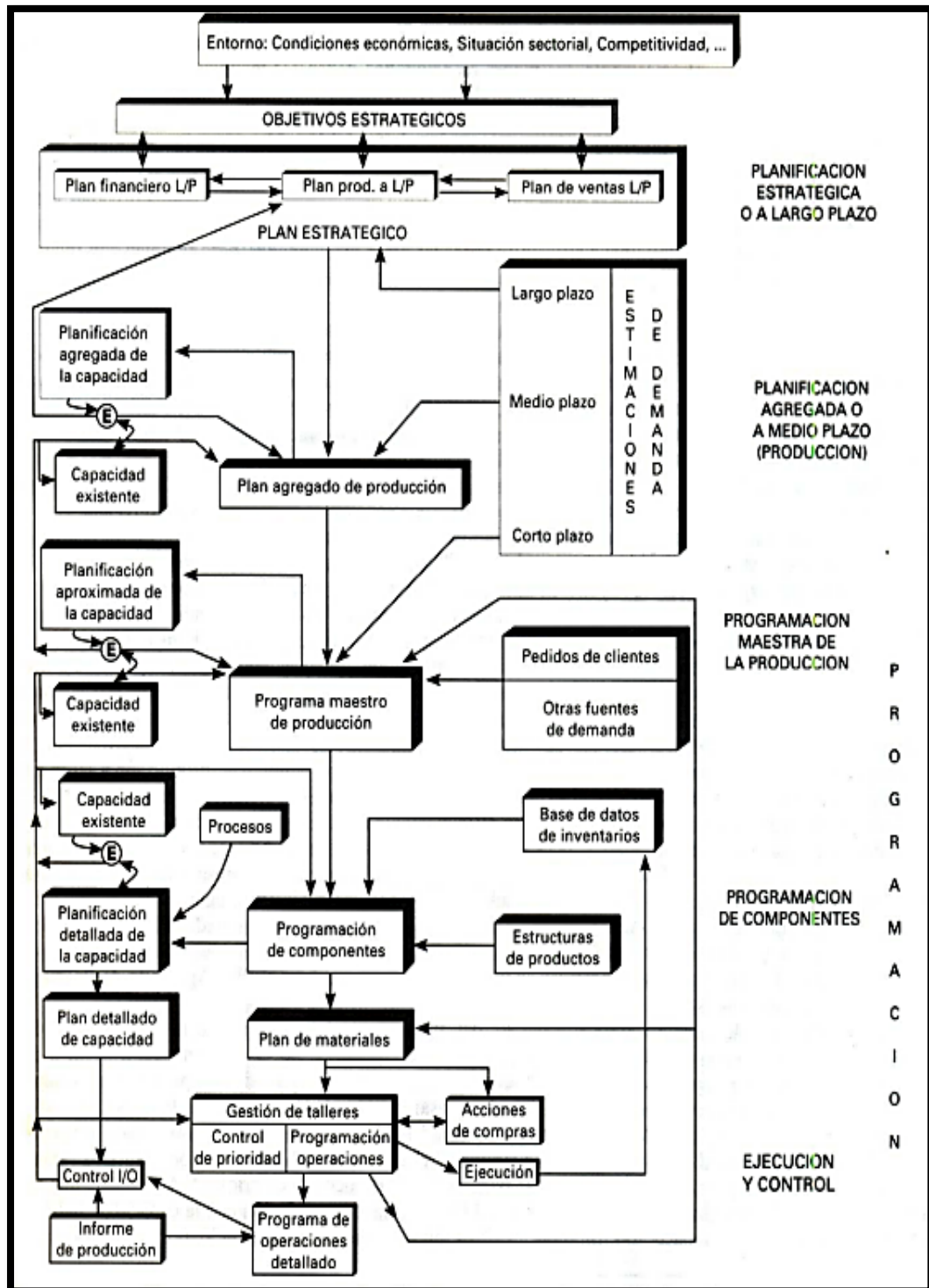


Figura 8: Estructura de un sistema jerárquico de planificación y control de la producción
Fuente: Domínguez et al (1995)

2.2.5.2. Sistemas de planificación y control de la producción

➤ Plan agregado de producción

En primer lugar el horizonte de planificación del plan agregado de producción es de 6 meses a 18 meses, este plan sirve para proporcionar, mes a mes, información de las necesidades de la producción. Está principalmente

constituido por pronósticos agregados por familias de productos, siendo estos los que resultan más probables que pronósticos de producción individuales. Las familias se basan en todos los productos que requieran recursos parecidos. Siendo la cantidad de familias siempre menor a 15.

El plan agregado tiene como una fuente importante los pronósticos, podríamos afirmar que es la principal, siendo esta la que debe estar en concordancia con los planes estratégicos de la empresa.

Este plan especifica la fuerza laboral requerida, así como una variedad de posibilidades para hacer frente a la demanda de la empresa, teniendo presente la capacidad real de esta.

Este plan de producción va a permitirnos desagregarlo y convertirlo posteriormente en lo que será el plan maestro de producción para periodos de tiempo mucho más cortos.

Análisis de planes agregados

Nivelación de los recursos

El objetivo en este punto es establecer un determinado nivel de recursos empleados, con cambios prácticamente insignificantes a lo largo del tiempo. Lo cual proporciona una estabilidad en la producción bastante elevada, sin embargo si tenemos una demanda variable los costos de inventario serán elevados en temporadas de demanda muy bajas.

Mayormente es utilizado en servicios: hospitalarios, turísticos, etc.

Seguimiento de la demanda

Este acercamiento tiene como finalidad producir prácticamente lo mismo que la demanda esperada, modificándose los recursos utilizados en cada periodo de tiempo, intensificándolos cuando la demanda es elevada o disminuyéndolo cuando tenemos una época de demanda muy baja. Esto es muy utilizado en la industria manufacturera o empresas de electricidad. (De la Peña 2011)

➤ **El plan maestro de producción**

Es una de las herramientas más importantes, es por esto que debe ser aceptado por todas las áreas de la empresa. En este plan se plasman con detalle los productos y cantidades que la empresa va a producir para cumplir con el plan agregado de producción elegido. Optimizándose los recursos y por lo tanto incrementando el beneficio.

Este plan especifica la producción semanal, basándose por un lado en el pronóstico de las ventas y en los pedidos en los cuales la empresa ya está comprometida.

El plan maestro siendo la base de la producción debe ser confeccionado en las mismas unidades que se realiza la producción.

Horizonte de planificación

El tiempo en el cual se realiza un plan maestro de producción es más corto que del plan agregado de producción, soliendo ser de 12 a 26 semanas, aunque en algunos entornos en los que se utiliza la planificación de requerimiento de materiales, suele llegar a un año. Este horizonte se divide normalmente en semanas.

Entornos de operación

Fabricación para almacenamiento (MTS)

La producción se realiza sin necesidad de tener un pedido previamente definido, siendo el producto final almacenado.

Basándose el plan maestro únicamente en los pronósticos.

Fabricación bajo pedido (MTO)

Este proceso de producción solo se realiza cuando existen pedidos reales de los clientes. El plan maestro se basa en los pedidos exclusivamente y todo su trabajo es con esa mira. Es importante que los recursos requeridos, principalmente la materia prima estén acordes a los pedidos comprometidos y los pronósticos realizados para el producto final. (De la Peña 2011)

➤ **Planificación de los Requerimientos Materiales (MRP)**

Un sistema MRP transforma un plan maestro de producción, en un programa detallado de necesidades de materiales y componentes requeridos para la fabricación de los productos finales utilizando, para ello, las listas de materiales. (Jacobs y Weston 2007).

Los sistemas de planificación de necesidades de materiales aparecen en los inicios de los años sesenta para dar respuestas a las preguntas de cuándo y cuánto pedir de los materiales que necesita la empresa para la producción de cantidades de productos determinados.

Para ello se debe comenzar a partir de documentos elaborados en la empresa como son:

Las previsiones y pedidos de venta, lista de materiales y registros de inventarios.

Beneficios de disponer de una planificación de materiales

La utilización de esta herramienta requiere la planificación de la producción con anticipación, lo que nos “obliga” a establecer que se quiere lograr en el

futuro, y desde ese punto determinar la secuencia de acciones que es necesario emprender para lograrlo.

A simple vista es una herramienta simple con cálculos sencillos, sin embargo tienen que ser reproducidos para cantidades grandes de datos. Es por esto que muchas veces se requiere tener un soporte informático para su elaboración.

➤ **Pronósticos de la demanda**

Según Chapman (2006) “La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro”.

Pronóstico es una estimación de un evento futuro, en este caso de la demanda, que se realiza mediante el uso de un método en específico, el cual es utilizado para fines de planificación. Estos son empleados en casi todos los subsistemas de una compañía para elaborar la planificación de cada uno de sus áreas.

Predecir la demanda futura con un margen de error de 0 por ciento es imposible, debido a que existen una gran cantidad de factores que no pueden pronosticarse con certeza, cabe resaltar esto ya que los gerentes deben entender que los pronósticos deben ser constantemente revisados.

Para proyectar existen varios métodos clasificados en 2 categorías, los métodos cualitativos y cuantitativos.

Método cuantitativo de regresión lineal

Cuando se haya en la demanda histórica un comportamiento con tendencia y las fluctuaciones aleatorias son pequeñas, es conveniente utilizar el modelo de regresión lineal. Esta ecuación se obtiene utilizando el método de los mínimos cuadrados, en el cual se minimiza el error cuadrado entre el dato histórico y la estimación, garantizando que la ecuación hallada es la que se ajusta mejor a los datos. Para la realización de este método con fines prácticos se hacen uso de varios programas que tienen como finalidad realizar pronósticos, tales como el programa económico Stata. (Castro 2009).

Métodos cualitativos

Se usan para ajustar las estimaciones del futuro, a continuación se mencionarán las tres técnicas más usadas por las empresas.

Análisis de la fuerza de ventas

Según la experiencia y conocimiento del mercado en el cual se labora, cada vendedor estima las ventas que habrá en su zona, obteniéndose al final un pronóstico global de ventas. Este pronóstico obtenido pasa al departamento comercial el cual analiza la información y emite un pronóstico final, el cual puede variar respecto al obtenido por la fuerza laboral.

Método Delphi

Este método utiliza información adquirida por miembros de un comité, este equipo está conformado por expertos de las distintas áreas de la empresa. Se cuenta también con un coordinador el cual elabora un cuestionario que es enviado a cada miembro para que lo resuelva de manera individual y anónima, este método se logra mediante una iteración con retroalimentación controlada y la expresión de los resultados mediante una distribución estadística.

Investigación de mercado

En este método se utilizan encuestas y/o entrevistas realizadas a los clientes para adquirir información de un determinado producto o servicio. Esto permite tener la suficiente información para realizar un pronóstico de demanda o para planificar el desarrollo de un producto nuevo.

2.2.5.3. Rentabilidad sobre ventas

La rentabilidad es la relación que existe entre la utilidad y la inversión necesaria para lograrla, midiendo tanto la efectividad de la gerencia de una empresa, demostrada por las utilidades obtenidas de las ventas realizadas y utilización de inversiones, su categoría y regularidad es la tendencia de las utilidades. Por lo tanto la rentabilidad es una tasa, expresada como tal en porcentaje.

2.2.6. Costos unitarios

2.2.6.1. Metodología para la elaboración del presupuesto de costos unitarios de producción

Según Mendoza (2014), en este presupuesto básicamente se calcula el costo de los materiales directos, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación por unidad fabricada.

- El costo unitario de la mano de obra se obtiene de manera análoga, es decir, multiplicando el estándar de cantidad de mano de obra por la tarifa pagada por hora de mano de obra.
- El costo unitario de los costos indirectos se calcula multiplicando la tasa predeterminada de los CIF por el estándar de cantidad de mano de obra directa.
- Finalmente, el costo unitario se obtiene sumando los costos unitarios de los tres elementos constitutivos del costo del producto.

2.2.6.2. Costos unitarios y costos de producción

- El costo unitario es el valor promedio que, a cierto volumen de producción, cuesta producir una unidad del producto. También se define como el valor de un artículo en particular. Se obtiene dividiendo el costo total de producción (suma de los costos fijos y variables) por la cantidad total producida.
- Costo de producción. El costo de producción representa todas las operaciones realizadas desde la adquisición del material, hasta su transformación en artículo de consumo o de servicio. Los elementos del costo unitario de producción son: materia prima, mano de obra y gastos indirectos de producción.

III. RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN EN LA EMPRESA FABRICATION TECHNOLOGY COMPANY S.A.C.

3.1.1. LA EMPRESA

El presente análisis está fundamentado en la empresa metalmecánica denominada “Fabrication Technology Company S.A.C.” identificada con el número de RUC 20488026489, cuya actividad económica está basada en la producción y comercialización de piezas de moto-taxis, actualmente se encuentra localizada en la calle Henry Francois 101, Urb. Santa María en el Distrito de José Leonardo Ortiz, en la Provincia de Chiclayo y cuenta con 700 metros cuadrados para llevar a cabo sus actividades, esta empresa es relativamente nueva cuenta con casi 4 años de experiencia en el mercado, ha logrado introducirse no solo en el departamento de Lambayeque sino que también tiene presencia en varias provincias del Perú; entre sus principales clientes se encuentran tiendas dedicadas al comercio de repuestos de moto-taxis ubicadas en el departamento de Lambayeque y en las provincias de Trujillo, Bagua y Jaén.

Los productos, los cuales se observan en la tabla N°01, presentan un volumen de pedido cada vez mayor, lo cual ha venido reflejándose de forma positiva, tanto en el nivel de ventas como en el nivel de ingresos para la empresa. Esta se encuentra en una etapa de crecimiento, contando con clientes recurrentes que ya han sido fidelizados gracias a sus productos y sus costos. Sin embargo como se comenta en el análisis preliminar existen en la empresa varios problemas que se tienen que resolver y para eso se necesita encontrar las causas reales.

Organigrama de la empresa

La empresa cuenta con la siguiente estructura organizacional que se muestra en la figura N°10:

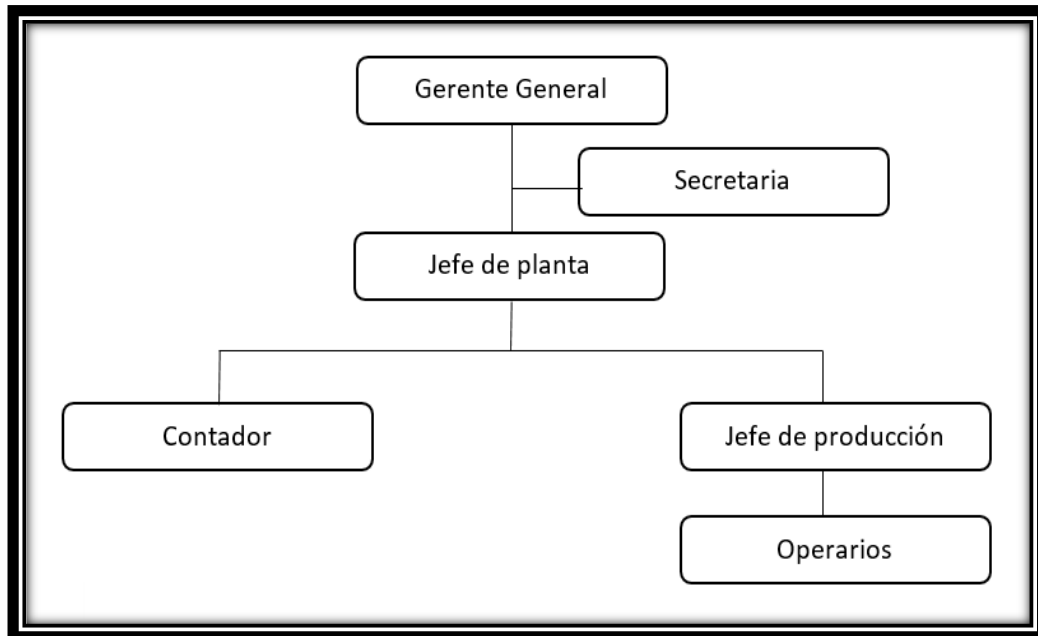


Figura 9: Organigrama de la empresa

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

A continuación se describen las funciones que desempeña el personal en cada uno de sus puestos de trabajo, que se observan en la figura N° 10.

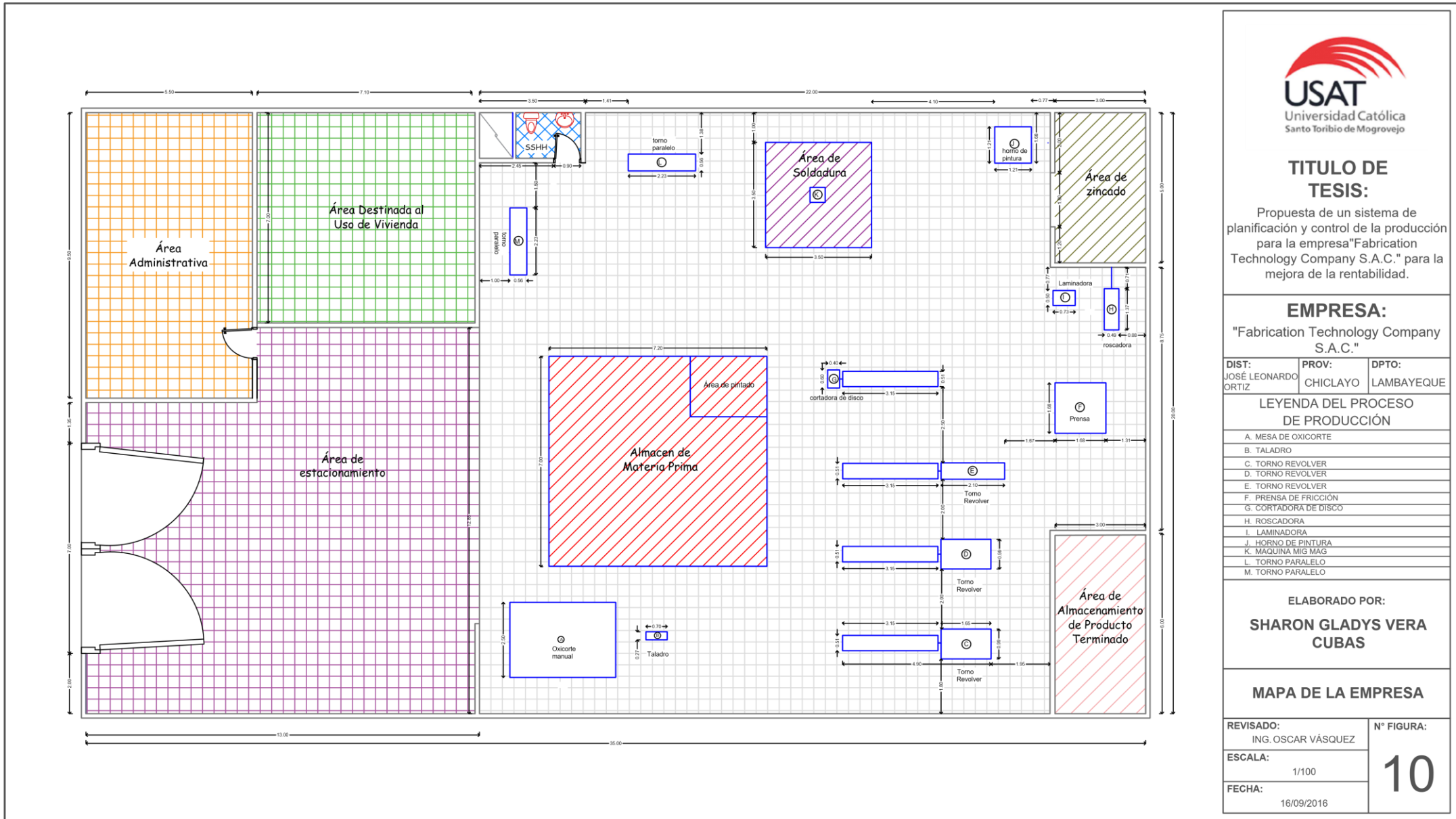
- Gerente general: Persona encargada de realizar labores contables dentro de la empresa, sin embargo su función dentro de la empresa ubicada en Chiclayo, tomada como tema de esta investigación, es casi nula, ya que esta persona vive en el departamento de Lima, donde se ubica su otra empresa del mismo rubro.
- Jefe de planta: En este caso en particular el jefe de planta es la persona de más responsabilidad dentro de la empresa, ya que no solo tiene todas las responsabilidades relacionadas al proceso productivo, además se hace cargo de establecer las directrices generales que debieron ser realizadas por la gerencia.
- Jefe de producción: Es la persona encargada de vigilar y hacer cumplir la prevención de riesgos, seguridad y salud, además de hacer seguimiento de la producción en volumen y calidad.

Áreas de la empresa

La planta cuenta con 700 metros cuadrados, la cual utiliza para realizar todos sus procesos productivos, sin embargo, no toda el área disponible es el área de producción, dentro de este espacio se encuentran también un área de administración, servicios higiénicos, un área destinada a ser vivienda para el jefe de planta, almacenes de materia prima y producto terminado, además del estacionamiento.

El plano general de la empresa se muestra a continuación en la figura N° 10.

Figura 10: Plano de la empresa



TITULO DE TESIS:

Propuesta de un sistema de planificación y control de la producción para la empresa "Fabrication Technology Company S.A.C." para la mejora de la rentabilidad.

EMPRESA:

"Fabrication Technology Company S.A.C."

DIST: JOSÉ LEONARDO ORTIZ PROV: CHICLAYO DPTO: LAMBAYEQUE

LEYENDA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

- A. MESA DE OXICORTE
- B. TALADRO
- C. TORNO REVOLVER
- D. TORNO REVOLVER
- E. TORNO REVOLVER
- F. PRESNA DE FRICCIÓN
- G. CORTADORA DE DISCO
- H. ROSCADORA
- I. LAMINADORA
- J. HORNO DE PINTURA
- K. MAQUINA MIG MAG
- L. TORNO PARALELO
- M. TORNO PARALELO

ELABORADO POR:

SHARON GLADYS VERA CUBAS

MAPA DE LA EMPRESA

REVISADO: ING. OSCAR VÁSQUEZ N° FIGURA: **10**

ESCALA: 1/100

FECHA: 16/09/2016

Elaboración: Propia

3.1.2. PRODUCTO

La empresa Fabrication Technology Company, ofrece al mercado diversos productos, un total de 16, hechos a base de acero. Buscando determinar la importancia de cada producto, se hizo uso del método o gráfico ABC, en función al porcentaje del consumo total de cada producto de la empresa, es que se realizó el cálculo que se muestra en la tabla 14. De la suma de todos estos resultados se determinó que el producto que tiene un mayor porcentaje de participación en la empresa es el carrito con un 66.47%.

Por lo tanto esta investigación se basará en ese producto en específico. A continuación se muestran todas las tablas realizadas para llegar al resultado señalado.

Tabla 12: Datos de consumo y precio unitario

| Productos | Consumo - unidades | Precio unitario (s/.) |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Eje de trapecio | 322098 | 2,5 |
| Pin amortiguador | 27467 | 0,8 |
| Bocina c/p 24 | 2192 | 0,8 |
| Bocina c/p 23.5 | 2473 | 0,8 |
| Bocina c/p 23.0 | 2263 | 0,8 |
| Bocina c/p 22.5 | 24849 | 0,8 |
| Bocina c/p21.5 | 26830 | 0,8 |
| Bocina s/p 41 | 4793 | 0,9 |
| Bocina s/p 45 | 1859 | 0,9 |
| Buje cb x 5/8 | 7935 | 0,8 |
| Buje gl x 5/8 | 3877 | 0,8 |
| Carreto | 65462 | 28 |
| Eje de carrito 35.5 | 2147 | 6 |
| Eje de carrito 35 | 1515 | 6 |
| Eje de carrito 36 | 1200 | 6 |
| Tope de carrito | 7400 | 0,8 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C

Como se observa en la Tabla 12 el consumo en unidades de cada producto y el precio unitario de los mismos, con estos datos se trabaja para realizar el método ABC.

Tabla 13: Determinación de la participación monetaria de cada producto

| Productos | % de participación de cada artículo | Consumo (s/.) | % del consumo total |
|---------------------|-------------------------------------|---------------|---------------------|
| Eje de trapecio | 6.25 | 805245 | 29.2012681 |
| Pin amortiguador | 6.25 | 21973.6 | 0.796846903 |
| Bocina c/p 24 | 6.25 | 1753.6 | 0.063592253 |
| Bocina c/p 23.5 | 6.25 | 1978.4 | 0.071744362 |
| Bocina c/p 23.0 | 6.25 | 1810.4 | 0.065652039 |
| Bocina c/p 22.5 | 6.25 | 19879.2 | 0.720895937 |
| Bocina c/p21.5 | 6.25 | 21464 | 0.778366855 |
| Bocina s/p 41 | 6.25 | 4313.7 | 0.156431285 |
| Bocina s/p 45 | 6.25 | 1673.1 | 0.060673015 |
| Buje cb x 5/8 | 6.25 | 6348 | 0.230202795 |
| Buje gl x 5/8 | 6.25 | 3101.6 | 0.112475896 |
| Carreto | 6.25 | 1832936 | 66.46928022 |
| Eje de carreto 35.5 | 6.25 | 12882 | 0.467150663 |
| Eje de carreto 35 | 6.25 | 9090 | 0.329638218 |
| Eje de carreto 36 | 6.25 | 7200 | 0.261099579 |
| Tope de carreto | 6.25 | 5920 | 0.214681876 |
| TOTAL | 100 | 2757568.6 | 100 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C

En la tabla 13 se determinó la participación monetaria de cada artículo en el valor total del inventario, sus respectivos porcentajes se observan en la columna número 4.

Tabla 14: Participación de los artículos en % de la valorización

| Productos | % de participación de cada artículo | % del consumo total | % de participación acumulada | % de valor acumulado | Clase |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------|-------|
| Carreto | 6.25 | 66.4692802 | 6.25 | 66.4692802 | A |
| Eje de trapecio | 6.25 | 29.2012681 | 12.5 | 95.6705483 | B |
| Pin amortiguador | 6.25 | 0.7968469 | 18.75 | 96.4673952 | C |
| Bocina c/p 21.5 | 6.25 | 0.77836686 | 25 | 97.2457621 | |
| Bocina c/p 22.5 | 6.25 | 0.72089594 | 31.25 | 97.966658 | |
| Eje de carreto 35.5 | 6.25 | 0.46715066 | 37.5 | 98.4338087 | |
| Eje de carreto 35 | 6.25 | 0.32963822 | 43.75 | 98.7634469 | |
| Eje de carreto 36 | 6.25 | 0.26109958 | 50 | 99.0245465 | |
| Buje cb x 5/8 | 6.25 | 0.2302028 | 56.25 | 99.2547493 | |
| Tope de carreto | 6.25 | 0.21468188 | 62.5 | 99.4694311 | |
| Bocina s/p 41 | 6.25 | 0.15643129 | 68.75 | 99.6258624 | |
| Buje gl x 5/8 | 6.25 | 0.1124759 | 75 | 99.7383383 | |
| Bocina c/p 23.5 | 6.25 | 0.07174436 | 81.25 | 99.8100827 | |
| Bocina c/p 23.0 | 6.25 | 0.06565204 | 87.5 | 99.8757347 | |
| Bocina c/p 24 | 6.25 | 0.06359225 | 93.75 | 99.939327 | |
| Bocina s/p 45 | 6.25 | 0.06067302 | 100 | 100 | |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C

En la tabla 14 se muestra la clasificación ABC, la cual se logró de reordenar las columnas 1 y 4 de la tabla anterior.

Descripción del producto seleccionado

La pieza que se escogió para el estudio es el carreto como se mencionó anteriormente, debido a que tiene 66,47% de participación en la empresa y como vimos en el estudio preliminar existe una demanda insatisfecha.

Para la elaboración del carreto no existe una planificación de producción ni un plan de requerimiento de materiales, mucho menos una orden de producción, lo que se hace es informar directamente al operario que hoy se producirá una determinada pieza, el cual da inicio a su jornada de trabajo, la cantidad a producir

no es informada ni tampoco la fecha de entrega, con esta información solo cuenta el jefe de planta.

Como se observa en la Tabla N°02, la producción del carrito mensual aproximadamente es de 4334 unidades, a continuación se observan datos relevantes que la empresa nos brindó los cuales servirán para comparar con el análisis posterior.

- Producción = Tiempo base / Cuello de botella

$$180 \text{ carrito} = 28800 \text{ s. carrito} / c$$

$$c = 160 \text{ s (cuello de botella)}$$

Como hemos determinado el cuello de botella es de 80 segundos.

- Productividad mano de obra = 180 unid. día/ 7 operarios. día
Productividad mano de obra = 25.71 unid/ operario

- Productividad total =
$$\frac{180 \text{ unidad.día}}{S/(180+96+(1,345*180)+(5,6379*180))}$$

$$\text{Productividad total} = 0,1174 \text{ unid. día/ S/}$$

- Capacidad real de producción = 180 unid/ día x 26 día/mes

$$\text{Capacidad real de producción} = 4680 \text{ unid/mes}$$

- **Carreto:** Este producto es una pieza utilizada para el sistema de arrastre de moto taxis. (Figura N°12).



Figura 11: Producto Carreto

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

➤ **Características técnicas del carrito**

En la tabla 15 se observan las características externas del producto y la materia prima utilizada para su fabricación, esta pieza es un ensamble de dos partes es por eso que tenemos dos materias primas diferentes y más adelante se podrá entender mejor el proceso de ambas, hasta llegar al producto final, que es el carrito.

Tabla 15: Características del carrito

| Características de tubo de carrito | |
|---|---|
| Materia prima | Tubo negro de 1 1/4 x 2mm |
| Largo de tubo | 349 mm |
| Características de brida | |
| Materia prima | Plancha negra de 5/8 de 2400mm x 1200mm |
| Diámetro externo | 105 mm |
| Diámetro céntrico | 42 mm |
| Diámetro de los extremos | 9,5 mm |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

➤ **Comportamiento de las ventas del carrito**

Las ventas de la empresa en la actualidad están planificadas empíricamente, como sabemos la empresa produce, almacena y vende sus productos de manera autónoma, sin embargo por no contar con una planificación y control de la producción, no sabe qué cantidad se va a vender un determinado mes, como se observa en la Figura 12 el comportamiento de las ventas a variado de un año a otro, en el año 2015 se observan puntos altos de ventas en los meses de octubre y diciembre sin embargo en el año 2016 tiene puntos altos en mayo y julio.

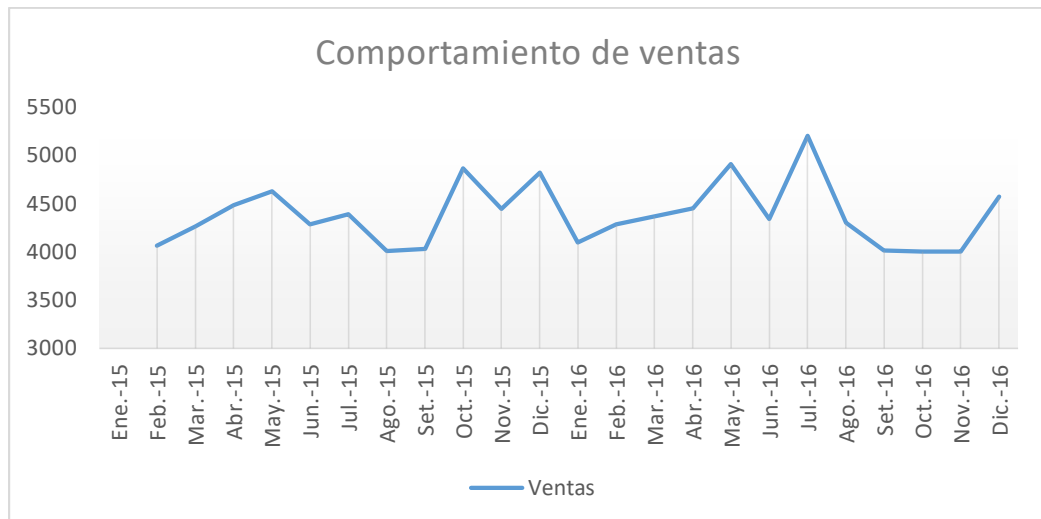


Figura 12: Comportamiento de la ventas y demanda real

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C

La empresa en los meses altos de ventas al no trabajar con una estrategia ni conocer sus tiempos estándares de producción se ve en la necesidad de contratar más personal para intentar cubrir con la demanda, en la siguiente tabla 16 se muestran los trabajadores que han laborado en la empresa que no son los que actualmente trabajan. A estos trabajadores se les requiere solo por meses y no están sujetos a ningún contrato con la empresa.

Tabla 16: Personal extra en área de producción

| Mes | Cantidad de trabajadores extras | | Monto en soles |
|-----------|---------------------------------|----------|----------------|
| | Año 2015 | Año 2016 | |
| Enero | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | 0 | 0 | 0 |
| Abril | 0 | 0 | 0 |
| Mayo | 0 | 2 | 1728 |
| Junio | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 2 | 1728 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 |
| Setiembre | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 2 | 0 | 1728 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 |
| Diciembre | 1 | 0 | 864 |
| TOTAL | | | 6048 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Sin embargo a pesar de contar con más personal y de los gastos adicionales que suman un total aproximadamente de más de 3000 soles anuales, no se llega a cubrir la verdadera demanda de carros por lo que en el siguiente gráfico se observa la variación que hay entre lo que se vende y la demanda real.

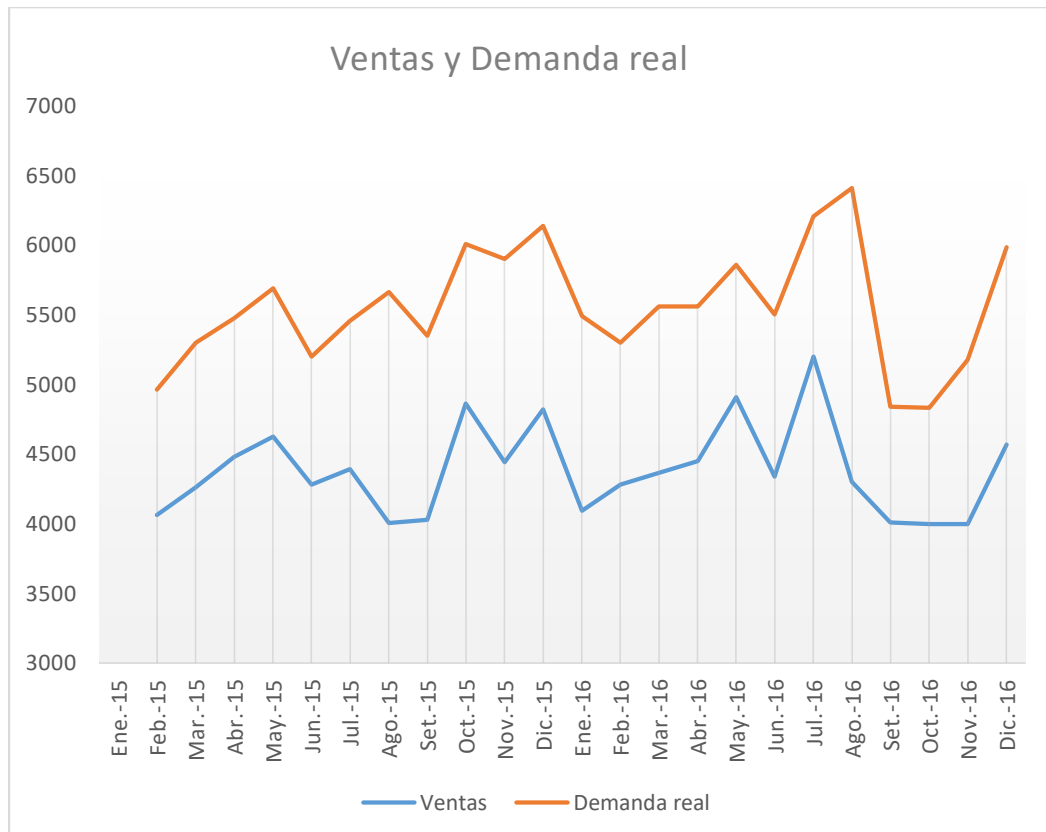


Figura 13: Ventas y Demanda real

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Cabe mencionar que los pedidos son atendidos por orden de llegada, y se priorizan por el grado de importancia que tenga el cliente ya sea por el volumen de su compra o su frecuencia de compra, teniendo en consideración que esta es una empresa intermitente, con varios productos en su cartera.

Como se ha visto existe una demanda insatisfecha del carrito, la cual se observa en la tabla 17, esta demanda insatisfecha no solo puede provocar la pérdida de clientes por no tener la capacidad para cubrir todos sus requerimientos sino también ocasiona pérdidas monetarias a la empresa ya que al no vender tales productos no se recibieron las ganancias, haciendo perder a la empresa la oportunidad de que estas se incrementen.

Tabla 17: Demanda insatisfecha de carreto

| Año | Mes | Producción (unidades) | Ventas (unidades) | Demanda real (unidades) | Demanda insatisfecha (unidades) |
|--------------|------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--|
| 2015 | Enero | 4065 | 4065 | 4965 | 900 |
| | Febrero | 4262 | 4262 | 5300 | 1038 |
| | Marzo | 4481 | 4481 | 5478 | 997 |
| | Abril | 4626 | 4626 | 5690 | 1064 |
| | Mayo | 4281 | 4281 | 5200 | 919 |
| | Junio | 4391 | 4391 | 5457 | 1066 |
| | Julio | 4007 | 4007 | 5662 | 1655 |
| | Agosto | 4028 | 4028 | 5350 | 1322 |
| | Septiembre | 4862 | 4862 | 6010 | 1148 |
| | Octubre | 4444 | 4444 | 5900 | 1456 |
| | Noviembre | 4822 | 4822 | 6140 | 1318 |
| | Diciembre | 4093 | 4093 | 5490 | 1397 |
| 2016 | Enero | 4283 | 4283 | 5300 | 1017 |
| | Febrero | 4367 | 4367 | 5560 | 1193 |
| | Marzo | 4450 | 4450 | 5560 | 1110 |
| | Abril | 4910 | 4910 | 5859 | 949 |
| | Mayo | 4340 | 4340 | 5502 | 1162 |
| | Junio | 5200 | 5200 | 6207 | 1007 |
| | Julio | 4300 | 4300 | 6412 | 2112 |
| | Agosto | 4010 | 4010 | 4840 | 830 |
| | Septiembre | 4000 | 4000 | 4833 | 833 |
| | Octubre | 4000 | 4000 | 5179 | 1179 |
| | Noviembre | 4570 | 4570 | 5986 | 1416 |
| | Diciembre | 4120 | 4120 | 5648 | 1528 |
| TOTAL | | | | | 28616 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

En la tabla 18 observamos la gran cantidad de dinero que no ingreso a la empresa planteándolo desde el punto de vista del dinero no obtenido por el precio total de ventas y también desde el punto de vista netamente de las ganancias.

Las cuales son grandes cantidades de dinero que no se tienen en cuenta y se están dejando pasar como si fueran problemas pequeños ya que antes no existía datos para analizar la situación y tener resultados numéricos que me cuenten lo que está pasando en ese instante en la empresa.

Tabla 18: Ventas y Utilidades no obtenidas

| Mes | Ventas (S/.) | | Utilidades (S/.) | |
|--------------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| | 2015 | 2016 | 2015 | 2016 |
| Enero | 25200 | 28476 | 11250 | 12712.5 |
| Febrero | 29064 | 33404 | 12975 | 14912.5 |
| Marzo | 27916 | 31080 | 12462.5 | 13875 |
| Abril | 29792 | 26572 | 13300 | 11862.5 |
| Mayo | 25732 | 32536 | 11487.5 | 14525 |
| Junio | 29848 | 28196 | 13325 | 12587.5 |
| Julio | 46340 | 59136 | 20687.5 | 26400 |
| Agosto | 37016 | 23240 | 16525 | 10375 |
| Setiembre | 32144 | 23324 | 14350 | 10412.5 |
| Octubre | 40768 | 33012 | 18200 | 14737.5 |
| Noviembre | 36904 | 39648 | 16475 | 17700 |
| Diciembre | 39116 | 42784 | 17462.5 | 19100 |
| Total | 399840 | 401408 | 178500 | 179200 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Así como es importante saber las cantidades de dinero que no recibió la empresa tanto mensual como anual, otro punto importante es su indicador de nivel de servicio. Como podemos observar existe aproximadamente un 22% de demanda insatisfecha. El cual en comparación a las ventas anuales ocuparía más de un 27% del total. (Tabla 19).

- Nivel de servicio año 2015 = $(53362 \times 100) / 66642 = 78,98\%$
- Nivel de servicio año 2016 = $(52550 \times 100) / 66886 = 78,57\%$

Tabla 19: Porcentaje en soles de demanda insatisfecha respecto a ventas

| Año | Ventas (Soles) | Demanda insatisfecha (soles) | % |
|------|----------------|------------------------------|-------|
| 2015 | 654525 | 178500 | 27.27 |
| 2016 | 656875 | 179200 | 27.28 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A

3.1.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

a) Sistema de producción

El sistema de producción que emplea la empresa es intermitente cuyas instalaciones son flexibles, pues maneja una gran variedad de productos, con una producción relativamente baja de cada uno de ellos. El proceso comienza con el diseño de la pieza, luego la recepción y almacenamiento de materia prima, una vez que se comienza a producir es llevada esta materia prima e insumos al área de producción para comenzar con la fabricación, se realiza controles de calidad, empaquetado y se almacena para su posterior venta.



Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Figura 14: Proceso de producción

b) Desperdicios y desechos

Los principales desperdicios en la elaboración de este producto son el metal de chatarra y la viruta metálica, mencionados en el siguiente cuadro, siendo acumulados para su posterior venta. Mientras que en desechos encontramos mezcla de aceites/refrigerantes y agua, esta no es tratada por lo cual representa un alto grado de contaminación.

Tabla 20: Identificación y clasificación de los residuos

| Tipo de residuo | Inspección | | |
|--|--|--------------|---|
| | Costo o beneficio de eliminación | Peligrosidad | Medidas de mejoramiento |
| Viruta metálica impregnada con refrigerante | Acumulan el material para su posterior venta , pagando 0,37 soles por kilo | Alta | Capacitación al personal para la mejora y almacenamiento |
| Metal de chatarra | Venta por kilos a 0,37 soles | Alta | Capacitación al personal para la mejora y almacenamiento |
| Mezcla de aceites o refrigerantes y agua | Eliminación | Alta | Es conveniente invertir en una bomba centrífuga para limpiar los aceites usados |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

c) Materia prima

La materia prima que la empresa “Fabrication Technology Company S.A.C.” emplea en su proceso de producción es distinta de acuerdo al producto que se va a fabricar en ese determinado momento, sin embargo tenemos que tener en cuenta que todos pertenecen al grupo de productos siderúrgicos. En la tabla 20, se observa la materia prima del producto seleccionado para el estudio.

Para la compra de la materia prima no se hace un pedido basado en una planificación determinada, este simplemente es pedida de acuerdo al criterio del jefe de planta respecto a la experiencia en la que se mueve este mercado. Como no existe data de demanda ni planificación de producción, no se puede realizar una planificación de materiales, por lo que la fábrica no tiene un tiempo específico de abastecimiento, ocasionando de esta manera que no se lleve un control de inventario permanente.

* El largo de los tubos es de 6 metros.

Tabla 21: Materia prima del carrito

| Producto | Materia prima | Calidad | Peso Estimado |
|-----------------|---|----------------|----------------------|
| Carreto | Tubo negro de 1 1/4" x 2 mm | SAE 1010 | 2.54 (kg/m) |
| | Plancha laminadas en caliente de 5/8" (1200x2400) | JIS G-3116 | 361.73(kg/pl) |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

d) Insumos

Los insumos que la empresa emplea en el proceso de producción dependen del tipo de producto que se fabrique en este caso son:

Tabla 22: Insumos

| Insumos |
|--|
| Tanque de gas para oxicorte |
| Tanque de oxígeno para oxicorte |
| *Brocas |
| Alambre para soldadura(SOLDAMIG ER 70S-6) |
| Escargol para soldadura |
| Sacos para embalaje |
| *Refrigerante para mecanizado (METANOL) |
| Pintura |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Con el proceso de compra ocurre exactamente lo mismo que con la materia prima, no se tiene un tiempo de abastecimiento ni un control por lo mismo que no existe una planificación de requerimiento de materias primas ni de insumos necesarios.

e) Mano de obra

El grupo de trabajo está conformado por 7 trabajadores de manera permanente y en temporada alta pueden llegar a requerir 2 trabajadores más, los cuales harían un total de 9 trabajadores. Entre los operarios se encuentra el jefe de planta, el cual ejecuta también labores de vendedor, por lo que no está dentro de la planta todo el horario de trabajo. Cada trabajador está capacitado para el manejo de todas las máquinas, ya que la rotación es semanal, por criterios ergonómicos.

Los trabajadores llevan a cabo sus actividades durante 6 días a la semana, en turnos diarios desde las 8:00 de la mañana hasta las 5:00 de la tarde, contando con una hora de refrigerio desde las 13:00 horas a 14:00 horas, sumando un total de 8 horas laboradas.

El sueldo de los trabajadores está sujeto a la experiencia de estos, los operarios que tienen mayor experiencia reciben un sueldo de 6,00 Soles la hora, mientras que el resto de trabajadores en el área de producción obtienen un sueldo de 4,50 soles la hora. La remuneración es cancelada de manera mensual. En la tabla 19 se observa la edad de los trabajadores y los años de experiencia de estos.

Tabla 23: Características de operarios

| | Operador | | | | | | |
|---------------------|----------|----|-----|-----|------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Años de edad | 45 | 55 | 34 | 37 | 25 | 30 | 23 |
| Años de experiencia | 7 | 5 | 0,3 | 0,5 | 0,25 | 0,7 | 0,5 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

f) Maquinaria y herramientas

Para realizar todos los procesos productivos de la empresa, esta cuenta con 13 máquinas y un horno, sin embargo no todas son usadas en la fabricación del carrito, a continuación se encuentran las máquinas utilizadas en su producción.


Maquinaria

✓ Taladro

Máquina que sirve para realizar agujeros cilíndricos, esta utiliza una herramienta llamado broca la cual está formada por dos líneas de corte en forma de hélice.

En la tabla 24 se muestra de manera detallada las características de este tipo de taladro, observándose también una foto de este para una mejor descripción.

Tabla 24: Ficha técnica taladro


| Ficha técnica taladro | |
|---|-------------|
|  | |
| Marca | Kaili |
| Modelo | EJ4120HE |
| Uso | Industrial |
| Potencia | 1,5 HP |
| Velocidad | 3320 RPM |
| Mandril | 20 mm |
| Alto | 87 cm |
| Medida de la mesa | 20 X 20 cm |
| Medida de la base | 25 x 38 cm |
| Voltaje | 220 - 60 Hz |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

- ✓ Prensa de fricción: Esta máquina da forma a la pieza contando con punzones y troqueles que permiten perforar, cizallar y deformar.

En la tabla 25 se observa la máquina prensa de fricción con sus características detalladas tanto modelo, marca, medidas, etc.

Tabla 25: Ficha técnica prensa de fricción

| Ficha técnica prensa de fricción | |
|---|-------------------|
|  | |
| Marca | HILU |
| Modelo | SSP - 125 |
| Uso | INDUSTRIAL |
| Peso | 3500 kg |
| Fuerza | 125 toneladas |
| Medidas | 1300x1000x2700 mm |
| Potencia | 49,6 HP |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

- ✓ Torno revolver: Máquina utilizada para procesos como careado, torneado, aclafanado, taladrado, perforado, tronzado, desbaste y acabado. Funciona girando la pieza en producción mientras una herramienta de corte va dando la forma requerida a la pieza.

En la tabla 26 se muestra la ficha técnica del torno revolver con su respectiva fotografía de esta máquina.

Tabla 26: Ficha técnica torno revolver


| Ficha técnica torno revolver | |
|---|---------------|
|  | |
| Marca | PINACHO |
| Modelo | Modelo L1/260 |
| Uso | INDUSTRIAL |
| Potencia | 4.9 HP |
| Velocidad | 50 R.P.M. |
| Longitud | 1500mm |
| Voltaje | 220 - 380 Hz |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

- ✓ Tronzadora: Es una máquina cortadora de disco utilizada para dividir en partes o en trozos, los tubos o barras, mediante el movimiento rotatorio de un disco abrasivo.

En la tabla 27 se encuentran los datos la máquina tronzadora de disco que es utilizada en la empresa para realizar los cortes de tubos y barras, con su respectiva fotografía.

Tabla 27: Ficha técnica Tronzadora


| Ficha técnica tronzadora de disco | |
|---|-----------------------------|
|  | |
| Marca | Aries Metalworking Machines |
| Modelo | JG - 400C |
| Uso | INDUSTRIAL |
| Capacidad de corte | 50 mm |
| Diametro del disco abrasivo | 16" |
| Motor | 2.2 kw Trifásico |
| Dimensiones de la maquina | 900 x 490 x 590mm |
| Peso aprox. | 93 kg. |
| Capacidad en redondo solido | 50mm |
| Capacidad en redondo tubular | 100mm x 6mm |
| Capacidad en ángulo | 100 x 10mm |
| Prensa con ángulo de corte | 0° a 45° |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

- ✓ Soplete de corte: Utilizado para los procesos de oxicorte cuando la plancha es de un grosor mayor a 5mm, este soplete puede utilizar cualquier tipo de gas.

En la tabla 28 se aprecia la ficha técnica del soplete de corte y también se observa la fotografía de esta.

Tabla 28: Ficha técnica de soplete de corte


| Ficha técnica soplete oxicrote | |
|---|-----------------------------------|
|  | |
| Marca | Soplete de corte victor universal |
| Modelo | SST - 2601FC |
| Uso | INDUSTRIAL |
| Capacidad de corte | 1/8"/3,25mm hasta 8" 203mm |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

- ✓ Máquina Mig Mag: Esta máquina es muy utilizado para soldar en espesores pequeños y medios en estructuras de acero y aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran trabajo manual.

En la tabla 29 se describe las características técnicas de la máquina Mig Mag con su respectiva imagen.

Tabla 29: Ficha técnica de máquina Mig Mag

| Ficha técnica máquina Mig Mag | |
|---|---------------|
|  | |
| Marca | AMPER |
| Modelo | MAX MIG 400 |
| Uso | INDUSTRIAL |
| Rango de soldadura | 40 - 400 AMP. |
| Peso | 145 kg |
| Potencia | 220/380/440 V |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

- ✓ Torno paralelo: Tipo de torno que evolucionó partiendo de los tornos antiguos. Los trabajos que se realizan son principalmente de refrentado, sin embargo también pueden realizarse tareas propias del torneado como taladrado, cilindrado, roscado, ranurado, etc.

En la tabla siguiente se aprecia las características de la máquina llamada torno paralelo que interviene en el proceso productivo del carrito, este con su respectiva imagen.

Tabla 30: Ficha técnica Torno paralelo

| Ficha técnica torno paralelo | |
|---|--------------------|
|  | |
| Modelo | CJ 6250C x 1000 mm |
| Uso | INDUSTRIAL |
| Motor principal | 10 HP |
| Bomba de refrigeración | 0.125kw |
| Motor de los avances | 0.34 HP |
| Peso | 1800 Kg |
| Medidas | 2420x1150x1800mm |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

- ✓ Máquina de pintado: Es un equipo que se compone del compresor y el soplete.

En la tabla que se muestra a continuación describe al compresor encargado de la pintura de las piezas producidas, la cual se encuentra con una foto.

Tabla 31: Ficha técnica compresor

| Ficha técnica compresor | |
|---|-------------------|
|  | |
| Marca | Hyundai |
| Modelo | HYAC100D |
| Potencia | 1500 Watts / 2 HP |
| Flujo entrada | 195 lt/min |
| Flujo salida | 135 lt/min |
| Potencia | 220 V |
| Peso | 65 kg |
| Estanque | 100 lts |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Herramientas

Tabla 32: Herramientas

| Herramientas |
|-----------------|
| Compás |
| Pie de rey |
| Punta de trazar |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

3.1.4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL CARRETO

En la producción del carrito se utilizan dos materias primas, ya que su estructura consta de dos partes, la primera es la brida, la cual utiliza una plancha negra de 5/8 del cual se logra obtener una cantidad aproximada de 242 bridas; la segunda parte es el tubo de carrito el cual utiliza de materia prima tubo negro de 1 1/4 x 2mm del cual se obtienen 16 tubos aproximadamente.

Todos los procesos en general no empiezan con una orden de producción sino más bien un aviso del jefe de planta el cual informa a todos los operarios que el día de hoy se fabricará carritos y se les indica las medidas que se trabajarán, comenzando así la jornada del día. La supervisión es solamente visual por lo tanto es considerado deficiente ya que tampoco hay registros de ningún dato durante todo el proceso.

Pieza Brida

a) Trazado

El proceso de trazado comienza con el retiro de la materia prima de almacén, esta salida no se informa ni se registra, solo se retira y se lleva al área de trabajo.

Este proceso se realiza teniendo como base a la plancha negra de 5/8, se trazan circunferencias con una tiza de color blanco, de un diámetro externo de 105 mm, la pieza que se realiza es llamada brida.

b) Cortado

El primer tipo de proceso de corte que se realiza en esta empresa es el oxicorte, este proceso lo realiza solo un operario el cual ya ha sido informado de las medidas que se están trabajando, es un tipo de corte térmico tradicional, con muy buenos resultados, las cuales se realizan con máquinas multi soplete. En este proceso no existe una supervisión, no hay un control de calidad y el operario que lo realiza no cuenta con los epps necesarios para realizar esta actividad.

Se realiza el corte de planchas negras de 5/8 de 2400mm x 1200mm con una mezcla de gas natural y oxígeno, es una tecnología muy efectiva para materia prima con altos espesores.



Figura 15: Proceso de oxicorte

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

c) Perforado

Una vez que la brida ya ha sido cortada comienza el proceso de perforado el cual es un proceso similar al punzonado, utiliza energía mecánica, solo que ahora la pieza que se obtiene del corte es la que se considera un desperdicio y el producto vendría hacer lo que queda del proceso, con este procedimiento se logra obtener un agujero en la pieza con un diámetro de

42mm, y se realiza en la prensa de fricción, en este proceso también se realiza una inspección para comprobar que la pieza sea del tamaño correcto y tenga la calidad adecuada, la inspección lo realiza el mismo operario encargado de este proceso, lo que hace es medir el agujero realizado con el pie de rey y comprobar si esta tiene las dimensiones correctas, si es así pasa al siguiente proceso, si no se reprocesa pero solo después de haber realizado todo el lote, los productos defectuosos no se registran por lo cual no se puede tener un control de estos. Además la inspección no es constante.

d) Refrentado

Se realiza en el torno paralelo, el cual es un proceso utilizado para generar una superficie plana en la parte de trabajo en un área localizada. Esta operación es de desgaste del material generando viruta, en este proceso una vez finalizada se realiza la inspección para comprobar la calidad del producto y que las medidas sean adecuadas, como el proceso anterior la inspección solo se realiza por el operario y no se lleva un registro de estos productos defectuosos.

e) Desbaste y acabado

Después del proceso de refrentado siguen estos dos procesos ambos son procesos que se encargan de eliminar el material sobrante de las piezas procesadas su finalidad es aumentar la calidad superficial de la pieza por lo cual las profundidades serán mínimas, una vez terminado el proceso se realiza la inspección respectiva, esta como las anteriores es realizada por el operario.

f) Taladrado

Este proceso se hace con el objetivo de realizar un agujero en la pieza, en este caso la brida necesita 4 agujeros alrededor de la pieza, se realiza en un taladro columna con una broca de 9,5 mm.

g) Avellanado

Es una operación similar al abocardado con la diferencia de que el agujero tiene forma de cono para tornillos y pernos de cabeza plana, sin embargo en la empresa en la cual se trabaja se utiliza con otro tipo de broca para extender el diámetro de los cuatro agujeros de los extremos que se realizaron con el taladro en la pieza. Esto da por finalizada esta parte de la pieza llamada brida.

Pieza Tubo de Carreto

h) Cortado

El proceso de cortado empieza simultáneamente con todas las operaciones de la brida, para este proceso la materia prima utilizada es tubo negro de 1 1/4 x 2mm, este proceso consiste en el corte del tubo a un largo de 349 mm.

Este proceso se realiza en la cortadora de discos, luego de terminado se realiza la inspección y se pasa al siguiente proceso de ensamble. Esta inspección es realizada por el mismo operario y no existe registro de piezas defectuosas.

i) Soldado

Una vez listas las dos piezas que conforman el carreto se procede al proceso de soldadura este proceso es la unión de las dos partes: la brida y el tubo por medio de la máquina de soldar mig mag. Se observa que el operario no utiliza los epps respecto para esta operación y no hay una inspección en este proceso.

j) Pintado

Este proceso se realiza por medio de un soplete utilizando un equipo compresor. El operario no utiliza todos los epps. Requeridos para esta operación por lo cual pone en riesgo su salud. Este es proceso final que da como resultado la pieza llamada CARRETO.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del proceso de fabricación del carreto, el que describe las actividades del proceso.

El diagrama de flujo muestra los procesos realizados para la fabricación del producto estudiado, además indica la materia prima que ingresa al proceso.

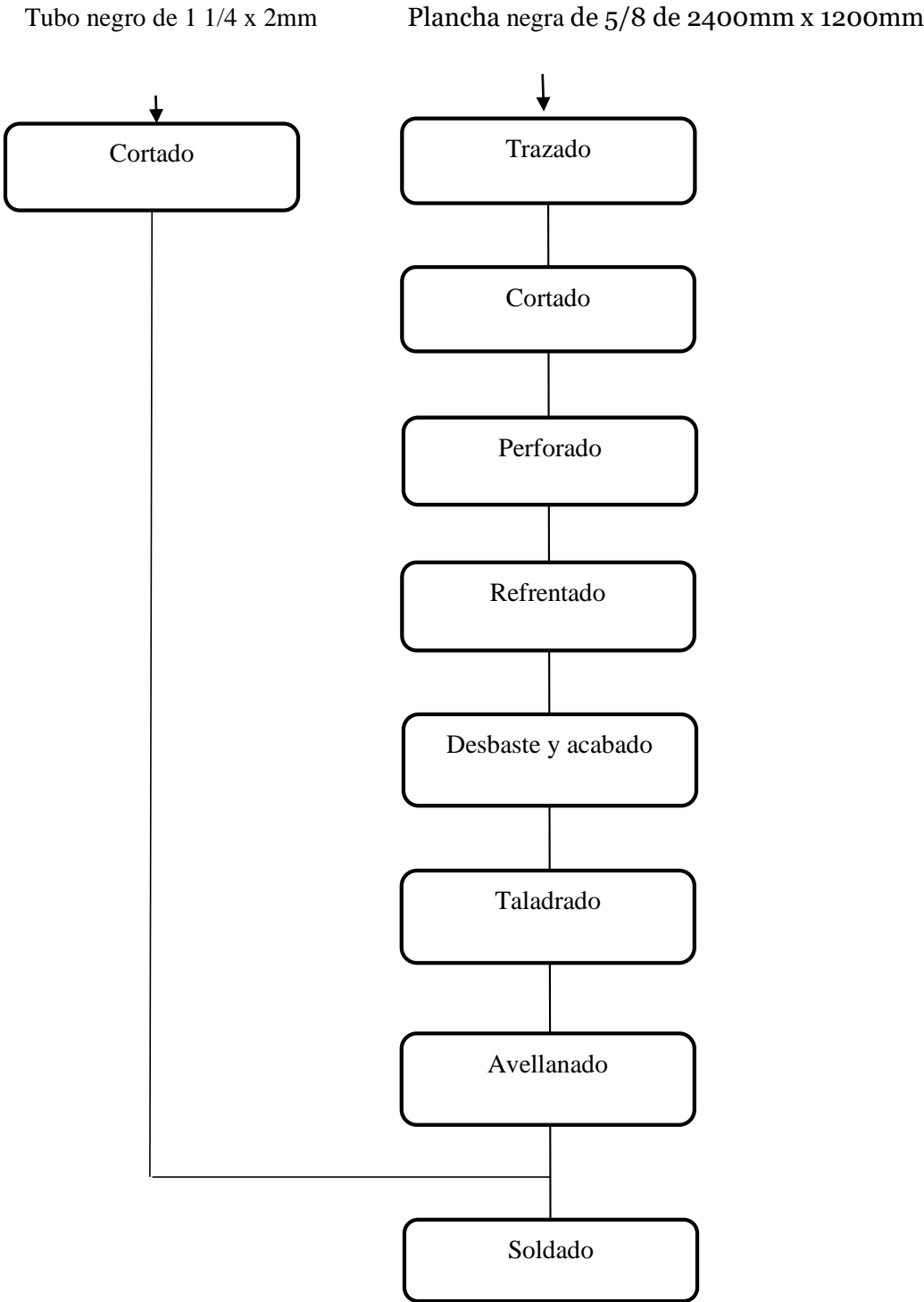


Figura 16: Diagrama de flujo de elaboración de carrito

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C

3.1.5. ANÁLISIS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

a) Procedimiento estudio de tiempos de la línea de producción

- Para realizar un buen estudio de tiempos lo primero que se hará es utilizar herramientas gráficas, que nos permitan tener una descripción clara y ordenada del ciclo de trabajo o proceso de manera detallada para planear una mejora y brindar una propuesta coherente con los requerimientos.
- Para su medición se usa un cronómetro digital, y se tomaron en total 3 mediciones sin embargo el número de mediciones se verificara más adelante si son las correctas o no, para realizar la medición se utilizó un formato determinado el cual se observa en la figura N°05.
- Se tomará también los criterios de tolerancia dentro del tiempo de proceso como: demoras personales, retrasos inevitables, factores climáticos, fatiga, etc.
- El estudio será aplicado a toda la línea de producción desde el traslado de la materia prima al área de producción hasta llegar al producto terminado.
- Se tendrá en cuenta el número recomendado de ciclos de observación que nos señala Niebel y Freivalds, los cuales establecieron una relación entre el tiempo de ciclo del proceso y el número de veces que sería recomendable observar para determinar el tiempo promedio.

Tabla 33: Número recomendado de ciclos

| Tiempo del ciclo (minutos) | Número recomendable de ciclos |
|----------------------------|-------------------------------|
| 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 o más | 3 |

Fuente: Niebel y Freivalds, 2009

Estudio de tiempos

➤ Verificación de la muestra

En el estudio preliminar del proceso de producción del carrito se realizó un registro de 3 muestras de ciclo observados, en distintas horas de trabajo al mismo operario, considerando que la jornada de trabajo es de 8 horas diarias de lunes a sábado. Luego determinamos si eran suficientes, calculando el número real de ciclos necesarios, el ciclo total del proceso se determinó luego de realizarse un DAP el cual se muestra en el anexo 2, adicional a esto se encuentra la tabla de registros de los datos con su respectivo tiempo promedio, esto se encuentra en el anexo 3.

Según nuestro muestreo preliminar el tiempo promedio del ciclo es de 10,37 min, y el rango de muestra según la información mostrada en la tabla N°33, determinamos que según el tiempo del ciclo observado nuestros valores se encuentran entre el intervalo de 10 a 20 minutos concluyendo que el número determinado de observaciones recomendado es de 8 muestras.

En la tabla N°34 se muestran los 8 tiempos obtenidos luego de saber con certeza el número de muestras que se tenían que tomar para realizar un buen análisis. En la tabla también se observa el tiempo promedio el cual será utilizado para el análisis con las respectivas herramientas.

Tabla 34: Muestra de ciclo observados

| N° | Descripción del elemento | Tiempos Cronometrados | | | | | | | | Resumen | |
|------------------|--|-----------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Σt | TMO |
| 1 | Trasladar materia prima a mesa de trabajo | 2,89 | 2,97 | 3,04 | 2,98 | 3,1 | 3,06 | 3,1 | 2,89 | 24,03 | 3,00 |
| 2 | Colocar materia prima en mesa de trabajo | 29,89 | 30,05 | 30,45 | 29,89 | 29,96 | 30,78 | 30,88 | 30,67 | 242,57 | 30,32 |
| 3 | Trazar molde en la plancha | 5,96 | 6,07 | 6,11 | 5,93 | 6,05 | 6,15 | 6,13 | 6 | 48,4 | 6,05 |
| 4 | Cortar molde | 15,03 | 15,2 | 14,89 | 15,14 | 15,04 | 14,85 | 14,99 | 15,57 | 120,71 | 15,09 |
| 5 | Trasladar pieza a prensa de fricción | 30,67 | 30,85 | 31,13 | 30,64 | 30,78 | 31,29 | 31,17 | 31,2 | 247,73 | 30,97 |
| 6 | Colocar pieza en la prensa de fricción | 6,75 | 6,98 | 6,65 | 7,04 | 6,88 | 6,93 | 7,1 | 7,05 | 55,38 | 6,92 |
| 7 | Perforar e inspección | 36,01 | 35,98 | 35,89 | 36,01 | 35,99 | 36,02 | 36,12 | 36,01 | 288,03 | 36,00 |
| 8 | Trasladar pieza a torno paralelo | 26,68 | 26,99 | 26,97 | 27,05 | 27,11 | 27,12 | 27,1 | 27,02 | 216,04 | 27,01 |
| 9 | Colocar pieza en torno paralelo | 4,96 | 4,87 | 4,93 | 5,12 | 5,07 | 5,11 | 4,98 | 5,12 | 40,16 | 5,02 |
| 10 | Refrentar e inspección | 33,04 | 33,12 | 33,05 | 33,1 | 33,09 | 33,06 | 33,12 | 33,08 | 264,66 | 33,08 |
| 11 | Trasladar pieza a torno revolver | 24 | 24,02 | 24,07 | 24,01 | 24,07 | 24,1 | 24,08 | 24 | 192,35 | 24,04 |
| 12 | Colocar pieza en torno revolver | 4,96 | 5,1 | 5,06 | 5,03 | 5,06 | 5,11 | 5,03 | 5,07 | 40,42 | 5,05 |
| 13 | Realizar desbaste y acabado | 7,02 | 7,05 | 6,94 | 7,06 | 7,12 | 7,01 | 7,04 | 7,12 | 56,36 | 7,05 |
| 14 | Trasladar pieza a taladro | 16 | 16,1 | 15,99 | 16,04 | 16,05 | 15,96 | 16,02 | 16,12 | 128,28 | 16,04 |
| 15 | Colocar pieza en el taladro | 2,88 | 2,89 | 3,01 | 3,06 | 2,95 | 3,1 | 3,06 | 3,08 | 24,03 | 3,00 |
| 16 | Taladrar | 6,01 | 6 | 6,04 | 6,02 | 6,05 | 6,01 | 6,1 | 6,01 | 48,24 | 6,03 |
| 17 | Avellanar | 6,1 | 6,05 | 6,01 | 6 | 6,02 | 6,03 | 6 | 6,05 | 48,26 | 6,03 |
| 18 | Trasladar brida a área de soldadura | 24,01 | 23,99 | 23,91 | 24 | 24,02 | 24,1 | 24,01 | 24,05 | 192,09 | 24,01 |
| 19 | Trasladar materia primas a cortadora de disco | 6,04 | 6,02 | 6,1 | 6,09 | 6,05 | 6,01 | 6 | 6,05 | 48,36 | 6,05 |
| 20 | Colocar materia prima en la cortadora de disco | 20,07 | 19,89 | 19,99 | 20,01 | 19,88 | 19,97 | 20,06 | 20,02 | 159,89 | 19,99 |
| 21 | Cortar | 9,8 | 10,1 | 9,99 | 10,05 | 10 | 10,11 | 10,03 | 10,12 | 80,2 | 10,03 |
| 22 | Inspección | 9,9 | 9,88 | 10,02 | 10,1 | 10,12 | 10,02 | 10 | 10,01 | 80,05 | 10,01 |
| 23 | Trasladar tubo de carrito a área de soldadura | 8,02 | 8,1 | 7,9 | 8,02 | 8,02 | 8,05 | 8,01 | 8 | 64,12 | 8,02 |
| 24 | Soldar | 19,92 | 20,06 | 20,1 | 20,03 | 20,02 | 20 | 19,99 | 20,01 | 160,13 | 20,02 |
| 25 | Trasladar al área de pintura | 5 | 5,02 | 4,96 | 4,89 | 5,01 | 5,03 | 5 | 5,03 | 39,94 | 4,99 |
| 26 | Pintar | 15,02 | 15 | 15,03 | 15,1 | 15,03 | 15,02 | 14,99 | 15 | 120,19 | 15,02 |
| 27 | Trasladar al área de producto terminado | 18,05 | 18,03 | 18 | 18,01 | 18,03 | 18 | 17,99 | 18,04 | 144,15 | 18,02 |
| Total - segundos | | 630,75 | 633,65 | 632,97 | 633,67 | 633,9 | 635,85 | 636,14 | 636,89 | 5073,82 | 634,23 |
| Total - minutos | | 10,35 | 10,39 | 10,38 | 10,39 | 10,40 | 10,43 | 10,44 | 10,45 | 83,23 | 10,40 |

Elaboración: Propia

Herramientas para el análisis y mejora del proceso

Las herramientas a utilizar son herramientas gráficas como el diagrama de operaciones, diagrama de análisis de procesos y el diagrama de recorrido.

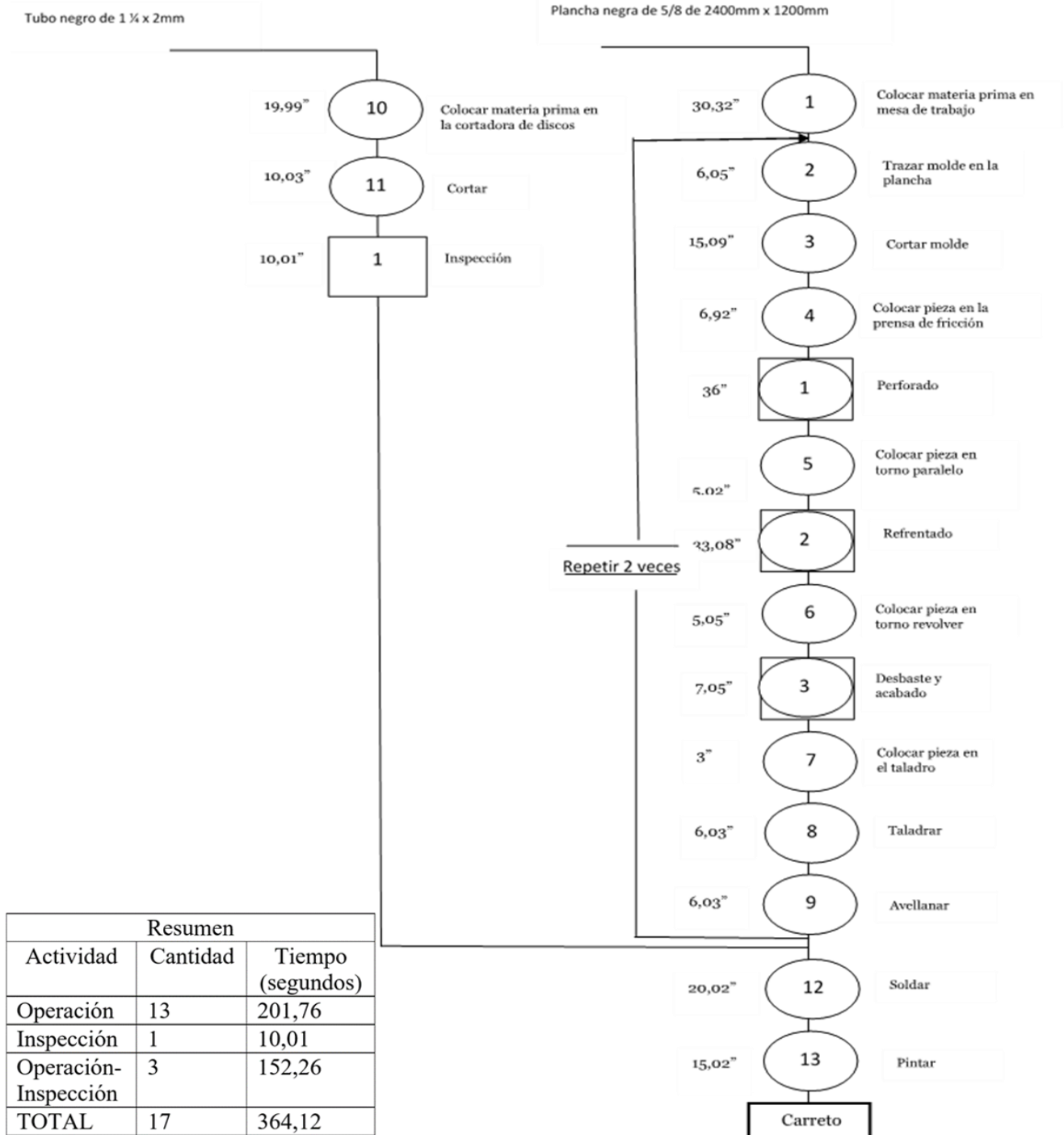
Diagrama de operaciones del proceso

En este diagrama se muestran la secuencia de los procesos realizados para la fabricación de un producto en específico, plasmándose en esta sus operaciones y tiempos. Este diagrama se llevó a cabo con la observación y toma de datos cronometrando el tiempo de cada operación, se realizaron 8 mediciones en las cuales se obtuvo un promedio de los tiempos que se muestran en el DOP.

En el figura N° 17 y en su respectiva tabla resumen, pueden observarse todas las actividades requeridas para la producción de un carrito, el proceso está conformado por 13 operaciones que suman un total de 201,76 segundos, tres operación – inspección de 152,26 segundos y una inspección de 10,01 segundos. En total las actividades utilizan 364,12 segundos igual a 6,07 minutos.

Figura 17: Diagrama de operaciones del proceso

| | | | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------|------------|
| Nombre del Producto | Carreto | Diagramado por | Sharon Vera Cubas | Fecha: | 10/10/2015 |
| Actividad | Fabricación del Carreto | | | | |
| Método | Actual | Maquinas | Varias | | |
| Lugar | Fabrication Technology Company S.A.C | Operarios | Varios | | |



Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

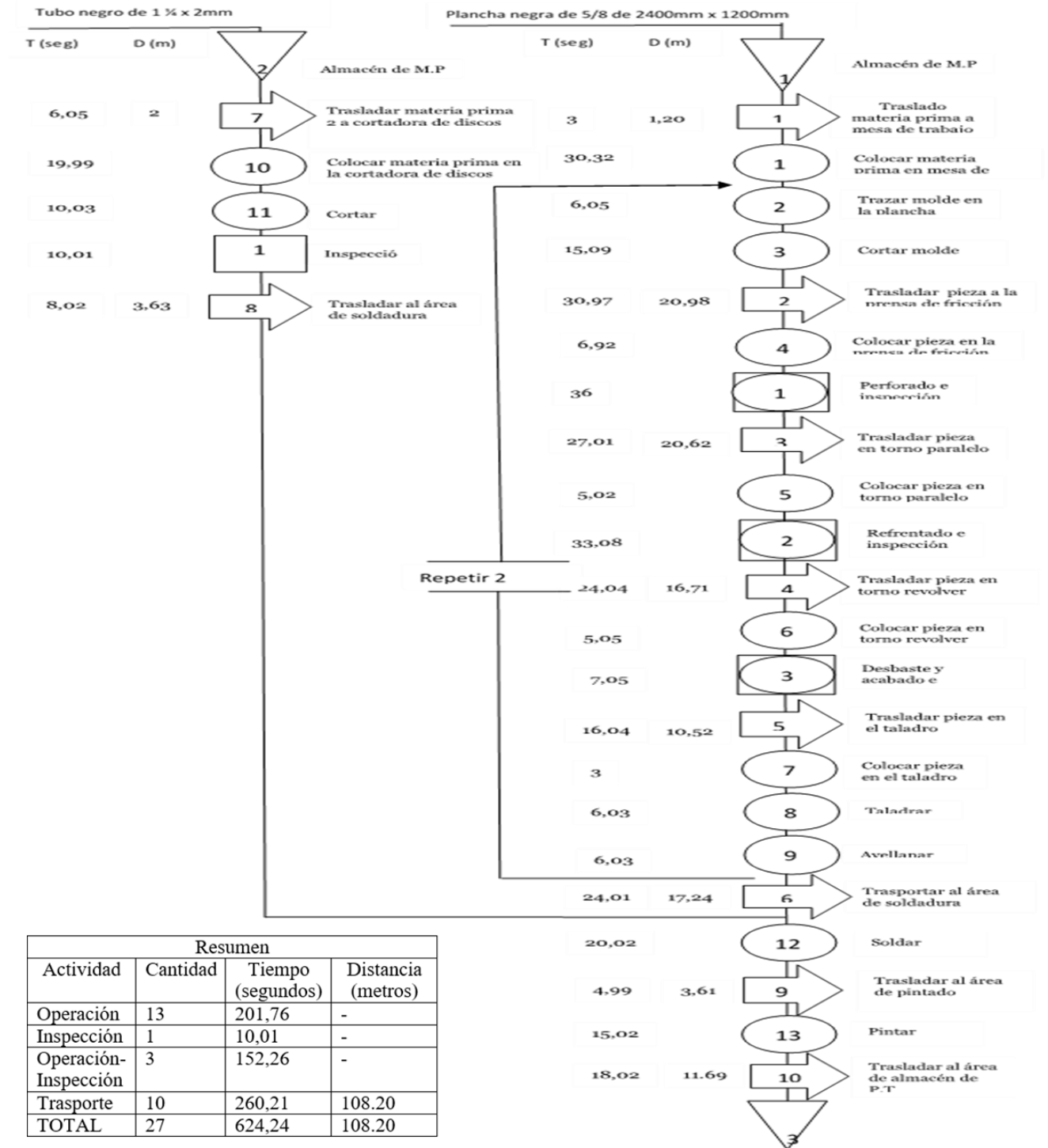
Diagrama de análisis del proceso

En el diagrama se observa la distancia que recorre el operario a la hora de realizar cada proceso para la pieza fabricada, además también se toma en cuenta el tiempo utilizado por este.

En la figura 17 se observa que la distancia recorrida por las piezas del carrito es de 108,20 metros los cuales se realizaron en un total de 260,21 segundos, la suma de todas las actividades dieron un total de 624,24 segundos, lo cual es en total 10,40 minutos.

Figura 18: Diagrama de análisis del proceso

| | | | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------------|---------------|------------|
| Nombre del Producto | Carreto | Diagramado por | Sharon Vera Cubas | Fecha: | 10/10/2015 |
| Actividad | Fabricación del Carreto | | | | |
| Método | Actual | Maquinas | Varias | | |
| Lugar | Fabrication Technology Company S.A.C | Operarios | Varios | | |



Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

La empresa tiene porcentaje de actividades productivas del 58,32%, sin incluir los tiempos de almacenamiento.

$$\% \text{ de actividades productivas} = \frac{201,76 + 10,01 + 152,26}{624,24} \times 100$$

$$\% \text{ de actividades productivas} = 58,32\%$$

$$\% \text{ de actividades improductivas} = \frac{260,21}{624,24} \times 100$$

$$\% \text{ de actividades improductivas} = 41,68\%$$

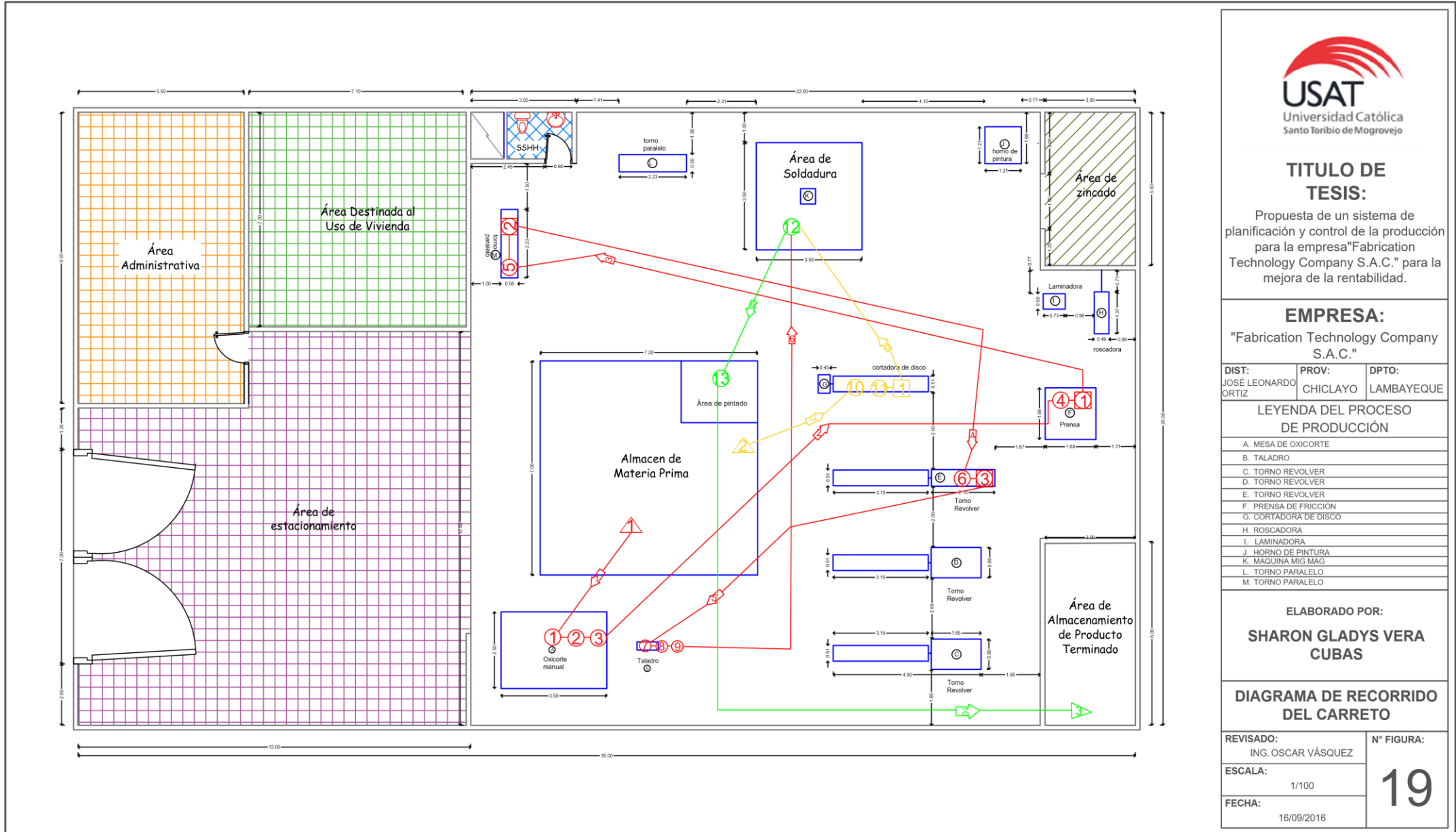
Lo cual quiere decir que un 41,68% del tiempo de las actividades de producción, no añaden valor agregado al producto.

Diagrama de recorrido de materiales en el proceso de producción

El proceso de producción se compone de dos partes, ya que son dos piezas, la primera es la brida, la cual tiene el proceso más largo, mientras que la segunda parte se compone por el tubo de carrete, estas dos piezas al final son unidas por medio del proceso de soldadura.

Sin embargo, las materias primas y los productos terminados, en la empresa, no cuentan con un espacio físico adecuado lo que origina pérdidas de tiempo debido a los cruces de las líneas de recorrido como se visualizan mejor mediante el diagrama de recorrido que se muestra a continuación en la figura N°19.

Figura 19: Diagrama de recorrido del proceso de producción



TITULO DE TESIS:

Propuesta de un sistema de planificación y control de la producción para la empresa "Fabrication Technology Company S.A.C." para la mejora de la rentabilidad.

EMPRESA:

"Fabrication Technology Company S.A.C."

DIST: JOSÉ LEONARDO ORTIZ PROV: CHICLAYO DPTO: LAMBAYEQUE

LEYENDA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

- A. MESA DE OXICORTE
- B. TALADRO
- C. TORNO REVOLVER
- D. TORNO REVOLVER
- E. TORNO REVOLVER
- F. PRENSA DE FRICCIÓN
- G. CORTADORA DE DISCO
- H. ROSCADORA
- I. LAMINADORA
- J. HORNO DE PINTURA
- K. MAQUINA MIG MAG
- L. TORNO PARALELO
- M. TORNO PARALELO

ELABORADO POR:
SHARON GLADYS VERA CUBAS

DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL CARRETO

REVISADO: ING. OSCAR VÁSQUEZ
 ESCALA: 1/100
 FECHA: 16/09/2016

N° FIGURA:
19

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

3.1.6. INDICADORES ACTUALES DE PRODUCCIÓN

Para hallar estos indicadores de producción se hizo uso de los tiempos promedios, la empresa aún no cuenta con tiempos estándares los cuales se hallaran en procesos más adelante.

➤ Producción actual

Para determinar la producción se tomará en cuenta los diagramas antes presentados, determinando así el cuello de botella del proceso. También se asumirá el tiempo base de un turno de trabajo de 8 horas diarias, 6 días a la semana.

Cuellos de botella

El proceso de producción que ocupe el mayor tiempo para terminar su actividad, es el cuello de botella de toda la fabricación. De acuerdo con el trabajo de investigación realizado, el cuello de botella es la operación de perforado, el cual se hace en la maquina taladro, con un tiempo de 36 segundos.

Tabla 35: Cuello de botella del proceso

| Cuello de Botella | | | |
|--------------------------|------------------|------------------|----------------|
| Producto | Operación | Tiempo(s) | Maquina |
| Carreto | Perforado | 36 | Taladro |

Elaboración: Propia

Entonces:

$$P = tb/c$$

P = Producción; tb = tiempo base; c = cuello de botella

Donde:

$$tb = 1 \text{ turno} * 8 \text{ horas} * 60 \text{ min} * 60 \text{ s} = 28800 \text{ s}$$

$$\text{Producción} = 28800 \text{ s. carrito} / 36 \text{ s. turno}$$

$$= 800 \text{ carretos/turno}$$

➤ **Productividad de los materiales, del recurso humano y económico**

Este indicador nos permitirá medir la relación entre la cantidad de productos terminados y la cantidad de recursos utilizados para su elaboración.

Tomaremos en cuenta dos recursos utilizados para la elaboración del carrito.

Productividad Materia Prima

Considerando que para la producción del carrito se necesita 2 bridas, las cuales requieren cada una de 0,011025 m^2 de plancha negra, y se producen al día 1600 bridas. Por lo que podemos determinar que se necesita 17,64 m^2 de plancha negra por día.

En el siguiente cálculo se obtiene que por cada metro cuadrado de plancha de acero que se utiliza para fabricar la brida, una de las partes del carrito, se obtiene **90,70** unidades.

$$Productividad_{plancha\ negra} = \frac{1600\ unidades.\ día}{17,64\ m^2.\ día} = 90,70\ unid/m^2$$

Otro material que se evalúa es el tubo negro, utilizado para hacer el tubo del carrito, del cual se obtiene que por cada m de tubo negro que se utiliza se logra producir **2,67** unidades/m.

$$Productividad_{tubo\ negro} = \frac{800\ unidades.\ día}{299,63m} = 2,67\ unid/m$$

Productividad de mano de obra

Este cálculo permite determinar la cantidad procesada por operario. A partir de los datos mensuales de la empresa se logró determinar que, en promedio se procesa **100** carritos por operario al día.

$$Productividad_{mano\ de\ obra} = \frac{800\ unidades.\ día}{7\ operarios.\ día} = 114,29\ unid/operario$$

Productividad total

Los gastos a tomar en cuenta para la productividad son:

Mano de obra: 5 operarios a S/.36.00 diarios, 2 trabajadores experimentados a S/. 48 diarios, e insumo varios por S/. 1.345 por un carrito y costo de materia prima por 5.6379 por un carrito.

$$Productividad_{total} = \frac{800 \text{ unidades.día}}{S/. (180 + 96 + (1.345 * 800) + (5.6379 * 800))}$$

$$Productividad_{total} = 0.1365 \text{ unid. día/S/}.$$

Este cálculo permite establecer que existe una productividad total de 0,1365 unidades por día en relación al dinero invertido.

➤ **Eficiencia**

Este indicador nos permite obtener la relación que existe entre los recursos obtenidos y los recursos empleados.

Eficiencia Física

Para la producción del Carreto se utilizan dos materias primas distintas, para las dos piezas que lo componen como lo hemos mencionado anteriormente, la primera es la plancha negra de 5/8 de la cual se obtienen un total de 242 bridas, luego tenemos el tubo negro de 1 1/4 del cual se obtienen 16 tubos de carreto.

El grado de eficiencia con que se aprovecha la materia prima principal está estrechamente relacionado a la optimización del corte de planchas y de los tubos.

De esta manera la eficiencia física de la producción de bridas es de 80,12%, lo que quiere decir que del total ingresado, 2880000 metros cuadrados de materia primas, se utilizaron solo 2095480,42 metros cuadrados.

Tabla 36: Eficiencia física de la brida

| Pieza | Entrada de Materia Prima (mm²) | Salida de Materia Prima (mm²) | Eficiencia Física (%) |
|--------------|--|---|------------------------------|
| Brida | 2880000 | 2095480,42 | 80,12% |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

De esta manera la eficiencia física de la producción de tubos de carrito es de 87,25%. En milímetros esto quiere decir que de los 6000 mm ingresados al proceso de producción fueron utilizados 5235 mm.

Tabla 37: Eficiencia física del tubo de carrito

| Pieza | Entrada de Materia Prima (mm) | Salida de Materia Prima (mm) | Eficiencia Física (%) |
|-----------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Tubo de carrito | 6000 | 5235 | 87,25% |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Eficiencia Económica

La eficiencia económica en la planta Fabrication Technology Company S.A.C, se estimará de relacionar los costos de fabricación en planta, los cuales se apreciarán en las Tablas N° 38 y 39.

En las tablas mencionadas anteriormente, se presentan los materiales que la empresa adquiere para la fabricación de carrito. Cada uno muestra su precio por unidad y la cantidad de piezas que se pueden fabricar con su uso.

A partir de esta información se obtiene el costo total para la fabricación de este producto, en materiales.

Tabla 38: Costo de materiales para el carrito

| Materia Prima | Precio | Productividad | | Precio unitario |
|---|------------|-------------------------|-----------------------|------------------|
| | | (Carretos por material) | | |
| Plancha negra de 5/8 de 2400mm x 1200mm | S/. 835,00 | 121 | carretos por plancha | S/6,901 |
| Tubo negro de 1 1/4 x 2mm | S/. 35,00 | 16 | carretos por tubo | S/2,188 |
| Tanque de oxígeno para oxicorte | S/. 70,00 | 130 | carretos por tanque | S/. 0,538 |
| Tanque de gas para oxicorte | S/. 11,60 | 130 | carretos por tanque | S/. 0,089 |
| Alambre para soldadura | S/. 90,00 | 400 | carretos por alambre | S/. 0,225 |
| Escargol para soldadura | S/. 200,00 | 1000 | carretos por escargol | S/. 0,200 |
| Sacos para embalaje | S/. 0,7 | 20 | carretos por saco | S/. 0,035 |
| Pintura para pintado | S/. 70,00 | 400 | carretos por pintura | S/. 0,175 |
| TOTAL MATERIALES | | | | S/10.351 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Para obtener el costo de producción total de cada producto se le han ido agregando costos por mano de obra y de servicios en que se incurren en la fabricación del Carrito. En la tabla N° 35, se resumen los costos de producción, así como los costos por mano de obra y de servicios. Asimismo, en las mismas tablas mencionadas se muestra la eficiencia económica en la planta Fabrication Technology Company S.A.C.

Tabla 39: Otros costo de carrito y eficiencia económica

| COSTOS | |
|-----------------------------------|-----------|
| Costo de materiales | S/. 10,35 |
| Costo de mano de obra | S/. 4,93 |
| Otros costos | S/. 0,22 |
| Total costos de producción | S/. 15,50 |
| Precio de venta | S/. 28,00 |
| E. ECONÓMICA | S/. 1,81 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

A partir de estos datos podemos observar que por cada sol que invierte la empresa gana 0,81 soles.

➤ **Capacidad real de producción**

La capacidad real de producción está determinada por el cuello de botella del proceso, la producción diaria real es de 800 carretos por turno de 8 horas, en 24 días al mes.

Determinándose que la empresa tiene la capacidad real de producir:

$$CRP = \left(800 \frac{\text{unid}}{\text{día}} * 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \right)$$

$$CRP = 19200 \text{ unid/mes}$$

3.1.7. RESUMEN DE LOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD

A continuación, se observa en la tabla N° 40 el resumen de los indicadores actuales de la línea de producción del carrito.

Según se observa la producción es de 800 carretos por turno, con un cuello de botella de 36 segundos, el cual corresponde al tiempo de la operación del proceso de perforado.

Se calculó también la productividad de las materias primas, la primera el tubo de carrito, la cual indicó que se obtienen 2,67 unidades por metro de tubo, mientras que de la plancha para las bridas se obtienen 90,70 unidades por metro cuadrado. Por otro lado la productividad de mano de obra, señala que en la actualidad se confeccionan 114,29 unidades de carrito por operario. Seguido de este indicador se observa la productividad total la cual indica que se obtienen 0,1365 unidades al día por cada sol invertido.

La eficiencia física de la plancha negra nos dice que 80,12% es aprovechado mientras que la diferencia se desperdicia en el proceso, la eficiencia física del tubo negro es de un 87,25% siendo esto el porcentaje de material utilizado en su totalidad mientras que el porcentaje sobrante se desperdicia. De acuerdo al análisis se evidencia también la eficiencia económica la cual es de 0,81 soles por cada sol invertido.

Finalmente se calculó la capacidad real de la empresa siendo de 19200 unidades de carretos por mes.

Tabla 40: Resumen de los indicadores de producción y productividad

| INDICADOR | RESULTADO |
|--------------------------------|--|
| Producción | 800 carretos/turno |
| Cuello de botella | 36 s |
| Productividad de materia prima | 90,70 unid/m ² // 2,67 unid/m |
| Productividad de mano de obra | 114,29 unid/operario |
| Productividad total | 0,1365 unid. día/ S/. |
| Eficiencia física | 80,12% // 87,25% |
| Eficiencia económica | S/. 1,81 |
| Tiempo de ciclo del proceso | 10,40 min |
| Capacidad real de producción | 19200 unid/mes |

Elaboración: Propia

3.1.8. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN, SUS CAUSAS Y PROPUESTAS DE MEJORA

De acuerdo al diagnóstico realizado del proceso productivo actual del producto carrito, se identificó que el principal problema es el bajo nivel de servicio, en el siguiente grafico de Ishikawa se muestra las distintas causas del problema.

3.1.8.1. Identificación de los causas

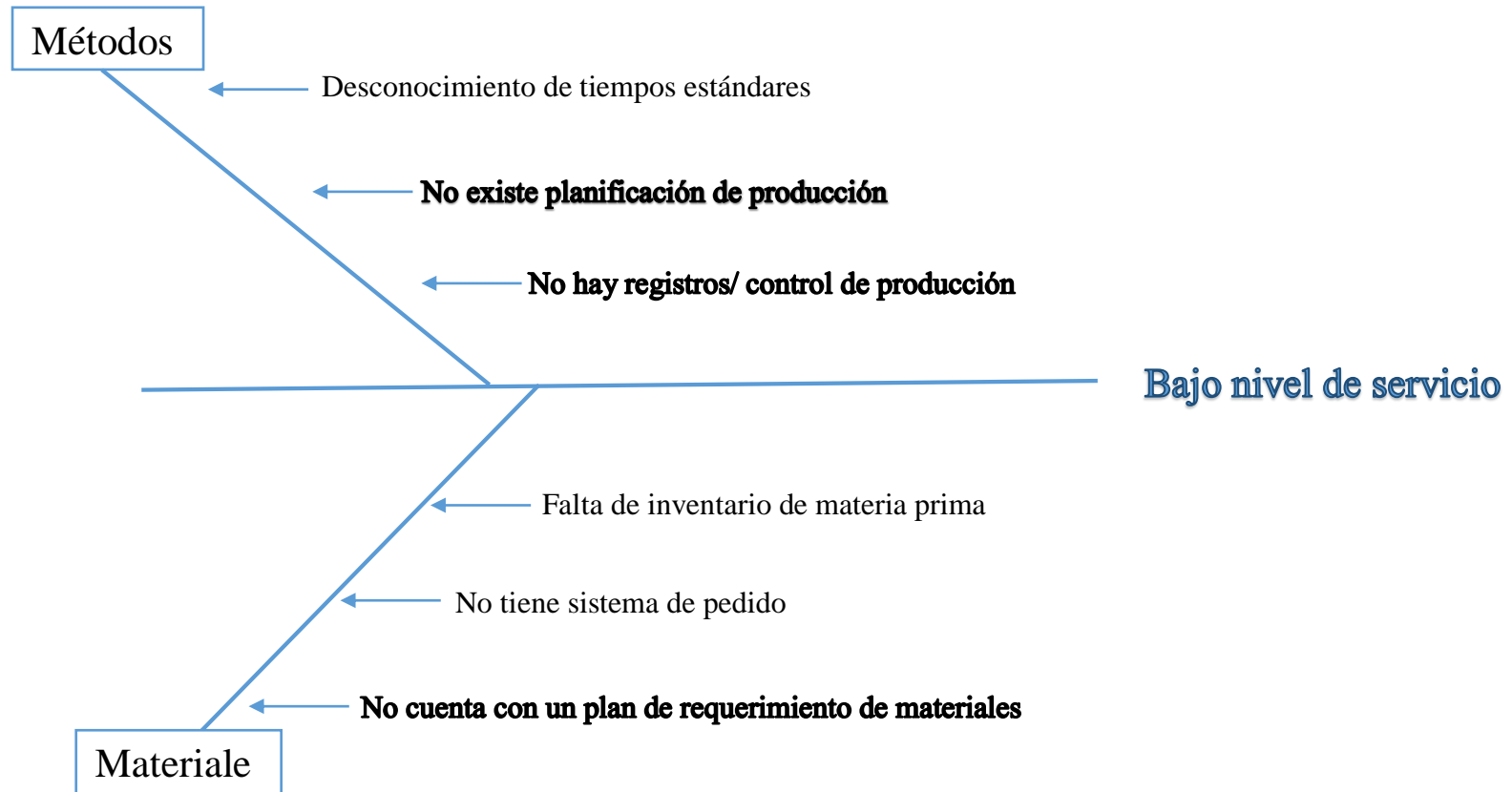


Figura 20: Diagrama de Ishikawa

Elaboración: Propia

3.1.8.2 Descripción de las causas

Causa N°01

No se trabaja en base a tiempos estándares, esto se evidencia en la inexistencia de factores de calificación de desempeño y factores de suplementos, las cuales son las tolerancias que reflejan los retrasos en los procesos; esto se evidencia durante toda la descripción del proceso (pág. 61) ya que como hemos ido mencionando la empresa antes de esta investigación no contaba con ningún dato ni análisis de su producción ni productividad por lo tanto no ha podido medir eficientemente su producción real ni sus tiempos de trabajo, ocasionando en tiempos de temporada alta, demanda insatisfecha y contratación de personal adicional para tratar de satisfacer toda la demanda, sin éxito, ocasionando gastos adicionales a la empresa los cuales suman un aproximado de 3000 soles anuales. (Tabla 16).

Propuesta de solución

Se plantea calcular los tiempos estándares para así acercarnos a la realidad agregándole a los tiempos promedios factores de desempeño y suplementos que todo operario tiene y requiere. Esto se hace con el objetivo de tener indicadores reales de producción y productividad para en base a eso poder trabajar y analizar la verdadera situación de la empresa.

Causa N°02

Como se puede ver en el estudio preliminar existe una demanda insatisfecha y una sobreproducción en varios productos (Tabla 5 y 7), adicional a esto podemos observar también que hay utilidades que la empresa no recibe por esta demanda insatisfecha (Tabla 6), teniendo un nivel de servicio de 78,81% (pág. 18), y al mismo tiempo hay dinero en stock por mucho tiempo por el tema de sobreproducción (Tabla 8).

Ya en el diagnóstico propiamente se observa nuevamente esta demanda insatisfecha que se ha dado por dos años consecutivos (Tabla 17) además de la gran cantidad de dinero que no ingresó a la empresa (Tabla 18), teniendo como indicador de nivel de servicio para el año 2015 de 78,98% y para el año 2016 de 78,57%. Asimismo en la descripción del proceso de producción del carrito se plasma la inexistencia de órdenes de producción escritas, tampoco se le brinda la información al operario de cuanta cantidad deberían producir ese día, ni cuál es el objetivo a cumplir, datos muy importantes para que los trabajadores estén direccionados con los objetivos de la empresa.

Propuesta de solución

Proyectar la demanda teniendo en cuenta los meses de información recolectada los cuales suman un total de 24 meses desde el periodo 2015-Enero a 2016 – Diciembre. La proyección se hará máxima de un año porque lo que queremos lograr es realizar una buena planificación que nos brinde buenos resultados que pueden ser aplicados de manera inmediata, por esto después de la proyección de demanda se hará una planificación agregada continuando con un plan maestro de producción.

Causa N°03

No existe un programa de requerimiento de materiales, está dada de una manera superficial, el jefe de planta es el que se encarga de pedir el material y la cantidad que calcula se necesitará para la producción, tampoco hay tiempos determinados para realizar los pedidos (pág. 49 y 50). Esto se evidencia en la descripción del proceso de producción del carrito (pág. 59), el operario no sabe cuántas unidades necesita producir, por lo tanto no informa si le va a faltar o no material, además no hay ningún registro de ingresos ni salidas de materiales, no existe un inventario de materia prima ni de insumos.

Una de sus causas sería que no existe una planificación de producción por lo tanto no se sabe cuánto de materia prima e insumos se necesitarán para producir una cantidad ya determinada, no se tiene informes de ninguna de las áreas de la cantidad de materiales que requerirán.

Propuesta de solución

Se cree conveniente implementar un programa de requerimiento de materiales para la producción del año 2017, para esto se tendrá que primero realizar un plan maestro de producción en donde se podrá determinar las cantidades reales que se necesitarán para la producción mensual.

Causa N°04

Inexistencia de algún tipo de control de producción, la empresa no cuenta con indicadores de producción, productividad ni eficiencia, lo cual no permite a la empresa tener una visión de la situación actual por lo tanto no le permite realizar mejoras para alcanzar mejores resultados. Esto está evidenciado en todo el proceso de la elaboración de la tesis en la empresa no se ha encontrado ningún registro y todo su funcionamiento ha sido de

manera empírica, por lo mismo no puede mejorar porque no sabe en qué situación se encuentra. (pág. 59).

Propuesta de solución

Dejar indicadores de medición pre establecidos para que puedan medir eficientemente y tengan una visión clara de lo que sucede dentro de la empresa.

Elaborar cuadros para el control y recolección de información, para que así la empresa misma tenga la data necesaria para poder medir, y tomar decisiones aplicando los indicadores, mejorando continuamente.

3.2. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION

3.2.1. INDICADORES DE PRODUCCIÓN CON TIEMPOS ESTÁNDARES

➤ Tiempo normal del proceso

Para el cálculo del tiempo normal, utilizaremos la siguiente formula:

$$TN = TCP * FC$$

Donde;

TN = Tiempo normal

TCP = Tiempo de ciclo promedio

FC = Factor de calificación de desempeño

Las tablas del factor de calificación de desempeño se encuentran en el anexo 4. Este factor se determina mediante la suma de los 4 valores escogidos por el estudio ya realizado, adicionándole una unidad a esa suma.

➤ Tiempo estándar

La expresión utilizada para el cálculo del tiempo estándar de cada actividad se presenta a continuación:

$$TE = TN / (1 - \text{Factor de suplemento})$$

El factor de suplemento no es más que tolerancias que reflejan los retrasos en los procesos, los cuales tienen un trato especial. Estos deben expresar la realidad de los tiempos estándares obtenidos. Anexo 5.

De todas las tolerancias solo se consideraron tres tolerancias y sus respectivos rangos, los cuales están relacionadas con el tipo de trabajo realizado durante el proceso de fabricación; estas son: tolerancia básica por fatiga 4%, alumbrado deficiente 2% y necesidades personales 5%.

$$\textbf{Factor de suplemento} = 11\%$$

Con toda la información anterior se procede hacer los cálculos de todas las operaciones para obtener los tiempos estándares de cada actividad y obtener de esta manera el tiempo estándar total del proceso.

Los resultados se muestran en la tabla N°41.

Tabla 41: Tiempos estándares del proceso de fabricación

| N° | Descripción del elemento | Tiempos Cronometrados | | | | | | | | Resumen | | | |
|------------------|--|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Σt | TMO | TN | TE |
| 1 | Trasladar materia prima a mesa de trabajo | 2.89 | 2.97 | 3.04 | 2.98 | 3.10 | 3.06 | 3.10 | 2.89 | 24.03 | 3.00 | 3.51 | 3.95 |
| 2 | Colocar materia prima en mesa de trabajo | 29.89 | 30.05 | 30.45 | 29.89 | 29.96 | 30.78 | 30.88 | 30.67 | 243.00 | 30.32 | 36.69 | 41.22 |
| 3 | Trazar molde en la plancha | 5.96 | 6.07 | 6.11 | 5.93 | 6.05 | 6.15 | 6.13 | 6.00 | 48.40 | 6.05 | 7.32 | 8.23 |
| 4 | Cortar molde | 15.03 | 15.20 | 14.89 | 15.14 | 15.04 | 14.85 | 14.99 | 15.57 | 120.71 | 15.09 | 17.65 | 19.84 |
| 5 | Trasladar pieza a prensa de fricción | 30.67 | 30.85 | 31.13 | 30.64 | 30.78 | 31.29 | 31.17 | 31.20 | 247.73 | 30.97 | 36.23 | 40.71 |
| 6 | Colocar pieza en la prensa de fricción | 6.75 | 6.98 | 6.65 | 7.04 | 6.88 | 6.93 | 7.10 | 7.05 | 55.38 | 6.92 | 8.10 | 9.10 |
| 7 | Perforar e inspección | 36.01 | 35.98 | 35.89 | 36.01 | 35.99 | 36.02 | 36.12 | 36.01 | 288.03 | 36.00 | 46.08 | 51.78 |
| 8 | Trasladar pieza a torno paralelo | 26.68 | 26.99 | 26.97 | 27.05 | 27.11 | 27.12 | 27.10 | 27.02 | 216.04 | 27.01 | 31.60 | 35.50 |
| 9 | Colocar pieza en torno paralelo | 4.96 | 4.87 | 4.93 | 5.12 | 5.07 | 5.11 | 4.98 | 5.12 | 40.16 | 5.02 | 5.87 | 6.60 |
| 10 | Refrentar e inspección | 33.04 | 33.12 | 33.05 | 33.10 | 33.09 | 33.06 | 33.12 | 33.08 | 264.66 | 33.08 | 38.71 | 43.49 |
| 11 | Trasladar pieza a torno revolver | 24.00 | 24.02 | 24.07 | 24.01 | 24.07 | 24.10 | 24.08 | 24.00 | 192.35 | 24.04 | 28.13 | 31.61 |
| 12 | Colocar pieza en torno revolver | 4.96 | 5.10 | 5.06 | 5.03 | 5.06 | 5.11 | 5.03 | 5.07 | 40.42 | 5.05 | 5.91 | 6.64 |
| 13 | Realizar desbaste y acabado | 7.02 | 7.05 | 6.94 | 7.06 | 7.12 | 7.01 | 7.04 | 7.12 | 56.36 | 7.05 | 7.75 | 8.71 |
| 14 | Trasladar pieza a taladro | 16.00 | 16.10 | 15.99 | 16.04 | 16.05 | 15.96 | 16.02 | 16.12 | 128.28 | 16.04 | 17.48 | 19.64 |
| 15 | Colocar pieza en el taladro | 2.88 | 2.89 | 3.01 | 3.06 | 2.95 | 3.10 | 3.06 | 3.08 | 24.03 | 3.00 | 3.51 | 3.95 |
| 16 | Taladrar | 6.01 | 6.00 | 6.04 | 6.02 | 6.05 | 6.01 | 6.10 | 6.01 | 48.24 | 6.03 | 7.06 | 7.93 |
| 17 | Avellanar | 6.10 | 6.05 | 6.01 | 6.00 | 6.02 | 6.03 | 6.00 | 6.05 | 48.26 | 6.03 | 7.06 | 7.93 |
| 18 | Trasladar brida a área de soldadura | 24.01 | 23.99 | 23.91 | 24.00 | 24.02 | 24.10 | 24.01 | 24.05 | 192.09 | 24.01 | 26.17 | 29.41 |
| 19 | Trasladar materia primas a cortadora de disco | 6.04 | 6.02 | 6.10 | 6.09 | 6.05 | 6.01 | 6.00 | 6.05 | 48.36 | 6.05 | 7.07 | 7.95 |
| 20 | Colocar materia prima en la cortadora de disco | 20.07 | 19.89 | 19.99 | 20.01 | 19.88 | 19.97 | 20.06 | 20.02 | 159.89 | 19.99 | 23.38 | 26.27 |
| 21 | Cortar | 9.80 | 10.10 | 9.99 | 10.05 | 10.00 | 10.11 | 10.03 | 10.12 | 80.20 | 10.03 | 11.73 | 13.18 |
| 22 | Inspección | 9.90 | 9.88 | 10.02 | 10.10 | 10.12 | 10.02 | 10.00 | 10.01 | 80.05 | 10.01 | 10.91 | 12.25 |
| 23 | Trasladar tubo de carrito a área de soldadura | 8.02 | 8.10 | 7.90 | 8.10 | 8.12 | 8.02 | 8.00 | 8.01 | 64.27 | 8.03 | 8.76 | 9.84 |
| 24 | Soldar | 19.92 | 20.06 | 20.10 | 20.02 | 20.02 | 20.05 | 20.01 | 20.00 | 160.18 | 20.02 | 23.43 | 26.32 |
| 25 | Trasladar al área de pintura | 5.00 | 5.02 | 4.96 | 4.89 | 5.01 | 5.03 | 5.00 | 5.03 | 39.94 | 4.99 | 5.44 | 6.11 |
| 26 | Pintar | 15.02 | 15.00 | 15.03 | 15.10 | 15.03 | 15.02 | 14.99 | 15.00 | 120.19 | 15.02 | 17.58 | 19.75 |
| 27 | Trasladar al área de producto terminado | 18.05 | 18.03 | 18.00 | 18.01 | 18.03 | 18.00 | 17.99 | 18.04 | 144.15 | 18.02 | 21.08 | 23.69 |
| Total - segundos | | 620.75 | 623.65 | 622.97 | 623.74 | 624.00 | 625.87 | 626.15 | 626.89 | 4994.02 | 624.25 | 732.66 | 823.26 |
| Total - minutos | | 10.35 | 10.39 | 10.38 | 10.40 | 10.40 | 10.43 | 10.44 | 10.45 | 83.23 | 10.40 | 12.21 | 13.72 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

➤ **Producción actual**

Cuellos de botella

El proceso de producción que ocupe el mayor tiempo para terminar su actividad, es el cuello de botella de toda la fabricación. De acuerdo con los cálculos realizados para determinar los tiempos estándares se determinó que el cuello de botella es la operación de perforado, el cual se hace en la maquina taladro, con un tiempo de 51,78 segundos.

Tabla 42: Cuello de botella del proceso

| Cuello de Botella | | | |
|--------------------------|------------------|------------------|----------------|
| Producto | Operación | Tiempo(s) | Maquina |
| Carreto | Perforado | 51,78 | Taladro |

Elaboración: Propia

$$\textit{Producción} = 28800 \text{ s.carreto} / 51,78 \text{ s.turno}$$

$$= 556.20 \text{ carros/turno aproximadamente } 556 \text{ carros por turno}$$

➤ **Productividad de los materiales, del recurso humano y económico**

Productividad Materia Prima

Considerando que para la producción del carrito se necesita 2 bridas, las cuales requieren de $0,011025 \text{ mm}^2$ de plancha negra, y se producen al día 1112 bridas. Por lo que podemos determinar que se necesita $12,2598 \text{ m}^2$ de plancha negra por día.

Se obtiene que por cada metro cuadrado de plancha de acero que se utiliza para fabricar la brida, una de las partes del carrito, se obtiene **90,70** unidades.

$$\textit{Productividad}_{\text{plancha negra}} = \frac{1112 \text{ unidades. día}}{12,2598 \text{ m}^2. \text{ día}} = 90,70 \text{ unid/m}^2$$

El tubo negro, utilizado para el tubo de carrito, del cual se obtiene que por cada m de tubo negro que se utiliza se logra producir **2,67** unidades/m.

$$Productividad_{tubo negro} = \frac{556 \text{ unidades. día}}{208,5m} = 2,67 \text{ unid/m}$$

Productividad de mano de obra

Este cálculo permite determinar la cantidad procesada por operario. A partir de los datos mensuales de la empresa se logró determinar que, en promedio se procesa **79** carretos por operario al día.

$$Productividad_{mano de obra} = \frac{556 \text{ unidades. día}}{7 \text{ operarios. día}}$$

$$Productividad_{mano de obra} = 79,42 \text{ unid/operario}$$

Productividad total

Los gastos a tomar en cuenta para la productividad son:

Mano de obra: 5 operarios a S/.36, 00 diarios, 2 trabajadores experimentados a S/. 48 diarios, e insumo varios por S/1, 345 por un carrito y costo de materia prima por 5.6379 por un carrito.

$$Productividad_{total} = \frac{556 \text{ unidades. día}}{S/. (180 + 96 + (1,345 * 556) + (5,6379 * 556))}$$

$$Productividad_{total} = 0,1337 \text{ unid. día/S/}.$$

Este cálculo permite establecer que existe una productividad total de 0,1337 unidades por día en relación al dinero invertido.

➤ **Capacidad real de producción**

La capacidad real de producción está determinada por el cuello de botella del proceso, la producción diaria real es de 556 carretos por turno de 8 horas, en 24 días al mes.

Determinándose que la empresa tiene la capacidad real de producir:

$$CRP = (556 \frac{\text{unid}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}})$$

$$CRP = 14456 \text{ unid/mes}$$

➤ **RESUMEN DE LOS INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD**

A continuación, se observa en la tabla N° 43 el resumen de los indicadores de producción y productividad con los tiempos estándares. Aquí se ha podido determinar la verdadera producción diaria, con la cual debería trabajar como base la empresa para realizar la planificación de producción.

Tabla 43: Resumen de los indicadores de producción y productividad con tiempos estándares

| INDICADOR | Resultados con tiempos estándares |
|--------------------------------|--|
| Producción | 556 carretos/turno |
| Cuello de botella | 51,78 s |
| Productividad de materia prima | 90,70 unid/m ² // 2,67 unid/m |
| Productividad de mano de obra | 79,42 unid/operario |
| Productividad total | 0,1337 unid. día/ S/. |
| Tiempo de ciclo del proceso | 10,40 min |
| Tiempo de ciclo estándar | 14,15 min |
| Capacidad real de producción | 14456 unid/mes |

Elaboración: Propia

Según se observa la producción con tiempos estándares es de 556 carretos/turno, con un cuello de botella de 51,78 s, en el proceso de perforado.

➤ **CUADRO DE INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD**

A continuación se observa todo el proceso de investigación, análisis y acción hasta ahora de la tesis, en la primera columna de datos se puede observar resultados con los datos brindados netamente de la empresa, como observaba el jefe de producción valga la redundancia la producción del carrito; en la columna siguiente ya se ven datos tomados directamente de la producción para el estudio con tiempos promedios, y en la tercera columna se muestran resultados ya con tiempos estándares los cuales nos permiten acercarnos a la realidad.

Tabla 44: Cuadro de indicadores

| INDICADOR | Resultados tomados por cantidad de producción de la empresa | Resultados con tiempos promedios | Resultados con tiempos estándares |
|-------------------------------|--|---|--|
| Producción | 180 carretos/turno | 800 carretos/turno | 556 carretos/turno |
| Cuello de botella | 160 s | 36 s | 51,78 s |
| Productividad de mano de obra | 25,71 unid/operario | 114,29 unid/operario | 79,42 unid/operario |
| Productividad total | 0,1174 unid. día/S/. | 0,1365 unid. día/ S/. | 0,1337 unid. día/ S/. |
| Tiempo de ciclo | - | 10,40 min | 14,15 min |
| Capacidad real de producción | 4680 unid/mes | 19200 unid/mes | 14456 unid/mes |

Elaboración: Propia

3.2.2. PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Como se analizó en el capítulo I se necesita una buena planificación de la producción para poder aumentar la rentabilidad de esta empresa para que así se mantenga en el mercado por muchos años más.

Para cumplir con este objetivo se hace necesario cumplir con una secuencia de planeación de las operaciones de la empresa, el cual se observa en el siguiente esquema:

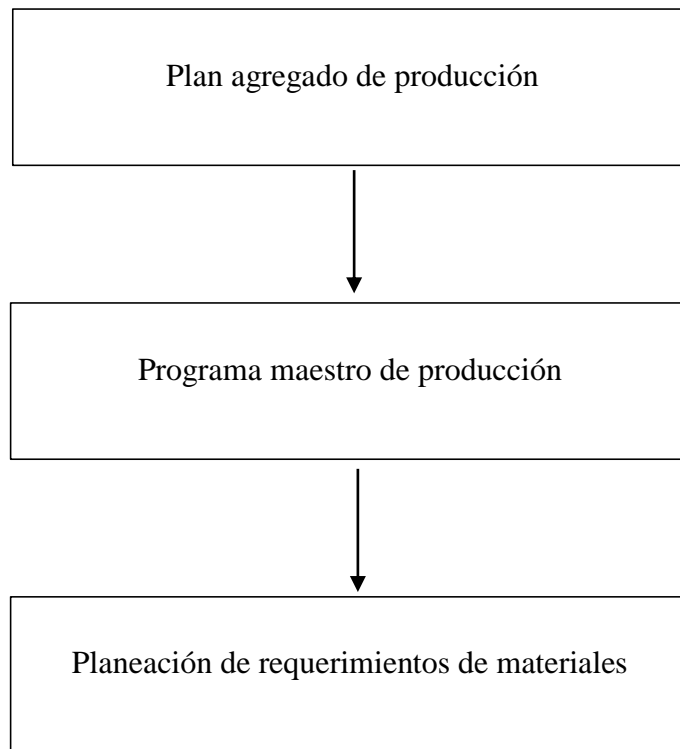


Figura 21: Niveles de planeación en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C.
Elaboración: Propia

3.2.2.1.PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Desde el inicio de esta investigación se recolectó data logrando tener registros del año 2015 y 2016 de la pieza carreto. En la tabla N°36 se muestran los registros de los años mencionados de la demanda real de la empresa Fabrication Technology Company S.A.C.

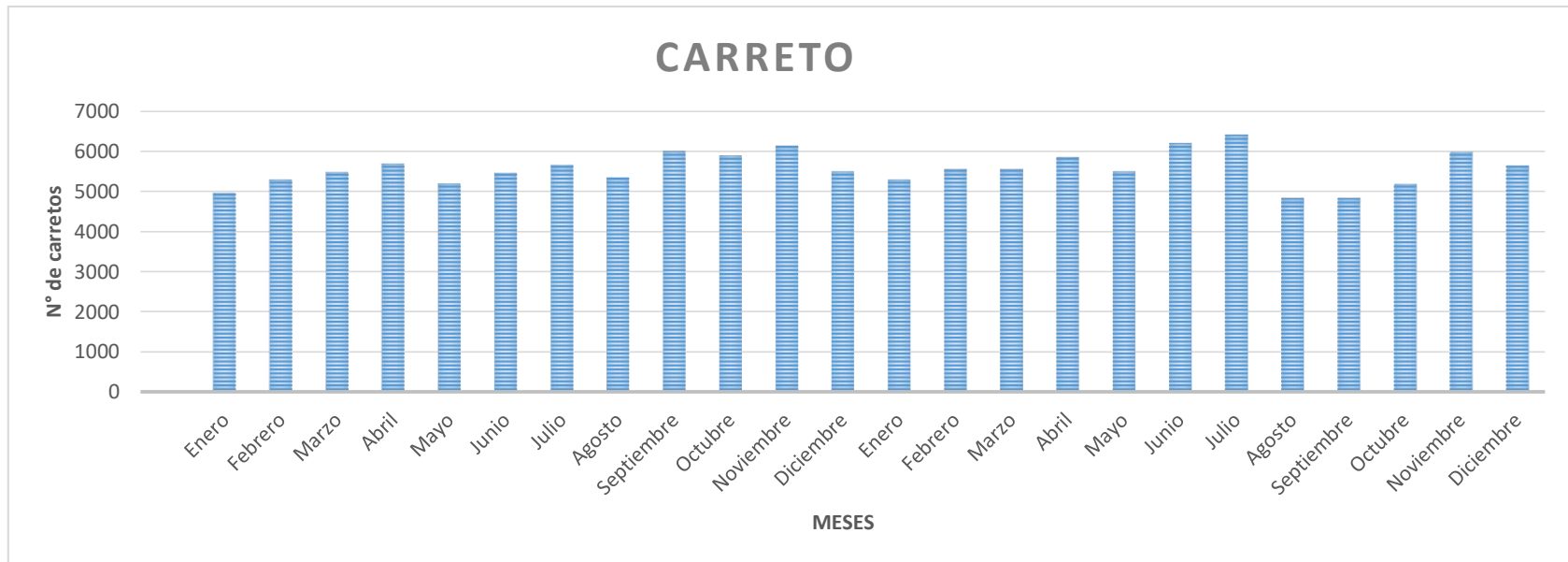


Figura 22: Demanda real del carreto (Enero 2015 – Diciembre 2016)

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Tomando en consideración el comportamiento de la demanda real de la empresa, como se muestra en la figura N°11, teniendo como objetivo encontrar el modelo que se adecue mejor para así poder realizar los pronósticos.

Proyección de la demanda histórica de la pieza carreto

Para realizar el pronóstico primero se analizó empíricamente la data de 24 meses, se observó que la serie tenía subidas y caídas constantes por lo que se pudo concluir que la serie podría ser estacional, por lo tanto procedimos a realizar un segundo gráfico para observar mucho mejor si es que existe verdaderamente la estacionalidad observada a simple vista.

Una comparación entre los dos años de datos recolectados.

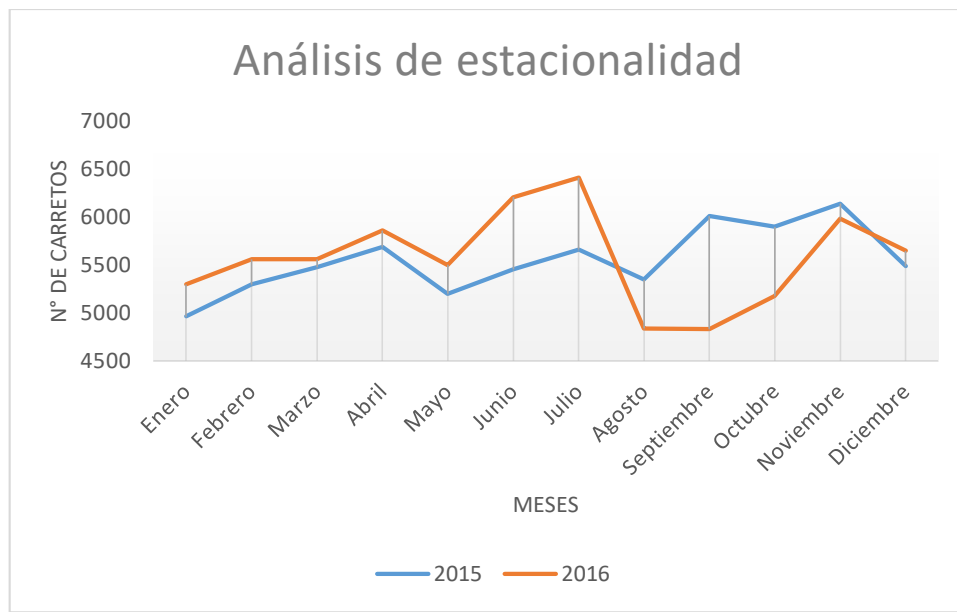


Figura 23: Análisis de estacionalidad 2015 y 2016

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

En la figura N°23 se observa claramente que existe una estacionalidad desde el mes de enero hasta agosto y nuevamente se ve una estacionalidad en los meses de noviembre y diciembre.

Una vez analizada la data se prosiguió a realizar el pronóstico de demanda, para un periodo de 12 meses, con una regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios. Haciendo uso de un paquete econométrico llamado Stata/MP 13.0 se ha generado un modelo econométrico teniendo como variables las siguientes:

Variable dependiente = Demanda

Variable independiente 1 = Serie de tendencia

Variable independiente 2 = Meses

La ecuación se aprecia a continuación:

$$Demanda_t = C + B_1 tendencia_t + B_2 tendencia_t + e$$

Se muestra en la tabla N°45 la demanda proyectada desde un periodo de enero a diciembre del 2017, y en la figura N° 22 se ve su comportamiento en un gráfico de barras.

En el Anexo 6 y 7, se observan las tablas del pronóstico de manera detallada.

Tabla 45: Pronósticos de la demanda de carretos

| Pronósticos de la demanda de carretos (unidad) | | |
|---|--------------|----------------|
| N° | Fecha | Demanda |
| 1 | Ene-17 | 5163 |
| 2 | Feb-17 | 5461 |
| 3 | Mar-17 | 5550 |
| 4 | Abr-17 | 5805 |
| 5 | May-17 | 5382 |
| 6 | Jun-17 | 5863 |
| 7 | Jul-17 | 6068 |
| 8 | Ago-17 | 5126 |
| 9 | Set-17 | 5452 |
| 10 | Oct-17 | 5570 |
| 11 | Nov-17 | 6094 |
| 12 | Dic-17 | 5600 |

Elaboración: Propia

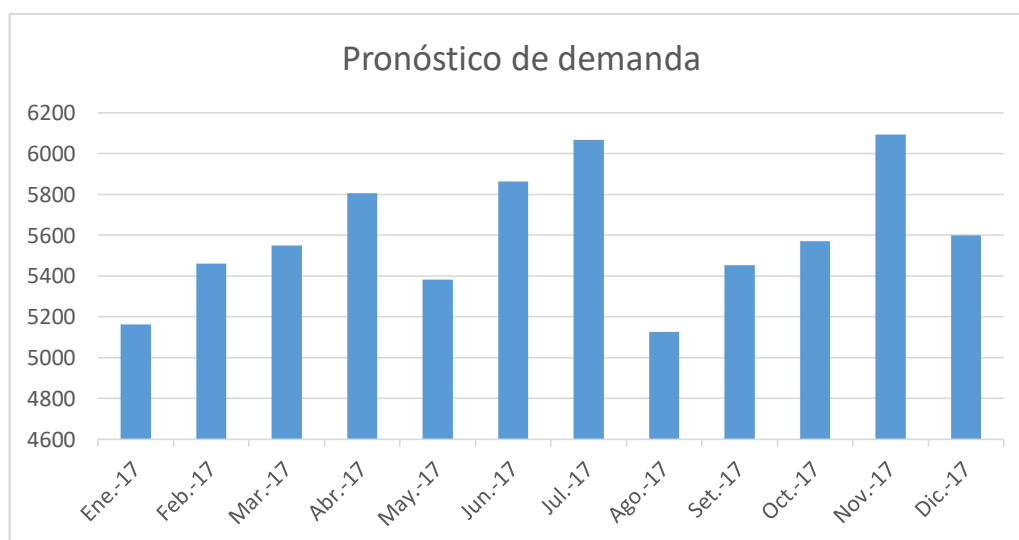


Figura 24: Pronóstico de la demanda de carrito (Enero 17 – Diciembre 17)

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

3.2.2.2.PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

Después de realizado el pronóstico con la información histórica se procede a determinar los planes agregados de producción, para establecer el modelo a seguir en un horizonte de tiempo de mediano plazo, el cual hemos considerado apropiado que sean 12 meses, considerados estos en la proyección.

Para poder lograr un plan óptimo de producción y así poder reducir costos además de cubrir con toda la demanda, se tomaron en cuenta otros datos importantes, los cuales se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla 46: Datos adicionales para planeación agregada

| Costos a considerar en la planeación agregada | Costo (S/.) |
|--|-----------------------------|
| Costo unitario | S/. 15,50 |
| Costos de hora normal | S/.4,93 |
| Costos de hora extra | S/6,12 / S/. 6,66 / S/.9,86 |
| Costo de inventario | S/0,02 /unid |
| Costo de faltante | - |
| Costo de contratar | S/200 |
| Costo de despedir | S/450 |

Elaboración: Propia

Costo unitario

Para determinar el costo unitario del producto se hizo un análisis de acuerdo a la materia prima e insumos además otros costos como mano de obra entre otros. Los datos detallados se encuentran en las tablas N°38 y N°39.

El costo unitario, una vez analizado todos los aspectos se concluyó que es de S/. 15,50 soles.

A pesar que la empresa es mayorista y productora vende también por cantidades pequeñas a partir de 10 unidades, a S/. 28 soles la unidad.

Costo por hora de mano de obra

De acuerdo a la información recolectada directamente de la empresa se sabe que los costos de mano de obra varían considerando la experiencia de los trabajadores. Esa información se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 47: Costos por hora de mano de obra

| N° | Operarios | Costos de mano de obra por hora |
|----|-----------------|---------------------------------|
| 2 | Con experiencia | S/6,00 |
| 5 | Sin experiencia | S/4,50 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Como se observa los trabajadores sin experiencia teniendo un costo mucho menor a los trabajadores con experiencia. Por lo tanto, el costo promedio considerado para el análisis es de S/. 4,93 soles.

De igual manera, se tiene que considerar el costo de las horas extras, el cual de acuerdo a la constitución política del Perú, 1993; del decreto legislativo N°854 sobre el horario de trabajo y las horas extraordinarias; del Decreto Supremo N° 008-2002-TR; Decreto Reglamentario Legal N° 27671 sobre el horario de trabajo, el calendario de trabajo y las horas extraordinarias; es de 125% de la tarifa normal por hora durante las 2 primeras horas, 135% de la tarifa normal por horas para las horas posteriores de las horas extras y 200% de la tarifa por hora normal si los trabajadores se ven obligados a hacer horas extras de trabajo.

Costo de almacenamiento

Los productos que no salen a la venta se tienen que mantener en almacén y esto genera un costo adicional. En la empresa no existe un ambiente especialmente habilitado para el almacenamiento de los productos terminados, los productos se encuentran dentro de la planta de producción ocupando 18 m².

El espacio en donde se encuentra ubicada la empresa es alquilado por un costo total de S/. 3500 soles. El espacio es de 700 m², considerando esto se calculó el costo de alquiler por metro cuadrado, siendo este S/. 5,00 soles, considerando que el área de almacén ocupa 18 m² esto hace un total de S/.90, 00 soles mensuales.

Tabla 48: Costos de almacenamiento

| | |
|---|----------|
| Costo total de almacenamiento | S/.90 |
| Total de unidades almacenadas | S/.4,224 |
| Costo total de almacenamiento por unidad | S/.0,02 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Como podemos observar el costo es despreciable sin embargo para fines prácticos de análisis se realizó los cálculos.

Por lo tanto, el costo de almacenamiento mensual por unidad es de S/.0, 02 soles. No existen costos adicionales por faltantes.

Costo de contratación y despidos

Los costos de contratación son de S/.200 soles ya que se incurre en gastos de publicaciones para el reclutamiento de personal, además de las horas utilizadas para enseñarle el uso de la máquina considerando que su experiencia sea limitada, entre otros aspectos.

Los costos de despidos son más que todo por la indemnización por el servicio, si bien es cierto la empresa no está obligada según ley a dar este tipo de beneficio si las razones del despido se encuentran contempladas como válidas, la empresa da este beneficio el cual es de S/.450 soles por cada despido por operario.

PLANES AGREGADOS DE PRODUCCIÓN

Ahora se determinará el plan óptimo de producción, para este caso se aplicarán dos tipos de plan agregado, los cuales se mencionan y realizan a continuación.

- Plan agregado basada en la estrategia de capacidad disponible:

Para realizar el plan agregado de producción se realizan varios pasos, primero para elaborar la tabla la cual nos arrojará los resultados buscados. En este tipo de estrategia utilizaremos la capacidad disponible de la empresa la cual es de 556 unidades de carretos diarios.

En la columna N°01 encontraremos los meses a planificar, en este caso, hemos determinado que la planificación será de un año, es decir 12 meses, desde enero del 2017 hasta diciembre del 2017.

En la columna N°02 encontramos la demanda pronosticada anteriormente para los meses mencionados.

En la columna N°03 se muestran la producción diaria en unidades, la cual es de 556 carretos, esta es una constante en este tipo de planificación.

En la columna N°04 tenemos los días laborables dentro de la empresa, para cada mes se han establecido los días útiles, en esta empresa se trabajan 6 días a la semana, de lunes a sábado, desde las 8:00 de la mañana hasta las 5:00 de la tarde, contando con una hora de refrigerio desde las 13:00 horas a 14:00 horas, sumando un total de 8 horas laboradas.

En la columna N°05 se encuentran los requerimientos diarios pero de la demanda pronosticada, para hacer el cálculo se divide la demanda pronosticada mensual entre los días laborables.

En la columna N°06 se puede ver la producción real mensual de acuerdo a la capacidad que es de 556 carretos diarios por el número de días de acuerdo al mes respectivo.

En la columna N°07 y N°08 se encuentran los inventarios inicial y final respectivamente.

En la columna N°09, producción real acumulada del mes uno con el mes dos y así sucesivamente hasta el mes doce.

En la columna N°10, demanda acumulada se realiza el mismo proceso que en la columna número N°09 pero esta vez con la demanda pronosticada que se encuentra en la primera columna.

En la tabla N° 49 se muestra los cálculos completos.

Tabla 49: Plan agregado de producción de carretos basada en la estrategia de capacidad disponible

| PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN DE CARRETOS BASADA EN LA ESTRATEGIA DE CAPACIDAD DISPONIBLE | | | | | | | | | |
|---|----------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Meses | Demanda (unid) | Tasa diaria de producción (unid) | Días productivos | Requerimiento diario (unid) | Producción real mensual (unid) | Inventario Inicial (unid) | Inventario Final (unid) | Producción real acumulada (unid) | Demanda acumulada (unid) |
| Ene-17 | 5163 | 556 | 25 | 206.52 | 13900 | 8737 | 8737 | 13900 | 5163 |
| Feb-17 | 5461 | 556 | 24 | 227.54 | 13344 | 7883 | 16620 | 27244 | 10624 |
| Mar-17 | 5550 | 556 | 27 | 205.56 | 15012 | 9462 | 26082 | 42256 | 16174 |
| Abr-17 | 5805 | 556 | 24 | 241.88 | 13344 | 7539 | 33621 | 55600 | 21979 |
| May-17 | 5382 | 556 | 27 | 199.33 | 15012 | 9630 | 43251 | 70612 | 27361 |
| Jun-17 | 5863 | 556 | 26 | 225.50 | 14456 | 8593 | 51844 | 85068 | 33224 |
| Jul-17 | 6068 | 556 | 26 | 233.38 | 14456 | 8388 | 60232 | 99524 | 39292 |
| Ago-17 | 5126 | 556 | 27 | 189.85 | 15012 | 9886 | 70118 | 114536 | 44418 |
| Set-17 | 5452 | 556 | 25 | 218.08 | 13900 | 8448 | 78566 | 128436 | 49870 |
| Oct-17 | 5570 | 556 | 26 | 214.23 | 14456 | 8886 | 87452 | 142892 | 55440 |
| Nov-17 | 6094 | 556 | 26 | 234.38 | 14456 | 8362 | 95814 | 157348 | 61534 |
| Dic-17 | 5600 | 556 | 26 | 215.38 | 14456 | 8856 | 104670 | 171804 | 67134 |
| Total | 67134 | | 309 | | 171804 | 104670 | 677007 | | |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Elaboración: Propia

Según esta estrategia podemos considerar los siguientes costos:

Tabla 50: Costos al implementar una estrategia de capacidad disponible

| Concepto | Estrategia 01 |
|-------------------------|--|
| Eficiencia | Trabajando a la capacidad de planta $556/556 = 100\%$ |
| Inventario final | 677007 unid. |
| Costos de materia prima | S/.2662962 |
| Costos de mano de obra | S/.85308.72 |
| Costos de inventario | S/.13540.14 |
| Total | S/.2761810.86 |

Elaboración: Propia

En este plan se puede determinar que la eficiencia es del 100%, ya que se utiliza la capacidad real de producción, sin embargo se tiene un inventario excesivo. Los costos totales de este plan son de S/.2761810.86 soles.

- Plan agregado con estrategia de persecución de demanda:

Para realizar este plan agregado se necesitan las mismas columnas que se mencionaron anteriormente sin embargo la diferencia es que aquí se percibe satisfacer específicamente la demanda pronosticada, así que el inventario es de cero unidades.

En la siguiente tabla N°51 encontramos el plan agregado.

Tabla 51: Plan agregado de producción de carretos basada en la estrategia persecución de demanda

| PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN DE CARRETOS BASADA EN LA ESTRATEGIA DE PERSEGUIR DEMANDA | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|----------------------|-------------------|
| Meses | Demanda (unid) | Tasa diaria de producción (unid) | Días productivos | Requerimiento diario (unid) | Producción mensual (unid) | Inventario Inicial | Inventario Final | Producción acumulada | Demanda acumulada |
| Ene-17 | 5163 | 206.52 | 25 | 206.52 | 5163 | 0 | 0 | 5163 | 5163 |
| Feb-17 | 5461 | 227.54 | 24 | 227.54 | 5461 | 0 | 0 | 10624 | 10624 |
| Mar-17 | 5550 | 205.56 | 27 | 205.56 | 5550 | 0 | 0 | 16174 | 16174 |
| Abr-17 | 5805 | 241.88 | 24 | 241.88 | 5805 | 0 | 0 | 21979 | 21979 |
| May-17 | 5382 | 199.33 | 27 | 199.33 | 5382 | 0 | 0 | 27361 | 27361 |
| Jun-17 | 5863 | 225.50 | 26 | 225.50 | 5863 | 0 | 0 | 33224 | 33224 |
| Jul-17 | 6068 | 233.38 | 26 | 233.38 | 6068 | 0 | 0 | 39292 | 39292 |
| Ago-17 | 5126 | 189.85 | 27 | 189.85 | 5126 | 0 | 0 | 44418 | 44418 |
| Set-17 | 5452 | 218.08 | 25 | 218.08 | 5452 | 0 | 0 | 49870 | 49870 |
| Oct-17 | 5570 | 214.23 | 26 | 214.23 | 5570 | 0 | 0 | 55440 | 55440 |
| Nov-17 | 6094 | 234.38 | 26 | 234.38 | 6094 | 0 | 0 | 61534 | 61534 |
| Dic-17 | 5600 | 215.38 | 26 | 215.38 | 5600 | 0 | 0 | 67134 | 67134 |
| Total | 67134 | 2611.64 | 309 | 2611.64 | 67134 | 0 | 0 | | |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Elaboración: Propia

Considerando esta estrategia tenemos los siguientes costos totales:

Tabla 52: Costos al implementar una estrategia de persecución de demanda

| Concepto | Estrategia 02 |
|-------------------------|---|
| Eficiencia | Trabajando a la capacidad de planta $217,64 * 100 / 556 = 48,86\%$ |
| Inventario final | 0 |
| Costos de materia prima | S/.1040577 |
| Costos de mano de obra | S/.85308.72 |
| Costos de inventario | 0 |
| Total | S/.1125885.72 |

Elaboración: Propia

En esta estrategia de planificación se logra tener un costo total de S/.1125885.72 soles. También observamos que la eficiencia es de 48,86%.

A continuación, se procede a comparar las estrategias usadas, para escoger el plan más óptimo para nuestra empresa.

Tabla 53: Resumen de las estrategias

| Estrategia | Costos (S/.) |
|---|---------------|
| Plan agregado de producción de carros basada en la estrategia de capacidad disponible | S/.2761810.86 |
| Plan agregado de producción de carros basada en la estrategia de perseguir demanda | S/.1125885.72 |

Elaboración: Propia

Según lo analizado se determinó la segunda estrategia como el plan óptimo de producción ya que genera el menor costo de producción.

3.2.2.3.PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

El objetivo del plan maestro de producción es mostrar semana a semana las unidades que se deben fabricar, siendo este la base para la elaboración del plan de requerimientos de materiales.

A continuación en la Tabla N°54, se presenta la programación semanal de la producción para el año 2017, se plasma cuantas unidades de carretos se deben producir a la semana. Para su realización se calculó de la cantidad mensual de la demanda entre las 4 semanas que conforman el mes.

Tabla 54: Programación semanal de producción

| Pieza | Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Plazo de entrega | |
|-----------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|----------|
| | Semana de preparación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | | 24 |
| Carreto | | 1290 | 1291 | 1291 | 1291 | 1365 | 1365 | 1365 | 1366 | 1387 | 1387 | 1388 | 1388 | 1451 | 1451 | 1451 | 1452 | 1345 | 1345 | 1346 | 1346 | 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1 semana |
| | 1290 | 1291 | 1291 | 1291 | 1365 | 1365 | 1365 | 1366 | 1387 | 1387 | 1388 | 1388 | 1451 | 1451 | 1451 | 1452 | 1345 | 1345 | 1346 | 1346 | 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | |
| Brida | | 2580 | 2582 | 2582 | 2582 | 2730 | 2730 | 2730 | 2732 | 2774 | 2774 | 2776 | 2776 | 2902 | 2902 | 2902 | 2904 | 2690 | 2690 | 2692 | 2692 | 2930 | 2932 | 2932 | 2932 | 1 semana |
| | 2580 | 2582 | 2582 | 2582 | 2730 | 2730 | 2730 | 2732 | 2774 | 2774 | 2776 | 2776 | 2902 | 2902 | 2902 | 2904 | 2690 | 2690 | 2692 | 2692 | 2930 | 2932 | 2932 | 2932 | 2088 | |
| Tubo de carreto | | 1290 | 1291 | 1291 | 1291 | 1365 | 1365 | 1365 | 1366 | 1387 | 1387 | 1388 | 1388 | 1451 | 1451 | 1451 | 1452 | 1345 | 1345 | 1346 | 1346 | 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1 semana |
| | 1290 | 1291 | 1291 | 1291 | 1365 | 1365 | 1365 | 1366 | 1387 | 1387 | 1388 | 1388 | 1451 | 1451 | 1451 | 1452 | 1345 | 1345 | 1346 | 1346 | 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | |

| Pieza | Semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Plazo de entrega |
|-----------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | |
| Carreto | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1 semana |
| | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | | |
| Brida | 3034 | 3034 | 3034 | 3034 | 2562 | 2562 | 2564 | 2564 | 2726 | 2726 | 2726 | 2726 | 2784 | 2784 | 2786 | 2786 | 3046 | 3046 | 3048 | 3048 | 2800 | 2800 | 2800 | 2800 | 1 semana |
| | 3034 | 3034 | 3034 | 2562 | 2562 | 2564 | 2564 | 2726 | 2726 | 2726 | 2726 | 2784 | 2784 | 2786 | 2786 | 3046 | 3046 | 3048 | 3048 | 2800 | 2800 | 2800 | 2800 | | |
| Tubo de carreto | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | 1 semana |
| | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | | |

Elaboración: Propia

La programación diaria se muestra en un ejemplo a continuación, se tomará como referencia la semana 1.

Tabla 55: Programación Diaria de la Producción

| Productos | Cantidad a producir en unidades | Producción real por hora en unidades | Tiempo total en horas |
|------------------|--|---|------------------------------|
| Carreto | 215 | 70 | 3,07 |

Elaboración: Propia

De esta forma se determinó un plan de producción que permite tener una visión clara de la producción semanal dentro de la empresa, además nos permitirá realizar un plan de requerimiento de materiales para saber lo que se requiere para una cantidad determinada de producción de carreto.

Analizando la tabla N°55 podemos observar un ejemplo diario de producción de la semana 1 del mes de enero del 2017, con las cantidades propuestas se logra dar a vasto las necesidades del mes de enero, también se concluye que con solo 3,07 horas de trabajo diaria se logra fabricar la cantidad requerida, lo que quiere decir que de las 8 horas disponibles 5 horas se pueden utilizar para elaborar los otros 15 productos restantes que se encuentran en el catálogo de ventas de la empresa.

Se concluye también que por todo lo explicado anteriormente y mostrado mediante cálculos no se requieren de horas extras en esta empresa.

3.2.2.4.PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

La realización de un MRP dentro de esta investigación en el paso a seguir después de elaborar el plan maestro, esto tiene como finalidad lograr coordinar las cantidades de materia prima necesarias, para que así se encuentren disponibles cuando sean necesarias, sin necesidad de que haya faltantes ni inventarios excesivos.

Para poder elaborar un MRP se necesitan tres elementos:

- El plan de producción, con el cual contamos, en el punto anterior. Tabla N° 54.
- Estructura del producto: Se presenta una descripción detallada del producto, partes, componentes y materiales necesarios para su fabricación, así como la secuencia en la que son elaborados.

- La cantidad mínima de materiales que se pueden pedir de los proveedores y el tiempo de suministro.

Estructura del producto

Se describe de manera completa como es la elaboración del producto, la materia prima utilizada y los insumos requeridos, para su fabricación. Así como también la secuencia en que son elaborados.

Es necesario saber los datos mostrados a continuación para realizar con éxito el cálculo en la planificación de requerimiento de materiales:

- De una plancha negra de 5/8 se extraen 242 bridas, lo cual equivale a 121 carretos, esto quiere decir 11 docenas con 9 unidades. El proveedor es la empresa 3A la cual se encuentra en la ciudad de Chiclayo haciendo posible un plazo de entrega de un día.
- De un tanque de oxígeno, utilizado para el oxicorte, se producen 260 bridas. Igualmente pasa con el tanque de gas, también por un tanque se obtienen 260 bridas. Su proveedor se encuentra en la ciudad de Chiclayo, teniendo por nombre PRAXAIR. Plazo de entrega máximo de un día.
- De un tubo negro, utilizado para el tubo del carrito, se obtienen 16 tubos, esta materia prima también se compra en la empresa 3 A, y el plazo de entrega es de un día.
- Alambre para soldadura (ER70S-3 envase de 5kg), se producen 400 carretos por bobina, se compran en la ciudad de Chiclayo y el plazo de entrega es inmediata.
- Escargol (gas) para soldadura, se pueden elaborar 1000 carretos por tanque. Se compran en la ciudad de Chiclayo y el plazo de entrega es inmediata.
- Los sacos para embalaje se compran por cientos, y esta cantidad alcanza para empaquetar 2000 carretos, es decir 20 carretos por saco. Estos también son comprados en la ciudad de Chiclayo y tienen un plazo de entrega de máximo de un día.
- El balde de pintura es utilizada para cubrir 400 carretos. Entrega inmediata.

Tabla 56: Identificación de productos

| Producto | Plazo de fabricación o entrega | Lote mínimo |
|---|---------------------------------------|--------------------|
| Carreto | 1 semana | Lote |
| Brida | 1 semana | Lote |
| Tubo de carreto | 1 semana | Lote |
| Plancha negra de 5/8 de 2400mm x 1200mm | 1 día | 3 unidades |
| Tubo negro de 1 1/4 x 2mm | 1 día | 10 unidades |
| Tanque de oxígeno para oxicorte praxair | 1 día | 1 unidad |
| Tanque de gas para oxicorte | 1 día | 1 unidad |
| Alambre para soldadura | --- | 3 unidades |
| Escargol para soldadura | --- | 1 unidad |
| Sacos para embalaje | --- | 100 unidades |
| Pintura | --- | 5 unidades |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Elaboración: Propia

Árbol de estructura del carrito

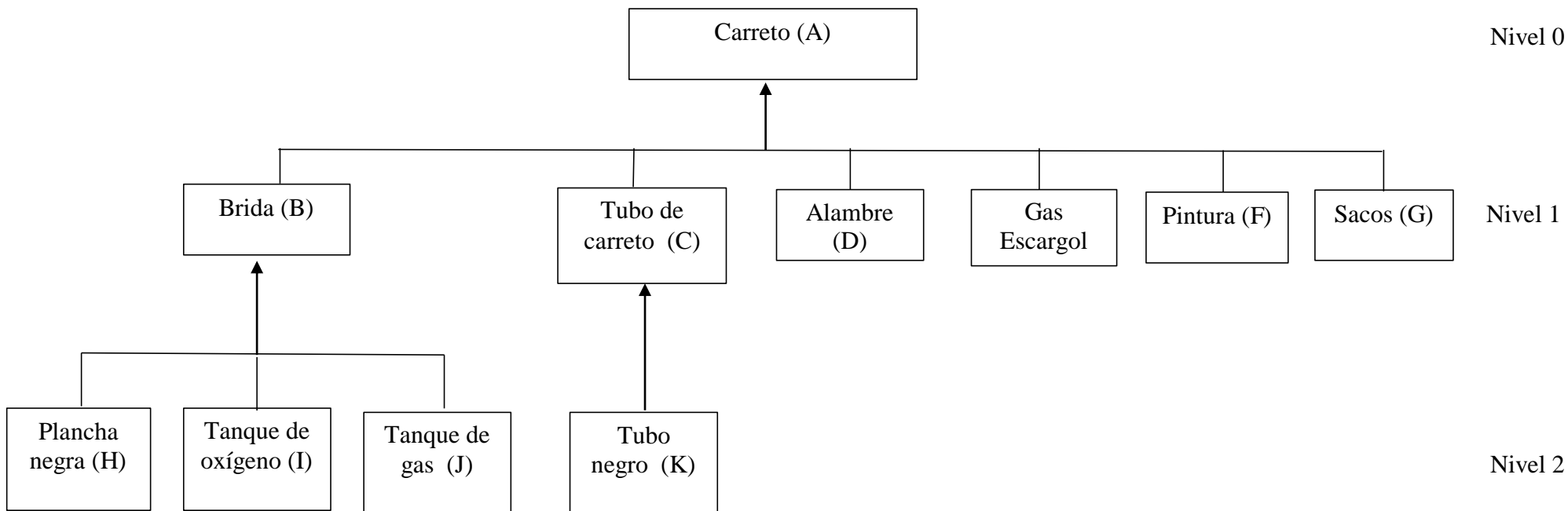


Figura 25: Árbol de estructura del carrito

Elaboración: Propia

| Junio | | | | Julio | | | | Agosto | | | | Setiembre | | | | Octubre | | | | Noviembre | | | | Diciembre | | | |
|-------|------|------|------|-------|------|------|------|--------|------|------|------|-----------|------|------|------|---------|------|------|------|-----------|------|------|------|-----------|------|------|------|
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | |
| 2930 | 2932 | 2932 | 2932 | 3034 | 3034 | 3034 | 3034 | 2562 | 2562 | 2564 | 2564 | 2726 | 2726 | 2726 | 2726 | 2784 | 2784 | 2786 | 2786 | 3046 | 3046 | 3048 | 3048 | 2800 | 2800 | 2800 | 2800 |
| 2930 | 2932 | 2932 | 2932 | 3034 | 3034 | 3034 | 3034 | 2562 | 2562 | 2564 | 2564 | 2726 | 2726 | 2726 | 2726 | 2784 | 2784 | 2786 | 2786 | 3046 | 3046 | 3048 | 3048 | 2800 | 2800 | 2800 | 2800 |
| 2930 | 2932 | 2932 | 2932 | 3034 | 3034 | 3034 | 3034 | 2562 | 2562 | 2564 | 2564 | 2726 | 2726 | 2726 | 2726 | 2784 | 2784 | 2786 | 2786 | 3046 | 3046 | 3048 | 3048 | 2800 | 2800 | 2800 | 2800 |
| 2932 | 2932 | 2932 | 3034 | 3034 | 3034 | 3034 | 3034 | 2562 | 2562 | 2564 | 2564 | 2726 | 2726 | 2726 | 2726 | 2784 | 2784 | 2786 | 2786 | 3046 | 3046 | 3048 | 3048 | 2800 | 2800 | 2800 | 2800 |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 | |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 239 | 1174 | 908 | 642 | 376 | 59 | 942 | 625 | 308 | 227 | 146 | 64 | 1182 | 1019 | 856 | 693 | 530 | 338 | 146 | 1153 | 960 | 637 | 314 | 1190 | 866 | 666 | 466 | 266 |
| 1226 | 292 | 558 | 824 | 1141 | 1458 | 575 | 892 | 973 | 1054 | 1136 | 1218 | 181 | 344 | 507 | 670 | 862 | 1054 | 1247 | 240 | 563 | 886 | 1210 | 334 | 534 | 734 | 934 | 1134 |
| 1226 | 292 | 558 | 824 | 1141 | 1458 | 575 | 892 | 973 | 1054 | 1136 | 1218 | 181 | 344 | 507 | 670 | 862 | 1054 | 1247 | 240 | 563 | 886 | 1210 | 334 | 534 | 734 | 934 | 1134 |
| 2400 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 2400 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 2400 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 2400 | 1200 | 1200 | 2400 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 6 | 3 | 3 | 3 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 639 | 174 | 708 | 242 | 776 | 259 | 742 | 225 | 708 | 427 | 146 | 864 | 582 | 219 | 856 | 493 | 130 | 738 | 346 | 953 | 560 | 37 | 514 | 990 | 466 | 66 | 666 | 266 |
| 826 | 1292 | 758 | 1224 | 741 | 1258 | 775 | 1292 | 573 | 854 | 1136 | 418 | 781 | 1144 | 507 | 870 | 1262 | 654 | 1047 | 440 | 963 | 1486 | 1010 | 534 | 934 | 1334 | 734 | 1134 |
| 826 | 1292 | 758 | 1224 | 741 | 1258 | 775 | 1292 | 573 | 854 | 1136 | 418 | 781 | 1144 | 507 | 870 | 1262 | 654 | 1047 | 440 | 963 | 1486 | 1010 | 534 | 934 | 1334 | 734 | 1134 |
| 2000 | 2000 | 1000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 1000 | 1000 | 1000 | 2000 | 2000 | 2000 | 1000 | 2000 | 1000 | 2000 | 1000 | 2000 | 1000 | 2000 | 1000 | 2000 | 1000 | 2000 | 1000 | 2000 |
| 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 639 | 1174 | 1708 | 242 | 776 | 1259 | 1742 | 225 | 708 | 1427 | 146 | 864 | 1582 | 219 | 856 | 1493 | 130 | 738 | 1346 | 1953 | 560 | 1037 | 1514 | 1990 | 466 | 1066 | 1666 | 266 |
| 826 | 292 | 0 | 1224 | 741 | 258 | 0 | 1292 | 573 | 0 | 1136 | 418 | 0 | 1144 | 507 | 0 | 1262 | 654 | 47 | 0 | 963 | 486 | 10 | 0 | 934 | 334 | 0 | 1134 |
| 826 | 292 | 0 | 1224 | 741 | 258 | 0 | 1292 | 573 | 0 | 1136 | 418 | 0 | 1144 | 507 | 0 | 1262 | 654 | 47 | 0 | 963 | 486 | 10 | 0 | 934 | 334 | 0 | 1134 |
| 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 |
| 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 0 | 5 |
| 1465 | 1466 | 1466 | 1466 | 1517 | 1517 | 1517 | 1517 | 1281 | 1281 | 1282 | 1282 | 1363 | 1363 | 1363 | 1363 | 1392 | 1392 | 1393 | 1393 | 1523 | 1523 | 1524 | 1524 | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| 639 | 1174 | 1708 | 242 | 776 | 1259 | 1742 | 225 | 708 | 1427 | 146 | 864 | 1582 | 219 | 856 | 1493 | 130 | 738 | 1346 | 1953 | 560 | 1037 | 1514 | 1990 | 466 | 1066 | 1666 | 266 |
| 826 | 292 | 0 | 1224 | 741 | 258 | 0 | 1292 | 573 | 0 | 1136 | 418 | 0 | 1144 | 507 | 0 | 1262 | 654 | 47 | 0 | 963 | 486 | 10 | 0 | 934 | 334 | 0 | 1134 |
| 826 | 292 | 0 | 1224 | 741 | 258 | 0 | 1292 | 573 | 0 | 1136 | 418 | 0 | 1144 | 507 | 0 | 1262 | 654 | 47 | 0 | 963 | 486 | 10 | 0 | 934 | 334 | 0 | 1134 |
| 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 | 2000 | 0 | 2000 |
| 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 | 100 |
| 2930 | 2932 | 2932 | 2932 | 3034 | 3034 | 3034 | 3034 | 2562 | 2562 | 2564 | 2564 | 2726 | 2726 | 2726 | 2726 | 2784 | 2784 | 2786 | 2786 | 3046 | 3046 | 3048 | 3048 | 2800 | 2800 | 2800 | 2800 |
| 454 | 428 | 400 | 372 | 344 | 214 | 84 | 680 | 530 | 166 | 598 | 122 | 462 | 640 | 92 | 270 | 448 | 568 | 688 | 80 | 198 | 56 | 640 | 496 | 352 | 456 | 566 | 664 |
| 2476 | 2504 | 2532 | 2560 | 2690 | 2820 | 2950 | 2354 | 2012 | 2396 | 2056 | 2442 | 2264 | 2086 | 2634 | 2456 | 2336 | 2216 | 2098 | 2706 | 2848 | 2990 | 2408 | 2552 | 2448 | 2344 | 2240 | 2136 |
| 2476 | 2504 | 2532 | 2560 | 2690 | 2820 | 2950 | 2354 | 2012 | 2396 | 2056 | 2442 | 2264 | 2086 | 2634 | 2456 | 2336 | 2216 | 2098 | 2706 | 2848 | 2990 | 2408 | 2552 | 2448 | 2344 | 2240 | 2136 |
| 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 | 2904 |
| 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 2930 | 2932 | 2932 | 2932 | 3034 | 3034 | 3034 | 3034 | 2562 | 2562 | 2564 | 2564 | 2726 | 2726 | 2726 | 2726 | 2784 | 2784 | 2786 | 2786 | 3046 | 3046 | 3048 | 3048 | 2800 | 2800 | 2800 | 2800 |
| 138 | 68 | 256 | 184 | 112 | 198 | 24 | 110 | 196 | 234 | 12 | 48 | 84 | 218 | 92 | 226 | 100 | 176 | 252 | 66 | 140 | 214 | 28 | 100 | 172 | 232 | 32 | 92 |
| 2792 | 2864 | 2676 | 2748 | 2922 | 2836 | 3010 | 2924 | 2366 | 2328 | 2552 | 2516 | 2642 | 2508 | 2634 | 2500 | 2684 | 2608 | 2534 | 2720 | 2906 | 2832 | 3020 | 2948 | 2628 | 2568 | 2768 | 2708 |
| 2792 | 2864 | 2676 | 2748 | 2922 | 2836 | 3010 | 2924 | 2366 | 2328 | 2552 | 2516 | 2642 | 2508 | 2634 | 2500 | 2684 | 2608 | 2534 | 2720 | 2906 | 2832 | 3020 | 2948 | 2628 | 2568 | 2768 | 2708 |
| 2860 | 3120 | 2860 | 2860 | 3120 | 2860 | 3120 | 2860 | 2860 | 3120 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 | 2860 |
| 11 | 12 | 11 | 11 | 12 | 11 | 12 | 12 | 12 | 10 | 9 | 10 | 10 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 | 10 | 11 | 12 | 11 | 12 | 12 | 11 | 10 | 11 | 11 |
| 2930 | 2932 | 2932 | 2932 | 3034 | 3034 | 3034 | 3034 | 2562 | 2562 | 2564 | 2564 | 2726 | 2726 | | | | | | | | | | | | | | |

3.2.3. CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Una vez observado la situación en el interior de la empresa podemos concluir, que no existe ningún tipo de control, mucho menos se registra la producción ni los pedidos que realizan por cliente. Sin embargo, es necesario, como menciona Lord Kelvin “Lo que no se puede definir no se puede medir, lo que no se puede medir no se puede mejorar, lo que no se puede mejorar se puede deteriorar”.

La medición tiene ciertos propósitos y dentro de los que considero más resaltantes es el de agregar valor al proceso de toma de decisiones, ya que estos se van a basa en el análisis del cumplimiento de planes y resultados mediante datos reales.

Como primer paso para el control de la producción se hará un cuadro de indicadores, los cuales se usarán para la medición continua dentro de la empresa.

A continuación, se observa en la tabla N° 58, el indicador respectivo, con la meta correspondiente y la frecuencia con la que se mide. Nos va a permitir tener una visión amplia de la empresa y un seguimiento detallado.

Tabla 58: Indicadores de control de producción

| Objetivo | Indicador | Formula | Meta | Frecuencia |
|---|--|--|-------|------------|
| Incrementar los ingresos | Variación porcentual de ingresos | $\frac{\text{Ingresos del año actual}}{\text{Ingresos del año pasado}} \times 100$ | >50% | Anual |
| Incrementar nivel de servicio | Nivel de servicio | $\frac{\text{Pedidos totales} - \text{pedidos atendidos}}{\text{Pedidos totales}} \times 100$ | >80% | Mensual |
| Realizar un pronóstico de demanda | Acierto porcentual de demanda pronosticada | $\frac{\text{Demanda real}}{\text{Demanda pronosticada}} \times 100$ | >85% | Anual |
| Realizar una planificación de la producción | Nivel de tareas realizadas | $\frac{\text{Tareas de producción ejecutadas}}{\text{Tareas planificadas de producción}} \times 100$ | >90% | Mensual |
| Productividad | Productividad de los materiales | $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Material utilizado}} \times 100$ | - | Anual |
| | Productividad de mano de obra | $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Mano de obra empleada}} \times 100$ | - | Anual |
| Eficiencia | Eficiencia Física | $\frac{\text{Salida de materia prima}}{\text{Entrada de materia prima}} \times 100$ | >70% | Anual |
| | Eficiencia económica | $\frac{\text{Precio de venta}}{\text{Costos}} \times 100$ | >0,85 | Anual |
| Calidad del producto final | % de productos defectuosos | $\frac{\text{Productos defectuosos}}{\text{Productos totales}} \times 100$ | <20% | Mensual |

Elaboración: Propia

Producción

Para el control de la producción se usará la hoja de control que se muestra a continuación en la tabla N°60, queremos lograr el registro de la producción diaria, y cuanto han sido los recursos empleados en su realización. Además, en la tabla N°59 se observa también una orden de producción que se debe presentar al inicio de la jornada de producción.

Tabla 60: Orden de producción diaria

| ORDEN DE PRODUCCIÓN | |
|---------------------------|--|
| Fecha | |
| Responsable | |
| Operario | |
| Cantidad | |
| Producto | |
| Medidas | |
| Materia prima | |
| Cantidad de materia prima | |

Elaboración: Propia

Tabla 61: Hoja de control de producción diaria

| Producción | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------|----------|-----------------------|----------|------------|----------|--------|-------------|-----------------|--------|------------------|----------------|-------------|
| Responsable | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha Inicial | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha Final | | | | | | | | | | | | | |
| Artículo | | | | | | | | | | | | | |
| Fecha | Producción | | | | Materiales | | | | Mano de obra | | | | |
| | Producto | Cantidad | Productos defectuosos | Cantidad | Material | Cantidad | Precio | Valor total | N° de operarios | Nombre | Horas trabajadas | Costo por hora | Valor total |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Total | | | Total | | | | | | | | | | |

Elaboración: Propia

3.3. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO DE LA PROPUESTA

La planificación y control de la producción implementados en esta empresa, permitirá satisfacer la totalidad de la demanda pronosticada. Por lo tanto, esta evaluación económica nos mostrará la rentabilidad del proyecto a través del uso de TIR y el coeficiente de B/C.

3.3.1 Inversión inicial

Para la realización de esta planificación y control de la producción dentro de la empresa Fabrication Technology company S.A.C. se incurrió en algunos costos de implementación tales como la participación del encargado del proyecto, la capacitación brindada al personal en Excel avanzado, y la adquisición de impresoras y materiales para la impresión de las ordenes de producción diarias, además de los software utilizados para pronosticar la demanda, más instalación y capacitación para su uso.

En la tabla N°64 se observan detalladamente todos los costos mencionados anteriormente con sus respectivos precios.

Tabla 64: Inversión inicial de propuesta

| INVERSIÓN | | | |
|---|-----------------|-----------------------|-----------------|
| Costos de personal | Cantidad | Costo unitario | Subtotal |
| Encargado del proyecto | 1 | S/.3500 | S/.3500 |
| Capacitación personal en MS EXCEL | 1 | S/.489 | S/.489 |
| Capacitación personal para registrar y leer fichas de control | 1 | S/.350 | S/.350 |
| Costo de equipos | Cantidad | Costo unitario | Subtotal |
| Impresora | 1 | S/.750 | S/.750 |
| Escritorio | 1 | S/.250 | S/.250 |
| Silla | 1 | S/.180 | S/.180 |
| Costos otros | Meses | Costo unitario | Subtotal |
| Materiales | 1 | S/.100 | S/.100 |
| TOTAL | | | S/.5619 |

Elaboración: Propia

Debido que la empresa no cuenta con una impresora para poder imprimir las hojas de control de las órdenes de producción, se consideró necesario invertir en este bien porque es necesario para la empresa, además se decidió adquirir un escritorio adecuado y una silla de escritorio cómoda para que se puedan realizar bien las funciones. La computadora que también se necesita ya no se adquirió porque la empresa ya cuenta con una, lo suficientemente buena para realizar las funciones requeridas.

De esta manera podemos evidenciar, que la inversión total para la implementación de la propuesta de un sistema de planificación y control de la producción, tiene un costo de S/.2729 soles.

3.3.2. Beneficio

Para realizar el cálculo de beneficio se tomó en consideración primero la disminución de un costo de mano de obra, el cual eran trabajadores extras que se contrataban para tratar de cubrir la demanda en los meses altos en la empresa, como se observa en la tabla 16.

Con esta propuesta se anularía este costo extra ya que no se requeriría más trabajadores que los estables, es decir la empresa se estaría ahorrando aproximadamente S/. 6048 este resultado ha sido calculado de la suma de los años 2015 y 2016. Adicional a esto los costos de contratar y despedir suman un total de 4550 soles en los dos años.

Tabla 65: Mano de obra extra

| Mano de obra extra | | |
|--------------------|----------|------|
| Año | 2015 | 2016 |
| Cantidad | 3 | 4 |
| Soles | 2592 | 3456 |
| Promedio | S/. 3024 | |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Como segundo punto el incremento de la utilidad generado al tener la producción suficiente para cubrir con la demanda pronosticada en su totalidad.

Lo primero que quiero mostrar es el incremento del nivel de servicio y como consecuencia de este se han incrementado las ventas, rentabilidad, utilidades, etc. Que se verán un poquito más adelante.

Como sabemos en la página 48 se pueden observar los indicadores de niveles de servicio del año 2015 y 2016, así como en la tabla que se ve a continuación.

Tabla 66: Indicadores de nivel de servicio

| Año | Nivel de servicio |
|------------|--------------------------|
| 2015 | 78,98% |
| 2016 | 78,57% |
| Ahora | 100 % |

Se incrementó con la propuesta el nivel de servicio un 21.43%

En las tablas siguientes se observan el aumento generado anualmente, tanto para ventas, en unidades como en soles, antes y después de la propuesta.

Tabla 67: Incremento de ventas con la implementación de la propuesta del sistema de planificación y control de la producción - anual

| Situación | Venta de carrito (unid) |
|-------------------------|--------------------------------|
| Antes de la propuesta | 52550 |
| Después de la propuesta | 67134 |
| Incremento | 14584 |

Elaboración: Propia

Los ingresos generados a partir de las ventas proyectadas del carrito se observan en la tabla N°68. Son ingresos de 12 meses, antes de la propuesta es del año 2016 y después de la propuesta se refiere al año 2017.

Tabla 68: Utilidades con la implementación de la propuesta- anual

| Situación | Venta de carrito (Soles) |
|-------------------------|---------------------------------|
| Antes de la propuesta | S/.656875 |
| Después de la propuesta | S/.839175 |
| Incremento | S/.182300 |

Elaboración: Propia

El porcentaje de incremento de las utilidades del año 2016 al año 2017 se aprecia en la siguiente, tabla N°68, siendo de 27,8 % respecto al año 2016.

Tabla 69: Porcentaje de beneficios obtenidos con la propuesta - anual

| Concepto | Beneficio Año 1 | |
|----------|-----------------------------------|-----------|
| | Utilidad por incremento de ventas | S/.182300 |

Elaboración: Propia

Como se observa en las tablas anteriores, se han determinado los ingresos obtenidos después de haber realizado la propuesta, obteniéndose de esta manera S/.839175 soles, es decir, supera en gran cantidad a los costos que se hicieron necesarios para la implementación.

Por lo tanto, se obtiene que:

Tabla 70: Beneficio/costo por periodo

| Periodo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Beneficio/ Costo | 3,59 | 3,04 | 3,03 | 3,55 | 3,16 | 4,41 | 2,04 | 2,99 | 2,41 | 2,26 | 2,32 | 2,38 |

Elaboración: Propia

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = 2,93$$

El beneficio/ costo se determinó por periodo y luego se calculó el promedio de estos 12 periodos, obteniéndose como resultado 2, 93, esto quiere decir que por cada sol invertido se obtiene como beneficio 1, 93 soles.

Por lo mencionado anteriormente el estudio en mención se considera rentable.

Tabla 71: Flujo de caja

| FLUJO DE CAJA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Descripción | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1. INGRESOS | 24640 | 30632 | 30800 | 25060 | 29176 | 18564 | 49504 | 31248 | 40656 | 43960 | 42672 | 41440 |
| 1.1 Aumento de ventas | 24640 | 30632 | 30800 | 25060 | 29176 | 18564 | 49504 | 31248 | 40656 | 43960 | 42672 | 41440 |
| 1.1.1 Utilidad en ventas proyectadas | 24640 | 30632 | 30800 | 25060 | 29176 | 18564 | 49504 | 31248 | 40656 | 43960 | 42672 | 41440 |
| 2. EGRESOS | 22599 | 21477 | 21570 | 18392.5 | 20671 | 14796.5 | 31924 | 21818 | 27026 | 28855 | 28142 | 27460 |
| 2.1 Costo de producción | 13640 | 16957 | 17050 | 13872.5 | 16151 | 10276.5 | 27404 | 17298 | 22506 | 24335 | 23622 | 22940 |
| 2.2 Gasto de personal | 8809 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 |
| 2.2.1 Encargado del proyecto | 7970 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 | 4470 |
| 2.2.2 Capacitación personal MS EXCEL | 489 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.2.3 Capacitación personal para registrar y leer fichas de control | 350 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.3 Costos de equipo y materiales | 1180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.3.1 Impresora | 750 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.3.2 Escritorio | 250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.3.3 Silla | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.4 Otros costos | 150 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 2.4.1 Materiales | 150 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Flujo (Ingresos - Costos) | 2041 | 9155 | 9230 | 6668 | 8505 | 3768 | 17580 | 9430 | 13630 | 15105 | 14530 | 13980 |
| Flujo acumulado | 2041 | 11196 | 20426 | 27094 | 35599 | 39367 | 56947 | 66377 | 80007 | 95112 | 109642 | 123622 |

Elaboración: Propia

IV. CONCLUSIONES

- Del trabajo de investigación podemos concluir que la implementación de la propuesta de planificación y control de la producción en la empresa metalmecánica, “Fabrication Technology Company S.A.C.” incrementó el nivel de servicio en un 21,43%, atendiéndose ahora una demanda del 100%, lo que quiere decir que se ha logrado eliminar la demanda insatisfecha.
- Otro punto en consideración es que al incrementar el nivel de servicio como consecuencia se obtuvo como costo/beneficio del proceso 2, 93, esto quiere decir que por cada sol invertido se obtiene como beneficio 1, 93 soles.
- Del estudio también se determinó que la propuesta de planificación y control de la producción en la empresa metalmecánica, “Fabrication Technology Company S.A.C.” incrementó sus utilidades en un 27,8%.
- Se determinaron los tiempos estándares logrando obtener data real de producción de la empresa y así se logró realizar la planificación de la producción cubriendo toda la demanda insatisfecha.
- Del diagnóstico realizado a la línea de producción, se identificó que uno de los principales problemas era la inexistencia de una planificación de la producción porque aun teniendo la capacidad real de producción diaria de 556 carretos, no se lograba cubrir una demanda mensual de aproximadamente 5563 carretos, se observó también que no existe ningún tipo de control de la producción ni registros que nos brinde data ni para pronósticos de demanda ni análisis de producción, productividad y eficiencia, los cuales son indicadores sumamente importantes para ver medir como se encuentra la empresa, si es que está alcanzando sus metas o no.

V. RECOMENDACIONES

- Lo primero que se recomienda es determinar la misión y visión de la empresa para desde esa punta partir y establecer metas para que tanto la empresa como su personal que labora este direccionado y se pueda medir y desarrollar una mejora continúa que nos lleve a crecer.
- Realizar un rediseño de la planta de producción ya que esto disminuiría costos perdidos en tiempos innecesarios de desplazamiento por una mala distribución de la maquinaria.
- Realizar mejoras del proceso sobretodo del cuello de botella para mejorar la productividad y la producción.
- Implementar un área de ventas porque ya sabemos que podemos cumplir con una demanda mayor, lo que falta ahora es más pedidos, más demanda del producto y eso solo lo logrará un equipo de ventas.
- Sería conveniente automatizar algunos procesos repetitivos como es el taladrado y avellanado.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borrero Iresis, Espín Rafael, & Hevia Francis. “Procedure of organization of the production for a company of drinks and sodas.” *DYNA* 81, N°. 184 (2013): 171-77.
- Boiteux et al. “Planificación agregada de la producción, la plantilla, el tiempo de trabajo y la tesorería”. *Intangible Capital*. Vol. 5 N°3 (2009) pp. 259 – 277.
- Castro, Carlos. Planeación de la producción. Medellín: Fondo editorial universidad EAFIT. (2009): 36 – 38.
- Caso, Aldredo. 2006. Técnicas de medición del trabajo. España: FC Editorial
- Chapman Stephen, Planificación y control de la producción. México: Pearson educación de México S.A. de C.V. (2006).
- Chase, R.B.; Aquilano, N.J, Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones. Madrid: McGraw Hill - Irwin. (1995)
- Cuatrecasas Arbós, Lluís. Gestión competitiva de stocks y procesos de producción. Barcelona: Gestión 2000, 2003.
- Cuatrecasas Arbós, Lluís. Organización de la producción y dirección de operaciones. Madrid: Díaz de Santos, 2012.
- De la peña, Francisco, Dirección de la producción. Ediciones CEF, 2011.
- Domínguez Machuca, J, Dirección de operaciones: Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Madrid: Editorial Mc Graw Hill, 1995.
- Forero Yesid y Ovalle Mauricio. “Análisis de los Sistemas de Programación de la Producción en la Gran Empresa de la Región Centro Sur de Caldas-Colombia” *Revista de Ingeniería industrial. Actualidad y nuevas tendencias*. Vol. III N° 10 (2013) pp. 91 – 98.
- García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo. México DF: INTERAMERICANA EDITORES S.A, 2005.
- Gonzáles Riesco, Monserrat. *Gestión de la producción: Cómo planificar y controlar la producción industrial*. Vigo: Ideaspropias, 2006.
- Gutiérrez Pulido, Humberto. Calidad Total y Productividad. México D.F: Interamericana editores, 2010.
- Jacobs, F.; Weston, F. “Enterprise resource planning (ERP) –A brief history”. *Journal of Operations Management*, no. 25 (2007): 357–63.
- Krajewski Lee J., Ritzman Larry P. Administración de operaciones, estrategia y análisis (2000) : 735
- Marín, F.; Delgado, J. *Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción*, Economía Industrial, no. 1 (2000): 35-41.
- Mendoza Roca, Calixto. Presupuestos para empresas de manufactura. Barranquilla, Colombia: EDICIONES UNINORTE, 2014.
- Mora, A.B.; Tobar, J.L.; Soto, J.M. (2012) “Comparación y análisis de algunos sistemas de control de la producción tipo pull, mediante simulación”, *Scientia et Technica* , 51 : 100–106
- Morales Alberto, et al. “Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones.” *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* 23, no. 2 (2014): 182-95.
- Mula Josefa, Peidro David, Díaz-Madroñero Manuel & Hernández Jorge “Modelos para la planificación centralizada de la producción y el transporte en la cadena de suministro: una revisión.” *Innovar* 20, no. 37 (2010): 179-94

- Ortiz Viviana, y Caicedo Álvaro. “Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado – en Colombia.” *Ingeniería Industrial-ISSN 35*, no. 2 (2014).
- Kanawaty, G. 1996. *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra Oficina internacional del trabajo.
- Palacios Acero, Luis. 2009. *Ingeniería de Métodos, Movimientos y Tiempos*. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Riesco, Monserrat. *Gestión de la producción: como planificar y controlar la producción industrial*. Bogota: Ediciones de la U, 2010.
- Rojas, Carlos, “Diseño y control de la producción I”, Trujillo: Editorial la libertad, (1996).
- Tamayo Amelia y Urquiola Idallianys. “Concepción de un procedimiento para la planificación y control de la producción haciendo uso de herramientas matemáticas.” *Métodos cuantitativos para la economía y la empresa* 18, (2014): 130-45
- Tamayo, A.G. (2012) “Diagnóstico y clasificación de sistemas de producción. Aplicación en Laboratorios NOVATEC”, Trabajo de Diploma, Ingeniería Industrial, Cujae.

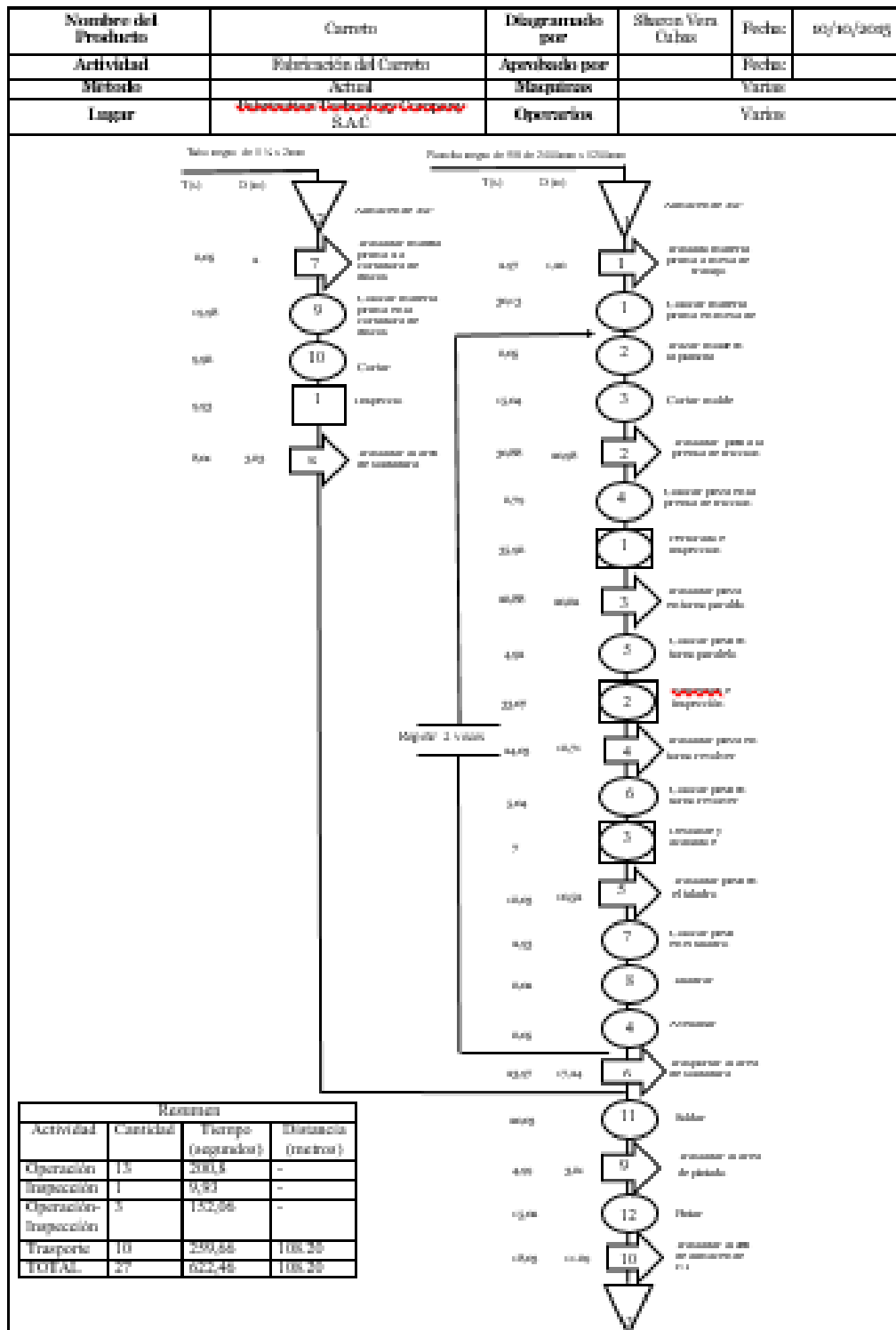
VI. ANEXOS

Anexo 1: Tabla de costos y precios unitarios de la empresa Fabrication Technology Company S.A.C.

| Producto | Costos unitario (S/.) | Precio unitario (S/.) |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|
| Eje de trapecio | 1,8 | 2,5 |
| Pin amortiguador | 0,59 | 0,8 |
| Bocina con pestaña | 0,59 | 0,8 |
| Bocina sin pestaña | 0,73 | 0,9 |
| Buje | 0,51 | 0,8 |
| Carreto | 21,53 | 28 |
| Eje de carreto | 4,29 | 6 |
| Tope de carreto | 0,52 | 0,8 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Anexo 2: DAP de toma de datos preliminar



Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Anexo 3: Toma de datos preliminar

| N° | Descripción del elemento | Tiempos Cronometrados | | | Resumen | |
|----|--|-----------------------|--------|--------|---------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | Trasladar materia prima a mesa de trabajo | 2,89 | 2,97 | 3,04 | 8,9 | 2,97 |
| 2 | Colocar materia prima en mesa de trabajo | 29,89 | 30,05 | 30,45 | 90,39 | 30,13 |
| 3 | Trazar molde en la plancha | 5,96 | 6,07 | 6,11 | 18,14 | 6,05 |
| 4 | Cortar molde | 15,03 | 15,2 | 14,89 | 45,12 | 15,04 |
| 5 | Trasladar pieza en la prensa de fricción | 30,67 | 30,85 | 31,13 | 92,65 | 30,88 |
| 6 | Colocar pieza en la prensa de fricción | 6,75 | 6,98 | 6,65 | 20,38 | 6,79 |
| 7 | Perforar e inspección | 36,01 | 35,98 | 35,89 | 107,88 | 35,96 |
| 8 | Trasladar pieza a torno paralelo | 26,68 | 26,99 | 26,97 | 80,64 | 26,88 |
| 9 | Colocar pieza en torno paralelo | 4,96 | 4,87 | 4,93 | 14,76 | 4,92 |
| 10 | Refrentar e inspección | 33,04 | 33,12 | 33,05 | 99,21 | 33,07 |
| 11 | Trasladar pieza a torno revolver | 24 | 24,02 | 24,07 | 72,09 | 24,03 |
| 12 | Colocar pieza en torno revolver | 4,96 | 5,1 | 5,06 | 15,12 | 5,04 |
| 13 | Realizar desbaste y acabado | 7,02 | 7,05 | 6,94 | 20,01 | 7 |
| 14 | Trasladar pieza a taladro | 16 | 16,1 | 15,99 | 41,09 | 16,03 |
| 15 | Colocar pieza en el taladro | 2,83 | 2,89 | 3,01 | 8,78 | 2,93 |
| 16 | Taladrar | 6,01 | 6 | 6,04 | 18,05 | 6,02 |
| 17 | Avellanar | 6,1 | 6,05 | 6,01 | 18,16 | 6,05 |
| 18 | Trasladar brida a área de soldadura | 24,01 | 23,99 | 23,91 | 71,91 | 23,97 |
| 19 | Trasladar materia prima a cortadora de disco | 6,04 | 6,02 | 6,1 | 18,16 | 6,05 |
| 20 | Colocar materia prima en la cortadora de disco | 20,07 | 19,89 | 19,99 | 59,95 | 19,98 |
| 21 | Cortar | 9,8 | 10,1 | 9,99 | 29,89 | 9,96 |
| 22 | Inspección | 9,9 | 9,88 | 10,02 | 29,8 | 9,93 |
| 23 | Trasladar tubo de carrito a área de soldadura | 8,02 | 8,1 | 7,9 | 24,02 | 8,01 |
| 24 | Soldar | 19,92 | 20,06 | 20,1 | 60,08 | 20,03 |
| 25 | Trasladar al área de pintura | 5 | 5,02 | 4,96 | 14,98 | 4,99 |
| 26 | Pintar | 15,02 | 15 | 15,03 | 45,05 | 15,02 |
| 27 | Trasladar al área de producto terminado | 18,05 | 18,03 | 18 | 54,08 | 18,03 |
| | Total - segundos | 630,75 | 633,65 | 632,97 | 1897,37 | 632,46 |
| | Total - minutos | 10,35 | 10,39 | 10,38 | 31,12 | 10,37 |

Fuente: Fabrication Technology Company S.A.C.

Anexo 4. Porcentaje de calificación de la actuación del sistema Westinghouse

| DESTREZA O HABILIDAD | | | ESFUERZO O EMPEÑO | | |
|----------------------|----|-------------|-------------------|----|------------|
| 0.15 | A1 | EXTREMA | 0.16 | A1 | EXCESIVO |
| 0.13 | A2 | EXTREMA | 0.12 | A2 | EXCESIVO |
| 0.11 | B1 | EXCELENTE | 0.1 | B1 | EXCELENTE |
| 0.08 | B2 | EXCELENTE | 0.08 | B2 | EXCELENTE |
| 0.06 | C1 | BUENA | 0.05 | C1 | BUENA |
| 0.03 | C2 | BUENA | 0.02 | C2 | BUENA |
| 0 | D | REGULAR | 0 | D | REGULAR |
| 0.05 | E1 | ACEPTABLE | -0.04 | E1 | ACEPTABLE |
| -0.1 | E2 | ACEPTABLE | -0.08 | E2 | ACEPTABLE |
| -0.16 | F1 | DEFICIENTE | -0.12 | F1 | DEFICIENTE |
| -0.22 | F2 | DEFICIENTE | -0.17 | F2 | DEFICIENTE |
| CONDICIONES | | | CONCISTENCIA | | |
| 0.06 | A | IDEALES | 0.04 | A | PERFECTA |
| 0.04 | B | EXCELENTES | 0.03 | B | EXCELENTES |
| 0.02 | C | BUENAS | 0.01 | C | BUENAS |
| 0 | D | REGULARES | 0 | D | REGULARES |
| -0.03 | E | ACEPTABLES | -0.02 | E | ACEPTABLE |
| -0.07 | F | DEFICIENTES | -0.04 | F | DEFICIENTE |

Fuente: Westinghouse Electric Company

Anexo 5: Tabla de tolerancia

| | |
|--|-----|
| A. Tolerancias Constantes: | % |
| 1. Tolerancia personal | 5 |
| 2. Tolerancia básica por fatiga | 4 |
| B. Tolerancias variables: | |
| 1. Tolerancia por estar de pies | 2 |
| 2. Tolerancia por posición no normal | |
| a. Ligeramente molesta | 0 |
| b. Molestia (cuerpo encorvado) | 2 |
| c. Muy molesta (acostado extendido) | 7 |
| 3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar o empujar) | |
| Peso levantado (Kg y Lb respectivamente) | |
| 2,5 : 5 | 0 |
| 5:10 | 1 |
| 7,5: 15 | 2 |
| 10:20 | 3 |
| 12,5:25 | 4 |
| 15:30 | 5 |
| 17,5:35 | 7 |
| 20:40 | 9 |
| 22,5:45 | 11 |
| 25:50 | 13 |
| 30:60 | 17 |
| 35:70 | 22 |
| 4. Alumbrado deficiente | |
| a. Ligeramente inferior a lo recomendado | 0 |
| b. Muy inferior | 2 |
| c. Sumamente inadecuado | 5 |
| 5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad) variables | 0 |
| 6. Atención estricta | -10 |
| a. Trabajo moderadamente fino | 0 |
| b. Trabajo fino o de gran cuidado | 2 |
| c. Trabajo fino o muy exacto | 5 |
| 7. Nivel de ruido | |
| a. Continuo | 0 |
| b. Intermitente - Fuerte | 2 |
| c. Intermitente - Muy fuerte | 5 |
| d. De alto volumen - fuerte | 5 |
| 8. Esfuerzo mental | |
| a. Proceso moderadamente complicado | 1 |
| b. Proceso complicado o que requiere alta atención | 4 |
| c. Muy complicado | 8 |
| 9. Monotonía | |
| a. Escasa | 0 |
| b. Moderada | 1 |
| c. Excesiva | 4 |
| 10. Tedio | |
| a. Algo tedioso | 0 |
| b. Tedioso | 2 |
| c. Muy tedioso | 4 |

Fuente: Introducción al estudio del trabajo, segunda edición OTT.

Anexo 6: Tabla de regresión elaborada en Stata: Data Analysis and Statistical Software

| Source | SS | df | MS | | | |
|-----------------|--------------|-----------------|------------|----------------------|-------------------|------------------|
| | | | | Number of obs | 24 | |
| | | | | F(12, 11) | 1.09 | |
| Model | 2165076 | 12 | 180423 | Prob > F | 0.4464 | |
| Residual | 1820151.33 | 11 | 165468.303 | R-squared | 0.5433 | |
| | | | | Adj R-squared | 0.045 | |
| Total | 3985227.33 | 23 | 173270.754 | Root MSE | 406.78 | |
| Demanda | Coef. | Std. Err | t | P>t | [95% Conf. | Interval] |
| Enero | -417.8611 | 434.3288 | -0.96 | 0.357 | -1373.812 | 538.0902 |
| Febrero | -122.0556 | 429.674 | -0.28 | 0.782 | -1067.762 | 823.6505 |
| Marzo | -34.75 | 425.4186 | -0.08 | 0.936 | -971.09 | 901.59 |
| Abril | 219.0556 | 421.5747 | 0.52 | 0.614 | -708.8241 | 1146.935 |
| Mayo | -206.1389 | 418.1537 | -0.49 | 0.632 | -1126.489 | 714.2112 |
| Junio | 273.1667 | 415.166 | 0.66 | 0.524 | -640.6076 | 1186.941 |
| Julio | 476.4722 | 412.6211 | 1.15 | 0.273 | -431.7007 | 1384.645 |
| Agosto | -467.2222 | 410.5271 | -1.14 | 0.279 | -1370.786 | 436.3419 |
| Septiembre | -142.4167 | 408.8911 | -0.35 | 0.734 | -1042.38 | 757.5466 |
| Octubre | -26.11111 | 407.7185 | -0.06 | 0.95 | -923.4934 | 871.2712 |
| Noviembre | 495.6944 | 407.0133 | 1.22 | 0.249 | -400.1358 | 1391.525 |
| Diciembre | 0 | | | | | |
| Tendencia | 1.694444 | 13.83887 | 0.12 | 0.905 | -28.7647 | 32.15359 |
| _cons | 5538.5 | 380.5059 | 14.56 | 0 | 4701.012 | 6375.988 |

Elaboración: Propia

Anexo 7: Pronóstico de demanda

| Mes | Periodo | Tendencia | Constante | Mes | Pronóstico |
|------------|---------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Enero | 1 | 1.694444 | 5538.5 | -417.8611 | 5122.33334 |
| Febrero | 2 | 3.388888 | 5538.5 | -122.0556 | 5419.83329 |
| Marzo | 3 | 5.083332 | 5538.5 | -34.75 | 5508.83333 |
| Abril | 4 | 6.777776 | 5538.5 | 219.0556 | 5764.33338 |
| Mayo | 5 | 8.47222 | 5538.5 | -206.1389 | 5340.83332 |
| Junio | 6 | 10.166664 | 5538.5 | 273.1667 | 5821.83336 |
| Julio | 7 | 11.861108 | 5538.5 | 476.4722 | 6026.83331 |
| Agosto | 8 | 13.555552 | 5538.5 | -467.2222 | 5084.83335 |
| Septiembre | 9 | 15.249996 | 5538.5 | -142.4167 | 5411.33333 |
| Octubre | 10 | 16.94444 | 5538.5 | -26.11111 | 5529.33333 |
| Noviembre | 11 | 18.638884 | 5538.5 | 495.6944 | 6052.83328 |
| Diciembre | 12 | 20.333328 | 5538.5 | 0 | 5558.83333 |
| Enero | 13 | 22.027772 | 5538.5 | -417.8611 | 5142.66667 |
| Febrero | 14 | 23.722216 | 5538.5 | -122.0556 | 5440.16662 |
| Marzo | 15 | 25.41666 | 5538.5 | -34.75 | 5529.16666 |
| Abril | 16 | 27.111104 | 5538.5 | 219.0556 | 5784.6667 |
| Mayo | 17 | 28.805548 | 5538.5 | -206.1389 | 5361.16665 |
| Junio | 18 | 30.499992 | 5538.5 | 273.1667 | 5842.16669 |
| Julio | 19 | 32.194436 | 5538.5 | 476.4722 | 6047.16664 |
| Agosto | 20 | 33.88888 | 5538.5 | -467.2222 | 5105.16668 |
| Septiembre | 21 | 35.583324 | 5538.5 | -142.4167 | 5431.66662 |
| Octubre | 22 | 37.277768 | 5538.5 | -26.11111 | 5549.66666 |
| Noviembre | 23 | 38.972212 | 5538.5 | 495.6944 | 6073.16661 |
| Diciembre | 24 | 40.666656 | 5538.5 | 0 | 5579.16666 |
| Enero | 25 | 42.3611 | 5538.5 | -417.8611 | 5163 |
| Febrero | 26 | 44.055544 | 5538.5 | -122.0556 | 5460.49994 |
| Marzo | 27 | 45.749988 | 5538.5 | -34.75 | 5549.49999 |
| Abril | 28 | 47.444432 | 5538.5 | 219.0556 | 5805.00003 |
| Mayo | 29 | 49.138876 | 5538.5 | -206.1389 | 5381.49998 |
| Junio | 30 | 50.83332 | 5538.5 | 273.1667 | 5862.50002 |
| Julio | 31 | 52.527764 | 5538.5 | 476.4722 | 6067.49996 |
| Agosto | 32 | 54.222208 | 5538.5 | -467.2222 | 5125.50001 |
| Septiembre | 33 | 55.916652 | 5538.5 | -142.4167 | 5451.99995 |
| Octubre | 34 | 57.611096 | 5538.5 | -26.11111 | 5569.99999 |
| Noviembre | 35 | 59.30554 | 5538.5 | 495.6944 | 6093.49994 |
| Diciembre | 36 | 60.999984 | 5538.5 | 0 | 5599.49998 |

Elaboración: Propia