

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE
PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE
PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA OLYMPIC
PRECISION S.A. UBICADA EN ZONA FRANCA
METROPOLITANA EN HEREDIA EN EL PRIMER
CUATRIMESTRE DEL 2020

PROYECTO GRADUACIÓN PARA OPTAR POR
EL BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

SHARON VARGAS ULATE

ING. MARCO CARTIN GAMBOA

HEREDIA, JULIO, 2020

DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo Sharon Priscilla Vargas Ulate, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 4-0227-0504 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente aperebido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Optimización del proceso de planeación de la capacidad de producción en la empresa Olympic Precisión S.A. ubicada en Zona Franca Metropolitana en Heredia en el primer cuatrimestre del 2020, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de Heredia, a los 27 días del mes de Julio del año dos mil veinte.



Sharon Vargas Ulate

Cédula 402270504

CARTA AUTORIZACIÓN CENIT

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

Heredia, 27 de Julio de 2020

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Sharon Vargas Ulate con número de identificación 402270504 autor (a) del trabajo de graduación titulado Optimización del proceso de planeación de la capacidad de producción en la empresa Olympic Precisión S.A. ubicada en la Zona Franca Metropolitana en Heredia en el primer cuatrimestre del 2020 presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar por el título de Bachiller en Ingeniería Industrial; autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



Sharon Vargas
402270504

CARTA TUTOR

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 30 de Julio de 2020

Destinatario
Departamento de Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante Sharon Vargas Ulate, cédula de identidad número 402270504, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA OLYMPIC PRECISION S.A. UBICADA EN ZONA FRANCA METROPOLITANA EN HEREDIA EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2020, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	15%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	25%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL		90%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Ing. Marco Cartin Gamboa. MI
Cédula identidad: 110610393
Carné Colegio Profesional: II-15546

CARTA LECTOR

Heredia, 25 de octubre de 2020.

Señores

Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Sharon Priscilla Vargas Ulate, cédula de identidad 4-0227-0504, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA OLYMPIC PRECISION S.A. UBICADA EN ZONA FRANCA METROPOLITANA EN HEREDIA EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL 2020, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



Luis Javier Salas Romero

Céd. 1-1014-0116

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por haberme brindado la oportunidad de llegar hasta este punto.

A mis padres y hermanas por ser apoyo y mi motivación para lograr concluir con éxito.

A mi madrina Marlene Viquez Vargas por sus enseñanzas y compañía en todo momento.

A mi amiga Gabriela Espinoza por haberme impulsado siempre a mejorar.

A Olympic Precision Machining por darme la oportunidad de desarrollar el proyecto dentro de su compañía.

Al profesor Marco Cartín Gamboa por ser una guía en la realización de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

Declaración Jurada.....	ii
Carta autorización CENIT	iii
Carta tutor	iv
Carta Lector	v
Agradecimientos	vi
Tabla de contenido	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras.....	xii
Acrónimos y siglas.....	xiii
Resumen Ejecutivo	xiv
CAPÍTULO I:	1
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	2
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	3
1.2.1 Identificación de la empresa	3
1.2.2 Descripción general de la empresa	3
1.2.2 Características organizacionales	4
1.2.3 Contexto local	5
1.2.4 Misión	5
1.2.5 Visión.....	5
1.2.7 Organigrama de la empresa	6
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.3.1 Antecedentes del problema	7
1.3.2 Definición del problema	9
1.3.3 Justificación del problema.....	9
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO	10
1.4.1 Objetivo general.....	10
1.4.2 Objetivos específicos.....	10
1.5 ALCANCES	10
1.5.1 Alcance	10
CAPITULO II:	11

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA.....	12
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO	22
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	37
2.3.1 A corto plazo	37
2.3.2 A mediano plazo.....	37
2.3.3 A largo plazo.....	38
2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	38
CAPÍTULO III:	40
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	41
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO	42
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	42
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	43
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS.....	44
CAPÍTULO IV.....	45
4.1 MAPA Y FLUJO DEL PROCESO	46
4.2 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA	56
4.2.1 ESCENARIO 1 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE LA MAQUINARIA ACTUAL	60
4.2.2 ESCENARIO 2 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE LA MAQUINARIA ACTUAL CONSIDERANDO DOS TURNOS DE TRABAJO.....	61
4.2.3 ESCENARIO 3 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE LA MAQUINARIA CONSIDERANDO UN TURNO DE TRABAJO.....	62
4.2.4 ESCENARIO 4 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE LA MAQUINARIA CONSIDERANDO DOS TURNOS DE TRABAJO	63
4.3 MANO DE OBRA.....	64
4.3.1 DETALLE MANO DE OBRA SEGÚN ESCENARIO 1	67
4.3.2 DETALLE MANO DE OBRA SEGÚN ESCENARIO 2	68
4.3.3 DETALLE MANO DE OBRA SEGÚN ESCENARIO 3	68
4.3.4 DETALLE MANO DE OBRA SEGÚN ESCENARIO 4.....	69
4.4 DETALLE DE LOS GASTOS DE OPERACIONES	70
4.4.1 DETALLE DEL COSTO DE LA HORA DEL TALLER EN LOS CUATRO ESCENARIOS	72

4.5 COTIZACIONES	75
4.5.1 HORAS REALES TRABAJADAS.....	78
4.6 COMPARACIÓN HORAS TOTALES TRABAJADAS EN CADA UNO DE LOS ESCENARIOS	81
4.6.1 ESCENARIO 1 Y 3	81
4.6.2 ESCENARIO 2	82
4.6.3 ESCENARIO 4	83
4.7 ventas realizadas en 2019	84
4.7.1 DIFERENCIA ENTRE VENTA Y PUNTO DE EQUILIBRIO CONSIDERANDO LAS VENTAS NO PERCIBIDAS	87
4.8 REPORTE CAPACIDAD HORAS MÁQUINA	90
4.9 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	91
CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	92
5.1 ORDEN DE FABRICACIÓN	94
5.2 INVENTARIO DE MÁQUINAS	99
5.3 BASE DE DATOS DE LOS TIEMPOS REALES.....	103
5.4 CONSOLIDACIÓN DE LOS DATOS PARA LA GENERACIÓN DEL REPORTE	111
5.5 REPORTE DEL TIEMPO DISPONIBLE POR MÁQUINA.....	115
5.6 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	120
5.6.1 Inversión de la propuesta.....	121
5.6.2 beneficio.....	123
CAPÍTULO VI:.....	126
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	128
BIBLIOGRAFÍA	129
APÉNDICE	131
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de la diferencia de las ofertas totales contras las ganadas.....	8
Tabla 2. Detalle de las ventas por mes del 2019.....	8
Tabla 3. desgloSe del Plazo de entrega estándar de OPM.....	49
Tabla 4. Detalle de las etapas y tiempos de cw006 en prg opm.....	55
Tabla 5. dETALLE POR MÁQUINA DEL PORCENTAJE DEL TIEMPO EFECTIVO.....	58
Tabla 6. dETALLE TOTAL DEL PORCENTAJE DEL TIEMPO EFECTIVO.....	59
Tabla 7. Detalle de las horas escenario 1.....	61
Tabla 8. Detalle de las horas escenario 2.....	62
Tabla 9. Detalle de las horas escenario 3.....	63
Tabla 10. Detalle de las horas escenario 4.....	64
Tabla 11. DETALLE DE LOS OPERARIOS DE FRESA.....	66
Tabla 12. Detalle de los operarios de TORNADO.....	66
Tabla 13. Comparación del detalle de los operarios para el escenario 1	67
Tabla 14. Comparación del detalle de los operarios para el escenario 2	68
Tabla 15. Comparación del detalle de los operarios para el escenario 3	69
Tabla 16. COMPARACIÓN DEL DETALLE DE LOS OPERARIOS PARA EL ESCENARIO 4	70
Tabla 17. DETALLE GASTOS DE OPERACIONES	71
Tabla 18. Costo por mes de un mecánico	73
Tabla 19. Costo por mes de 10 operarios	73
Tabla 20. Costo por mes de 16 operarios	74
Tabla 21. DETALLE TIEMPO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE TODAS LAS COTIZACIONES REALIZADAS EN 2019	76
Tabla 22. DETALLE TIEMPO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE LAS COTIZACIONES GANADAS.....	77
Tabla 23. DETALLE DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN Y VENTA NO PERCIBIDA	78
Tabla 24. DETALLE TOTAL DE HORAS REALES TRABAJADAS EN 2019	79
Tabla 25. DETALLE TOTAL DE HORAS CONSIDERANDO LAS NO PERCIBIDAS.....	80
Tabla 26. DIFERENCIA DE HORAS POR MES DEL ESCENARIO 1 Y 3	81
Tabla 27. DIFERENCIA DE HORAS POR MES DEL ESCENARIO 2.....	83
Tabla 28. DIFERENCIA DE HORAS POR MES DEL ESCENARIO 4.....	84
Tabla 29. Detalle de las ventas por mes del 2019.....	85
Tabla 30. Comparación venta real y punto de equilibrio.....	87
Tabla 31. TOTAL DE VENTA CONSIDERANDO LAS NO PERCIBIDAS	88
Tabla 32. COMPARACIÓN TOTAL DE VENTA Y PUNTO DE EQUILIBRIO	89
Tabla 33. INVENTARIO DE MÁQUINAS	100
Tabla 34. BASE DE DATOS de los tiempos reales INCOMPLETA POR CLIENTE	105
Tabla 35. ENCABEZADO Y PARTE de la base de datos de tiempos reales	106
Tabla 36. detalle de etapas para fabricar el producto cpp027	107
Tabla 37. DETALLE DEL TOTAL DEL TIEMPO PRODUCTIVO PARA LA CPP027	108
Tabla 38. Costo de las actividades realizadas por ti.....	121
Tabla 39. Costo del personal de ti.....	121

Tabla 40. Costo de la capacitación del personal	122
Tabla 41. Costo total de la inversión.....	123
Tabla 42. Utilidad según porcentaje de éxito	124
Tabla 43. Análisis BENEFICIO MENSUAL	125

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama OPM	6
Figura 2. Etapas de un estudio de métodos de trabajo	20
Figura 3. Simbología del diagrama de flujo.....	21
Figura 4. Fases de la metodología DMAIC	22
Figura 5. Capacidad productiva y demanda.....	36
Figura 6. Mapa de procesos de opm.....	46
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso ventas y cotizaciones	47
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso operaciones (planificación de la producción)	51
Figura 9. identificación de las acciones en el diagrama de flujo de operaciones	53
Figura 10. Fórmula para definir el tiempo disponible.....	60
Figura 11. fórmula para definir el costo de la hora del taller	72
Figura 12. FÓRMULA PARA DEFINIR EL TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN DE UNA PIEZA.....	75
Figura 13. FÓRMULA PARA DEFINIR EL PRECIO DE VENTA TOTAL DE UNA PIEZA	75
Figura 14. REPORTE CAPACIDAD DE HORAS MÁQUINA	90
Figura 15. Orden de fabricación en SAP (primera parte).....	96
Figura 16. ORDEN DE FABRICACIÓN EN SAP (SEGUNDA PARTE)	97
Figura 17. ORDEN DE FABRICACIÓN EN SAP CON CAMBIO	99
Figura 18. fórmula de la capacidad disponible para las máquinas	101
Figura 19. INVENTARIO DE MÁQUINAS EN SAP	102
Figura 20. base de datos de los tiempos reales en sap.....	109
Figura 21. Página 6 DEL INSTRUCTIVO PARA CONSULTAR EN SAP EL REPORTE DE CAPACIDAD	110
Figura 22. Esquema para la consolidación de los datos.....	112
Figura 23. consolidación de los datos en sap.....	113
Figura 24. esquema para la creación del reporte	115
Figura 25. reporte del tiempo disponible por cada máquina	117
Figura 26. consolidación de los datos en sap (torno 1)	118
Figura 27. reporte del tiempo disponible por máquina (torno 1).....	118

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

OPM: Olympic Precision Machining

PO: Orden de compra

OF: Orden de fabricación

SPPE: Servicios, procesos y productos externos

SO: Nombre interno de los productos

SGC: Sistema gestión de la calidad

UH: Universidad hispanoamericana

DMAIC: Definir (Define), Medir (Measure), Analizar (Analyze), Mejorar (Improve) y Controlar (Control)

GC: Gerencia de calidad

N/P: “Part number” número de parte

TC: Tiempo de ciclo

TI: Tecnología de la información

RESUMEN EJECUTIVO

El siguiente proyecto se desarrolla en la empresa Olympic Precision, ubicada en Zona Franca Metropolitana y dedicada a la mecánica de precisión la cual tiene como finalidad la transformación de materia prima como lo es aceros inoxidable, aluminios, titanio y ciertos plásticos en productos terminados cumpliendo con los requerimientos de calidad solicitados por los clientes.

Se centra específicamente en el proceso de planeación de la capacidad de producción, en el cual no se está cumpliendo con las exigencias del negocio, y se observa cómo la empresa ha dejado de percibir dinero por no contar con la información en el momento requerido y no dar seguimiento a las distintas cotizaciones realizadas.

Se pretende analizar las causas que llevan a una inadecuada gestión con el objetivo de implementar una mejora que facilite la obtención de los datos referentes a la capacidad en el instante requerido por medio del sistema con el que se cuenta.

En este punto, con el conocimiento de sus capacidades reales y la implementación de la propuesta de mejora por medio de la automatización del proceso se espera una programación eficaz y eficiente de cada uno de los recursos que intervienen en el proceso productivo para cumplir y hacer frente a la demanda de manera satisfactoria, así también logrando la eliminación del tiempo que invierte la persona generando la información manualmente.

Esto provocará un mejor flujo del proceso buscando captar la mayor cantidad de proyectos nuevos y favoreciendo el aumento de la rentabilidad de la empresa.

CAPÍTULO I:
INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El presente proyecto se ha desarrollado con la intención de satisfacer los requerimientos para la realización del proyecto de graduación; como parte del plan de estudios de Bachillerato de Ingeniería Industrial. Llevando a realizar un estudio de la situación actual de la empresa, en la que se evidencia la necesidad de diseñar una propuesta que les facilite la obtención de los datos con respecto a su capacidad disponible para afrontar con mayor certeza las proyecciones del mercado.

Este proyecto se desarrolla en la empresa “OPM (Olympic Precision Machining)”, dicha empresa brinda servicios en diseño de piezas en mecánica de precisión a nivel nacional e internacional, en diferentes tipos de material y a distintos tipos de clientes en sectores médicos, industriales, alimenticios y aeroespacial.

Por lo tanto, el objetivo de acuerdo a la situación actual es diseñar una propuesta para la determinación de la capacidad de producción que favorezca el aumento de la rentabilidad de la empresa. Este proyecto responde a la línea de investigación de ingeniería industrial, administración industrial que involucra conocimientos de dirección para la competitividad organizacional con capacidad para interpretar y comprender las dinámicas del entorno buscando la generación de valor (Leandro, 2020).

Cabe mencionar que este proyecto se centra fundamentalmente en el proceso de planeación de la capacidad de producción, lo cual para su procedimiento se llevará a cabo la utilización de técnicas e instrumentos de recolección de datos y observaciones, con la finalidad de obtener la información relevante para su buen manejo y definición de la propuesta a la situación que se presenta.

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

1.2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Olympic Precision S.A.

1.2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Se detalla a continuación la historia y evolución que ha tenido la empresa conforme han pasado los años (Olympic Precision Machining [OPM], s.f.):

- En 1958, Chemtex se fundó como una empresa de adquisición y construcción especializada en el desarrollo de proyectos para las industrias petroquímica, de polímeros, fibras, energía, biocombustibles y medioambiente. En 1974, Chemtex estableció Olympic Fibers SA en Heredia, Costa Rica, una empresa dedicada a la producción de hilados de poliéster entre otras fibras especiales.
- Chemtex adquirió William Smith Enterprises en 1981 como filial de manufactura para respaldar sus operaciones de ingeniería. Ubicada en Coopers Mills, Maine, William Smith Enterprises se especializa en la producción de componentes de precisión mediante mecanizado CNC y una variedad de procesos de fabricación.
- En 1999, Mitsubishi Group adquirió Chemtex mientras que William Smith Enterprises y Olympic Fibers SA permanecieron en manos privadas. Desde entonces, William Smith Enterprises continuó creciendo al expandir sus servicios de fabricación y convertirse en un importante proveedor de componentes de precisión para sistemas hidráulicos y de combustible para la industria aeroespacial.

- Debido a su éxito continuo, William Smith Enterprises expandió sus operaciones a Costa Rica en 1996, estableciendo Olympic Precision Machining, una filial de propiedad conjunta dentro de las instalaciones de Olympic Fibers SA.
- Desde 1996, Olympic Precision Machining ha seguido creciendo, brindando capacidades completas desde la adquisición de materia prima hasta la entrega del producto terminado. Además de su amplia experiencia en operaciones de mecanizado CNC, en 2003 OPM estableció servicios internos de tratamiento y acabado, así como operaciones de ensamble, ofreciendo un mayor soporte a su base de clientes.
- Con una amplia experiencia en operaciones de mecanizado CNC y en la expansión de procesos y mejora continua, OPM se ha convertido en proveedor líder de servicios de maquinado y tratamientos para los principales fabricantes en una variedad de industrias, incluyendo aeroespacial, automotriz, telecomunicaciones, industrial y médica.
- En 2011, Grupo Mix adquirió Olympic Precision Machining, la compañía continuó sus operaciones con normalidad.
- En 2017, Olympic Precision Machining obtuvo la certificación ISO 9001:2015.

1.2.2 CARACTERÍSTICAS ORGANIZACIONALES

- Es una compañía de capital venezolano.
- Sus productos se venden tanto a nivel local como al extranjero principalmente a Estados Unidos.
- Cuenta solamente con una planta en Costa Rica, la cual cuenta con la división de mecanizado y la división de tratamientos térmicos en un mismo edificio.
- Es una compañía pequeña, cuenta con 48 empleados.
- Cuenta con 7 Fresadoras CNC, 7 Tornos CNC y 2 Tornos Suizos.

1.2.3 CONTEXTO LOCAL

Olympic Precision Machining se considera a nivel nacional como una empresa pionera en la industria de mecánica de precisión además que fue la primera empresa en Costa Rica que incursiono en la industria aeroespacial.

Actualmente, la empresa ofrece a sus clientes la opción de productos terminados, realizando la manufactura y los diferentes tratamientos térmicos requeridos por los clientes, además del servicio de ensamble en caso de que sea necesario (OPM, 2017).

1.2.4 MISIÓN

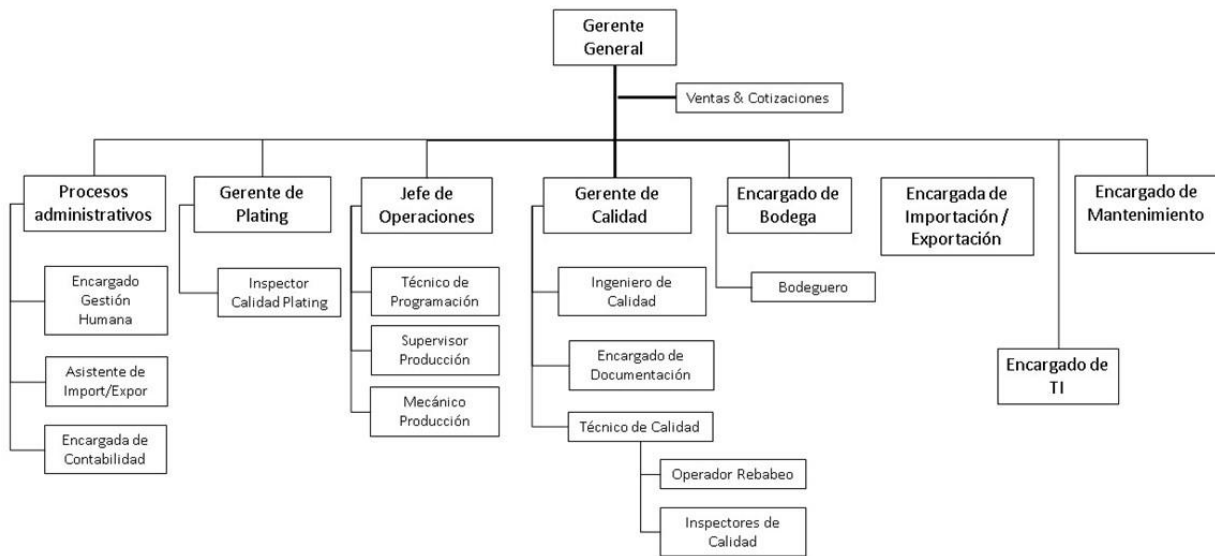
Proveer componentes y servicios de valor agregado en forma innovadora y versátil a la industria de alta tecnología, mediante una organización flexible, simple, eficiente, con iniciativa y abierta al cambio (OPM, 2017).

1.2.5 VISIÓN

Nuestra visión es ser el aliado más importante de nuestros clientes, creando un intercambio de crecimiento y aprendizaje entre la empresa, los colaboradores y los clientes; buscando la excelencia en nuestras acciones que garantice el éxito de todos los participantes (OPM, 2017).

1.2.7 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

FIGURA 1. ORGANIGRAMA OPM



Fuente: Información proporcionada por la empresa

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

La empresa carece de información inmediata con respecto a su capacidad disponible, lo que provoca la falta de visualización para captar proyectos nuevos.

En el año 2019 la empresa realizó 70 cotizaciones de proyectos nuevos, dichas cotizaciones representan un total de 147 productos.

El tiempo de producción total (set up y tiempo de ciclo) de estas cotizaciones corresponde a 20,634.07 horas y representa una venta total de \$1,317,213.16. Para observar el detalle por cotización ver apéndice 1.

De estas cotizaciones que se realizaron la empresa logró obtener 19 de ellas con un total de 33 productos, lo cual representa un tiempo de producción total de 1384.73 horas y una venta total de \$96,991.09. Ver detalle en anexo 1.

Dicho esto, como se muestra en la tabla 1 la diferencia o lo que no se logró obtener corresponde a 19249.34 horas de tiempo de producción y \$1,220,222.07 de venta. Obteniendo como resultado que la empresa porcentualmente no percibió el 93% de lo cotizado en el año.

TABLA 1. PORCENTAJE DE LA DIFERENCIA DE LAS OFERTAS TOTALES CONTRAS LAS GANADAS

	Tiempo de producción total/hrs	Precio de venta
Ofertas totales	20.634,07	\$1.317.213,16
Ofertas ganadas	1.384,73	\$96.991,09
Diferencia	19.249,34	\$1.220.222,07
Porcentaje de la diferencia	93%	93%

Fuente: Elaboración propia

La empresa tiene actualmente un total de gastos de operaciones de \$125.307,82 pero si observamos el detalle a continuación de las ventas que realizaron en el 2019 se observa como estuvo por debajo en la mayoría de los meses indicándonos que la empresa está perdiendo y que se pudo haber cubierto con ese 93% de la tabla 1 que no se ganó en proyectos nuevos.

TABLA 2. DETALLE DE LAS VENTAS POR MES DEL 2019

Mes	Venta real
Enero	\$112.216,00
Febrero	\$114.046,00
Marzo	\$131.281,00
Abril	\$66.521,00
Mayo	\$124.363,00
Junio	\$90.951,00
Julio	\$106.777,00
Agosto	\$137.000,00
Septiembre	\$95.519,00
Octubre	\$129.158,00
Noviembre	\$102.467,00
Diciembre	\$75.000,00
Total	\$1.285.299,00
Promedio	\$107.108,25

Fuente: Elaboración propia

Cuando observamos esta información nos damos cuenta de la importancia y el cambio que representa el haber dado el seguimiento correcto a las cotizaciones. Existen clientes nuevos e interés de los ya existentes para adquirir nuevos productos solamente se debe trabajar en mejorar su nivel de éxito en las cotizaciones realizadas. Esto los llevaría a aumentar sus ventas considerablemente.

1.3.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La planificación actual de la capacidad de producción no está cumpliendo con los requerimientos del negocio, por lo cual observamos cómo la empresa ha dejado de percibir dinero por no contar con la información en el momento requerido y no dar seguimiento a las distintas cotizaciones realizadas.

1.3.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Para OPM es necesario conocer la capacidad de producción que posee debido a que esto les permitirá programar de la mejor manera cada uno de los recursos que intervienen en el proceso, así como también le da una mayor visibilidad a la compañía para hacer frente a la demanda que se les presente y simultáneamente controlar sus costos. Una inadecuada gestión de la capacidad de producción puede generar falta de capacidad o por el contrario ociosidad en los recursos.

La finalidad es el conocimiento de sus capacidades reales, optimizando sus costos de producción y aumentando así su competitividad. Teniendo visualización inmediata de su capacidad disponible OPM podría captar la mayor cantidad de proyectos nuevos y eventualmente convertir la diferencia de \$1,221,818.07 anual mencionado anteriormente en ventas.

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de mejora en la planificación de la capacidad de producción en el área de planeación de producción en la empresa Olympic Precisión S.A. para captar proyectos nuevos que favorezcan el aumento de la rentabilidad de la empresa.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el estado actual del proceso de planeación de la capacidad de producción.
- Proponer una mejora en el método de la determinación de la capacidad de producción que les facilite la obtención de los datos.
- Analizar el costo de la propuesta basado en los beneficios económicos.

1.5 ALCANCES

1.5.1 ALCANCE

El presente trabajo se realiza en el primer cuatrimestre del 2020, en el proceso de planeación de la capacidad de producción de la empresa Olympic Precision ubicada en la Zona Franca Metropolitana en Barreal de Heredia, Costa Rica.

**CAPITULO II:
MARCO TEÓRICO**

2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

Según (Baca Urbina, 2007) existen tres grandes hombres en referencia a la ingeniería industrial que cambiaron el curso de la historia del mundo, ellos son: Andrew Carnegie, Henry Ford y Frederick W. Taylor. Andrew Carnegie mezcló todas las incipientes técnicas de producción de acero conocidas y aplicó los métodos modernos que se habían creado en la administración de los ferrocarriles, generando así niveles de eficiencia en la producción del acero que nadie había imaginado. Por su parte, Henry Ford dio al mundo una grandiosa innovación conocida como línea de ensamble movable. Su gran aportación a la ingeniería consistió en la importancia estratégica que le dio a la velocidad de producción. Finalmente, Frederick W. Taylor, considerado como el padre de la ingeniería industrial dio como aportación central la llamada administración científica. Taylor empezó a generar los conceptos de diseño del trabajo y la medición de las actividades de los obreros con un cronómetro, lo que dio inicio al estudio de métodos de trabajo, y posteriormente, a la estandarización de tiempos de ciertas actividades repetitivas en los procesos. Asimismo, propuso la programación de la producción y determinó que el tipo y diseño de las herramientas son vitales para incrementar la eficiencia de las actividades.

Siguiendo con lo anterior, algunos autores como Forrester, sostienen que se puede hablar de una Tercera Revolución Industrial, provocada por el uso de computadoras en la industria. Es bien sabido que las computadoras ahorran al hombre muchísimas horas de trabajo; y la automatización de muchos procesos y máquinas se controla por medio de éstas, lo que ha revolucionado la forma de administrar y producir industrialmente. Los principios básicos de la ingeniería industrial han cambiado poco, lo que realmente se ha modificado es la velocidad a la que se mueve la información dentro de las empresas y las industrias, lo cual, a su vez ha aumentado la velocidad con la que se produce y se vende. En la década de 1950, el ingeniero industrial amplió en gran medida su papel en la industria. De un modo mucho más científico, ya podía controlar los inventarios de materia prima y producto terminado; podía planear y controlar la producción; mejorar los procesos productivos con el estudio de tiempos y movimientos; controlar estadísticamente la calidad; tenía especial cuidado por la seguridad de los obreros en el trabajo, diseñaba herramientas, utensilios y espacios físicos más ergonómicos y podía ascender de puesto para desempeñarse, de manera bastante aceptable, como gerente o administrador general de una empresa (Baca Urbina, 2007).

El Instituto de Ingeniería Industrial (IIE, por sus siglas en inglés), define a la ingeniería industrial como: “lo concerniente con el diseño, mejoramiento e instalación de los sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía, soportado por el conocimiento especializado y la habilidad en las matemáticas, la física y las ciencias sociales que, junto con los principios y métodos de análisis de la ingeniería y el diseño especifican, predicen y evalúan los resultados que serán obtenidos de cada uno de los sistemas de la industria”.

Como lo menciona (Baca Urbina, 2007) la ingeniería industrial ha contribuido a la optimización del manejo de todos los recursos de la empresa, y con ello al incremento de la generación de riqueza. Eso no está mal, diseñar métodos para optimizar el uso de recursos escasos es lo mejor que puede hacer la ingeniería industrial o cualquier otra área de la ingeniería. El proceso para ofrecer un producto en óptimas condiciones de calidad, cualquiera que éste sea, en el momento y lugar indicados, requiere de un complejo y completo nivel de planeación y organización de distintas áreas dentro de una empresa. Así comprende desde la realización de un pronóstico de ventas, seguido de la compra de materias primas, confirmación de la producción, fabricación del producto, hasta su entrega en el punto de venta, para colocarlo a la disposición de los consumidores finales.

A continuación, se presentan algunos conceptos que se consideran importantes:

Empresa industrial: Entidad económico-social en la que se realiza una serie de acciones orientadas a la transformación mecánica, física o química de recursos naturales o materias primas sintéticas, empleando diversas tecnologías, para producir artículos que satisfagan las necesidades humanas o industriales.

Planta productiva: Área de la empresa en la que los equipos, la tecnología y la mano de obra transforman las materias primas en productos terminados por medio de una serie de trabajos físicos y/o químicos.

Proceso físico: Serie de operaciones mecánicas sobre las materias primas, que pueden cambiar su estado físico, pero no alterar sus propiedades físicas ni químicas. Ejemplo: destilación, fusión, cristalización, filtración, fresado, barrenado, pulido, etc.

Producto final: En el contexto de una industria de transformación, es el resultado final de los procesos y las actividades de transformación de la materia prima.

Materia prima: Son los insumos físicos de cualquier tipo que pueden ser transformados en un producto final mediante la aplicación de ciertas actividades que le agregan valor.

Proceso: se define como la aplicación de una serie de etapas lógicas y ordenadas que persigue un objetivo común. Si a este término se le agrega la palabra industrial, entonces se refiere a cualquier conjunto de actividades o serie de trabajos físicos y/o químicos que provoca un cambio físico o químico en la materia prima, con la finalidad de generar productos de valor comercial.

Producción: "En términos matemáticos se define a la producción como la cantidad de artículos fabricados en un periodo de tiempo determinado" (Rojas, 1996).

Sistema de producción: "Un sistema de producción es entonces la manera en que se lleva a cabo la entrada de las materias primas (que pueden ser materiales, información, etc.) así como el proceso dentro de la empresa para transformar los materiales y así obtener un producto terminado para la entrega de los mismos a los clientes o consumidores, teniendo en cuenta un control adecuado del mismo" (Muther, 1981).

Según Carvajal, F (2019):

Eficiencia: es la relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Eficacia: es el grado en que se realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados.

Efectividad: es la capacidad de lograr un efecto deseado.

Feigenbaum define a la calidad como “la resultante total de las características del producto o servicio en cuanto a mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento, por medio de las cuales el producto o servicio en uso satisfará las expectativas del cliente”.

De acuerdo con (Baca Urbina, 2007):

Las empresas privadas, en economías de mercado, tienen como objetivo central, maximizar el beneficio económico para sus propietarios; esa es la razón de ser de este tipo de organizaciones. Lo anterior, obliga a las empresas, por un lado, a la mejor actuación posible en su nicho de mercado, de tal forma que sus volúmenes de ventas sean los máximos posibles, al mejor precio posible, en función de las condiciones del mercado, y, por otro, a que las compras de sus insumos sean a los precios más atractivos posibles y con la calidad requerida. Ambas situaciones, aseguran a la empresa un máximo ingreso económico para sus propietarios; es decir, la harán rentable.

En este sentido, una definición básica de rentabilidad es la siguiente: “Es la capacidad de una empresa para generar, con la venta del bien o servicio que produce, la máxima ganancia neta posible en relación con la inversión realizada, dadas las condiciones concretas del nicho de mercado donde compete.”

Hablar de mercado significa hablar de competencia en busca de clientes. Es decir, todo el tiempo las empresas se encuentran compitiendo con otras que ofrecen productos (o servicios) iguales o similares con el fin de lograr las preferencias de los potenciales clientes.

Si la empresa compite adecuadamente, conseguirá niveles satisfactorios de ventas dentro de un nicho de mercado determinado, asegurando los ingresos económicos deseados. Las empresas, pues, para ser rentables también deben ser competitivas.

Jean Paul Sallenave dice que "... la competitividad de una empresa es lo que hace que el consumidor prefiera sus productos y los compre".

Así pues, la competitividad empresarial es la capacidad de respuesta en el corto y mediano plazo que tiene una empresa para permanecer en un nicho específico de mercado con los niveles adecuados de ventas, que le permitan conseguir sostenidamente los mayores márgenes posibles de ganancia.

Esa "capacidad de respuesta" competitiva significa contar, de manera simultánea, con la fuerza real para moverse adecuadamente en el mercado de insumos (materiales y tecnológicos) y sacar ventajas sobre sus competidores. Si se dan en las condiciones favorables, la empresa estará siendo competitiva y lo más probable es que esté maximizando sus ganancias, es decir, que simultáneamente esté siendo rentable.

Como ya se mencionó, para que una empresa logre su objetivo central de maximizar las ganancias de sus propietarios (rentabilidad), requiere responder mejor que sus competidores a las expectativas de sus potenciales consumidores (competitividad); esto último, le exige fijarse objetivos muy concretos, como bajar costos, mejorar la calidad, diversificar la producción, perfeccionar la oportunidad y el servicio tanto preventa como posventa.

El verdadero reto consiste, pues, en conseguir estos objetivos en forma simultánea. Para ello, deberá tener claro, desde el punto de vista estratégico, lo siguiente: qué producir, dónde producir, dónde vender y a quién vender, con el fin de diseñar escenarios que orienten su rumbo hacia posiciones más sólidas en el mercado. Estos objetivos sólo se pueden alcanzar llevando a cabo acciones de mejora permanente en el diseño de los productos, en el diseño y la operación de los procesos de trabajo (productivos y administrativos) y en el diseño e implantación de las estrategias.

Como lo señala José de la Cerda Gastelum: "...todas las empresas y todos los miembros de una organización, no sólo los altos niveles jerárquicos, pueden desarrollar sus capacidades para resolver problemas, reducir desperdicio, mejorar la calidad de los productos y servicios, disminuir los tiempos de ciclo y entrega, y con todos estos logros colaborar para que las empresas sean más competitivas, más rentables y con mayor capacidad para crecer y desarrollarse".

Justamente, con base en este principio técnico de buscar "una mejor forma de hacer todo" dentro de una empresa, se desarrolló una definición más amplia de productividad: "cualidad emergente de los procesos de trabajo que tienen lugar al interior de la empresa, que hace que mejoren permanentemente y en todos los sentidos, es decir, en forma continua, sostenida e integral".

En la década de 1990 una de las nuevas teorías y tendencias que volvieron a revolucionar las operaciones de los negocios y la forma de administrarlas es el auge del concepto de Administración de la Cadena de Suministro, propiciada principalmente por las empresas de tecnologías de información, SAP® de Alemania y Oracle® de Estados Unidos de América, mismas que con el uso de aplicaciones tipo cliente-servidor tratan de mejorar las operaciones de las empresas considerando todas las áreas funcionales de la misma.

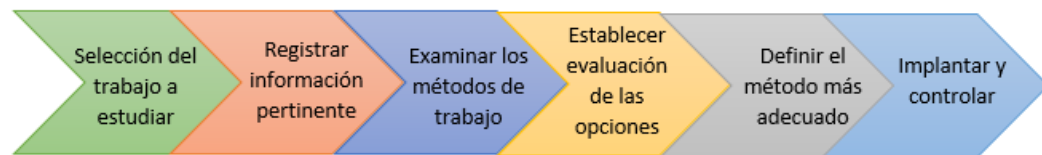
Las tecnologías de información, la Internet y el comercio electrónico están redefiniendo nuevamente el comportamiento y el consumo de la sociedad; esto provoca que los negocios reaccionen a tal redefinición y la Administración de Operaciones siga evolucionando. Lo cual ocasiona que uno de los principales retos para los ingenieros industriales de la actualidad sea el conocer y capacitarse arduamente en esas herramientas, saber utilizar los resultados que arrojan dichas tecnologías, ir un paso más allá y obtener el mejor rendimiento de esos sistemas complejos, utilizándolos en la toma de cada vez mejores decisiones.

Existen muchas y diversas presiones del ambiente competitivo que prevalece en la actualidad, originadas principalmente por un rápido cambio de las condiciones de consumo y demanda. Una de ellas es la necesidad de flexibilidad y reducción de tiempos de entrega a los clientes. El cliente es desde la persona que consume una cerveza hasta la compañía que adquiere turbinas para el armado de aviones. Las demandas de estos clientes pueden ser tan diversas que las compañías están obligadas a ser flexibles. Esto les permite adaptarse fácil y rápidamente a las condiciones externas y ser capaces de responder a los requerimientos de los clientes. La exigencia más común es la rapidez de entrega de un producto, pero debe pensarse también en poder satisfacer diseños especiales, tolerancias complicadas, especificaciones minuciosas, etcétera. La flexibilidad acrecentará las posibilidades de éxito en la negociación de contratos y, por ende, el crecimiento de las empresas, pero no hay que olvidar que exigirá también más trabajo, porque las operaciones son mucho más complejas. La tarea del ingeniero industrial es preguntarse y responder: ¿cómo puede la empresa adaptarse más fácil y rápidamente?

Ahora bien, retomando lo mencionado anteriormente acerca de la aportación de Frederick W. Taylor. El estudio de métodos involucra observar y conocer en detalle la forma en que un trabajo se efectúa, recopilando y organizando los datos e información relevante sobre el proceso y determinando sistemáticamente mejoras al mismo. Estas mejoras serán resultado de un escrutinio exhaustivo de la información y deberán traducirse en formas más simples, eficaces y lógicas de ejecución de las actividades y, por ende, en una reducción de su duración, lo que repercutirá en la disminución de costos.

Está conformada de seis etapas, que se detallan a continuación:

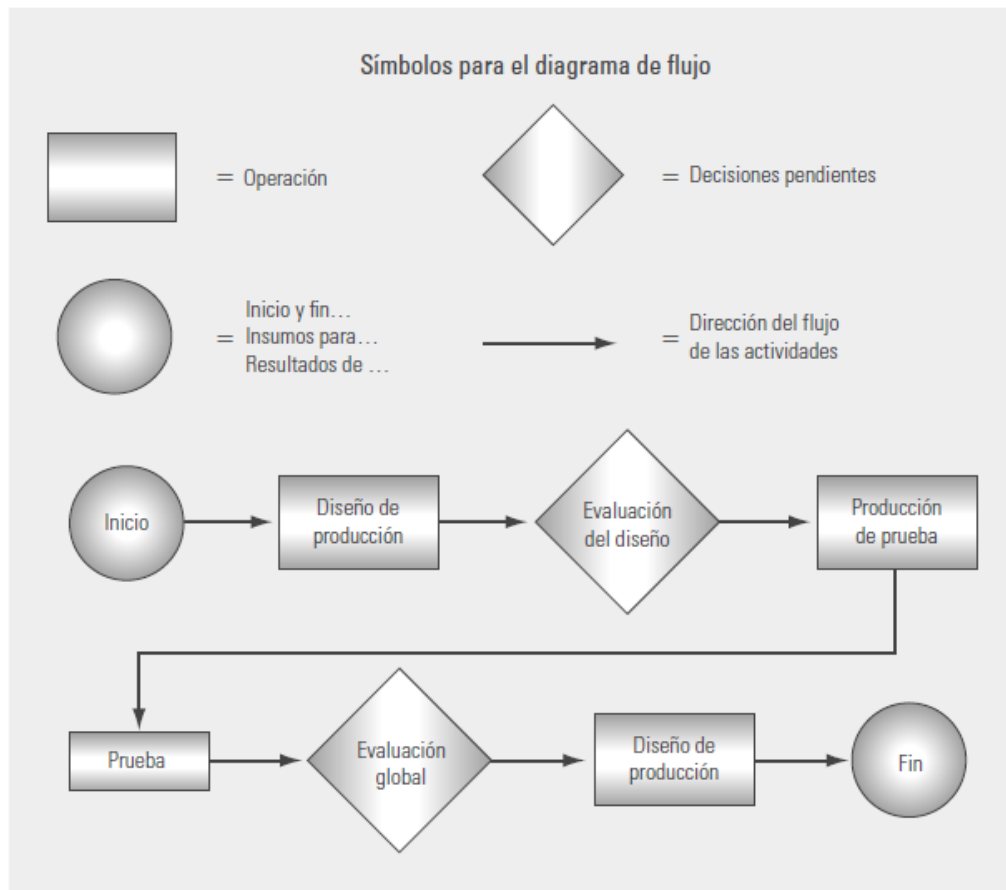
FIGURA 2. ETAPAS DE UN ESTUDIO DE MÉTODOS DE TRABAJO



Fuente: Elaboración propia

En la ingeniería industrial se utilizan algunas herramientas como lo es el diagrama de flujo, que es una representación gráfica de un proceso que contribuye a mejorar la comprensión de las actividades que intervienen en dicho proceso. Para la creación de estos diagramas es necesario el uso de la simbología que se muestra en la figura a continuación:

FIGURA 3. SIMBOLOGÍA DEL DIAGRAMA DE FLUJO

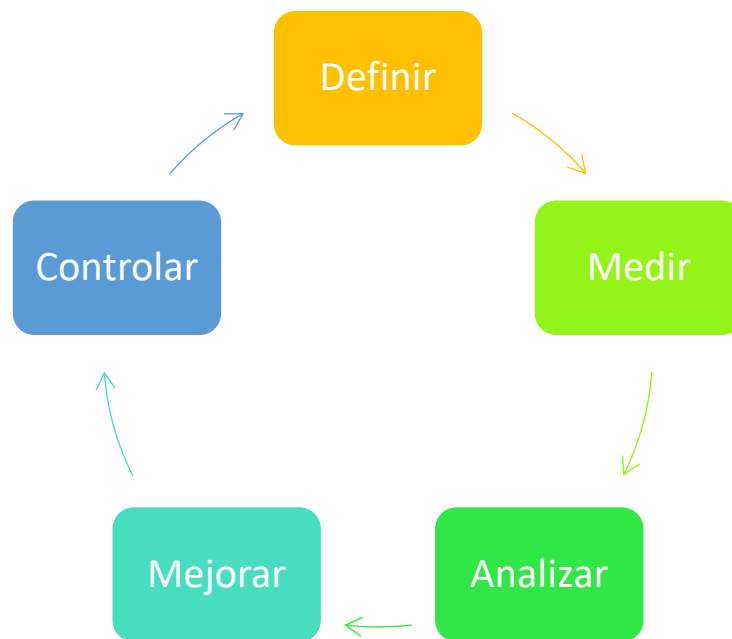


Fuente: UH (2019) Carvajal, F MejProductClas5FCC [Diapositiva 23]

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

Para el desarrollo de este proyecto se utilizará la metodología DMAIC, esto con el fin de ver de una mejor manera todas las fases del proceso de planeación de la capacidad de producción.

FIGURA 4. FASES DE LA METODOLOGÍA DMAIC



Fuente: Elaboración propia

Según el siguiente blog («¿En qué consiste la metodología DMAIC?», 2018):

El DMAIC es una metodología estructurada para la solución de problemas usada en todo tipo de negocios. Las letras son un acrónimo de las 5 fases de la mejora de seis sigma, por sus siglas en inglés. Define (definir), measure (medir), analyze (analizar), improve (mejorar) y por último control (controlar).

Estas etapas llevan el mismo ciclo de mejora que lleva el círculo de Deming. Debido a que sus fases son estrictamente en flujo continuo en el mismo sentido de las manecillas del reloj.

Define (definir)

En primer lugar, debemos definir cuál es el problema que queremos resolver, tenemos que ponernos en situación, saber dónde estamos. Esto es importante, ya que será difícil continuar si fallamos en el primer paso.

Mide (Measure)

Sabemos dónde estamos y ahora queremos saber a dónde vamos. El camino tiene que ser medible, por ello definir unas métricas a seguir, que nos ayuden a conocer la situación en la que se encuentra el problema que queremos resolver.

Debemos medir estos indicadores y establecer una ruta de seguimiento que nos permita más adelante poder analizar la situación. Y así saber si hemos llegado al destino.

Analiza (Analyze)

Con los datos que hemos recogido haremos un análisis de estos, para determinar y analizar las razones por las que se está fallando y qué acciones deben implantarse para poder corregir el problema y mejorar los indicadores que nos hemos marcado.

Mejora (Improve)

Tras esto llega el momento de poner en marcha las acciones necesarias para mejorar la situación actual. El propósito de esta fase es el de implementar a gran escala las soluciones seleccionadas en las fases anteriores.

Es en esta fase donde generamos las soluciones potenciales, seleccionamos y priorizamos soluciones, aplicamos las mejores prácticas de Lean/Six Sigma, realizamos el análisis de riesgos, administramos y ejecutamos la solución, hacer alto y revisar el desarrollo de la fase de mejora.

Controla (Control)

Tras llevar a cabo estas acciones, debemos llevar un control sobre las mismas para asegurarnos de que se implementan correctamente y que los objetivos que nos habíamos marcado efectivamente se cumplen.

En esta fase podemos comenzar el seguimiento de los métricos y gráficas de control, documentar procedimientos estándares de operación, crear planes de control del proceso, documentar la historia de las actividades implementadas y los obstáculos, la transición al dueño del proceso, hacer alto y revisar el desarrollo de la fase de control.

Como parte de la gestión del proyecto es importante conceptualizar la mecánica de precisión y su objetivo para comprender mejor el proceso que se estudiará.

Olympic Precision empresa en estudio está dedicada a la mecánica de precisión la cual tiene como objetivo la transformación de materia prima como podemos mencionar aceros inoxidables, aluminios, titanio y ciertos plásticos en un producto terminado cumpliendo con los requerimientos de calidad solicitados por los clientes.

¿Pero, como definen la mecánica de precisión?

Según (COVAO, s. f.):

Es la rama de la metal-mecánica, que consiste en el diseño y elaboración de piezas en máquinas y herramientas como tornos, fresadoras, rectificadoras o equipo similar controlado por computadoras, para elementos más complejos; todo fundamentado en el conocimiento de materiales y la metrología.

Basándonos en la definición anterior este proceso de producción cuenta con dos máquinas que juegan un papel muy singular, como lo son la fresadora y el torno. La empresa en mención cuenta con siete fresadoras CNC, siete tornos CNC y dos tornos suizos.

De acuerdo con (Mecanizados Cortec, s. f.):

La diferencia entre torno y fresadora es que con el torno se crean piezas cilíndricas; la materia prima gira sobre un plato y la herramienta va cortando y dando forma. En una fresadora el material está estacionado mientras que gira la herramienta (normalmente son de formas cilíndricas como fresas, brocas...) eliminando el material sobrante.

Para trabajos de formas cilíndricas es más conveniente el uso de torno y cuando hay que efectuar cortes rectos o en ángulo es preferible utilizar una fresadora. El torno y fresadora son dos máquinas necesarias para la industria de la mecanización.

Como se mencionó anteriormente la empresa cuenta con dos tipos de tornos, torno CNC y torno suizo la diferencia entre ambos es que el CNC se alimenta manualmente colocando la pieza que se va a trabajar; por el contrario el torno suizo cuenta con un alimentador de barras que es donde se van a colocar las barras de cierto diámetro (va a depender de la pieza que estén realizando) éstas se van consumiendo automáticamente y el operario únicamente realiza la operación de colocar las barras cuando éstas se terminen.

OPM (por sus siglas en inglés Olympic Precision Machining) es un proveedor líder de servicios de maquinado y tratamientos en una variedad de industrias, incluyendo aeroespacial, automotriz, telecomunicaciones, industrial y médica. En esta industria es necesario definir los siguientes dos conceptos: el primero de ellos es el tiempo de ciclo el cuál se define como el tiempo que tarda la materia prima para ser transformada y convertida en un producto final. Es decir que entre menor sea ese tiempo de ciclo, mayor cantidad de productos se pueden fabricar. El otro concepto corresponde al set up que se refiere a todos los ajustes que se le deben hacer a la máquina antes de que se genere la primera pieza correcta, por ejemplo, montaje de herramientas y moldes involucrados en la orden que se va a producir. Cada vez que se cambie de orden debe existir un set up, aunque sea mínimo.

El set up siempre será el mismo independientemente de la cantidad de piezas que se vayan a fabricar, es decir si el tiempo de set up es de 300 minutos será el mismo para la fabricación de una pieza o de mil.

La empresa en estudio cuenta con un enfoque en el proceso debido a que trabaja por medio de producciones por pedido, por lo que se cuenta con una variedad de productos. Solamente se fabrica si el cliente lo solicita, y debe existir una cotización previa. Dicho esto, todos ellos cuentan con una S.O. (Shop Order) o nombre interno que se identifica por medio de las iniciales del nombre del cliente y posterior un consecutivo referente al número de pieza diseñada.

Cuando se quiere buscar nuevos productos, hay seis etapas que se deben considerar para su proceso y diseño, que se darán a conocer a continuación según mencionó Cartín, M (2019):

1ª Etapa: Generación de ideas o identificación de oportunidades

En la que se deben adaptar a las especificaciones de los clientes, y los ingenieros y diseñadores generar productos innovadores y mejorar productos de la competencia.

2ª Etapa: Evaluación y selección de ideas

- Viabilidad comercial: ¿hay mercado para ese producto? (test de concepto)
- Viabilidad técnica: ¿la empresa tiene la capacidad técnica y tecnológica adecuadas? ¿puede adquirirla?

- Viabilidad económica: ¿proporcionará un margen adecuado?
- Valoración de las reacciones de los competidores: Ajuste a los objetivos de la organización

3ª Etapa: Especificación del nuevo producto

Especificación escrita del producto, previa a su diseño, que guiará el proceso de desarrollo. De la correcta especificación dependerá la facilidad con que se desarrollen el resto de etapas.

4ª Etapa: Desarrollo e ingeniería del producto y el proceso

En esta etapa se realizan la mayor parte de actividades de diseño de detalle y de desarrollo de producto, y de los procesos productivos.

Es importante conocer que en la fase de diseño se comprometen más del 70% de los costes totales del nuevo producto.

5ª Etapa: Fabricación de prototipos y pruebas de mercado

Se realiza la fabricación respectiva de dichos prototipos.

6ª Etapa: Fabricación y distribución

Fabricación a gran escala, lanzamiento, distribución inicial y apoyo.

Ahora, como se leyó anteriormente la empresa debe hacer una evaluación de su capacidad para confirmar que realmente puede desarrollar el producto que el cliente requiere. Por lo que es necesario que el departamento de planeación de producción cuente con la información en el instante requerido.

Pero, ¿qué es la capacidad?

De acuerdo con (Wolters Kluwer, s.f.) se puede definir la capacidad como “la máxima cantidad de bienes o servicios que puede obtenerse en una unidad productiva en condiciones normales de funcionamiento en un período de tiempo determinado”.

En muchas ocasiones este concepto de capacidad de producción se confunde con volumen de producción. El volumen de producción es la cantidad realmente producida por la empresa, mientras que la capacidad es el máximo que puede llegar a producirse.

Si comparamos estos dos términos mediante una relación por cociente entre el volumen de producción o capacidad utilizada y la capacidad productiva instalada se puede valorar el grado de utilización de la capacidad productiva de la empresa.

Ahora bien, de acuerdo con («¿Cómo calcular la capacidad productiva?», 2019) la capacidad instalada es el cálculo de la máxima productividad de la empresa, si se utiliza toda la maquinaria disponible las 24 horas del día (1440 minutos por día) sin ninguna interrupción.

Para entender mejor este concepto si el tiempo que se tarda en producir una pieza es de un minuto, la empresa tiene una capacidad productiva diaria de 1440 piezas.

Como anteriormente se indicó en la capacidad instalada no pueden existir interrupciones, de acá surge el concepto de capacidad efectiva que es como la industria realmente es capaz de generar; teniendo en cuenta la disponibilidad actual de la mano de obra que se rompe por las pérdidas con respecto al mantenimiento y materiales de los fallos en el proceso.

Por lo que siguiendo con el ejemplo anterior, si se entiende que la fábrica sólo trabaja ocho horas al día, es decir, 480 minutos con un porcentaje del 5% del tiempo disponible correspondientes a las pausas para realizar mantenimiento la capacidad efectiva es de 456 piezas por día.

También existe un concepto adicional que es la capacidad celebrada o realizada, la cual corresponde a la cantidad de cálculo que se generó en un periodo anterior teniendo en cuenta todos los eventos inesperados que podrían haber detenido la producción en la empresa. Por lo tanto, si faltó la electricidad por cuatro horas correspondientes a 240 minutos en el turno de trabajo en un día la capacidad productiva realizada fue de 228 piezas en aquel periodo.

Para reforzar lo dicho, se ampliaron algunos de los conceptos según (Ingenio Empresa [IngE], 2016):

Capacidad de diseño

También la puedes conocer como mejor nivel de operación. Es la máxima producción teórica que se puede alcanzar bajo condiciones ideales.

Por ejemplo, el número de pupitres en una escuela durante una jornada escolar o el volumen de producción de una impresora de manera continua en una empresa de litografía. Alcanzar esta capacidad implicaría que las máquinas estuvieran constantemente en funcionamiento sobre el periodo de trabajo y que la mano de obra labore con máxima eficiencia.

Capacidad efectiva

Considera que la mayoría de las empresas no operan a su máxima capacidad. Lo hacen por las restricciones “típicas”, entre las cuales podemos encontrar el mantenimiento de la maquinaria, los errores en el personal, los tiempos perdidos, etc. Con esto en mente, piensa en la capacidad efectiva como la producción que se espera alcanzar en condiciones reales de funcionamiento.

Capacidad real

Es la producción real conseguida en un período determinado. Realmente el concepto de capacidad real es útil al ser utilizado en conjunto con la capacidad de diseño y la capacidad efectiva con la finalidad de calcular la utilización de capacidad y la eficiencia de producción.

Determinación de la capacidad necesaria

(Wolters Kluwer, s.f.) menciona:

Una vez estimada la demanda de la empresa y en función de la misma, se calculan las necesidades de capacidad. Esta capacidad puede o no coincidir con la demanda estimada. Así y dado que la empresa tiene recursos limitados, puede ocurrir que la capacidad no se ajuste para cubrir a toda la demanda estimada y la empresa tenga que renunciar a una parte de esa demanda. Por otra parte, puede ocurrir que la capacidad que se instala es superior a la demanda estimada, lo que le llevará a la empresa a aprovechar las economías de escala que se hayan podido producir (párrafo 23).

Además, a la hora de tomar una decisión sobre esta capacidad necesaria, es necesario tener en cuenta dos factores claves:

- La capacidad se va a ver reducida por el uso de los bienes de equipo, dado que a medida que avanza el tiempo se produce un envejecimiento de las instalaciones, los equipos sufren averías, se pueden elaborar productos más defectuosos, etc.

- La capacidad puede verse incrementada por el efecto aprendizaje, que supone una reducción del tiempo de proceso a medida que se incrementa la experiencia en la realización de las distintas actividades que configuran el proceso productivo de la empresa.

Identificación de las alternativas

En este punto la empresa puede enfrentarse a dos situaciones contradictorias:

- La capacidad necesaria es superior a la capacidad existente en la empresa. En esta situación la empresa deberá acudir a la subcontratación, o a la ampliación de su negocio.
- La capacidad necesaria es inferior a la capacidad existente, en este caso se puede optar por vender parte de las instalaciones, introducir nuevos productos o expandirse a nuevos mercados, mantener la capacidad ociosa en espera de futuros incrementos de la demanda.

Con los tipos de capacidad de una empresa ya definidos, veamos cómo obtener utilización y eficiencia:

Utilización de capacidad

Es el cociente entre la producción real (capacidad real) y la capacidad de diseño. Con esto sabemos qué tanto estamos aprovechando la capacidad de diseño de la compañía. Cuando es calculada, ambas medidas deben contemplar el mismo tiempo y las mismas unidades.

Eficiencia de producción

Es el cociente entre la producción real (capacidad real) y la capacidad efectiva. La relación de eficiencia la obtenemos según se acerca el índice a 1 (100%)

En la empresa el departamento que se encarga de obtener esta información es el de planeación de producción. Este proceso de planificación y control de la capacidad tiene como objetivo adecuar permanentemente la capacidad de la planta (contraerla o expandirla) en función de la variación de la demanda.

Según (Wolters Kluwer, s.f.) se ha identificado cuatro situaciones diferentes que el director de servicios puede encontrarse en el intento de satisfacer la demanda del cliente con la capacidad existente de la actividad. Estas cuatro situaciones son:

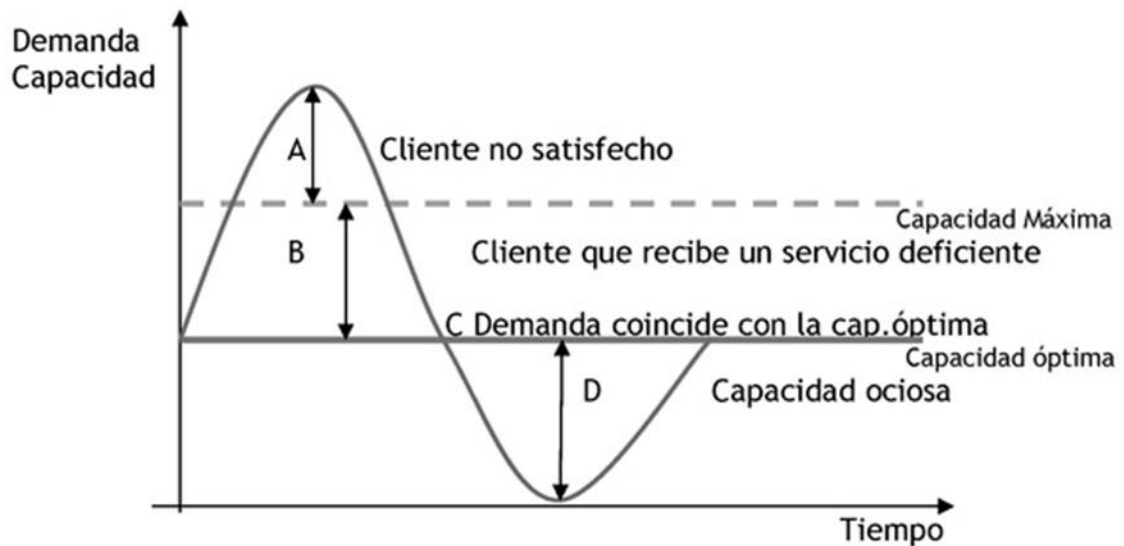
- a) La demanda excede de la capacidad máxima causando la pérdida de los clientes.
- b) La demanda excede de la capacidad óptima provocando que los clientes reciben un peor servicio.

c) La demanda igual a la capacidad óptima.

d) La demanda es inferior a la capacidad óptima lo que implica tener capacidad ociosa (párrafo 8).

En la imagen siguiente se detalla gráficamente los cuatro puntos mencionados.

FIGURA 5. CAPACIDAD PRODUCTIVA Y DEMANDA



Fuente: Lovelock, CH: Strategies for managing capacity-constrained services. Managing services: marketing, operations management and human resources. ED. Prentice Hall, Englewood, 1992.

(Paredes, 2001) indica que la variación puede tener una tendencia creciente y constante o puede ser sólo estacional lo que determina la necesidad de establecer estrategias pertinentes para el ajuste de la capacidad. Es decir, hay que establecer horizontes de planificación a largo plazo, mediano plazo, corto plazo o plazo inmediato para ubicar correctamente el problema de la capacidad (p. 22).

2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

2.3.1 A CORTO PLAZO

Se pretende que la empresa pueda aumentar la productividad mediante el conocimiento de sus capacidades reales y la creación de la propuesta para lograr la información inmediata.

2.3.2 A MEDIANO PLAZO

En este punto, con el conocimiento de sus capacidades reales y la implementación de la propuesta de mejora por medio de la automatización del proceso para la determinación de la capacidad de producción se espera una programación eficaz y eficiente de cada uno de los recursos que intervienen en el proceso productivo para cumplir y hacer frente a la demanda de manera satisfactoria. Esto provocará un mejor flujo del proceso y le permitirá a la dirección controlar sus costos, así como de cierta forma evitar una acumulación de trabajo para la persona que crea dichos reportes.

2.3.3 A LARGO PLAZO

Con la automatización del proceso y logrando la información inmediata de su capacidad, el impacto que se espera es la visualización para captar proyectos nuevos que ayuden a la optimización de sus costos de producción y al aumento de su competitividad; y por ende favoreciendo el incremento de la rentabilidad de la empresa.

2.4 ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

Como lo señala (Vera, 2018) en su tesis relacionada con el mejoramiento del nivel de servicio de un sistema de planificación y control de producción para la empresa fabrication technology company S.A.C la cual se dedica a la producción de piezas de moto taxis; 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.

El propósito de esta tesis fue 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.

Concluyó que la implementación de la propuesta de planificación y control de la producción en la empresa incrementó el nivel de servicio en un 21,43%, atendándose ahora una demanda del 100%, lo que quiere decir que se ha logrado eliminar la demanda insatisfecha. Así como también se determinó que incrementó sus utilidades en un 27,8%

Además, se extrajo de esta misma tesis la información de Tamayo & Urquiola (2014) quienes en su investigación: “Concepción de un procedimiento para la planificación y control de la producción haciendo uso de herramientas matemáticas” tenían el propósito de 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.

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.

CAPÍTULO III:
MARCO METODOLÓGICO

3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En este paso se define quién es el cliente, sus requerimientos y expectativas.

Para esto se realizaron múltiples visitas a la empresa en las cuales se realizaron reuniones con los directivos, jefe de operaciones y tecnología de la información para determinar el alcance del proyecto y la definición del problema con el propósito de obtener la mayor cantidad de información y discutir las posibles oportunidades de mejora.

OPM cuenta con la certificación ISO 9001 lo que colabora a que la empresa cuente con algunos procedimientos establecidos, mapeo del proceso, y flujos de proceso. Dichos documentos fueron discutidos con la jefa de operaciones para comprender mejor las actividades que interactúan en el proceso y lograr una mayor visualización.

Así fue posible la recopilación de toda la información relacionada con el proceso y se procede a la aplicación de la metodología DMAIC para la medición, análisis y control.

3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO

El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar, para lograr esto se considerarán diferentes indicadores con que cuenta la empresa y que sean de utilidad para el desarrollo del proyecto como lo es el de ventas y punto de equilibrio; así como también la utilización de sus bases de datos y cotizaciones para obtener la información del tiempo de producción en minutos y precio de venta que son las dos variables que se desean profundizar para la determinación de la capacidad total disponible según varios escenarios propuestos y poder realizar comparaciones según lo actual y lo que se podría producir si se atraen y da seguimiento a más proyectos nuevos. Así como también es importante conocer el detalle de la mano de obra con que cuenta la empresa que sustente la información anterior y el total de gastos de operación que es parte de lo necesario para definir el costo de la hora del taller dato que será utilizado a la hora de realizar una cotización al cliente y que estará ligado a la competitividad y rentabilidad de la empresa.

3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO

En esta siguiente etapa del proyecto se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para lograr definir las oportunidades de mejora. Continuando con la metodología DMAIC el siguiente paso que es el de analizar tiene como fin interpretar los diferentes resultados del estudio que se realizó logrando desarrollar una propuesta de mejora para la determinación de la capacidad de producción que les facilite la obtención de los datos considerando todos los recursos con los que cuenta la empresa y buscando que la inversión de dicha propuesta represente el costo mínimo posible.

3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En este siguiente paso contando con el análisis mencionado previamente, se procede al desarrollo de soluciones que ataquen el problema y al diseño de un plan de implementación en el que los resultados sean parte de las expectativas que tienen los clientes.

Se realizará la propuesta considerando el sistema con el que cuentan (SAP Business One) de manera que sea un proceso automatizado el que les apoye en la determinación de la información de forma inmediata en referencia a sus capacidades reales, lo que será de gran ayuda tanto para el departamento de ventas que será capaz de hacer frente a la demanda de una manera más satisfactoria; así como el departamento de planeación de la capacidad de producción quién se espera pueda programar eficaz y eficientemente cada uno de los recursos, además que eliminará el tiempo que la persona encargada invierte para obtener todos los datos y crear el reporte. Por otro lado, existirá un mejor flujo de la información que le permitirá también a la dirección controlar sus costos en tiempo real lo que ayudará a poder determinar el costo por hora del taller que se ve influenciada a la hora de realizar cotizaciones. Por lo que también el cliente saldrá beneficiado, ya que la empresa buscará la manera de disminuir ciertos costos con el fin de captar la mayor cantidad de proyectos nuevos y ser competitivos para el mercado en el que se desarrollan.

En esta etapa es necesaria la incorporación al sistema de las bases de datos actualizadas y capacidad real de la maquinaria. Para lograr una implementación útil y efectiva es de vital importancia la incorporación de estos datos, debido a que con esta información y la colaboración de la persona encargada del departamento de tecnología de la información se generará el reporte. Esto se logra en múltiples reuniones e invirtiendo algunas horas para el desarrollo del mismo.

3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS

Es esta última etapa es necesario implementar controles que aseguren que la propuesta presentada funciona y mantendrá éxito con el pasar del tiempo.

Para esto, aplicando la última etapa de la metodología DMAIC (controlar) se buscará la forma de que las bases de datos mencionadas se mantengan actualizadas, es decir que si un tiempo de ciclo para una pieza se mejoró se debe inmediatamente actualizar el sistema. Así como también es indispensable la actualización de la capacidad referente a la maquinaria, en otras palabras, si una máquina se dañó o por el contrario se adquirió una nueva asimismo se debe actualizar.

CAPÍTULO IV.
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

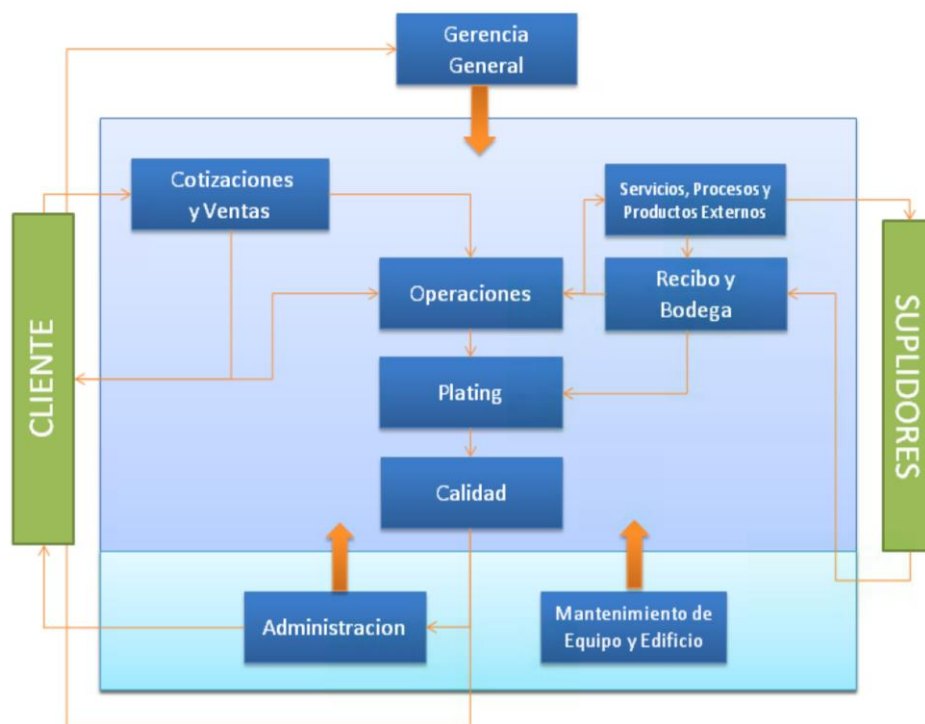
4.1 MAPA Y FLUJO DEL PROCESO

A continuación, se muestra el mapa de procesos de “OPM (Olympic Precision Machining)”, donde se señala la interrelación que tienen todos los departamentos.

En la figura 6 se evidencia como se conecta el departamento de ventas y cotizaciones con operaciones y cómo estos tienen relación directa con el cliente.

El proyecto está basado en el departamento de operaciones que es quién incluye el proceso de planeación de la capacidad de producción. En la figura mencionada se logra observar cómo este departamento tiene relación con casi todos los demás departamentos de la empresa.

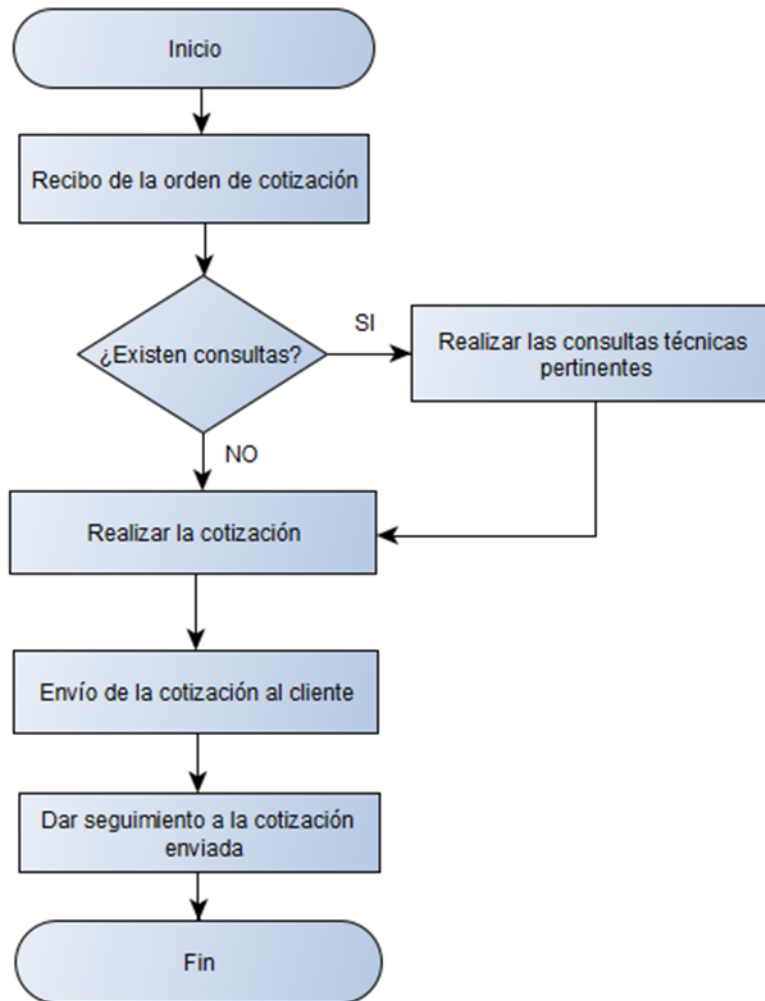
FIGURA 6. MAPA DE PROCESOS DE OPM



Fuente: Código MP-GC-01 Rev. C del SGC de OPM

Adicional a esto, se detallan dos de los diagramas de flujo de proceso de la empresa. El primero de ellos que se analizará es el del proceso de ventas y cotizaciones que se muestra a continuación en la figura 7:

FIGURA 7. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO VENTAS Y COTIZACIONES



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 7, dentro del procedimiento se realizan algunas consultas. Según lo que se conversó con la persona que realiza este proceso dichas consultas son meramente técnicas, es decir, si se presenta alguna inconsistencia en el plano que envió el cliente o dudas con respecto al tipo de material o tratamiento que requiere dicho producto. Lo que se concluye es que hablamos de consultas a nivel externo (la persona encargada se las debe realizar al cliente directamente) dentro del flujo no se muestra que existan consultas a nivel interno. Pero, ¿Cómo pueden saber si tienen la capacidad para adquirir la demanda? ¿O si proporcionará un margen adecuado? según su proceso lo hacen por medio de criterio experto y solamente en casos realmente necesarios acuden al departamento de planeación de la capacidad de producción. Que, dicho sea de paso, si le llegan a solicitar dicha información debe realizar el reporte manualmente para lograr confirmar la capacidad que tiene disponible en el momento, considerando las ordenes vendidas que están en proceso o qué se deben producir.

El tiempo de entrega estimado que la empresa ha definido con el transcurso del tiempo es de 12 semanas, desglosado en la siguiente tabla 3. Dicho tiempo transcurre desde que se recibe una orden de compra del cliente hasta que se le entrega. La jefe de operaciones indicó que la empresa definió dicho tiempo de entrega por medio de lo que duran realizando cada una de sus actividades. A través de toma de tiempos, y promediando lo que tardan normalmente. Por ejemplo, la compra de materiales y herramientas se busca en la medida de lo posible que se haga internacionalmente para bajar costos; eso conlleva un tiempo de entrega más extenso. La empresa cuenta con un indicador que se refiere al tiempo que tarda la persona encargada de compras en colocar una orden de compra, el cual es de una semana. Eso implica cotizar, definir la mejor opción, hacer la orden de compra y enviarla al proveedor. Posterior el proveedor debe confirmar la orden, así como alistarla y empacarla para lo cual tarda aproximadamente una semana; siempre y cuando el material sea común y esté en stock.

Siguiendo con esto, debe enviarlo a Miami lo que tardará una semana más. Al recibirlo en Miami por los tipos de materiales que maneja la empresa y además por bajar costos se traslada vía marítima lo cual tardará dos semanas en llegar. Al sumar todos estos tiempos, se llega a la conclusión de que la llegada de material y herramienta conlleva un tiempo total de 5 semanas. La empresa a la hora de realizar las cotizaciones al cliente, confirma con los proveedores el precio y tiempos de entrega de los materiales. Hay materiales que pueden no ser comunes, y que tarden más tiempo del estimado. Cuando eso sucede se notifica con anterioridad al cliente que el tiempo de entrega para esa pieza en específico será mayor. Sin embargo, como prácticamente en esta industria se usan los mismos tipos de material ya se sabe dónde conseguirlos y puede definirse ese tiempo de entrega.

Al haber dicho lo anterior, y explicado la causa que conlleva el mayor tiempo en el desglose del plazo de entrega nos atrevemos a decir que este fue el análisis que la empresa utilizó para cada una de las causas que intervienen. Definiendo que su tiempo de entrega mínimo estimado es de las 12 semanas mencionadas. También puede mejorar por medio por ejemplo de servicios aéreos, pero dependerá del cliente y si quiere asumir dicho costo. Para nuestro estudio es indicado solo como referencia.

TABLA 3. DESGLOSE DEL PLAZO DE ENTREGA ESTIMADO DE OPM

Causa	Tiempo
Recibo e ingreso de la PO al sistema	3 días
Llegada de material y herramienta	5 semanas
Producción	2 semanas
Rebabeo	2 días
Servicios externos (en caso de que aplique)	3 semanas
Inspección	1 semanas
Total	12 semanas

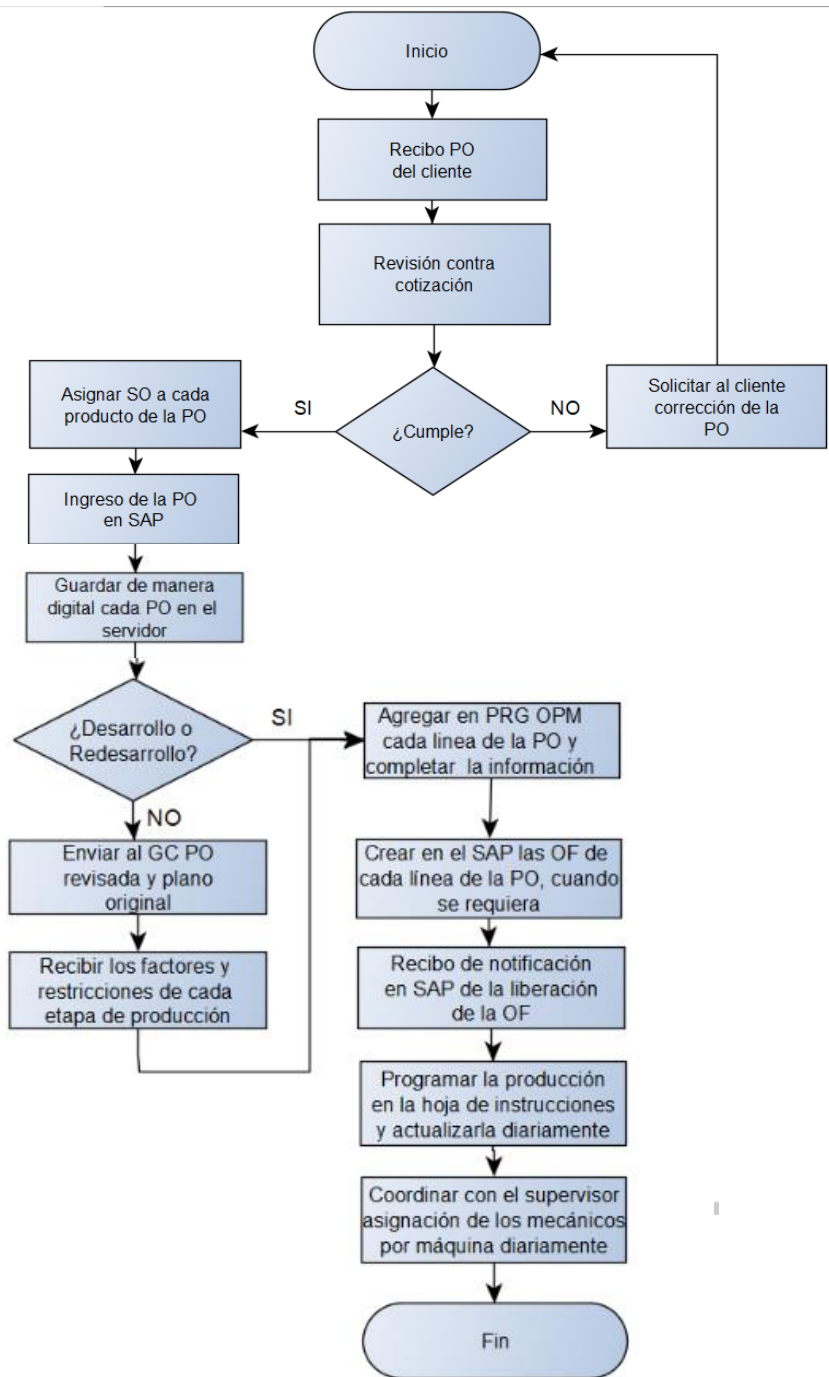
Fuente: Elaboración propia

Este tiempo es indicado en cada cotización, sin embargo, no existe una revisión de la capacidad disponible previa a enviar la cotización. Por lo que si en ese plazo, ya la capacidad está ocupada el vendedor no cuenta con la información para negociar con el cliente. No obstante, no es necesario que esa negociación se haga tal vez en ese momento, pero si lo debe tener presente si se llega a obtener la orden de compra del cliente.

Según la información que se obtuvo de la ficha de proceso de la empresa código VC FP-GC-01 Rev. G del SGC (Sistema de Gestión de calidad) y la cuál puede observar en el anexo 1, el objetivo de la misma es asegurar la efectiva y oportuna captación de oportunidades de ventas para OPM pero según lo observamos en la figura 6 se hace llegar la cotización al cliente y se le da seguimiento, sin embargo, hemos logrado evidenciar que dicho seguimiento no ha llegado a ser muy efectivo debido al 93% (mencionado en el capítulo I) que se dejó de percibir en el año 2019.

El siguiente diagrama de flujo que detallaremos es el de Operaciones, que se muestra en la figura 8 a continuación:

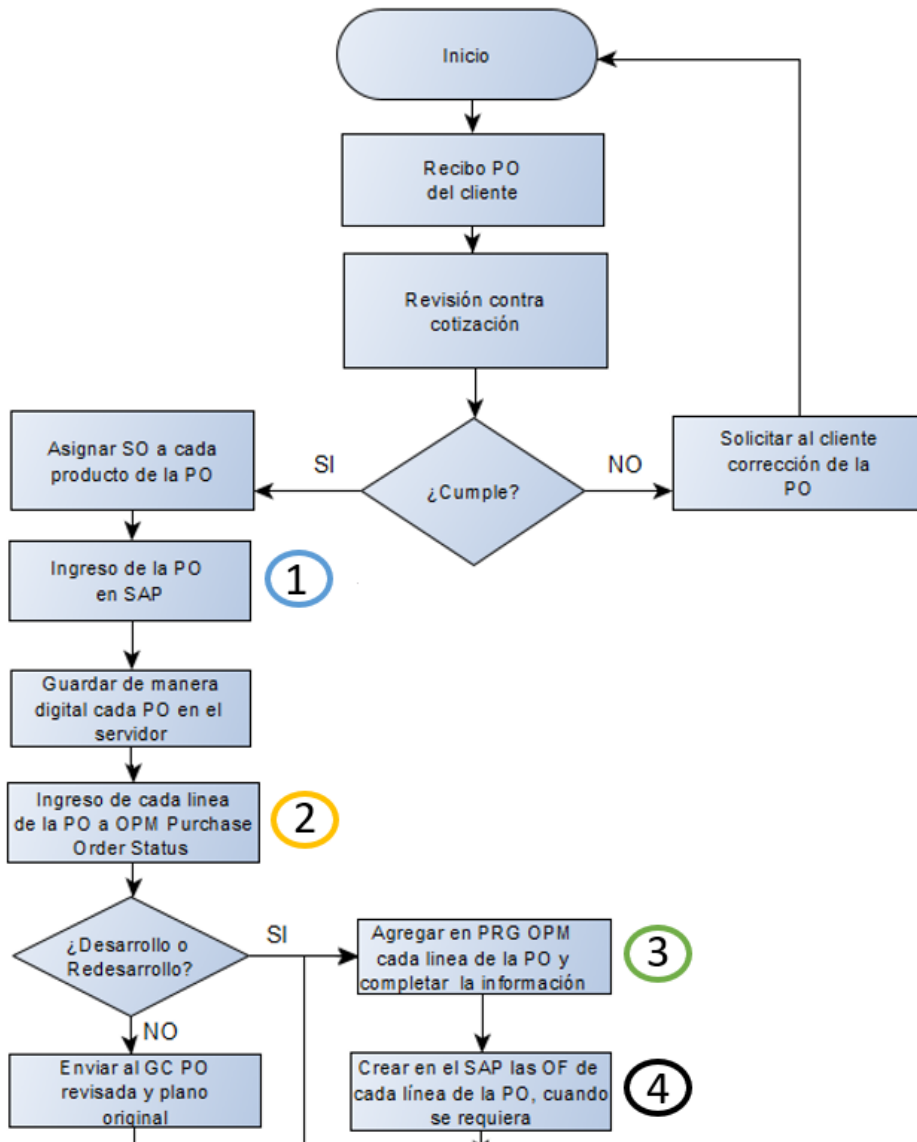
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso operaciones (planificación de la producción)



Fuente: Elaboración propia

El estudio se limitará a explicar cuatro de las acciones con las que cuenta el diagrama visto anteriormente. ¿Pero porqué estas cuatro? Es porque tienen relación directa con el ingreso de pedidos nuevos al sistema, los cuales son indispensables para la generación de la propuesta. Por ejemplo, el ingreso de la PO en SAP es una actividad previa a la generación de la orden de fabricación. Para crearse una orden de fabricación debe existir previamente la orden de compra en el sistema. Es por ello que es de las acciones que debemos explicar con mayor detalle. Luego, el ingreso a OPM Purchase Order es también importante porque nos ayuda a visualizar todas las POs que han ingresado como venta a la empresa. El siguiente es PRG OPM que corresponde a un historial de tiempos, lo cual es de gran consideración para lo que se está proponiendo. Y por último la creación de la orden de fabricación es clave, porque corresponde a los pedidos que ingresarán a producción en algún momento, lo que significa que van a requerir espacio en las máquinas. Estas acciones se enumeran en la figura 9 a continuación, y se explican más adelante.

FIGURA 9. IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES EN EL DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES



Fuente: Elaboración propia

1. Ingreso de la PO en SAP: en esta actividad se ingresan al sistema (SAP) todas las líneas de cualquier nueva orden de compra (PO), se tenga o no que producir. Con esto nos referimos a qué lo que el cliente solicitó en la orden compra no siempre se convertirá en una orden de fabricación (el producto puede estar en stock) pero sí de igual forma es necesaria su facturación, es por esto que se requiere el ingreso al sistema.
2. Ingreso de cada línea de la PO a OPM Purchase Order Status: OPM Purchase Order Status es un Excel en el que se ingresa toda la información referente a la orden de compra y con el que la persona encargada se guía para saber que ya ha entregado, y que no. Es prácticamente una base de datos de todos los pedidos que la empresa ha recibido. Es importante recalcar que entre la información que se ingresa están los tiempos de set up y tiempo de ciclo teóricos, es decir los que se utilizaron para la cotización. Se hace la aclaración por qué no siempre son los mismos.
3. Agregar en PRG OPM cada línea de la PO y completar la información: PRG OPM es otro Excel en el que se incluye el historial de los tiempos (set up y tiempo de ciclo) según las distintas etapas con las que cuenta un producto de acuerdo a lo reportado en las últimas corridas de producción. Así como el número de parte tanto del cliente (N/P) como el interno (SO) y la máquina en la que se debe correr cada etapa. Este documento es necesario debido a qué se utiliza para que la programación de la producción se acerque lo mayor posible a lo real dado que se consideran los tiempos que han tardado realmente, así sean para bien (menor a lo cotizado) o para mal (mayor a lo cotizado).

A continuación, se mostrará el encabezado del PRG OPM con uno de los productos que vende la empresa llamado “CW006” dicho producto es adquirido por uno de sus clientes para ser utilizado como una carcasa para motores eléctricos en industria aeroespacial. Se escogió dicho producto debido a que cuenta con múltiples etapas de producción.

TABLA 4. DETALLE DE LAS ETAPAS Y TIEMPOS DE CW006 EN PRG OPM

SO	Customer PO	N/P	ETAPA	SETUP (MIN)	CICLO (MIN)	MÁQUINA	OBSERVACIONES
CW006	LTA0001517	1015-400-129	I	200	5	TORNO	TORNO #1
			II	180	3	TORNO	TORNO #3
			III	300	6	FRESA	PRENSA #4,6,7,8
			IV	80	1,5	TORNO	TORNO #8

Fuente: Suministrado por la empresa

La tabla 4 se puede interpretar de la siguiente manera: el producto CW006 vendido bajo la orden de compra LTA0001517 y número de parte del cliente 1015-400-129 requiere de 4 diferentes etapas de producción. Para la primera etapa el set up tardó 200 minutos y el ciclo 5 minutos (por pieza), se debe realizar en un torno y se recomienda que sea en el torno 1. Y así sucesivamente con cada una de las siguientes etapas.

Es importante recalcar que son tiempos que pueden cambiar con el pasar del tiempo, cada vez que ingresa una orden de producción se debe revisar y actualizar si es necesario.

4. Crear en el SAP las OF de cada línea de la PO, cuando se requiera: la orden de fabricación (OF) se crea solamente para las ordenes que indispensablemente se deben producir; es decir que ya se realizó la revisión y confirmación de que las piezas no se encuentran en stock. Dicho documento indica la cantidad de piezas a fabricar de una orden específica considerando el scrap (desperdicio) y la fecha en la que se debe iniciar la producción.

Se crea una por producto y pueden estar varias de un mismo producto abiertas al mismo tiempo.

Este documento es indispensable tanto para el departamento de recibo y bodega para que en caso de que sea necesario realicen la solicitud de compra de las herramientas y preparen todo lo requerido para producir el producto indicado; así como también lo es para el departamento de servicios, procesos y productos externos (SPPE) que se encarga de la compra del material que se requiere y demás suministros.

4.2 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LA MAQUINARIA

La empresa cuenta actualmente con 7 fresadoras y 9 tornos, una de las fresas y dos de los tornos no están en funcionamiento de momento, pero según se conversó con la jefa de operaciones es posible repararlas con un poco de inversión. Es por esto que serán consideradas para los análisis correspondientes. Por otro lado, se trabaja en turnos de 12 horas, por lo que cada máquina tiene la capacidad de trabajar 24 horas al día.

Dicho lo anterior, se definieron cuatro escenarios a evaluar en referencia a la capacidad con la que cuenta la empresa. Basados en la situación de la maquinaria actual (máquinas en funcionamiento), la jornada laboral (uno o dos turnos de trabajo) y según acuerdo con los directivos de la empresa y jefe de operaciones.

El primero de ellos corresponde a las máquinas que tienen en funcionamiento en este momento y considerando los turnos que están trabajando actualmente. El segundo escenario señala la misma cantidad de máquinas del escenario anterior en otras palabras las que funcionan, pero considerando que todas trabajen en los dos turnos que podrían trabajar.

El tercero declara todas las máquinas, deduciendo que todas funcionaran y valorando que trabajen a un turno cada máquina. El cuarto y último escenario señala la misma cantidad de máquinas que se definieron en el escenario tres, pero considerando que todas trabajen los dos turnos.

Adicional a esto, debemos tener claro que en toda jornada laboral se definen tiempos de descanso. En el caso de los operarios de OPM dichos tiempos son los siguientes: 15 minutos de café en la mañana, 30 minutos de almuerzo y 15 minutos de café en la tarde; lo cual suma un total de 60 minutos. Este tiempo debería restarse del tiempo disponible, obteniendo como resultado 660 minutos. En algunos casos ese tiempo puede llegar a ser mayor, dado que, en una empresa como esta, existen algunas piezas que tienen tiempos de ciclo muy largos y permiten que el operario tome esos tiempos de descanso sin afectar el tiempo disponible. O también puede permitirle a un operario cubrir otra máquina.

Asimismo, se pueden presentar otras causas como lo es falta de capacitación, cansancio por jornadas laborales largas, herramientas de trabajo no aptas o hasta el fallo de la máquina lo cual definiremos como tiempo muerto.

Al contar la empresa con tiempos estándares de set up y tiempo de ciclo es posible evaluar los tiempos por medio de la cantidad de piezas producidas. Por ejemplo, como se mencionó anteriormente un turno de trabajo será de 660 minutos. Si la pieza que van a fabricar tiene un tiempo de set up de 320 minutos y un tiempo de ciclo de 3 minutos. Primeramente, se realiza el set up, entonces restamos los 320 minutos a los 660 minutos obteniendo como resultado 340 minutos. Estos 340 minutos restantes se designan a la producción de piezas en sí, por lo que los dividimos entre 3 minutos que es el tiempo de ciclo y nos da un resultado de 113 que corresponde a la cantidad de piezas que se deben haber producido en ese turno de trabajo.

Ahora bien, considerando la información mencionada puede que esa cantidad de piezas no se haya podido producir por alguna causa. Vamos a suponer que el operario produjo solamente 65pcs, es decir estuvo por debajo 48 piezas.

Siguiendo el ejemplo, el operario indica que durante su turno de trabajo 75 minutos correspondieron a herramientas de trabajo no aptas y 60 minutos un fallo en la máquina. Si sumamos estos dos tiempos es un total de 135 minutos, los cuáles serían definidos como un tiempo muerto. Por lo que, para este ejemplo, el tiempo efectivo fue de 525 minutos.

La empresa lleva un control por turno de trabajo en el que el operario debe indicar las causas del tiempo muerto y el tiempo correspondiente a dicha causa. Con esos datos la empresa puede definir el tiempo efectivo por mes del total de las máquinas que trabajan actualmente en la empresa. Y la diferencia corresponde al tiempo muerto. Se consolidó en la siguiente tabla 5 los datos de los meses de abril 2019 a mayo 2020 exceptuando diciembre 2019 dado que no se contaba con los datos.

TABLA 5. DETALLE POR MÁQUINA DEL PORCENTAJE DEL TIEMPO EFECTIVO

Torno				
Mes	Tiempo total min	Tiempo efectivo min	Porcentaje del tiempo efectivo	Porcentaje del tiempo muerto
abr-19	78309	63040,65	81%	19%
may-19	88380	70356	80%	20%
jun-19	106379	81245	76%	24%
jul-19	113460	88420	78%	22%
ago-19	120780	96037	80%	20%
sep-19	120324	103890	86%	14%
oct-19	93570	76320	82%	18%
nov-19	84240	72921	87%	13%
ene-20	81360	64291	79%	21%
feb-20	89755	75173	84%	16%
mar-20	85860	72664	85%	15%
abr-20	113580	102607	90%	10%
may-20	116595	110100	94%	6%
Promedio	99430,15	82851,127	83%	17%

Fresa				
Mes	Tiempo total min	Tiempo efectivo min	Porcentaje del tiempo efectivo	Porcentaje del tiempo muerto
abr-19	67500	54871,5	81%	19%
may-19	91980	75712	82%	18%
jun-19	89995	76438	85%	15%
jul-19	91259,5	76347,5	84%	16%
ago-19	79370	62143	78%	22%
sep-19	84420	68885	82%	18%
oct-19	63359	53024	84%	16%
nov-19	73440	60864	83%	17%
ene-20	71639	61107	85%	15%
feb-20	68940	59837	87%	13%
mar-20	80639	71267	88%	12%
abr-20	73260	64571	88%	12%
may-20	82080	72725	89%	11%
Promedio	78298,577	65984	84%	16%

Fuente: Elaboración propia

En ese período de tiempo el promedio del tiempo efectivo para los tornos fue de 83% y para las fresas de un 84%. Este tiempo efectivo incluye el tiempo de set up de la máquina y de liberación a la hora de fabricar la primera pieza. El porcentaje del tiempo muerto corresponde a la diferencia.

Ahora bien, para definir el porcentaje del tiempo efectivo del taller como tal es necesario considerar el promedio de los porcentajes de ambas máquinas (torno y fresa) es por ello que en la tabla 6 a continuación se muestra el resumen, obteniendo como resultado un porcentaje del tiempo efectivo del taller de 84%:

TABLA 6. DETALLE TOTAL DEL PORCENTAJE DEL TIEMPO EFECTIVO

Máquina	Porcentaje del tiempo efectivo	Promedio del porcentaje del tiempo muerto
Torno	83%	17%
Fresa	84%	16%
Total taller	84%	16%

Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo considerado en la tabla 5 la empresa realizó un cambio en la estrategia a la hora de recopilar los datos, exactamente en el mes de marzo. Siendo ésta un poco más detallada y mostrando una mejora evidente a partir de ese momento. Por lo que desde marzo y hasta el mes en curso la empresa ha logrado un porcentaje efectivo de más del 85%, es más, Antonio Amazzone directivo de la empresa nos indicó que los meses de junio, julio y agosto que no están dentro de nuestro periodo de estudio alcanzaron el 95%. Dicho esto, para efectos de nuestro proyecto se definió en conjunto con ellos que debido a la mejora obtenida se redondearía el porcentaje hacia arriba, es decir hacia el 85% y que será el utilizado en los siguientes cálculos. Además, que es el que la empresa tiene definido como su porcentaje estándar, y es necesario coincidir con la misma en dicho dato a la hora de presentar el proyecto e implementarlo.

Siguiendo con lo anterior, la fórmula que utilizaremos para definir el tiempo disponible por mes de cada uno de los escenarios contemplará el porcentaje del 85% mencionado, el total diario tanto de las horas de fresa como de torno, los cinco días de la semana que es lo que trabaja actualmente la compañía y la cantidad de semanas que representa el mes. Dicha fórmula se muestra a continuación:

FIGURA 10. FÓRMULA PARA DEFINIR EL TIEMPO DISPONIBLE

$$(\text{Total hrs fresa} + \text{total hrs torno}) * 5 \text{ días de la semana} * 4,3 \text{ semanas del mes} * 85\% \text{ tiempo efectivo}$$

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 ESCENARIO 1 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE LA MAQUINARIA ACTUAL

Como se mencionó anteriormente en el primer escenario se consideraron solamente las máquinas que están en funcionamiento. La fresa 5 y los tornos 4 y 5 de momento no están disponibles, por lo que como se observa en la tabla 7 representan 0 horas. Las horas que se muestran en dicha tabla para las demás máquinas son las que la empresa indicó que trabaja actualmente.

Los números de las máquinas no son consecutivos debido a los cambios que se han ido presentando con el pasar del tiempo, las máquinas han perdido su vital útil y han desaparecido.

TABLA 7. DETALLE DE LAS HORAS ESCENARIO 1

Máquina	Horas/día	Máquina	Horas/día	
FRESA 1	12	TORNO 1	12	
FRESA 4	12	TORNO 3	12	
FRESA 5	0	TORNO 4	0	
FRESA 6	12	TORNO 5	0	
FRESA 7	12	TORNO 6	12	
FRESA 8	12	TORNO 7	12	
FRESA 9	24	TORNO 8	24	
		TORNO 9	12	Tiempo disponible mes
		TORNO 10	24	
Total horas fresa	84	Total horas torno	108	3508,8
Tiempo efectivo	85%			

Fuente: Elaboración propia

Con base en esta tabla 7 se obtiene el detalle de la cantidad de horas diarias disponibles tanto para los tornos que es 84 horas como para las fresas que es de 108 horas.

Al contar con esta información se aplica la fórmula mencionada anteriormente:

$$(84 + 108) * 5 * 4,3 * 85\% = 3508.8$$

Dicho resultado corresponde a las horas totales disponibles del mes que representa este escenario 1.

4.2.2 ESCENARIO 2 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE LA MAQUINARIA ACTUAL CONSIDERANDO DOS TURNOS DE TRABAJO

Este escenario considera que las máquinas que están funcionamiento trabajaran las 24 horas disponibles con el 85% de tiempo efectivo.

TABLA 8. DETALLE DE LAS HORAS ESCENARIO 2

Máquina	Horas/día	Máquina	Horas/día	
FRESA 1	24	TORNO 1	24	
FRESA 4	24	TORNO 3	24	
FRESA 5	0	TORNO 4	0	
FRESA 6	24	TORNO 5	0	
FRESA 7	24	TORNO 6	24	
FRESA 8	24	TORNO 7	24	
FRESA 9	24	TORNO 8	24	
		TORNO 9	24	
		TORNO 10	24	
Total horas fresa	144	Total horas torno	168	Tiempo disponible mes
Tiempo efectivo	85%			5701,8

Fuente: Elaboración propia

Para este caso se obtiene un total de 144 horas para fresa y 168 horas para torno diarias, según tabla 8.

Procedemos a aplicar la fórmula:

$$(144 + 168) * 5 * 4,3 * 85\% = 5701.8$$

Obteniendo como resultado un total de horas mensuales de 5701.8 para este escenario 2.

4.2.3 ESCENARIO 3 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE LA MAQUINARIA CONSIDERANDO UN TURNO DE TRABAJO

Como se muestra en la tabla 9, el detalle de la cantidad de horas diarias disponibles para este escenario es la mismo que el escenario 1.

TABLA 9. DETALLE DE LAS HORAS ESCENARIO 3

Máquina	Horas/día	Máquina	Horas/día	
FRESA 1	12	TORNO 1	12	
FRESA 4	12	TORNO 3	12	
FRESA 5	12	TORNO 4	12	
FRESA 6	12	TORNO 5	12	
FRESA 7	12	TORNO 6	12	
FRESA 8	12	TORNO 7	12	
FRESA 9	12	TORNO 8	12	
		TORNO 9	12	Tiempo disponible mes
		TORNO 10	12	
Total horas fresa	84	Total horas torno	108	3508,8
Tiempo efectivo	85%			

Fuente: Elaboración propia

Se aplica la misma fórmula:

$$(84 + 108) * 5 * 4,3 * 85\% = 3508.8$$

Un total de 3508.8 horas totales disponibles al mes, la diferencia de ello es que se trabajan todas las máquinas solamente a un turno. Es decir, la fresa 9 y tornos 8 y 10 que observamos en la tabla 7 con 24 horas pasarían a trabajar solamente 12 horas y las máquinas dañadas podrían asumir dichas horas. Evitando a la empresa tener los gastos que representan contar con dos turnos de trabajo.

4.2.4 ESCENARIO 4 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD EFECTIVA DE LA MAQUINARIA CONSIDERANDO DOS TURNOS DE TRABAJO

Siguiendo esta línea, la tabla 10 muestra el resultado considerando que todas las máquinas estuvieran funcionando y trabajando las 24 horas con el 85% de tiempo efectivo.

TABLA 10. DETALLE DE LAS HORAS ESCENARIO 4

Máquina	Horas/día	Máquina	Horas/día	
FRESA 1	24	TORNO 1	24	
FRESA 4	24	TORNO 3	24	
FRESA 5	24	TORNO 4	24	
FRESA 6	24	TORNO 5	24	
FRESA 7	24	TORNO 6	24	
FRESA 8	24	TORNO 7	24	
FRESA 9	24	TORNO 8	24	
		TORNO 9	24	Tiempo disponible mes
		TORNO 10	24	
Total horas fresa	168	Total horas torno	216	7017,6
Tiempo efectivo	85%			

Fuente: Elaboración propia

Se extraen los resultados correspondientes a 168 horas de fresa y 216 horas de torno diarias. Para un total de 7017.6 horas al mes aplicando la siguiente fórmula para al escenario 3.

$$(168 + 216) * 5 * 4,3 * 85\% = 7017.6$$

4.3 MANO DE OBRA

Otro factor importante a considerar es la mano de obra, la cual en nuestro estudio corresponde al número de mecánicos con que cuenta la empresa para trabajar en dichas máquinas. Actualmente se cuenta con un total de 16 operarios los cuales se distribuyen en 6 de fresa y 10 de torno, según se observa en las tablas 11 y 12.

Se debe recalcar que los mecánicos de precisión quienes son las personas capacitadas para trabajar este tipo de maquinaria pueden trabajar tanto en fresa como en torno, es decir cuentan con los conocimientos técnicos para trabajar en ambos tipos de máquina. Sin embargo, estos operarios se pueden especializar más en un área que en otra. La empresa tiene identificado cuál es el área fuerte de cada operario y se detallan en las tablas 11 y 12.

Esto significa que la empresa puede trasladar estratégicamente a estos operarios según se requiera.

Cada empleado puede trabajar 12 horas por día ya sea en el horario de día (6am – 6pm) o de noche (6pm – 6am) con excepción de las dos personas que sólo muestran horario de día.

Se solicitó considerar los supervisores debido a que ellos también trabajan en máquina, se busca que corran las máquinas con mayores tiempos de ciclo, para que también tengan oportunidad de realizar otras funciones y al ser personas de experiencia logran cumplir con lo propuesto y velar por que todo trabaje en las mejores condiciones posibles. Sin embargo, no se les exige tanto como a un operario en el tema de los tiempos.

TABLA 11. DETALLE DE LOS OPERARIOS DE FRESA

Nombre	Máquina	Puesto	Horario
Supervisor 1	Fresa	Supervisor de Operaciones	Día
Supervisor 2	Fresa	Supervisor de Operaciones	Día y noche
Operario 4	Fresa	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 9	Fresa	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 13	Fresa	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 14	Fresa	Mécanico de Producción	Día y noche
Total de operarios fresa	6		

Fuente: Elaboración propia

TABLA 12. DETALLE DE LOS OPERARIOS DE TORNO

Nombre	Máquina	Puesto	Horario
Operario 1	Torno	Mécanico de Producción	Día
Operario 2	Torno	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 3	Torno	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 5	Torno	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 6	Torno	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 7	Torno	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 8	Torno	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 10	Torno	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 11	Torno	Mécanico de Producción	Día y noche
Operario 12	Torno	Mécanico de Producción	Día y noche
Total de operarios torno	10		

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, de acuerdo a la información mencionada anteriormente se realizó el análisis de cuántos operarios se requieren en cada uno de los cuatro escenarios que se desarrollaron para cumplir con las horas resultantes.

Es importante mencionar que, aunque sabemos que todos los operarios tienen la capacidad para trabajar en ambas máquinas, se mantendrán por su especialidad para todos los análisis. Esto para estar seguros de qué podrán desarrollarse de la mejor manera.

4.3.1 DETALLE MANO DE OBRA SEGÚN ESCENARIO 1

Como se muestra en la tabla 13 para las fresas se requieren un total de 7 operarios, pero actualmente cuentan con 6. Y en el caso de los tornos son necesarios 9 y de momento tienen 10.

TABLA 13. COMPARACIÓN DEL DETALLE DE LOS OPERARIOS PARA EL ESCENARIO 1

Escenario 1 (3508,8hrs/mes)		Cantidad operarios actuales en fresa		Cantidad operarios actuales en torno		Cantidad horas x operario	
192 horas totales al día		6		10		12	
Máquina	Horas/día	Operarios necesarios	Operarios con los que cuenta	Máquina	Horas/día	Operarios necesarios	Operarios con los que cuenta
FRESA 1	12	1	1	TORNO 1	12	1	1
FRESA 4	12	1	1	TORNO 3	12	1	1
FRESA 5	0	0	0	TORNO 4	0	0	0
FRESA 6	12	1	1	TORNO 5	0	0	0
FRESA 7	12	1	1	TORNO 6	12	1	1
FRESA 8	12	1	1	TORNO 7	12	1	1
FRESA 9	24	2	1	TORNO 8	24	2	2
				TORNO 9	12	1	1
				TORNO 10	24	2	2
				EXTRA	0	0	1
Total	84	7	6	Total	108	9	10
Diferencia			-1	Diferencia			1

Fuente: Elaboración propia

Según lo que mencionamos anteriormente y la necesidad actual de la demanda la empresa nos confirmó que de momento utiliza un operario el cual tiene como fuerte el área de tornos, en fresa. Indicándonos que cuenta con la cantidad correcta de personal para cubrir el escenario 1.

Aquí es donde juega un papel fundamental la planificación de la producción para ubicar a las personas en donde mejor se desarrollen. Sin embargo, para lograr el máximo aprovechamiento de los recursos en este escenario 1, la empresa debería realizar el cambio del tornero por un fresador.

4.3.2 DETALLE MANO DE OBRA SEGÚN ESCENARIO 2

Seguidamente, en la tabla 14 obtenemos que para que la empresa pueda cubrir el escenario 2 (dos turnos de trabajo) de las máquinas que están en funcionamiento, se requieren contratar un total de 10 operarios. Distribuidos en 6 de fresa y 4 de torno.

TABLA 14. COMPARACIÓN DEL DETALLE DE LOS OPERARIOS PARA EL ESCENARIO 2

Escenario 2 (5701,8hrs/mes)		Cantidad operarios actuales en fresa		Cantidad operarios actuales en torno		Cantidad horas x operario	
312 horas totales al día		6		10		12	
Máquina	Horas/día	Operarios necesarios	Operarios con los que cuenta	Máquina	Horas/día	Operarios necesarios	Operarios con los que cuenta
FRESA 1	24	2	1	TORNO 1	24	2	1
FRESA 4	24	2	1	TORNO 3	24	2	1
FRESA 5	0	0	0	TORNO 4	0	0	0
FRESA 6	24	2	1	TORNO 5	0	0	0
FRESA 7	24	2	1	TORNO 6	24	2	1
FRESA 8	24	2	1	TORNO 7	24	2	1
FRESA 9	24	2	1	TORNO 8	24	2	2
				TORNO 9	24	2	1
				TORNO 10	24	2	2
				EXTRA	0	0	1
Total	144	12	6	Total	168	14	10
Diferencia			-6	Diferencia			-4

Fuente: Elaboración propia

4.3.3 DETALLE MANO DE OBRA SEGÚN ESCENARIO 3

Según el detalle en referencia al escenario 3 de acuerdo a la maquinaria con la que cuenta la empresa y trabajando solamente un turno de trabajo, sería necesario un total de 7 operarios en fresa y 9 en torno como se muestra en la tabla 15.

TABLA 15. COMPARACIÓN DEL DETALLE DE LOS OPERARIOS PARA EL ESCENARIO 3

Escenario 3 (3508,8hrs/mes)		Cantidad operarios actuales en fresa		Cantidad operarios actuales en torno		Cantidad horas x operario	
192 horas totales al día		6		10		12	
Máquina	Horas/día	Operarios necesarios	Operarios con los que cuenta	Máquina	Horas/día	Operarios necesarios	Operarios con los que cuenta
FRESA 1	12	1	1	TORNO 1	12	1	1
FRESA 4	12	1	1	TORNO 3	12	1	1
FRESA 5	12	1	0	TORNO 4	12	1	0
FRESA 6	12	1	1	TORNO 5	12	1	0
FRESA 7	12	1	1	TORNO 6	12	1	1
FRESA 8	12	1	1	TORNO 7	12	1	1
FRESA 9	12	1	1	TORNO 8	12	1	2
				TORNO 9	12	1	1
				TORNO 10	12	1	2
				EXTRA	0	0	1
Total	84	7	6	Total	108	9	10
Diferencia			-1	Diferencia			1

Fuente: Elaboración propia

La diferencia de esta tabla 15 con la tabla 13 es la cantidad de turnos trabajados por máquina. Es decir, que si la empresa contara con todas las máquinas en funcionamiento como se observa en dicha tabla sería necesario únicamente un turno de trabajo. Y como se había indicado, esto les evitaría los gastos que representa contar con un turno de noche. En resumen, la empresa también cuenta con el personal para cubrir este escenario 3 solamente tendrían que utilizar de igual forma que en el detalle del escenario 1 el recurso de torno en fresa.

4.3.4 DETALLE MANO DE OBRA SEGÚN ESCENARIO 4

Por último, en la tabla 16 se detalla la necesidad de contratar en total 16 operarios para poder cumplir con las horas que representa el escenario 4. Dichos operarios se distribuyen en 8 fresadores y 8 torneros.

TABLA 16. COMPARACIÓN DEL DETALLE DE LOS OPERARIOS PARA EL ESCENARIO 4

Escenario 4 (7017,6hrs/mes)		Cantidad operarios actuales en fresa		Cantidad operarios actuales en torno		Cantidad horas x operario	
192 horas totales al día		6		10		12	
Máquina	Horas/día	Operarios necesarios	Operarios con los que cuenta	Máquina	Horas/día	Operarios necesarios	Operarios con los que cuenta
FRESA 1	24	2	1	TORNO 1	24	2	1
FRESA 4	24	2	1	TORNO 3	24	2	1
FRESA 5	24	2	0	TORNO 4	24	2	0
FRESA 6	24	2	1	TORNO 5	24	2	0
FRESA 7	24	2	1	TORNO 6	24	2	1
FRESA 8	24	2	1	TORNO 7	24	2	1
FRESA 9	24	2	1	TORNO 8	24	2	2
				TORNO 9	24	2	1
				TORNO 10	24	2	2
				EXTRA	0	0	1
Total	168	14	6	Total	216	18	10
Diferencia			-8	Diferencia			-8

Fuente: Elaboración propia

4.4 DETALLE DE LOS GASTOS DE OPERACIONES

Se debe tener en cuenta que el costo de la hora del taller se va a definir en base al total de gastos de operaciones y la cantidad de horas que se trabajen en el mes.

Es decir, entre mayor sea la cantidad de horas que se trabajen en el mes, menor será el costo. Por lo que es necesario captar la mayor cantidad de horas.

Dicho lo anterior uno de los directivos de la compañía nos facilitó la siguiente información en referencia a los gastos de operaciones con los que cuenta la compañía actualmente:

TABLA 17. DETALLE GASTOS DE OPERACIONES

DETALLE	CRC	\$
Planilla mensual	CRC 11.901.321,80	\$ 20.626,21
Planilla bisemanal	CRC 10.932.000,00	\$ 18.946,27
Contratos	CRC 3.791.415,00	\$ 6.570,91
Contador	CRC 200.000,00	\$ 346,62
CAJA	CRC 8.372.979,10	\$ 14.511,23
HON. ZONA FRANCA METROPOLITANA	CRC 1.187.362,14	\$ 2.057,82
ALQUILER LOCAL	CRC 5.533.741,58	\$ 9.590,54
TRAMITES ADUANALES Y DE EXPORTACION	CRC 3.100.000,00	\$ 7.000,00
COMBUSTIBLE, KILOMETRAJE, FLETES	CRC 346.200,00	\$ 600,00
SEV. PUB. TEL. Y FAX	CRC 10.000,00	\$ 17,33
ALQUILER IMPRESORAS	CRC 320.000,00	\$ 554,59
SERVICIO DE INTERNET	CRC 175.000,00	\$ 303,29
Electricidad	CRC 2.500.000,00	\$ 4.332,76
SEV. PUB. AGUA Y BASURA	CRC 120.000,00	\$ 207,97
PAPELERÍA Y ÚTILES DE OFICINA	CRC 75.000,00	\$ 129,98
ART. DE ASEO Y LIMPIEZA	CRC 160.000,00	\$ 277,30
GASTOS DE REPRESENTACIÓN (MEMBRESIA)	CRC 57.700,00	\$ 100,00
SUMINISTROS DE CALIDAD, PLATING & PRODUCTOS	CRC 230.800,00	\$ 400,00
REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	CRC 1.442.500,00	\$ 2.500,00
ACABADOS EXTERNOS	CRC 2.885.000,00	\$ 5.000,00
IMPROSA MAYPROD	CRC 3.173.500,00	\$ 5.500,00
OKUMA	CRC 2.596.500,00	\$ 4.500,00
TECHSHOP	CRC 1.442.500,00	\$ 2.500,00
ANODIZA	CRC 980.900,00	\$ 1.700,00
MITSUBISHI	CRC 375.050,00	\$ 650,00
COMPRA DE MATERIAL MENSUAL	CRC 6.520.100,00	\$ 11.300,00
COMPRA DE HERRAMIENTAS MENSUAL	CRC 2.934.045,00	\$ 5.085,00
TOTAL GASTOS OPERACIONES MENSUALES	CRC 71.363.614,62	\$ 125.307,82
TIPO DE CAMBIO	CRC 577,00	

Fuente: Elaboración propia

El total de gastos de operaciones mensuales es de \$125.307,82. Es importante hacer mención que los nuevos dueños adquirieron la empresa con muchas deudas, lo que hace que ese total sea mayor. Conforme se vaya saldando algunas cuentas dicho costo bajará.

4.4.1 DETALLE DEL COSTO DE LA HORA DEL TALLER EN LOS CUATRO ESCENARIOS

El monto del total de gastos de operaciones mensuales que obtuvimos en la tabla 17 se divide entre las horas totales del mes para obtener el costo de la hora del taller. Se realizó el ejercicio por medio de la siguiente fórmula con cada uno de los escenarios mencionados anteriormente para visualmente poder justificar la baja del costo entre mayor cantidad de horas:

FIGURA 11. FÓRMULA PARA DEFINIR EL COSTO DE LA HORA DEL TALLER

$$\frac{\text{Total gastos operaciones mensuales}}{\text{Total de horas mensuales}}$$

Fuente: Elaboración propia

- Escenario 1 y 3

Ambos escenarios cuentan con la misma cantidad de horas (3508.8) por lo que el costo de la hora del taller será la misma. Aplicando la fórmula mencionada anteriormente el resultado para estos escenarios es \$35.71

$$\frac{\$125.307,82}{3508,8hrs} = \$35,71$$

- Escenario 2

Para este escenario es necesario contratar como lo vimos antes un total de 10 operarios. En conversación con la jefa de operaciones el costo por hora de un mecánico de precisión en dicha empresa anda entre 1700 colones y 2200 colones. Dicho esto, se considerará un monto promedio entre estos.

TABLA 18. COSTO POR MES DE UN MÉCANICO

Operarios	Costo/hr	Costo/mes	Costo/mes
1	¢1.900,00	¢493.620,00	\$ 855,49

Fuente: Elaboración propia

Según tabla 18 el costo por mes de un operario es de \$855.49.

Ahora bien, como se mencionó en este escenario se requieren 10 operarios. Lo cuál tiene un costo de \$8.554,94 según tabla 19.

TABLA 19. COSTO POR MES DE 10 OPERARIOS

Operarios	Costo/mes
10	\$ 8.554,94

Fuente: Elaboración propia

Si dividimos el monto inicial del total de gastos de operaciones (\$125.307,82) entre el obtenido en la tabla 19 (\$8.554,94) tenemos como resultado un porcentaje del 7%.

Es por ello que según lo observado anteriormente y a medida de estimación inferimos que se aumenta en ese 7% el total de gastos de operaciones. Al multiplicar el total de gastos de operaciones (\$125.307,82) * 7% el resultado es \$8.771.55, posterior lo sumamos para alcanzar un monto de \$134.079,37 que será el que se usará para el cálculo según la fórmula:

$$\frac{\$134.079,37}{5701,8hrs} = \$23,51$$

- Escenario 4

Por último, para cubrir este cuarto escenario se requieren 16 operarios más. Los cuales tienen un costo de \$13.687,90 según tabla 20.

TABLA 20. COSTO POR MES DE 16 OPERARIOS

Operarios	Costo/mes
16	\$ 13.687,90

Fuente: Elaboración propia

Si dividimos el monto inicial del total de gastos de operaciones (\$125.307,82) entre el obtenido en la tabla 20 (\$13.687,90) tenemos como resultado un porcentaje del 11%.

Aumentaremos en 11% el total de gastos de operaciones. Al multiplicar el total de gastos de operaciones (\$125.307,82) * 11% el resultado es \$13.783.86, posterior lo sumamos para alcanzar un monto de \$139.091,68 que se usará para el cálculo según la fórmula:

$$\frac{\$139.091,68}{7017,6hrs} = \$19,82$$

En resumen y de acuerdo a estos datos se evidencia como disminuye el costo por hora del taller al tener más horas de trabajo, pasó del escenario 1 con \$35.71 al escenario 4 con \$19.82, una diferencia de \$15.89 y si lo vemos porcentualmente corresponde a un 44% menos del costo entre uno y otro.

4.5 COTIZACIONES

Por otro lado, si retomamos el tema de las cotizaciones mencionado en el planteamiento del problema es importante recalcar que la empresa cuando realiza una cotización ofrece al cliente varias opciones en el precio según la cantidad que adquiera (entre más piezas menor costo). Para efectos de este estudio, de las 70 cotizaciones que realizaron en el 2019 que representa una lista de 147 productos distintos se tomó de cada una la mayor cantidad cotizada, lo que significa mayor cantidad de tiempo productivo. Además, del tiempo de set up, tiempo de ciclo y precio de venta.

Al tener esta información se aplicaron las siguientes fórmulas para extraer el total del tiempo de producción y precio de venta de cada una de esas líneas.

FIGURA 12. FÓRMULA PARA DEFINIR EL TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN DE UNA PIEZA

$$\text{(Tiempo de ciclo min * cantidad de piezas de la cotización) + set up min}$$

Fuente: Elaboración propia

Nota: la empresa trabaja esta información en minutos, por esto los datos se mantienen en esta unidad. Sin embargo, como en nuestro estudio la idea es comparar si tienen la capacidad para producir lo cotizado se hará la conversión a horas dividiendo entre 60.

FIGURA 13. FÓRMULA PARA DEFINIR EL PRECIO DE VENTA TOTAL DE UNA PIEZA

$$\text{Precio de venta por pieza * cantidad de piezas de la cotización}$$

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de dichas fórmulas para cada línea se pueden observar en el apéndice 1. Posterior a aplicar estas fórmulas se filtró por mes según la fecha de entrega de cada cotización. Suponiendo que la confirmación del cliente se recibiera en esa misma fecha. Sin embargo, debemos tener claro que esto es muy optimista dado que lo que se cotice hoy, podría recibirse meses después.

Ahora bien, teniendo toda esta información se elaboró la siguiente tabla 21, en donde se muestran los datos por mes tanto del tiempo productivo como del precio de venta según el filtro aplicado.

TABLA 21. DETALLE TIEMPO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE TODAS LAS COTIZACIONES REALIZADAS EN 2019

Mes	Tiempo Prod/hr cotizaciones 2019	Venta que representa cotizaciones 2019
Enero	60,0	\$2.730,00
Febrero	1624,0	\$207.847,52
Marzo	612,8	\$36.986,50
Abril	1451,2	\$71.604,45
Mayo	3188,0	\$151.221,23
Junio	3795,9	\$228.076,52
Julio	1832,9	\$84.060,00
Agosto	2995,8	\$203.319,05
Setiembre	1368,5	\$101.210,10
Octubre	1473,6	\$56.829,69
Noviembre	1098,0	\$129.822,10
Diciembre	1133,5	\$43.506,00
Total	20634,1	\$1.317.213,16

Fuente: Elaboración propia

El total anual de todas las cotizaciones que se realizaron en el 2019 y como se había mencionado anteriormente corresponde a las 20634.1 horas de tiempo productivo y \$1.317.213,16 de venta.

Siguiendo con lo anterior es necesario identificar de cuales cotizaciones ingresó una orden de compra, o dicho en otras palabras cuales cotizaciones se ganaron. Para ello fue necesario acudir al OPM Purchase Order Status mencionado en el punto 4.1. De donde se extrajo tanto el tiempo productivo como la venta que representa cada una de esas cotizaciones. El detalle puede ser observado en el anexo 1.

Los datos fueron filtrados por mes en referencia a la fecha de confirmación de la orden de compra. Algunas de ellas fueron confirmadas hasta el año 2020 como se muestra en la tabla 22. Sin embargo, para efectos de análisis se considerarán ambos meses como si fuera uno. Es por esto que en dicha tabla al lado derecho se observa un total para cada mes que corresponde a la suma de los dos años (las dos columnas de la izquierda).

TABLA 22. DETALLE TIEMPO DE PRODUCCIÓN Y VENTA DE LAS COTIZACIONES GANADAS

Detalle de cotizaciones ganadas										
Mes 2019	Tiempo Prod/min	Precio		Mes 2020	Tiempo Prod/min	Precio		Mes	Total tiempo prod/min	Total precio
Enero	0	\$0,00		Enero	2620	\$4.779,60		Enero	2620	\$4.779,60
Febrero	8400	\$10.308,00		Febrero	12159	\$11.155,40		Febrero	20559	\$21.463,40
Marzo	0	\$0,00		Marzo	5001,5	\$5.220,00		Marzo	5001,5	\$5.220,00
Abril	1200	\$1.212,00		Abril	3300	\$3.034,50		Abril	4500	\$4.246,50
Mayo	0	\$0,00		Mayo	1480	\$1.526,00		Mayo	1480	\$1.526,00
Junio	19685	\$20.856,73		Junio	0	\$0,00		Junio	19685	\$20.856,73
Julio	2640	\$2.134,50		Julio	0	\$0,00		Julio	2640	\$2.134,50
Agosto	6082	\$4.736,79		Agosto	0	\$0,00		Agosto	6082	\$4.736,79
Setiembre	3668	\$3.778,74		Setiembre	0	\$0,00		Setiembre	3668	\$3.778,74
Octubre	1830	\$1.972,63		Octubre	0	\$0,00		Octubre	1830	\$1.972,63
Noviembre	12160	\$26.750,00		Noviembre	0	\$0,00		Noviembre	12160	\$26.750,00
Diciembre	2640	\$2.134,50		Diciembre	0	\$0,00		Diciembre	2640	\$2.134,50
								Total	82865,5	\$99.599,39
								Total Horas	1381,09	

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo un total anual en las cotizaciones ganadas de 1381.09 horas de tiempo productivo y \$99.599,39 de venta.

Ahora haciendo una comparación de las tablas 21 y 22 se genera la siguiente tabla 23. En donde se muestra la diferencia tanto del tiempo productivo como de las ventas entre las cotizaciones realizadas y las que fueron ganadas.

TABLA 23. DETALLE DE TIEMPO DE PRODUCCIÓN Y VENTA NO PERCIBIDA

Detalle de tiempo y venta no percibida							
Mes	Tiempo Prod/hr cotizaciones 2019	Total tiempo Prod/hr cotizaciones ganadas	Tiempo prod/hr que se dejó de percibir	Mes	Venta que representa cotizaciones 2019	Total venta cotizaciones ganadas	Venta que se dejó de percibir
Enero	60,0	43,7	16,3	Enero	\$2.730,00	\$4.779,60	\$0,00
Febrero	1624,0	342,7	1281,4	Febrero	\$207.847,52	\$21.463,40	\$186.384,12
Marzo	612,8	83,4	529,5	Marzo	\$36.986,50	\$5.220,00	\$31.766,50
Abril	1451,2	75,0	1376,2	Abril	\$71.604,45	\$4.246,50	\$67.357,95
Mayo	3188,0	24,7	3163,3	Mayo	\$151.221,23	\$1.526,00	\$149.695,23
Junio	3795,9	328,1	3467,8	Junio	\$228.076,52	\$20.856,73	\$207.219,79
Julio	1832,9	44,0	1788,9	Julio	\$84.060,00	\$2.134,50	\$81.925,50
Agosto	2995,8	101,4	2894,4	Agosto	\$203.319,05	\$4.736,79	\$198.582,26
Setiembre	1368,5	61,1	1307,3	Setiembre	\$101.210,10	\$3.778,74	\$97.431,36
Octubre	1473,6	30,5	1443,1	Octubre	\$56.829,69	\$1.972,63	\$54.857,06
Noviembre	1098,0	202,7	895,3	Noviembre	\$129.822,10	\$26.750,00	\$103.072,10
Diciembre	1133,5	44,0	1089,5	Diciembre	\$43.506,00	\$2.134,50	\$41.371,50
Total	20634,1	1381,1	19253,0	Total	\$1.317.213,16	\$99.599,39	\$1.217.613,77

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo como resultado que se dejó de percibir o en otras palabras que no se ganaron un total de 19253 horas de tiempo productivo y \$1.217.613,77 en ventas.

4.5.1 HORAS REALES TRABAJADAS

Podemos ver la empresa desde dos perspectivas, una es la que hemos venido mencionando de las cotizaciones que se refiere específicamente a proyectos nuevos y la otra que expone a productos cuyas cotizaciones ya fueron ganadas y de las cuales la empresa ya tiene ventas definidas. Es decir, no requieren una actualización de la cotización debido a que ya el precio fue negociado cliente-empresa y se trabaja regularmente.

Dicho esto, podemos concluir que adicional a las cotizaciones de los proyectos nuevos que fueron ganadas según el detalle de la tabla 22 existe una producción que aún no estamos considerando que es la referente a la demanda podríamos decir “regular”. Es por ello, que se solicitó a la empresa el detalle real de las horas trabajadas en el año 2019 el cual va a contemplar por defecto ambos datos (proyectos nuevos y demanda regular) y que es indispensable para poder realizar la comparación con respecto a la capacidad con la que cuentan.

Esta información que se observa en la tabla 24 fue suministrada por la empresa según indicador que elaboran mensualmente.

TABLA 24. DETALLE TOTAL DE HORAS REALES TRABAJADAS EN 2019

Mes	Hrs reales trabajadas turno	Hrs reales trabajadas fresa	Total hrs 2019
Enero	1356	1194	2550
Febrero	1496	1149	2645
Marzo	1431	1344	2775
Abril	1305	1125	2430
Mayo	1473	1533	3006
Junio	1773	1499	3272
Julio	1891	1521	3412
Agosto	2013	1323	3336
Septiembre	2005	1407	3412
Octubre	1559	1056	2615
Noviembre	1404	1224	2628
Diciembre	1404	1224	2628
Total	19110	15599	34709

Fuente: Elaboración propia

Se obtiene como resultado un total de 34709 horas anuales, si lo comparamos con las 1381 horas anuales de las cotizaciones de proyectos nuevos ganadas de la tabla 22 podemos decir que la diferencia 33328 horas corresponde a demanda regular. Solamente un 4% de las horas trabajadas en el 2019 equivale a proyectos nuevos.

El paso siguiente es sumarle a este total de horas trabajadas en el 2019 las horas que no fueron percibidas de los proyectos nuevos según el cuadro al lado izquierdo de la tabla 23 para obtener el total de horas que se pudieron haber trabajado si se hubiera logrado un 100% de éxito en las cotizaciones de proyectos nuevos.

El resultado se presenta en la siguiente tabla 25, obteniendo como resultado 53962 horas anuales e indicándonos una diferencia porcentual de un 36%.

TABLA 25. DETALLE TOTAL DE HORAS CONSIDERANDO LAS NO PERCIBIDAS

Mes	Total hrs trabajadas 2019	Tiempo prod/hr que se dejó de percibir	Total
Enero	2550	16,3	2566,3
Febrero	2645	1281,4	3926,4
Marzo	2775	529,5	3304,5
Abril	2430	1376,2	3806,2
Mayo	3006	3163,3	6169,3
Junio	3272	3467,8	6739,8
Julio	3412	1788,9	5200,9
Agosto	3336	2894,4	6230,4
Septiembre	3412	1307,3	4719,3
Octubre	2615	1443,1	4058,1
Noviembre	2628	895,3	3523,3
Diciembre	2628	1089,5	3717,5
Total	34709	19253	53962

Fuente: Elaboración propia

4.6 COMPARACIÓN HORAS TOTALES TRABAJADAS EN CADA UNO DE LOS ESCENARIOS

Lo siguiente es realizar la comparación con la cantidad de horas al mes de cada uno de los escenarios mencionados anteriormente con el total de horas de esta última tabla 25 para poder analizar en qué escenarios la empresa tendría la capacidad de cubrir el total de la demanda cotizada.

4.6.1 ESCENARIO 1 Y 3

La capacidad real en horas con la que cuenta la empresa actualmente es la que observamos en el escenario 1 y 3 (3508.8 horas) al comparar este dato con el total de horas de la tabla 25 (horas no percibidas + total de horas reales trabajadas en 2019) se obtiene como resultado que la empresa no cuenta con la capacidad según estos dos escenarios para cubrir todo lo que se cotizó.

TABLA 26. DIFERENCIA DE HORAS POR MES DEL ESCENARIO 1 Y 3

Mes	Total	Hrs al mes escenario 1 y 3	Diferencia hrs por mes escenario 1 y 3
Enero	2566,3	3508,8	942,47
Febrero	3926,4	3508,8	-417,55
Marzo	3304,5	3508,8	204,33
Abril	3806,2	3508,8	-297,37
Mayo	6169,3	3508,8	-2660,53
Junio	6739,8	3508,8	-3231,00
Julio	5200,9	3508,8	-1692,12
Agosto	6230,4	3508,8	-2721,58
Septiembre	4719,3	3508,8	-1210,54
Octubre	4058,1	3508,8	-549,25
Noviembre	3523,3	3508,8	-14,53
Diciembre	3717,5	3508,8	-208,70
Total	53961,98	42105,60	-11856,38
Promedio	4496,8	3508,8	-988,0

Fuente: Elaboración propia

La empresa está por debajo en estos escenarios 11856.38 horas anuales. Sin embargo, nos interesa conocer el comportamiento por mes, en el cual solamente como se observa en la tabla 26 sería posible cumplirse en los meses de enero, marzo y abril.

Viéndolo desde otra perspectiva si consideramos el promedio del total de las horas que corresponde a 4496.8 horas mensuales, y lo comparamos con las 3508.8 horas de la capacidad real (escenario 1 y 3) existe una diferencia de 988 horas. Es decir, la demanda excede de la capacidad óptima mensual en 988 horas.

4.6.2 ESCENARIO 2

Al hacer la comparación ahora con el escenario 2 se observa cómo cambian en gran medida los datos. Solamente los meses de mayo, junio y agosto están por debajo. Sin embargo, observamos en la tabla 27 que la diferencia del total de horas por mes es de 14459.62 que es sinónimo de las horas disponibles en el año.

No obstante, si detallamos dicha tabla podemos observar las horas disponibles de los otros meses y en donde se evidencia que se podría cubrir el total de la demanda, pero no en el tiempo exacto. En este punto podemos decir que la empresa podría negociar con el cliente para acomodar su demanda y poder producirlo en algunos de estos otros meses. Además, si analizamos el dato promediado de la diferencia, con este escenario la empresa contaría con aproximadamente 1205 horas disponibles después de haber cubierto el total de lo cotizado y lo regular.

TABLA 27. DIFERENCIA DE HORAS POR MES DEL ESCENARIO 2

Mes	Total	Hrs al mes escenario 2	Diferencia hrs por mes escenario 2
Enero	2566,3	5701,8	3135,47
Febrero	3926,4	5701,8	1775,45
Marzo	3304,5	5701,8	2397,33
Abril	3806,2	5701,8	1895,63
Mayo	6169,3	5701,8	-467,53
Junio	6739,8	5701,8	-1038,00
Julio	5200,9	5701,8	500,88
Agosto	6230,4	5701,8	-528,58
Septiembre	4719,3	5701,8	982,46
Octubre	4058,1	5701,8	1643,75
Noviembre	3523,3	5701,8	2178,47
Diciembre	3717,5	5701,8	1984,30
Total	53961,98	68421,60	14459,62
Promedio	4496,8	5701,8	1205,0

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 ESCENARIO 4

El último escenario que analizaremos es el correspondiente a las 7017.6 horas mensuales. De acuerdo a la tabla 28 el total de la diferencia de las horas anuales es de 30249.22, es decir horas libres en el año.

Y si extraemos el promedio el cual es de 2520.8 horas mensuales eso nos indica que la demanda es inferior a la capacidad óptima que representa este escenario lo que implica tener una gran parte de la capacidad ociosa.

TABLA 28. DIFERENCIA DE HORAS POR MES DEL ESCENARIO 4

Mes	Total	Hrs al mes escenario 4	Diferencia hrs por mes escenario 4
Enero	2566,3	7017,6	4451,27
Febrero	3926,4	7017,6	3091,25
Marzo	3304,5	7017,6	3713,13
Abril	3806,2	7017,6	3211,43
Mayo	6169,3	7017,6	848,27
Junio	6739,8	7017,6	277,80
Julio	5200,9	7017,6	1816,68
Agosto	6230,4	7017,6	787,22
Septiembre	4719,3	7017,6	2298,26
Octubre	4058,1	7017,6	2959,55
Noviembre	3523,3	7017,6	3494,27
Diciembre	3717,5	7017,6	3300,10
Total	53961,98	84211,20	30249,22
Promedio	4496,8	7017,6	2520,8

Fuente: Elaboración propia

En resumen, si la empresa lograra tener trabajando todas las máquinas con las que cuenta y el personal acorde a esto, podría perfectamente cumplir con éxito todas las cotizaciones que fueron realizadas en el año 2019. Y hasta le quedaría aun horas disponibles. Dicho esto, surge la pregunta, ¿Por qué la empresa contando con la capacidad para cubrir con todo lo cotizado solamente obtuvo un 7% de los proyectos nuevos?

4.7 VENTAS REALIZADAS EN 2019

Ahora bien, ya en este punto se realizaron todos los análisis en referencia al tiempo productivo. Sin embargo, es importante cuantificar los datos; es por ello que procedemos a efectuar la comparación en referencia a ventas/dólares que incluye las dos perspectivas mencionadas anteriormente (proyectos nuevos ganados y demanda regular).

En primer lugar, se solicitó a la empresa el detalle de las ventas reales del año 2019, que se había indicado en el planteamiento del problema y el cual se muestra a continuación en la tabla 29:

TABLA 29. DETALLE DE LAS VENTAS POR MES DEL 2019

Mes	Venta real
Enero	\$112.216,00
Febrero	\$114.046,00
Marzo	\$131.281,00
Abril	\$66.521,00
Mayo	\$124.363,00
Junio	\$90.951,00
Julio	\$106.777,00
Agosto	\$137.000,00
Septiembre	\$95.519,00
Octubre	\$129.158,00
Noviembre	\$102.467,00
Diciembre	\$75.000,00
Total	\$1.285.299,00
Promedio	\$107.108,25

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos como resultado un total de venta de \$1.285.299 anuales y un promedio de \$107.108,25 el cual fue definido para realizar la comparación con respecto al punto de equilibrio o detalle de los gastos de operaciones que se mencionó en el punto 4.4 y que fue de \$125.307,82. Si restamos estos datos la diferencia es de \$18.199,57 indicándonos que en promedio la empresa perdió ese monto por mes. Que porcentualmente representaría un 15% de pérdida al mes.

Ahora bien, la pregunta es inevitable ¿Cómo una empresa sigue subsistiendo con un 15% de pérdida al mes?

Dicho por Antonio Mazzone, directivo de la compañía: “OPM fue adquirida por nosotros en la quiebra, la empresa se compró sabiendo que estaba mal y se ha ido rescatando poco a poco. La empresa cuando se agarró tenía pasivos que eran más altos lo que no permitía ni siquiera llegar al punto de equilibrio”.

Los socios al adquirir la empresa en esa situación sabían que era necesario seguir aportando capital para poder saldar todas las deudas con las que se contaban. Esos \$125.307,82 del total de gastos es el actual, ha mejorado considerablemente en comparación con el año anterior además de que incluye algunas nuevas inversiones como la adquisición de maquinaria. Sin embargo, siguen arrastrando algunas deudas antiguas que todavía están saldando y que no les permite aún recibir utilidad; aunque entre sus comentarios para ellos el haber realizado nuevas compras de maquinaria es de cierto modo una utilidad, que en el momento es inversión, pero se convertirá en ganancia más adelante.

Siguiendo con esto, en el 2019 el punto de equilibrio llegó alcanzar los \$140000. La empresa cuenta con un indicador que evalúa ese punto de equilibrio en relación a las ventas y que se considera importante dar conocer para percatarse de acercarse lo mayor posible a la realidad. Y hacer posterior la comparación incluyendo el total de las ventas no percibidas de los proyectos nuevos.

La tabla 30 a continuación evidencia como fue disminuyendo el punto de equilibrio en el 2019 conforme pasan los meses, existió una diferencia anual con respecto a las ventas de \$339.701. El promedio del punto de equilibrio para todo el año 2019 fue de \$135.416,67 llevando a una pérdida mensual de \$28.308,42.

TABLA 30. COMPARACIÓN VENTA REAL Y PUNTO DE EQUILIBRIO

Mes	Venta real	Pto de equilibrio	Diferencia
Enero	\$112.216,00	\$140.000,00	-\$27.784,00
Febrero	\$114.046,00	\$140.000,00	-\$25.954,00
Marzo	\$131.281,00	\$140.000,00	-\$8.719,00
Abril	\$66.521,00	\$138.000,00	-\$71.479,00
Mayo	\$124.363,00	\$138.000,00	-\$13.637,00
Junio	\$90.951,00	\$138.000,00	-\$47.049,00
Julio	\$106.777,00	\$138.000,00	-\$31.223,00
Agosto	\$137.000,00	\$135.000,00	\$2.000,00
Septiembre	\$95.519,00	\$135.000,00	-\$39.481,00
Octubre	\$129.158,00	\$129.000,00	\$158,00
Noviembre	\$102.467,00	\$125.000,00	-\$22.533,00
Diciembre	\$75.000,00	\$129.000,00	-\$54.000,00
Total	\$1.285.299,00	\$1.625.000,00	-\$339.701,00
Promedio	\$107.108,25	\$135.416,67	-\$28.308,42

Fuente: Elaboración propia

4.7.1 DIFERENCIA ENTRE VENTA Y PUNTO DE EQUILIBRIO CONSIDERANDO LAS VENTAS NO PERCIBIDAS

Continuando con lo anterior queremos conocer cuál sería el escenario si se hubiera logrado obtener el 100% de las cotizaciones de proyectos nuevos que se realizaron. Para esto, vamos a proceder a sumarle a las ventas reales el costo no percibido que se había obtenido en la tabla 23. Resultado de esto la siguiente tabla 31:

TABLA 31. TOTAL DE VENTA CONSIDERANDO LAS NO PERCIBIDAS

Mes	Venta real	Venta que se dejó de percibir	Total venta
Enero	\$112.216,00	\$0,00	\$112.216,00
Febrero	\$114.046,00	\$186.384,12	\$300.430,12
Marzo	\$131.281,00	\$31.766,50	\$163.047,50
Abril	\$66.521,00	\$67.357,95	\$133.878,95
Mayo	\$124.363,00	\$149.695,23	\$274.058,23
Junio	\$90.951,00	\$207.219,79	\$298.170,79
Julio	\$106.777,00	\$81.925,50	\$188.702,50
Agosto	\$137.000,00	\$198.582,26	\$335.582,26
Septiembre	\$95.519,00	\$97.431,36	\$192.950,36
Octubre	\$129.158,00	\$54.857,06	\$184.015,06
Noviembre	\$102.467,00	\$103.072,10	\$205.539,10
Diciembre	\$75.000,00	\$41.371,50	\$116.371,50
Total	\$1.285.299,00	\$1.219.663,37	\$2.504.962,37
Promedio	\$107.108,25	\$101.638,61	\$208.746,86

Fuente: Elaboración propia

La tabla nos muestra un total de ventas considerando todo lo que se pudo haber vendido de \$2.504.962,37 con un promedio de \$208.746,86 mensual. Que es un dato bastante bueno, dado que si lo comparamos con el total de gastos de operaciones del escenario 4 que era el más alto (\$139.091,68) lograría una utilidad de \$69655.18.

Siguiendo con lo mencionado anteriormente es importante hacer la comparación según el indicador del punto de equilibrio real del 2019. Entonces, se procede a tomar el total de venta de esta última tabla 31 para compararlo con el punto de equilibrio real del 2019. Teniendo como resultado la siguiente tabla 32:

TABLA 32. COMPARACIÓN TOTAL DE VENTA Y PUNTO DE EQUILIBRIO

Mes	Total venta	Pto de equilibrio	Diferencia
Enero	\$112.216,00	\$140.000,00	-\$27.784,00
Febrero	\$300.430,12	\$140.000,00	\$160.430,12
Marzo	\$163.047,50	\$140.000,00	\$23.047,50
Abril	\$133.878,95	\$138.000,00	-\$4.121,05
Mayo	\$274.058,23	\$138.000,00	\$136.058,23
Junio	\$298.170,79	\$138.000,00	\$160.170,79
Julio	\$188.702,50	\$138.000,00	\$50.702,50
Agosto	\$335.582,26	\$135.000,00	\$200.582,26
Septiembre	\$192.950,36	\$135.000,00	\$57.950,36
Octubre	\$184.015,06	\$129.000,00	\$55.015,06
Noviembre	\$205.539,10	\$125.000,00	\$80.539,10
Diciembre	\$116.371,50	\$129.000,00	-\$12.628,50
Total	\$2.504.962,37	\$1.625.000,00	\$879.962,37
Promedio	\$208.746,86	\$135.416,67	\$73.330,20

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos se logra una diferencia positiva de \$879.962,37, dicho en otras palabras, la empresa pudo haber obtenido ese monto de utilidad anual.

Si lo hacemos promediado, se hubiera logrado una utilidad mensual de \$73.330,20.

Dicho por Antonio Amazzone, directivo de la compañía: “Ganar \$73mil es un mega negocio (neto), es bastante buena en verdad la ganancia si consideras que también se compraron máquinas nuevas en el año. Porque estás haciendo inversiones no todo es ganancia sino parte la estás invirtiendo. Puedes tener 0 de ganancia y aún así el negocio es rentable, tenés que ver los activos de la empresa que no lo estás revisando en este momento y eso no entra dentro del estudio”.

4.8 REPORTE CAPACIDAD HORAS MÁQUINA

Se consultó a la persona encargada de planeación de la capacidad de producción si se contaba con algún reporte en el que se pudiera conocer la capacidad disponible de las máquinas, a lo que contestó que se ha llegado a generar el siguiente reporte que se muestra en la figura 14 correspondiente a los meses de marzo y abril 2019. Pero, sin embargo, el mismo no se genera desde febrero del 2019. Para crear este reporte fue necesario conocer la cantidad de horas con las que se contaba y la cantidad de máquinas para al multiplicarlo obtener el total de horas disponibles.

Además, fue necesario identificar la cantidad de horas vendidas, para esto, la persona encargada debía ir orden por orden de las que han ingresado para definir manualmente el tiempo que representaba en fresa y torno cada una de esas órdenes. Para posterior con esta información obtener la capacidad utilizada (según lo vendido) y disponible (la diferencia).

FIGURA 14. REPORTE CAPACIDAD DE HORAS MÁQUINA

MES MARZO 2019						MES ABRIL 2019					
CAPACIDAD HORAS MÁQUINA						CAPACIDAD HORAS MÁQUINA					
	QTY	HRS X	HRS X	HRS X	TOTAL		HRS X	HRS X	HRS X	TOTAL	
	MAQ	DIA	WK	MES	HORAS		MAQ	DIA	WK	MES	HORAS
TORNOS	7	21,00	105,00	454,65	3182,55	TORNOS	7	21,00	105,00	454,65	3182,55
FRESAS	6	21,00	105,00	454,65	2727,90	FRESAS	6	21,00	105,00	454,65	2727,90
					5910,45						5910,45

CAPACIDAD MAQUINA VRS HORAS VENDIDAS				CAPACIDAD MAQUINA VRS HORAS VENDIDAS			
TORNOS		FRESAS		TORNOS		FRESAS	
PORCENTAJE DE CAPACIDAD		PORCENTAJE DE CAPACIDAD		PORCENTAJE DE CAPACIDAD		PORCENTAJE DE CAPACIDAD	
UTILIZADA	15%	UTILIZADA	19%	UTILIZADA	24%	UTILIZADA	22%
DISPONIBLE	85%	DISPONIBLE	81%	DISPONIBLE	76%	DISPONIBLE	78%

Fuente: Suministrado por la empresa

Para generar este reporte la persona puede tardar hasta un día completo, por lo que no es factible para ésta elaborarlo semanalmente o incluso diariamente, debido a la carga laboral que representa y las demás funciones de las que es responsable.

Se hace la aclaración de que el reporte debería crearse si es posible diariamente dado que la información puede llegar a cambiar a diario debido al ingreso de una nueva orden o en caso de que alguna de las máquinas sufriera un daño y provoque que quede inactiva.

Adicional a esto, a pesar de que el reporte da información de vital importancia solamente es generado si es solicitado. Lo que no debería ser así, dado que es información relevante no sólo para el área de ventas, sino para toda la organización.

4.9 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Como resultado de los análisis realizados se puede evidenciar como la empresa dejó de percibir dinero a pesar de que contaba con opciones para vender más. Y cómo carece de la información de forma inmediata referente a su capacidad disponible.

Para conocer esa capacidad disponible actualmente el sistema SAP cuenta con el detalle de las ordenes de fabricación que indica lo que se debe producir y para cuando según lo observamos anteriormente en el punto 4.1.5. Además, la empresa conoce cuántas máquinas tiene, sin embargo, esta información no está explícita en ningún reporte. Y, por último, cuentan con el historial de los tiempos de set up y tiempo ciclo reales de cada una de las piezas que han desarrollado como se mostró en el punto 4.1.3 pero dicho documento no cuenta con los datos más actualizados, es por esto que el director de la compañía empezó a generar un nuevo reporte por cliente con los tiempos más actualizados. Sin embargo, no está completo.

Al punto que queremos llegar según el párrafo anterior es que se cuenta de cierto modo con la información, pero no está consolidada para ser utilizada de la mejor manera posible y eso está llevando a la empresa a perder dinero.

CAPÍTULO V:
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

De acuerdo con los resultados del capítulo 4, se procede a desarrollar una propuesta que lo que busca es consolidar la información en un solo reporte a través del sistema SAP que les facilite la obtención de los datos.

La idea es sacar el mayor provecho del sistema con el que ya cuentan, provocando la menor inversión posible y logrando disminuir la cantidad de actividades realizadas manualmente.

En la figura 14 la cual es un Excel generado manualmente por la persona encargada de planeación de la capacidad de producción se observó el porcentaje de la capacidad utilizada y disponible por tipo de máquina, pero se requiere de mucha otra información por detrás para poder generar estos datos y que no los observamos en la figura. Dado lo tedioso de la obtención de estos datos y la carga laboral de dicha persona no se genera este reporte desde febrero 2019. La propuesta lo que busca es automatizar en SAP todos los pasos que conlleven la generación de dicho reporte y que muestre no solo la información por tipo de máquina (torno o fresa), sino por cada una de las máquinas (por ejemplo, torno 1).

Lo primero que se realizó fue un análisis de toda la información que conlleva a generar el reporte manualmente, para identificar que se pudiera realizar por medio del sistema SAP y que el mismo sistema pueda actualizarlo en tiempo real según lo requiera la empresa. Para lograr este reporte es necesario utilizar información que se obtiene de los siguientes tres documentos importantes que se mencionaron anteriormente, y que son: la orden de fabricación (OF), un inventario de máquinas y la base de datos de los tiempos reales. A través de las modificaciones que se realicen a estos documentos se recolecta toda la información para crear el reporte.

A continuación, se detallará que información se va a extraer de cada uno de esos documentos para generar el nuevo reporte que como se indicó lo que busca es consolidar la información y que logre dar un dato final de la capacidad que tiene vendida y disponible la empresa para cada una de las máquinas con las que cuenta.

¿Pero qué necesitamos para conocer la capacidad disponible de la empresa y poder generar este reporte?

Como lo mencionamos en el punto 4.8, primero se debe conocer la cantidad total de las horas vendidas (que se obtendrían de todas las OF creadas y la base de datos de los tiempos reales) así como las máquinas y su tiempo disponible (que se extraería del inventario de máquinas). Por esto es que es tan importante inicialmente incluir las bases de datos al sistema para que luego sólo se formule una ruta en el sistema que genere el dato final.

La OF es el único documento que la empresa ya maneja a través de SAP. La idea es que estas bases de datos (inventario de máquinas y tiempos reales) que actualmente no están en SAP se puedan crear en el sistema, y se haga de acuerdo a los datos más actualizados.

5.1 ORDEN DE FABRICACIÓN

Dando continuidad a lo anterior y empezando con la OF, para que ésta pueda ser creada primeramente se debió haber ingresado en el sistema el pedido del cliente. Dicha actividad fue mencionada en el punto 4.1.1 y es importante destacarlo, aunque no tenga relación directa con el reporte.

En las figuras 15 y 16 (se fraccionó la imagen para lograr observar mejor los datos) se muestra cómo se visualiza en el sistema SAP la OF y adicional a esto se designó la ubicación de los campos que son necesarios extraer para la creación del reporte. Enumerándolos de la siguiente manera:

1. N° producto: corresponde a la SO "Shop Order" que es el nombre interno que la empresa le asigna a los productos el cual corresponde a las tres primeras letras del nombre del cliente y el número consecutivo al que pertenece dicho producto. En este caso como se observa en la figura 15, el producto es SAW001.
2. Cantidad planificada: indica la cantidad de piezas que se deben fabricar, que en el ejemplo es de 110 piezas.
3. Comentarios: en este campo se escribe la fecha en la que se requiere contar con todo listo para el ingreso a producción, como se muestra en la figura 15 la fecha en este ejemplo es 25 de mayo. Pero adicional a esto, dice lo siguiente: Fecha MTL (material) y HTA (herramienta), esto lo que quiere decir es que para máximo el 25 de mayo los departamentos de SPPE y recibo y bodega deben haber comprado y recibido las herramientas y el material necesario para fabricar en este caso 110 piezas de SAW001.
4. N°: Se refiere al número de OF, que según se observa en la figura 16 para este ejemplo es la 3291.

FIGURA 15. ORDEN DE FABRICACIÓN EN SAP (PRIMERA PARTE)

Orden de fabricación

Tipo: Estándar
 Estado: Planif.
 Nº producto: SAW001
 Descripción: 401167
 Cantidad planificada: 110
 Almacén: A03

Componentes Resumen

#	Número de artículo	Descripción del artículo	Cantidad base	Ctd.requerida	Consumido	Disponible	Nombre de unidad de medida
1	MOD	COSTOS MANO DE OBRA DIRE	214.87	23,635.7			
2	MOI	COSTOS MANO DE OBRA INDI	311.74	34,291.4			
3	ELECT	COSTOS DE ELECTRICIDAD	140.63	15,469.3			
4	CINDFAB	COSTOS INDIRECTOS DE FAB	61.84	6,802.4			
5	CU-C17510-CIL0.75-01	COBRE BERILIO UNS C17510,TF	0.5153	56.683		-650.8465	inch
6							

Comentarios: FECHA MATL Y HTA: 25 MAYO

OK Cancelar

24/04/2020 12:21PM

Fuente: Suministrado por la empresa

FIGURA 16. ORDEN DE FABRICACIÓN EN SAP (SEGUNDA PARTE)

The screenshot displays the SAP Manufacturing Order (MO) screen. At the top, there is a header bar with navigation icons. Below it, a data field area contains the following information:

- Nº: 3291 (Primary)
- Fecha orden de fabricaci: 21/04/2020
- Fecha de finalización: 10/07/2020
- Usuario: Gabriela Espinoza
- Origen: Manual
- Pedido de cliente: 2994
- Ciente: C04
- Norma de reparto: (empty)
- Proyecto: (empty)

A circled number '4' with an arrow points to the 'Origen' field.

Below the data fields is a table with the following columns: Almacén, Método emisión, Norma de reparto, Etapa, Comentarios, and Código de unidad de medida.

Almacén	Método emisión	Norma de reparto	Etapa	Comentarios	Código de unidad de medida
⇒ A01	Notificación				Manual
⇒ A01	Notificación				Manual
⇒ A01	Notificación				Manual
⇒ A01	Notificación				Manual
⇒ A01	Manual				Manual

On the right side, there is a sidebar with a 'General' tab. It contains the following information:

- SO: SAW001-RE-01
- PO: 2227179
- Setup: 240.0000
- Ciclo: 3.5000
- Revision: REV. E
- Herramientas: PROCESO
- Materiales: PROCESO
- Instrumentos: PROCESO
- Desarrollo: NO

At the bottom right of the sidebar, there is a 'Comentario Alisto' field and a 'Linea PO' field with the value '1'.

The SAP logo and 'Business One' text are visible at the bottom right of the screen. The system status bar at the very bottom shows the date and time: 12:21 PM, 4/24/2020, and the language 'ESP'.

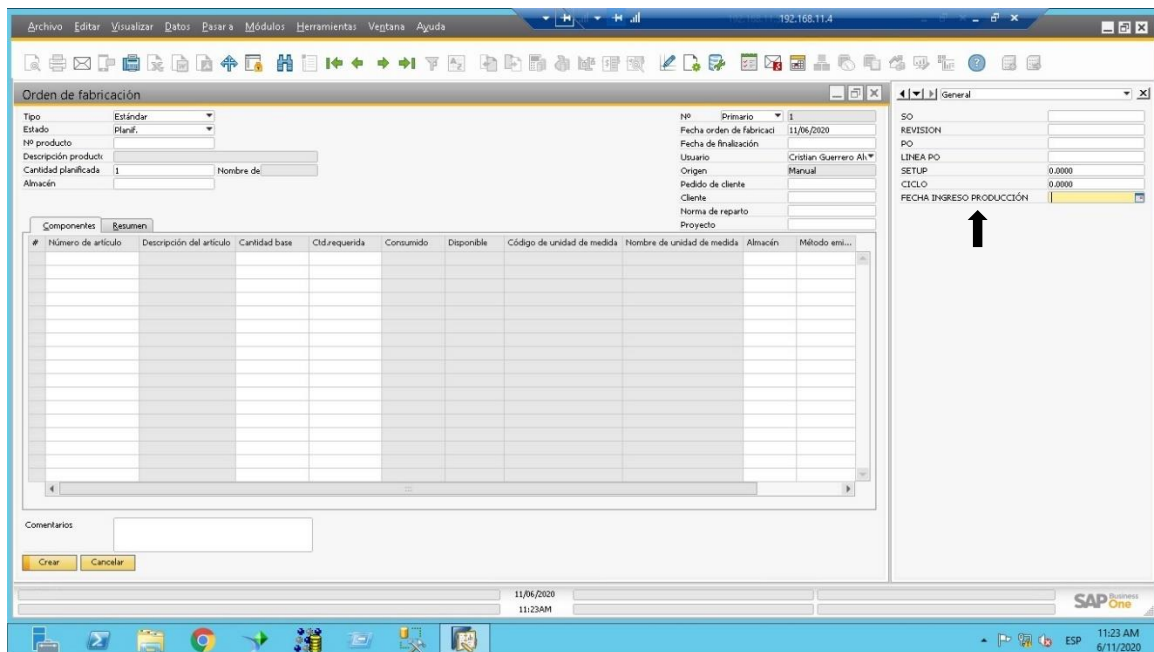
Fuente: Suministrado por la empresa

La orden de fabricación como acabamos de observar en las figuras anteriores, es un documento que ya existe en el sistema SAP y que es creado por la persona encargada de planeación de la capacidad de producción. Es una actividad ya existente, que no generaría ningún trabajo adicional a la persona que las realiza. Por el contrario, se buscó la manera de simplificar dicho documento.

Uno de los datos que se requiere extraer de la OF como lo vimos anteriormente en el punto 3 es la fecha de ingreso a producción, dicha fecha la persona encargada de crear este documento la escribía. Lo cual aparte de que le generaba más tiempo a la persona escribirlo, no era posible que se pudiera extraer para el reporte dado que estaba combinado con letras. Es por esto, que se solicitó al departamento de tecnología de la información agregar un campo adicional específico para esta fecha. Esa actividad le tomó tan sólo una hora a dicho departamento, y la inversión es solamente el tiempo que invirtió TI, el cual tiene un costo de \$8,77.

Es un cambio sencillo y ellos están en la capacidad de generar prácticamente cualquier cambio que se requiera en el sistema, pero tiene que existir una persona que se encargue de solicitar mejoras para que ellos procedan a realizarlas. En este caso, fue la persona que desarrolló este proyecto. La solicitud se implementó de inmediato, y se observa según como se muestra en la siguiente figura 17:

FIGURA 17. ORDEN DE FABRICACIÓN EN SAP CON CAMBIO



Fuente: Suministrado por la empresa

Este cambio eliminaría tener que escribir en los comentarios tal fecha como se observó en la figura 15 y aparte lo convierte en un campo más fácil de manipular a la hora de la creación del reporte debido a qué solo contiene la fecha.

5.2 INVENTARIO DE MÁQUINAS

Para este siguiente paso, como se indicó, el inventario de máquinas no existe en SAP. Se realizaron varias reuniones con el departamento de tecnología de la información para explicar lo que se quería desarrollar. En estas reuniones se mencionó que, para crear bases de datos, era necesario primeramente crearlas en Excel en un orden lógico y en un mismo formato, para que fuera más sencillo la programación en el sistema SAP y se pudiera cargar la información masivamente.

Dicho lo anterior se generó la siguiente tabla 34 en referencia a las máquinas:

TABLA 33. INVENTARIO DE MÁQUINAS

MAQUINA	CAPACIDAD DISPONIBLE MIN	ESTADO
FRESA 1	26316	Activa
FRESA 4	26316	Activa
FRESA 5	26316	Inactiva
FRESA 6	26316	Activa
FRESA 7	26316	Activa
FRESA 8	26316	Activa
FRESA 9	26316	Activa
TORNO 1	26316	Activa
TORNO 3	26316	Activa
TORNO 4	26316	Inactiva
TORNO 5	26316	Inactiva
TORNO 6	26316	Activa
TORNO 7	26316	Activa
TORNO 8	26316	Activa
TORNO 9	26316	Activa
TORNO 10	26316	Activa

Fuente: Elaboración propia

Es una tabla pequeña, pero importante. En ella se muestra el total de las máquinas actuales con las que cuenta la compañía, así como también el estado de dichas máquinas (activo o inactivo). Se tomó la decisión de incluir esta opción debido a que de momento la empresa cuenta con máquinas en mal estado, pero que se pueden reparar como se mencionó en capítulos anteriores. Aparte de que las máquinas pueden sufrir daños con el pasar del tiempo y esta opción les permitirá actualizarlo según sea necesario y de una forma sencilla. Es decir, en caso de que alguna de las máquinas dañadas funcione nuevamente solamente se cambia el estado a activo y de esta manera ya se puede contar con ese tiempo disponible; o por el contrario si una máquina llega a sufrir un daño es posible cambiar su estado a inactiva. Adicional, en esta misma tabla se definió la capacidad disponible en minutos para cada una de estas máquinas por medio de la siguiente fórmula:

FIGURA 18. FÓRMULA DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE PARA LAS MÁQUINAS

$$24\text{horas} * 5\text{días} * 4,3\text{semanas} * 85\%\text{tiempodisponible} * 60\text{minutos}$$

Fuente: Elaboración propia

Recordemos que como se mencionó en el capítulo 4.2 el tiempo efectivo que se definió con la empresa corresponde al 85%, por esto se utiliza en esta fórmula; dado que nos ofrece un dato más real en el tiempo disponible. El resultado de esta fórmula corresponde a 26316 minutos, el cual será el mismo para todas las máquinas. Por otro lado, se decidió en conjunto con el departamento de tecnología de la información y gerencia mantenerlo en minutos, debido a que el set up y los tiempos de ciclo la empresa los maneja en esa unidad. Adicional, se comentó que es más sencillo hacer la conversión al final del reporte que programar la conversión por cada línea.

Siguiendo con esto, al contar el departamento de tecnología de la información con la tabla 34, fue posible para ellos subir los datos al sistema SAP y crear la nueva tabla que contiene las máquinas, su tiempo disponible y estado. Para ello se invirtieron tres horas que representan un costo de \$26.32. Fue implementado y se muestra en la figura 19 a continuación:

FIGURA 19. INVENTARIO DE MÁQUINAS EN SAP

#	Code	Name	TIEMPO DISPONIBLE	ESTADO MAQUINA
1	F1	FRESA 1	26,316	ACTIVO
2	F2	FRESA 2		INACTIVO
3	F3	FRESA 3		INACTIVO
4	F4	FRESA 4	26,316	ACTIVO
5	F5	FRESA 5		INACTIVO
6	F6	FRESA 6	26,316	ACTIVO
7	F7	FRESA 7	26,316	ACTIVO
8	F8	FRESA 8	26,316	ACTIVO
9	F9	FRESA 9	26,316	ACTIVO
10	T1	TORNO 1	26,316	ACTIVO
11	T10	TORNO 10	26,316	ACTIVO
12	T2	TORNO 2		INACTIVO
13	T3	TORNO 3	26,316	ACTIVO
14	T4	TORNO 4		INACTIVO
15	T5	TORNO 5		INACTIVO
16	T6	TORNO 6	26,316	ACTIVO
17	T7	TORNO 7	26,316	ACTIVO
18	T8	TORNO 8	26,316	ACTIVO
19	T9	TORNO 9	26,316	ACTIVO
20				

Fuente: Suministrado por la empresa

Los datos de esta tabla son completamente modificables y son relativamente estables, en el caso de la columna de las máquinas solamente será necesario modificarla en caso de que ingrese una máquina nueva, o por el contrario una se dañe por completo y la quieran eliminar de dicha lista. La siguiente columna de tiempo disponible es un tiempo estándar, será necesario modificarlo solamente si la empresa decide cambiar su porcentaje de tiempo efectivo o si extiende su jornada de trabajo a más días por semana, de lo contrario siempre seguirá siendo el mismo. Y por último la columna referente al estado de la máquina se va a requerir actualizar según el comportamiento de las máquinas. Por ejemplo, si la fresa 2 que hoy está inactiva mañana la logran poner a funcionar debe actualizarse el estado a activa. En el instructivo según apéndice 3 encontrará la ruta que debe seguirse para el acceso a esta nueva tabla en el sistema SAP.

Es importante aclarar que no cualquiera tendrá acceso a modificar esta información, se va a encargar inicialmente de las actualizaciones la persona encargada del departamento de planeación de producción que tiene conocimiento total de esta información. Cómo debe realizar las planeaciones diarias sabe que máquinas están funcionando y cuáles no, aparte de que conoce las jornadas de trabajo de los operarios. Ventas y gerencia tendrán acceso a ver la información, pero no a modificarla.

5.3 BASE DE DATOS DE LOS TIEMPOS REALES

La empresa actualmente cuenta con un historial de los tiempos de set up y tiempo de ciclo reales de cada una de las piezas que han desarrollado, dicho documento tiene por nombre “OPM PRG” según se mostró en el punto 4.1.3 y el cual no está actualizado.

Adicional a esto también se indicó que el director de la compañía estaba generando un nuevo reporte con los datos más actualizados, pero el mismo tampoco estaba completo.

Debemos tener en cuenta que para fabricar un producto en muchas ocasiones se requiere de múltiples etapas, las cuales no necesariamente se realizan en un mismo tipo de máquina con esto nos referimos a que puede requerir un proceso tanto en fresa como en torno.

Para efectos de nuestro proyecto los tiempos de set up y ciclo que debemos considerar son los reales. Como se observa en la tabla 35 también existen tiempos de set up y ciclo “Meta” que se refiere a los tiempos cotizados. Sin embargo, en algunos casos estos tiempos meta pueden ser menores lo cual representa ganancia para la empresa o caso contrario pueden ser mayores que indica una pérdida.

Nosotros lo que requerimos es conocer cuánto tiempo tenemos disponible en las máquinas y que se acerque en la medida de lo posible a la realidad, es por ello que es indispensable considerar los tiempos reales que tarda cada producto en producirse aun así representen pérdida o ganancia.

La empresa cuenta con un indicador el cual para poder generarlo los mecánicos tienen como parte de sus funciones que completar una bitácora de trabajo diaria en donde indican los tiempos del producto que desarrollaron en su turno de trabajo. Es importante indicar que cada producto que se fabrique cuenta con un “estándar de producción” (anexo 3) que se le entrega al mecánico que esté trabajando la pieza y este documento detalla las etapas con las que cuenta el producto y los tiempos teóricos. Aquí es donde la empresa puede realizar la comparación. El mecánico debe en la medida de lo posible cumplir con los tiempos que están establecidos en ese documento. Pero también es posible que se mejoren o por el contrario que no sea posible cumplirlos.

Aquí es donde entra el tema de la utilización de los tiempos reales, dado que lo que los determina es el historial del tiempo real de la última corrida de producción del producto que corresponda. Por ejemplo, si yo tengo un producto que cuando lo coticé confirmé que tardaba 5 minutos, pero a la hora de producirlo realmente tarda 10 minutos mi producción total tardará el doble. Y si se planea la producción en base al tiempo teórico se van atrasar todos los productos que estén posterior a este. Por eso la importancia de considerar el tiempo real así sea bueno o malo.

La idea es realizar la planeación que calce lo mayor posible. Si es un producto nuevo, se utilizan los tiempos teóricos.

A continuación, en la tabla 34 se muestra una parte de la base de datos la cual es un Excel que generó el directivo. Se señalo en la parte inferior la existencia de una pestaña por cliente y de datos incompletos.

TABLA 34. BASE DE DATOS DE LOS TIEMPOS REALES INCOMPLETA POR CLIENTE

S.O	PART NUMBER	Cotizacion	REVISION	Etapas	MÁQUINA	SET UP META (MIN)	SET UP REAL (MIN)	SET UP (%)	T.CICLO META (MIN)	T. CICLO REAL (MIN)	T.CICLO %
CPP001	3441-256		CPP001-R3	I	TORNO#1	300	300	100%	6	7	116,7%
CPP004	3449-222		CPP004-R2	I	TORNO#1	240	615	256%	5	5	100,0%
CPP010	SKO18E0162			I		660		0%	12,5		0%
CPP011	3314-202		CPP011-R4	I	TORNO#7		180	100%	4,5	1,5	33,3%
CPP012	SKO16E2018		CPP012-R0	I	FRESA#8	300	200	67%	9,5	8,3	87,4%
CPP012	SKO16E2018		CPP012-R0	III	FRESA#6	240	200	83%	3	3	100,0%
CPP012	SKO16E2018		CPP012-R0	IV	FRESA#7	300	110	37%	4	3,5	87,5%
CPP013	SKO16E2019		CPP013-R0	I	FRESA#8	360	280	78%	7,5	9	120,0%
CPP013	SKO16E2019		CPP013-R0	III	FRESA#7	210	120	57%	2,5	3	120,0%
CPP013	SKO16E2019		CPP013-R0	IV	FRESA#1	300	164	55%	4	4	100,0%
CPP014	SKO16E2034		CPP014-R0	I	FRESA#6	240	240	100%	3	3	100,0%
CPP014	SKO16E2034		CPP014-R0	II	FRESA#6	360	630	175%	14,5	14,5	100,0%
CPP016	SKO18E0163			I		660		0%	12,5		0%
CPP020	C1222-2050		CPP020-R0	I	TORNO#4	120	180	150%	6	3,5	58,3%
CPP022	C1222-2043		CPP022-R2	I	TORNO#8	240	340	142%	6,5	5	76,9%
CPP022	C1222-2043		CPP022-R2	II	FRESA#6	150	150	100%	4,5	2	44,4%
CPP023	C1221-2006		CPP023-R0	I	FRESA#1	240	240	100%	4,5	4,5	100,0%
CPP024	C1221-2027		CPP024-R0	I	TORNO#3	200	120	60%	1	1	100,0%
CPP025	3431-355		CPP025-R3	I	TORNO#7	240	180	75%	4	2,5	62,5%
CPP025	3431-355		CPP025-R3	II	FRESA#4	180	180	100%	0,5	0,5	100,0%
CPP026	SKO16B0518		CPP026-R0	I	TORNO#4	150	120	80%	1,5	1,5	100,0%
CPP026	SKO16B0518		CPP026-R0	III	FRESA#6	150	120	80%	2	2	100,0%
CPP027	S2014-2020		CPP027-R2	I	TORNO#1	240	240	100%	7,5	7	93,3%
CPP027	S2014-2020		CPP027-R2	II	TORNO#4	180	240	133%	3	3	100,0%
CPP027	S2014-2020		CPP027-R2	III	FRESA#1	180	180	100%	0	0	100,0%

Fuente: Suministrado por la empresa

Tomando como referencia esta base de datos anterior se generó una nueva considerando solamente los datos que son relevantes para la generación de nuestro reporte. Se terminó de completar con ayuda del OPM PRG y de la mano con las bitácoras de la empresa, validando los últimos datos de las corridas de producción y se unificó en una sola hoja todos los clientes. Así como también se estandarizó el nombre de las máquinas, con esto nos referimos a que por ejemplo había máquinas que se llamaban torno#1 otras solamente torno 1 o no tenía espacio torno1 dado esto por solicitud del departamento de tecnología de la información se debía definir solamente un formato para no que no generara confusiones más adelante.

A continuación, se muestra el resultado final del documento en Excel creado por la persona encargada de este proyecto. Se revisó y aprobó con el directivo de la empresa y la jefe de operaciones. Está compuesta de 412 líneas que corresponde a cada una de las etapas que representa fabricar cada uno de los productos que ha vendido OPM.

En la siguiente tabla 35 se muestra el encabezado y una parte de dicha base de datos. Puede consultar el detalle completo en el apéndice 2.

TABLA 35. ENCABEZADO Y PARTE DE LA BASE DE DATOS DE TIEMPOS REALES

S.O	PART NUMBER	ETAPA	MÁQUINA	SET UP REAL (MIN)	T. C1CLO REAL (MIN)
CPP001	3441-256	1	TORNO 1	300	7
CPP004	3449-222	1	TORNO 1	615	5
CPP010	SKO18E0162	1	FRESA 7	200	4,5
CPP010	SKO18E0162	2	FRESA 7	120	2
CPP010	SKO18E0162	3	FRESA 7	90	1,5
CPP011	3314-202	1	TORNO 7	180	1,5
CPP012	SKO16E2018	1	FRESA 8	200	8,3
CPP012	SKO16E2018	3	FRESA 6	200	3
CPP012	SKO16E2018	4	FRESA 7	110	3,5
CPP013	SKO16E2019	1	FRESA 8	280	9
CPP013	SKO16E2019	3	FRESA 7	120	3
CPP013	SKO16E2019	4	FRESA 1	164	4
CPP014	SKO16E2034	1	FRESA 6	240	3
CPP014	SKO16E2034	2	FRESA 6	630	14,5
CPP016	SKO18E0163	1	FRESA 4	240	5
CPP016	SKO18E0163	2	FRESA 4	120	2,5
CPP016	SKO18E0163	3	FRESA 4	120	2,5
CPP020	C1222-2050	1	TORNO 4	180	3,5
CPP022	C1222-2043	1	TORNO 8	340	5
CPP022	C1222-2043	2	FRESA 6	150	2
CPP023	C1221-2006	1	FRESA 1	240	4,5
CPP024	C1221-2027	1	TORNO 3	120	1
CPP025	3431-355	1	TORNO 7	180	2,5
CPP025	3431-355	2	FRESA 4	180	0,5
CPP026	SKO16B0518	1	TORNO 4	120	1,5
CPP026	SKO16B0518	3	FRESA 6	120	2
CPP027	S2014-2020	1	TORNO 1	240	7
CPP027	S2014-2020	2	TORNO 4	240	3
CPP027	S2014-2020	3	FRESA 1	180	9
CPP028	S2014-2021	1	TORNO 7	680	2
CPP028	S2014-2021	2	FRESA 6	120	3
CPP028	S2014-2021	3	FRESA 6	40	2,5

Fuente: Elaboración propia

Explicaremos a detalle esta tabla tomando uno de los productos como ejemplo.

Se seleccionó un producto que contara con más de una etapa de producción para poder comprender de una mejor manera el proceso. El producto que se seleccionó corresponde a la SO “CPP027”, el cual para ser fabricado requiere de tres etapas.

Los tiempos de set up y ciclo que encontramos en esta tabla 36 como se indicó anteriormente se adquirieron de las bitácoras de producción de la empresa y según la última corrida de producción. Incluye los datos más actualizados.

A continuación, en la tabla 37 se extrajo la información solamente de dicho producto para efectos del ejemplo. El número de parte asociado a esta SO “CPP027” es el S2014-2020. Primero tiene realizarse una etapa en el torno 1 que tiene una duración de 240 minutos de set up y un tiempo de ciclo por pieza de 7 minutos. Al finalizar este proceso debe pasar por una segunda etapa que está predeterminada para realizarse en el torno 4 con 240 minutos de set up y 3 minutos TC. Por último, para realizar las actividades que conlleva la etapa 3 se requieren 180 minutos de set up y 9 minutos de TC y debe realizarse preferiblemente en la fresa 1. Es importante indicar que el tiempo de ciclo total va a variar dependiendo de la cantidad de piezas a fabricar.

TABLA 36. DETALLE DE ETAPAS PARA FABRICAR EL PRODUCTO CPP027

S.O	PART NUMBER	ETAPA	MÁQUINA	SET UP REAL (MIN)	T. C1CLO REAL (MIN)
CPP027	S2014-2020	1	TORNO 1	240	7
CPP027	S2014-2020	2	TORNO 4	240	3
CPP027	S2014-2020	3	FRESA 1	180	9
			Total	660	19

Fuente: Elaboración propia

Es decir, que para fabricar este producto completo en realidad se requiere un total de 660 minutos de tiempo de set up, y 19 minutos de tiempo de ciclo que es la suma de las tres etapas. O también podemos interpretar que se requiere de 480 minutos y 10 minutos en torno, que es la suma de las dos primeras etapas. Y que en fresa son necesarios 180 minutos set up y 9 minutos de ciclo.

Ahora, retomando un poco temas pasados. Si nos ingresara una orden de fabricación por 30 piezas de este producto, ¿Cuánto tiempo representaría?

Para poder contestar a esta pregunta se debe en primer lugar multiplicar el tiempo de ciclo de cada etapa por la cantidad de piezas a fabricar, en este caso (30). Esto nos da como resultado un total de tiempo de ciclo para la etapa 1 de 210 minutos, posterior el de la etapa 2 es de 90 minutos y por último para la etapa 3 270 minutos. Adicional, el siguiente paso es sumarle a cada uno de esos tiempos el set up. Observar detalle en la tabla 37. Es importante recalcar que el tiempo de set up siempre será el mismo, se fabrique 1 pieza o 1000.

Contestando a la pregunta el tiempo total de producción para fabricar 30 piezas de “CPP027” es 1230 minutos, que se refiere a la suma de las tres etapas de producción.

TABLA 37. DETALLE DEL TOTAL DEL TIEMPO PRODUCTIVO PARA LA CPP027

S.O	PART NUMBER	CANTIDAD/PCS	ETAPA	MÁQUINA	SET UP REAL (MIN)	T. C1CLO PC(MIN)	T. C1CLO TOTAL (MIN)	TIEMPO TOTAL (MIN)
CPP027	S2014-2020	30	1	TORNO 1	240	7	210	450
CPP027	S2014-2020		2	TORNO 4	240	3	90	330
CPP027	S2014-2020		3	FRESA 1	180	9	270	450
Total					660		570	1230

Fuente: Elaboración propia

Volviendo al tema de la base de datos, al enviarle al departamento de tecnología de la información los datos en el Excel actualizados y completos según el apéndice 2 fue posible que ellos recrearan dicha tabla en el sistema SAP. Y que se visualiza de la siguiente manera, según figura 20:

FIGURA 20. BASE DE DATOS DE LOS TIEMPOS REALES EN SAP

#	Code	Name	SO	PART NUMBER	ETAPA	MAQUINA	SETUP	CICLO
1	1000	1000	SO-CP001	PH-3441-256	1	TORNO 1	300	7
2	1001	1001	SO-CP004	PH-3449-222	1	TORNO 1	635	5
3	1002	1002	SO-CP010	PH-SKO18E0162	1	FRESA 7	200	4.5
4	1003	1003	SO-CP010	PH-SKO18E0162	2	FRESA 7	120	2
5	1004	1004	SO-CP010	PH-SKO18E0162	3	FRESA 7	90	1.5
6	1005	1005	SO-CP011	PH-3314-202	1	TORNO 7	180	1.5
7	1006	1006	SO-CP012	PH-SKO18E2018	1	FRESA 8	200	8.3
8	1007	1007	SO-CP012	PH-SKO18E2018	3	FRESA 6	200	3
9	1008	1008	SO-CP012	PH-SKO18E2018	4	FRESA 7	130	3.5
10	1009	1009	SO-CP013	PH-SKO18E2019	1	FRESA 8	200	9
11	1010	1010	SO-CP013	PH-SKO18E2019	3	FRESA 7	120	3
12	1011	1011	SO-CP013	PH-SKO18E2019	4	FRESA 1	164	4
13	1012	1012	SO-CP014	PH-SKO18E2034	1	FRESA 6	240	3
14	1013	1013	SO-CP014	PH-SKO18E2034	2	FRESA 6	630	14.5
15	1014	1014	SO-CP016	PH-SKO18E0163	1	FRESA 4	240	5
16	1015	1015	SO-CP016	PH-SKO18E0163	2	FRESA 4	120	2.5
17	1016	1016	SO-CP016	PH-SKO18E0163	3	FRESA 4	120	2.5
18	1017	1017	SO-CP020	PH-C1222-2050	1	TORNO 4	180	3.5
19	1018	1018	SO-CP022	PH-C1222-2040	1	TORNO 8	340	5
20	1019	1019	SO-CP022	PH-C1222-2040	2	FRESA 6	150	2
21	1020	1020	SO-CP023	PH-C1221-2066	1	FRESA 1	240	4.5
22	1021	1021	SO-CP024	PH-C1221-2027	1	TORNO 3	120	1
23	1022	1022	SO-CP025	PH-3431-355	1	TORNO 7	180	2.5
24	1023	1023	SO-CP025	PH-3431-355	2	FRESA 4	160	0.6
25	1024	1024	SO-CP026	PH-SKO18B0518	1	TORNO 4	120	1.5
26	1025	1025	SO-CP026	PH-SKO18B0518	3	FRESA 6	120	2
27	1026	1026	SO-CP027	PH-S2014-2020	1	TORNO 1	240	7
28	1027	1027	SO-CP027	PH-S2014-2020	2	TORNO 4	240	3
29	1028	1028	SO-CP027	PH-S2014-2020	3	FRESA 1	180	9
30	1029	1029	SO-CP028	PH-S2014-2021	1	TORNO 7	680	2
31	1030	1030	SO-CP028	PH-S2014-2021	2	FRESA 6	120	3


Fuente: Suministrado por la empresa

Estos tiempos serán actualizados siempre y cuando sea necesario por la persona encargada de planeación de la capacidad de producción quién a su vez es la jefa de operaciones. Normalmente cuando se realiza una mejora al proceso o por el contrario si la pieza presenta algún problema y está tardando más de lo que debería el mecánico está en la obligación de informarlo a su supervisor, y éste posterior debe informarlo a la jefatura. Lo que quiere decir que esta persona contaría con la información para poder realizar los cambios. Además de que actualmente se encarga de completar el “PRG OPM” el cuál al contar con esta base de datos en SAP ya no sería necesario completar.

El objetivo de que esta base de datos esté en SAP es que el reporte la pueda consultar para extraer los tiempos según el producto que se vaya a fabricar para poder obtener el tiempo productivo total de cada orden de fabricación y poder restarlo a el tiempo disponible. Dicho cálculo se va a programar para que sea elaborado por el mismo sistema y se verá más adelante.

En el instructivo según apéndice 3 encontrará la ruta que debe seguirse para el acceso a esta base de datos en el sistema SAP. A continuación, se muestra parte de dicho instructivo, correspondiente a la página 6.

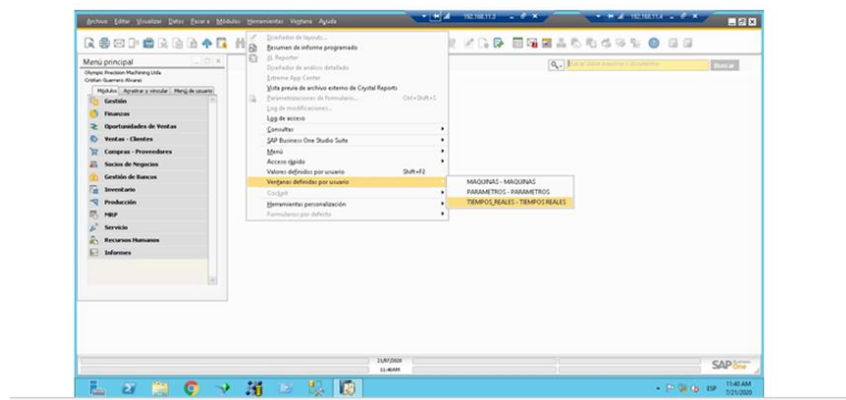
FIGURA 21. PÁGINA 6 DEL INSTRUCTIVO PARA CONSULTAR EN SAP EL REPORTE DE CAPACIDAD

	Código: IT-OP-01	Página: 6 de 12
	Revisión:	Fecha de Aprobación:
	A	22 de Julio de 2020
Nombre: Instructivo para consultar en SAP el reporte de capacidad		

4.3 Base de datos de tiempos reales

Para observar la base de datos en el sistema se realiza la siguiente ruta:

1. Se ingresa al SAP.
2. En el menú principal se ingresa a la sección de herramientas.
3. Posterior se selecciona ventanas definidas por usuario.
4. Tiempos_reales-tiempos reales.



Fuente: Elaboración propia

5.4 CONSOLIDACIÓN DE LOS DATOS PARA LA GENERACIÓN DEL REPORTE

Ahora bien, contando con los tres documentos ya en el sistema SAP fue posible tomar otras decisiones en conjunto con TI para proceder a consolidar los datos que nos van a contribuir con la generación del reporte propuesto.

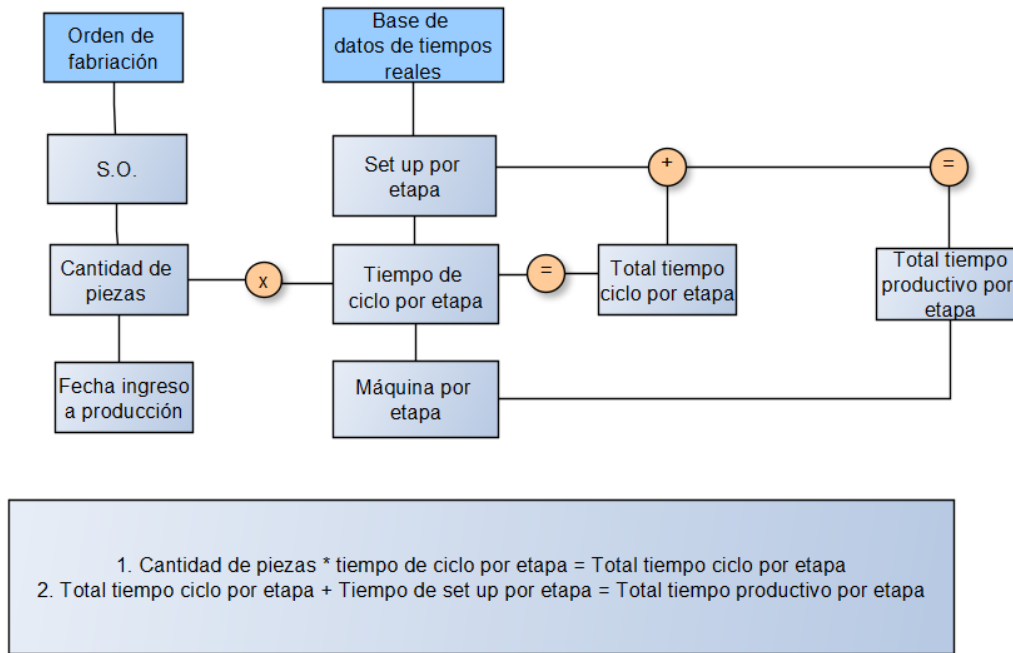
Para este siguiente paso se va a requerir de la orden de fabricación y de la base de datos de tiempos reales nueva en el SAP.

Se le indicó al departamento de tecnología de la información que era exactamente lo que se requería que el sistema hiciera para que ellos lo pudieran programar y que se creara automáticamente.

El sistema lo que hará es buscar la SO de cada orden de fabricación que se genere en la base de datos de los tiempos reales para identificar y asignarle los tiempos correspondientes a cada etapa de esa SO, luego va a realizar los cálculos específicos por etapa según la cantidad de piezas que indique la OF para obtener el total del tiempo productivo de cada una de esas etapas. Más adelante se detallará las fórmulas que se utilizaron en esta programación.

Para un mayor entendimiento de lo que hará el sistema automáticamente se generó el siguiente esquema que representa la interrelación de los datos mencionados anteriormente, y las operaciones que aplica para llegar a obtener el total del tiempo productivo para cada etapa que es lo que estamos buscando conseguir:

FIGURA 22. ESQUEMA PARA LA CONSOLIDACIÓN DE LOS DATOS



Fuente: Elaboración propia

Aquí observamos que de la orden de fabricación necesitaremos extraer tres datos, que son: SO, fecha de ingreso a producción y cantidad de piezas. En este punto, al contar con una SO necesitamos confirmar cuál es su tiempo de set up y tiempo ciclo. Por lo que el sistema automáticamente va a la base de datos y extrae de ahí dichos tiempos de cada etapa y la máquina que tiene asignada. Ahora bien, como hicimos en uno de los ejemplos anteriores es necesario calcular el tiempo total del ciclo; para ello el sistema toma la cantidad de piezas a fabricar de la OF y la multiplica por el tiempo que ya extrajo de la base de datos para obtener el total del tiempo de ciclo. Y por último lo que hace es sumarle el set up para brindarnos el dato final del total del tiempo productivo por etapa de esa SO para esa OF específica.

Teniendo en cuenta el esquema y la explicación vista anteriormente, TI procedió a formular todo lo mencionado en SAP. Para lo cual tardó 7 horas, dividido en dos sesiones una de 4 horas y otra de 3 horas. Dicho tiempo tiene un costo de \$61.40.

Este reporte va a extraer solamente las ordenes abiertas. Omite las que estén cerradas o canceladas. Fue parte de la programación de dicha tabla.

Quedó implementado logrando como resultado la siguiente figura 23 en donde se muestra un listado de órdenes de fabricación con su respectiva información y las operaciones de la figura 22 ya aplicadas:

FIGURA 23. CONSOLIDACIÓN DE LOS DATOS EN SAP

Vista previa de consulta

```

FROM OWOR TO
INNER JOIN (dbo.[@TIEMPOS_REALES]) T1 ON TO.[ItemCode] = T1.[U_SO]
) X1
ORDER BY X1.[DocNum]

```

#	Número de documento	Número de producto	PART NUMBER	ETAPA	MAQUINA	SETUP	CICLO	Cantidad Planif	TIEMPO TOTAL	FECHA INGRESO PRODUCCIÓN
1	1	SO-CPP027	PN-S2014-2020	1	TORNO 1	240.0000	7.0000	100.000	940.00	11/09/2020
2	1	SO-CPP027	PN-S2014-2020	2	TORNO 4	240.0000	3.0000	100.000	540.00	11/09/2020
3	1	SO-CPP027	PN-S2014-2020	3	FRESA 1	180.0000	9.0000	100.000	1.080.00	11/09/2020
4	2	SO-CPP028	PN-S2014-2021	1	TORNO 7	680.0000	2.0000	200.000	1.080.00	11/09/2020
5	2	SO-CPP028	PN-S2014-2021	2	FRESA 6	120.0000	3.0000	200.000	720.00	11/09/2020
6	2	SO-CPP028	PN-S2014-2021	3	FRESA 6	40.0000	2.5000	200.000	540.00	11/09/2020
7	3	SO-CPP027	PN-S2014-2020	1	TORNO 1	240.0000	7.0000	50.000	590.00	11/09/2020
8	3	SO-CPP027	PN-S2014-2020	2	TORNO 4	240.0000	3.0000	50.000	390.00	11/09/2020
9	3	SO-CPP027	PN-S2014-2020	3	FRESA 1	180.0000	9.0000	50.000	630.00	11/09/2020

Operación finalizada con éxito. [Mensaje 200-00]

SAP Business One

3:28 PM
6/11/2020

Fuente: Suministrado por la empresa

A continuación, una breve explicación de todas las columnas que observan en dicha figura para su mejor interpretación:

- Número de documento: es el número de la orden de fabricación.
- Número de producto: corresponde a la SO que se va a producir.
- Part number: número de parte del cliente.
- Etapa: corresponde a la cantidad de procesos que requiere un producto para ser fabricado.
- Máquina: corresponde a la máquina designada para cada una de las etapas, según la base de datos de los tiempos reales.
- Set up: tiempo de set up de cada etapa, que se obtuvo de la base de datos de tiempos reales.
- Ciclo: tiempo de ciclo de cada etapa, el cual también se obtuvo de la base de datos de tiempos reales.
- Cantidad planificada: corresponde a la cantidad que se debe producir la cual se obtuvo de la orden de fabricación.
- Tiempo total: es el total de la fórmula aplicada que se mencionó anteriormente:

$$\begin{aligned} 1. & \text{ Cantidad de piezas} * \text{ tiempo de ciclo por etapa} = \text{ Total tiempo ciclo por etapa} \\ 2. & \text{ Total tiempo ciclo por etapa} + \text{ Tiempo de set up por etapa} = \text{ Total tiempo productivo por etapa} \end{aligned}$$

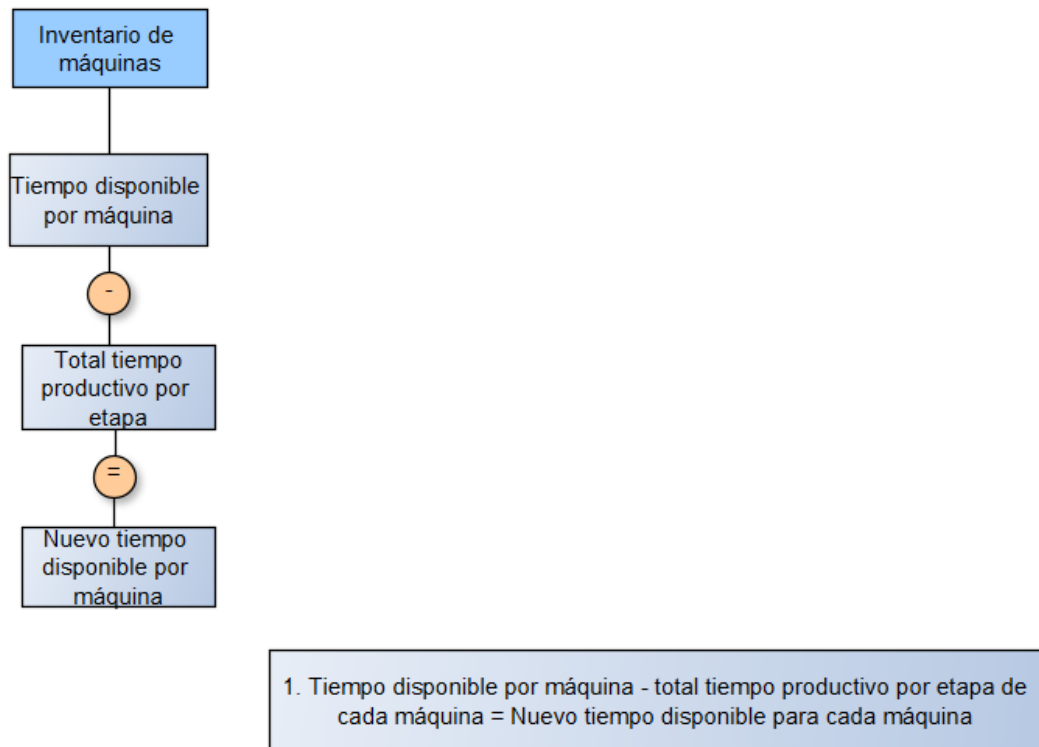
- Fecha ingreso producción: es la fecha que se designó en la OF

En la figura se puede observar cómo existe tres órdenes de fabricación diferentes, se crearon ficticiamente para realizar pruebas y comprobar que las fórmulas estuvieran funcionando correctamente.

5.5 REPORTE DEL TIEMPO DISPONIBLE POR MÁQUINA

En este punto es donde entra a trabajar la segunda base de datos creada, la del listado de las máquinas con su respectivo tiempo disponible. El último paso después de contar con el total del tiempo productivo obtenido en la consolidación de los datos es restarle al tiempo disponible de cada una de las máquinas el tiempo productivo que corresponda. El siguiente esquema muestra la interrelación entre los datos y la fórmula que debe aplicarse para crear el reporte con el tiempo disponible.

FIGURA 24. ESQUEMA PARA LA CREACIÓN DEL REPORTE



Fuente: Elaboración propia

Cada vez que se genere una nueva orden de fabricación se actualizará automáticamente este tiempo disponible por máquina. Es decir, nueva orden de fabricación es igual a menos horas disponible. La idea de este reporte es que se pueda observar cuanto tiempo disponible tengo para cada una de las máquinas con las que cuenta la empresa y que están activas.

Siguiendo con esto, después de haber logrado alcanzar consolidar los datos en el sistema TI procede a generar el reporte según lo conversado en varias reuniones y tomando como referencia la explicación y esquema de la figura 24. Para lograr esto se invirtió un total de 5 horas que representan un costo de \$43.86.

Por último, todo el desarrollo del proyecto lo que buscaba era conocer la capacidad disponible y vendida que tiene la empresa en tiempo real con el fin de apoyar la toma de decisiones y lograr una mejora en el departamento de planeación de la capacidad de producción. Y dicho esto, en la figura 25 a continuación se logra observar el resultado del reporte propuesto generado automáticamente por el sistema SAP, con un mayor detalle que el que se generaba manualmente donde ya no sólo se logra obtener el tiempo de disponible para cada tipo de máquina (torno y fresa); sino el de cada una de las máquinas con las que cuentan.

FIGURA 25. REPORTE DEL TIEMPO DISPONIBLE POR CADA MÁQUINA

Vista previa de consulta

```

INNER JOIN [dbo].[@MAQUINAS] T2 ON T1.[U_MAQUINA] = T2.[Name]
GROUP BY X.[U_MAQUINA],X.[U_TIEMPO_DISPONIBLE]
ORDER BY X.[U_MAQUINA]
    
```

#	MAQUINA	TIEMPO DISPONIBLE	TIEMPO EN USO	TIEMPO LIBRE
1	FRESA 1	26,316.0000		24,606.00
2	FRESA 4	26,316.0000		
3	FRESA 6	26,316.0000	1,260.00	25,056.00
4	FRESA 7	26,316.0000		
5	FRESA 8	26,316.0000		
6	FRESA 9	26,316.0000		
7	TORNO 1	26,316.0000		
8	TORNO 10	26,316.0000	1,530.00	24,786.00
9	TORNO 3	26,316.0000		
10	TORNO 4	26,316.0000	930.00	
11	TORNO 5	0.0000		
12	TORNO 6	26,316.0000		
13	TORNO 7	26,316.0000	1,080.00	25,236.00
14	TORNO 8	26,316.0000		
15	TORNO 9	26,316.0000		

Fuente: Suministrado por la empresa

5.5 EJEMPLO COMPLETO PARA LA INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DEL REPORTE DE CAPACIDAD

De nuevo seleccionamos a “CPP027” para nuestro ejemplo. Con el fin de lograr entender la relación que tiene los dos nuevos documentos creados. Es importante recalcar que sólo se realiza la explicación para entendimiento de lo que realiza el reporte automáticamente.

Como se había mencionado pueden existir varias órdenes de fabricación abiertas de un mismo producto, como es el caso del que vamos a desarrollar.

Para continuar se extrajo la siguiente información de la figura 23 correspondiente a todas las líneas de la primera etapa del producto CPP027 que existen.

Nota: se creó una tabla porque si recortamos la imagen no se logra observar muy bien, pero corresponde a los mismos datos de la figura 23:

FIGURA 26. CONSOLIDACIÓN DE LOS DATOS EN SAP (TORNO 1)

#	Número de documento	Número de producto	PART NUMBER	ETAPA	MAQUINA	SETUP	CICLO	Cantidad Planif	TIEMPO TOTAL	FECHA INGRESO PRODUCCIÓN
1	1	SO-CPP027	PN-S2014-2020	1	TORNO 1	240	7	100	940	11/8/2020
7	3	SO-CPP027	PN-S2014-2020	1	TORNO 1	240	7	50	590	11/9/2020
Total									1530	

Fuente: Elaboración propia

Ésta figura 26 indica en la línea 1 que existe la orden de fabricación 1 para la SO CPP027 por 100pcs y que requiere iniciar su producción el 11 de agosto. Por otro lado, en la línea 7 se muestra la orden de fabricación 3 para el mismo producto, pero por 50pcs y que debe iniciar su producción el 11 de setiembre. Ambas líneas se deben producir en el torno 1, por lo que si sumamos el tiempo total de ambas ordenes se obtiene la cantidad de tiempo en uso para el torno 1 que en este caso es de 1530 minutos. Si existieran más ordenes de fabricación se deben sumar para conocer el tiempo en uso total.

En segundo lugar, se extrajo la siguiente información de la figura 25 también en referencia al torno 1:

FIGURA 27. REPORTE DEL TIEMPO DISPONIBLE POR MÁQUINA (TORNO 1)

#	MAQUINA	TIEMPO DISPONIBLE	TIEMPO EN USO	TIEMPO LIBRE
7	TORNO 1	26316	1530	24786

Fuente: Elaboración propia

En esta figura 27 se observa en la línea 7 tercera columna el tiempo disponible del torno 1 el cual es de 26316 minutos mensuales, en la cuarta columna encontramos el dato del tiempo en uso que se obtuvo de la figura 26 (1530 minutos). Al restar estos datos se obtiene el tiempo libre actual para el torno 1 que según este ejemplo corresponde a 24786 minutos.

Es importante mencionar que estas órdenes de fabricación que se mostraron en las figuras fueron creadas ficticiamente en una sección de prueba del sistema SAP, para realizar los ensayos correspondientes y ver que todo funcionara de la forma que se esperaba.

Para efectos de ejemplo fueron consideradas ambas órdenes, aunque pertenecieran a meses distintos para lograr ver la relación. Sin embargo, cuando realizan la consulta en el sistema lo hacen por mes.

Tanto la consolidación de datos como el reporte (figuras 23 y 25) se generan automáticamente, la persona encargada de planeación de la capacidad de producción solamente debe ingresar a la pantalla según los pasos del instructivo que puede observar en el apéndice 3. Y en esa pantalla puede actualizar y obtener información de acuerdo a lo que requiera en el momento.

Lo que se debe tratar es de mantener siempre actualizadas ambas bases de datos para que la información que se extraiga se acerque lo mayor posible a la realidad. Sin embargo, para arrancar lo pueden hacer sin ningún problema con los datos ingresados ya que son los más actualizados.

Con la generación de estos reportes automáticamente en el sistema SAP la empresa tiene la facilidad de obtener en tiempo inmediato la capacidad que tienen disponible en un periodo específico. Logrando una mejora significativa en el proceso de planeación de la capacidad de producción como se había propuesto ya que ahora no debe crear el reporte manualmente sino solamente consultar. Y los datos resultantes le ayudará a tomar decisiones, con respecto por ejemplo a la programación de las máquinas; en la base de datos de tiempos reales como se indicó se predeterminó una máquina, pero no quiere que decir que el producto pueda realizarse solamente en esa.

Es por esto, que si este reporte nuevo muestra que una de las máquinas tiene muchas horas vendidas pero las otra no; la persona encargada de planeación puede realizar los ajustes para acomodar la producción en otras máquinas. Además, tiene la facilidad de observar todo lo que tiene vendido en el año (siempre que exista) logrando una planificación a largo plazo que conlleva decisiones como por ejemplo de contratación de personal.

La otra cara de la moneda, es la parte de ventas. El reporte también genera una mejora a este departamento debido a que les permite consultar las horas disponibles o no vendidas. Como observamos en el planteamiento del problema sólo se obtuvo un 7% de los proyectos nuevos. Si la empresa hubiera conocido con anticipación el comportamiento de la demanda y la gran capacidad que tenía, existe una alta probabilidad de que hubieran dado un mayor seguimiento a sus cotizaciones tratando de obtener la mayor cantidad de estas.

5.6 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

El reporte implementado para el departamento de planeación de la capacidad de producción le permitirá a la empresa tener una mayor visibilidad de la demanda disponible, es decir, lo que aún no se ha vendido logrando que tanto el área de ventas como los directivos se esfuercen por satisfacer la totalidad de dicha demanda. Por lo que el beneficio económico de dicha propuesta se logrará observar por medio del uso que se le dé a dicho reporte el cual puede llegar a mejorar en gran medida la rentabilidad de la empresa.

5.6.1 INVERSIÓN DE LA PROPUESTA

Se incurrió en algunos costos como fue el tiempo de la persona encargada de tecnología de la información quien se encargó de realizar la programación en el sistema de los distintos reportes. A continuación, se detalla las actividades realizadas, el tiempo invertido que fue de 20 horas y el costo que representa \$175.44.

TABLA 38. COSTO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS POR TI

Actividad	Cantidad/hrs	Costo
Agregar campo adicional en la OF	1	\$ 8,77
Crear tabla del inventario de máquinas	3	\$ 26,32
Crear base de datos de los tiempos reales	4	\$ 35,09
Crear tabla de consolidación de los datos con las distintas fórmulas	7	\$ 61,40
Crear reporte de capacidad	5	\$ 43,86
Total	20	\$ 175,44

Fuente: Elaboración propia

Además, fue necesario realizar reuniones para la explicación de la propuesta y generación de ideas. En total fueron cuatro horas y representaron \$35.1.

TABLA 39. COSTO DEL PERSONAL DE TI

Costos de personal	Cantidad/hrs	Costo/hr	Total
Inversión del personal de tecnología de la información en reuniones para generación de ideas	4	\$8,8	\$35,1

Fuente: Elaboración propia

Así también fue necesario realizar sesiones con las personas involucradas en el proceso, departamento técnico y de operaciones de la empresa y brindarles capacitación en la generación de los reportes.

Es una empresa pequeña por lo que las personas que ingresan la información o tendrán acceso a la propuesta presentada son pocos. Dicho esto, en estas sesiones estuvo presente la jefa de operaciones quien es la planificadora y se encargará de completar y dar seguimiento a la propuesta, una de las personas del departamento técnico quien se encarga actualmente de realizar las cotizaciones y tendría acceso a la información del reporte, la gerencia general y el directivo de la empresa. Fueron dos sesiones de dos horas cada una. El costo por hora de las cuatro personas es de \$29.2, y se multiplica por las cuatro horas invertidas.

TABLA 40. COSTO DE LA CAPACITACIÓN DEL PERSONAL

Costos de personal	Cantidad/hrs	Costo/hr	Total
Capacitación del personal en el uso del reporte	4	\$29,2	\$117,0

Fuente: Elaboración propia

Por último, para el beneficio se considerará que la empresa obtenga el 80% del total de las cotizaciones realizadas, para lograr esto es necesario contratar un operario más. ¿Porqué? Recordando lo que vimos en tabla 26, el promedio del total de las cotizaciones realizadas fue de 4496.8 horas si a ese dato le sacamos el 80% corresponde a 3597.44 horas. El escenario actual de la compañía tiene un total de horas disponibles de 3508.8, lo que nos da como diferencia un total de 88.64 horas. Dicho esto, sería necesario aumentar un turno de trabajo en una de las máquinas y eso se hace por medio de la contratación de un operario el cual tiene un costo de \$1010 aproximadamente cumpliendo con las prescripciones de la ley del código de trabajo de Costa Rica.

El costo total de la inversión es de \$1.337.4 según la siguiente tabla 41.

TABLA 41. COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN

Costos de personal	Cantidad/hrs	Costo/hr	Total
Inversión del personal de tecnología de la información para la programación en el sistema	20	\$8,8	\$175,4
Inversión del personal de tecnología de la información en reuniones para generación de ideas	4	\$8,8	\$35,2
Capacitación del personal en el uso del reporte	4	\$29,2	\$116,8
Contratación de operario/Salario mensual			\$1.010,0
		Total	\$1.337,4

Fuente: Elaboración propia

Se definió el costo por hora según los salarios de las personas que participaron, los cuales fueron suministrados por la empresa.

5.6.2 BENEFICIO

Se le dio un mejor uso y aprovechamiento al sistema con el que cuentan. Adicional, al eliminar la generación manual del reporte que realizaba la persona encargada de la planeación de la capacidad de producción, puede invertir ese tiempo en otras actividades.

El beneficio económico va a depender del uso que se le dé al reporte.

Como se evidenció, la empresa cuenta con la capacidad para cubrir la totalidad de las cotizaciones de proyectos nuevos. Siendo esto así, se lograría una utilidad promediada de \$73.330,20 según tabla 32.

El reporte lo que logrará es que la empresa tenga una mayor visibilidad de la demanda que no tienen vendida, lo que les permitirá buscar de todas formas llenar esos espacios que lo hacen por medio de los proyectos nuevos que reciben. Ahora bien, el reporte también les ayudará a poder conocer las causas por las cuales no se ganaron las cotizaciones. Pero, ¿Cómo? Al tener que rellenar los espacios de la demanda no vendida, tendrán que hacer un seguimiento obligatorio de las ordenes que no han ingresado. Entonces, por ejemplo, si el cliente indica que fue por precio la empresa puede reconsiderar esto buscando proveedores más baratos o alguna otra opción lo que puede permitir una recotización y la obtención de la orden. En un caso de tiempo de entrega podría negociar con el cliente o hacer una reprogramación de la producción.

Ahora bien, no es posible que una empresa obtenga el 100% de sus cotizaciones. Pero dicho esto se espera que con el reporte el porcentaje sea mucho mayor que el que se tiene actualmente, sin embargo, no podemos definir cuanto sea ese porcentaje de ganancia hasta hacer uso del reporte. Por lo que vamos a suponer que la empresa perderá el 20% de esas cotizaciones por factores fuera de su alcance.

Siguiendo con esto, para definir un beneficio más real a los \$73.330,20 que corresponde al 100% de las cotizaciones le quitaremos el 20% mencionado obteniendo la siguiente tabla en donde se muestra que el 80% corresponde a una utilidad de \$58.664,16

TABLA 42. UTILIDAD SEGÚN PORCENTAJE DE ÉXITO

100% de éxito en las cotizaciones	80% de éxito en las cotizaciones
\$73.330,20	\$58.664,16

Fuente: Elaboración propia

Al contar con los datos anteriores es posible definir el beneficio mensual, para ello se consideró el beneficio según el 80% de utilidad de la tabla 42 (\$58.664,16) y se le restó la inversión total referente a los costos de personal (\$1.337,40) logrando un total de \$57.326,76 de acuerdo a la siguiente tabla 43.

TABLA 43. ANÁLISIS BENEFICIO MENSUAL

Beneficio según 80% de utilidad	Inversión total	Beneficio Mensual
\$58.664,16	\$1.337,40	\$57.326,76

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que esa inversión se hace únicamente una vez, exceptuando a las contrataciones que se deban realizar según el escenario que adopten. Pero el reporte será de beneficio de ahora en adelante para la compañía.

CAPÍTULO VI:
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se logró analizar el estado actual del proceso de planeación de la capacidad de producción, en el que se evidencia que no cuentan con la información referente a su capacidad disponible.
- Utilizando un 85% de tiempo efectivo, se revela que la empresa cuenta con 3508.8 horas mensuales según su escenario actual. Sin embargo, tan sólo vendió un promedio de 2892.4 horas mensuales en el 2019. Lo que nos lleva a concluir que la empresa no está utilizando un 18% de la capacidad con la que cuenta.
- Se detallaron varios escenarios donde se muestra que la empresa podría contratar más personal y contar con una mayor capacidad, logrando captar una mayor cantidad de proyectos nuevos. Y adicional se evidencia como al vender más horas, el costo por hora del taller es menor.
- Se demuestra como la empresa dejó de percibir \$73,330.20 mensuales de utilidad en el año 2019.
- Se diseña una propuesta de mejora que logra facilitar la obtención de los datos y mayor visualización para captar proyectos nuevos favoreciendo el aumento de la rentabilidad de la empresa

RECOMENDACIONES

- Dar un mayor aprovechamiento del sistema con el que cuentan.
- Realizar un análisis del costo que representa poner a funcionar las máquinas que se encuentran inactivas, contra el gasto que representa contar con dos turnos de trabajo.
- Fortalecer su área de ventas dado que ya se evidenció que es posible cumplir con una demanda mayor y que existen opciones para.
- Realizar un seguimiento exhaustivo a las cotizaciones que realizan y contar con el detalle de los motivos por los cuales no ganaron dichas cotizaciones.
- Mantener las bases de datos actualizadas, designar personas responsables que se encarguen de realizar dicha función.
- Dar un mayor seguimiento a los tiempos de ciclo y set up que están fuera del rango, debido a que la gran mayoría están por encima, y esto les está generando pérdidas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Baca, G., Cruz, M., Cristóbal, M. A., & Gutiérrez, J. C. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. México: Patria
2. Carvajal, F (2019) MejProdClas1FCC [Diapositiva PowerPoint] Recuperado de: MejProductClas1FCC.pptx
3. Carvajal, F (2019) MejProductClas5FCC [Diapositiva PowerPoint] Recuperado de: MejProductClas5FCC%20(1).pptx
4. ¿En qué consiste la metodología DMAIC? (2018, mayo 9). *Club Responsables de Calidad*.
<https://clubresponsablesdecalidad.com/en-que-consiste-la-metodologia-dmaic/>
5. COVAO (s. f.). *Mecánica de Precisión*. Recuperado 7 de junio de 2020, de <https://www.liceofigueres.org/diurno/index.php/portfolio-details/item/2-mecanica-de-precision%20SIC>
6. Mecanizados Cortec (s. f.). *Torno y fresadora*. Recuperado 7 de junio de 2020, de <https://cortec.es/servicios/torno-y-fresadora>
7. Wolters Kluwer (s.f.). Recuperado 18 de junio de 2020, de <https://www.guiasjuridicas.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAA>

AAAEAMtMSbF1jTAAASMjU0NztlLUouLM_DxbIwMDS0NDA1OQQG

ZapUt-ckhlQaptWmJOcSoAJzJqdTUAAAA=WKE

8. Capacidad de producción de una empresa | IngE. (2016, abril 11). *Ingenio Empresa*. <https://ingenioempresa.com/capacidad-produccion-empresa/>
9. ¿Cómo calcular la capacidad productiva? ¿El paso a paso definitivo? (2019, enero 23). *Raíces Consultoría*. <https://raicesconsultoria.cl/como-calcular-la-capacidad-productiva-el-paso-a-paso-definitivo/>
10. Paredes, J. (2001, octubre). *PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN*. Recuperado 7 de junio de 2020, de http://209.177.156.169/libreria_cm/archivos/pdf_959.pdf

APÉNDICE

Apéndice 1. Listado de cotizaciones del 2019 con el tiempo productivo y precio

QUOTES CONTROL						
Qty Quote	Quote Number	Year	Revision	Tiempo total prod	Costo	RFQ Completion Date
1	5015	2019	B101146	700	\$799,00	18-dic
	5015	2019	B101147	650	\$739,00	18-dic
	5015	2019	B103251	1020	\$856,00	18-dic
	5015	2019	C101149	1550	\$1.469,00	18-dic
	5015	2019	C103252	1280	\$1.028,00	18-dic
2	5016	2019	61224004	2670	\$2.045,00	12-dic
	5016	2019	61224003	3420	\$2.330,00	12-dic
3	5017	2019	61224004	42300	\$20.100,00	13-dic
4	5020	2019	Z12-39	14420	\$14.140,00	13-dic
5	5011	2019	C1234-2056	2920	\$2.800,00	29-nov
	5011	2019	C1260-2046	2800	\$1.860,00	29-nov
6	5000	2019	26501167M	2600	\$1.686,00	12-nov
7	5001	2019	4600617	18120	\$20.358,00	11-nov
	5001	2019	4600620	16930	\$67.216,20	11-nov
	5001	2019	4532732	13410	\$20.688,60	11-nov
8	5006	2019	1	2700	\$143,30	19-nov
9	4998	2019	MP-14E-821	6400	\$15.070,00	04-nov
10	4997	2019	T 10090-1	690	\$546,65	17-oct
	4997	2019	T 10090-2	1543,2	\$663,04	17-oct
11	4995	2019	3770-228	18420	\$11.988,00	18-oct
	4995	2019	SKO18E0127	1000	\$388,00	18-oct
	4995	2019	3354-274	2040	\$1.320,00	18-oct
	4995	2019	V4092-2016	3680	\$4.500,00	18-oct
	4995	2019	V4034-2028	1440	\$996,00	18-oct
	4995	2019	3389-206	3300	\$2.178,00	18-oct
12	4994	2019	3.200.40	540	\$416,00	14-oct
13	4992	2019	YDn100736-2	48960	\$28.404,00	14-oct

14	4989	2019	0916-B14	6800	\$5.430,00	09-oct
15	4988	2019	SKO16E0531	4740	\$2.400,00	27-sep
16	4987	2019	T-10635	456	\$416,46	24-sep
17	4986	2019	3219-291	1100	\$1.707,00	24-sep
18	4984	2019	T-9989-3	510	\$420,30	18-sep
19	4982	2019	ML60A-870	2100	\$2.677,50	16-sep
20	4981	2019	1810-1-220-01	11300	\$14.720,00	16-sep
	4981	2019	1866-1-220-01	12300	\$16.900,00	16-sep
	4981	2019	1867-1-220-01	12700	\$16.180,00	16-sep
	4981	2019	1867-1-220-02	10300	\$14.940,00	16-sep
	4981	2019	1867-1-220-03	9300	\$13.420,00	16-sep
21	4979	2019	1	312	\$1.044,84	06-sep
22	4978	2019	10161-641	3100	\$2.817,00	06-sep
	4978	2019	10161-655	2070	\$1.866,00	06-sep
	4978	2019	70000168	1420	\$1.380,00	06-sep
	4978	2019	71000125	1700	\$1.473,00	06-sep
	4978	2019	80005951-B	3100	\$3.123,00	06-sep
	4978	2019	80012035	4500	\$4.804,00	06-sep
	4978	2019	100248724D	1100	\$921,00	06-sep
23	4975	2019	101487	1160	\$1.380,90	27-ago
24	4972	2019	100582	1320	\$2.168,55	27-ago
25	4973	2019	8582-SMO	72900	\$65.040,00	26-ago

26	4970	2019	Tornillo Cortical	795	\$972,80	20-ago
27	4971	2019	Tornillo Cortical	660	\$481,50	20-ago
28	4968	2019	2011705	4170	\$7.192,50	19-ago
	4968	2019	5210128	7350	\$14.595,00	19-ago
	4968	2019	6022031	4170	\$10.822,50	19-ago
	4968	2019	6022464	6600	\$16.447,50	19-ago
29	4969	2019	M4D-AIC-BOX-BPv1.4	14000	\$13.073,00	19-ago
	4969	2019	M4D-AIC-BOXCVRv1.1	5720	\$7.041,00	19-ago
	4969	2019	M4D-AIC-BOXFPCv1.2	1280	\$1.771,00	19-ago
30	4958	2019	0782-B14	3960	\$3.582,00	06-ago
	4958	2019	0782-B14	1740	\$1.422,00	06-ago
	4958	2019	0775-D13	11300	\$12.918,00	06-ago
	4958	2019	1106-B16	4560	\$4.053,00	06-ago
	4958	2019	1106-B16	1740	\$1.422,00	06-ago
	4958	2019	1107-B16	12200	\$13.863,00	06-ago
	4958	2019	0781-B14	5700	\$4.941,00	06-ago
	4958	2019	0781-B14	1740	\$1.422,00	06-ago
4958	2019	0980-B15	14400	\$16.170,00	06-ago	
31	4967	2019	DT100005	2280	\$2.539,80	06-ago
32	4965	2019	0873-B14	6840	\$6.262,00	29-jul
33	4959	2019	0872-B14	7090	\$6.555,00	29-jul
34	4963	2019	10441113	9360	\$7.620,00	24-jul
36	4960	2019	MS-32222	39735	\$18.000,00	22-jul
37	4955	2019	05643-1	45780	\$44.604,00	22-jul
38	4956	2019	2575-106	1170	\$1.019,00	17-jul
39	4952	2019	17939-6G100	6420	\$7.600,00	20-jun
40	4951	2019	17942FB087	4420	\$6.360,00	20-jun
41	4950	2019	1	1220	\$8.448,50	20-jun
42	4943	2019	3KXL001078U1100	6200	\$14.911,00	10-jun
43	4948	2019	10038079	660	\$707,25	06-jun
44	4945	2019	192284	203515	\$184.871,05	05-jun
45	4949	2019	EBA2000	1280	\$1.423,00	04-jun
46	4942	2019	1	480	\$479,84	04-jun
	4942	2019	1	230	\$228,20	04-jun
	4942	2019	1	405	\$332,91	04-jun
	4942	2019	1	508	\$420,32	04-jun
	4942	2019	1	405	\$421,23	04-jun
	4942	2019	1	460	\$355,62	04-jun
	4942	2019	1	380	\$425,04	04-jun
	4942	2019	1	500	\$417,76	04-jun
4942	2019	1	670	\$674,80	04-jun	
47	4939	2019	110888-01	69350	\$49.625,00	28-may
	4939	2019	110888-03	50600	\$37.375,00	28-may
48	4937	2019	110875-64	35600	\$29.200,00	28-may
49	4941	2019	T-10413	670	\$652,50	22-may
	4941	2019	1	400	\$364,70	22-may
	4941	2019	1	1050	\$1.949,30	22-may
50	4940	2019	3 ASSY	1170	\$925,83	22-may
51	4938	2019	M0854900	13400	\$9.088,00	13-may
	4938	2019	04-133600	2200	\$2.064,00	13-may
52	4936	2019	3958966	4980	\$8.049,50	01-may
53	4934	2019	PM-0066900	7920	\$8.049,60	13-may
	4934	2019	PM-0067000	3940	\$3.877,80	13-may
54	4931	2019	1030-245	1980	\$1.951,20	26-abr

55	4928	2019	3880-224	6850	\$5.350,00	11-abr
56	4930	2019	1019-111-004	1020	\$1.141,00	16-abr
	4930	2019	1107-110-004	800	\$986,25	16-abr
57	4926	2019	13394000	33720	\$26.295,00	12-abr
	4926	2019	13426000	38220	\$30.105,00	12-abr
	4926	2019	810-06587	2140	\$2.664,00	12-abr
	4926	2019	810-06496	2340	\$3.112,00	12-abr
58	4913	2019	sko15e1026	4080	\$3.642,00	01-mar
	4913	2019	sko16e1330	3280	\$2.856,00	01-mar
	4913	2019	sko14e2226	4080	\$3.681,00	01-mar
	4913	2019	sko16e0131	1960	\$1.726,00	01-mar
59	4922	2019	CB79078	2610	\$2.115,00	27-mar
	4922	2019	CB78867	2535	\$2.055,00	27-mar
60	4921	2019	3449-207	3100	\$4.132,50	26-mar
	4921	2019	V4092-2018	4800	\$5.415,00	26-mar
61	4920	2019	1107-110-004	4550	\$3.672,00	19-mar
	4920	2019	1107-111-020	2175	\$1.620,00	19-mar
62	4919	2019	2012-400-059	800	\$1.581,60	19-mar
	4919	2019	2012-400-061	800	\$1.626,40	19-mar
	4919	2019	2012-400-063	2000	\$2.864,00	19-mar
63	4911	2019	2825-FLA	1700	\$1.282,00	27-feb
64	4915	2019	1107-111-014	4800	\$26.160,00	27-feb
	4915	2019	2061-111-002	32540	\$48.520,00	27-feb
	4915	2019	2061-111-003	28540	\$46.480,00	27-feb
	4915	2019	1107-400-102	14300	\$47.720,00	27-feb
65	4914	2019	146099	300	\$192,00	18-feb
	4914	2019	146464	300	\$195,40	18-feb
	4914	2019	146829	450	\$497,00	18-feb
	4914	2019	147194	400	\$408,40	18-feb
	4914	2019	147559	500	\$624,60	18-feb
	4914	2019	147925	450	\$556,00	18-feb
	4914	2019	150116	450	\$591,00	18-feb
	4914	2019	150481	450	\$591,00	18-feb
	4914	2019	150847	400	\$529,60	18-feb
4914	2019	151212	600	\$1.059,20	18-feb	
66	4906	2019	1	1100	\$1.526,50	18-feb
	4906	2019	1	1100	\$1.592,50	18-feb
	4906	2019	1	1200	\$1.647,00	18-feb
	4906	2019	1	1200	\$1.770,00	18-feb

67	4905	2019	1	1120	\$17.895,32	18-feb
68	4912	2019	1	2320	\$4.002,00	11-feb
69	4910	2019	1057-111-003	2400	\$3.029,00	11-feb
	4910	2019	1109-111-001	820	\$979,00	11-feb
70	4904	2019	1	3600	\$2.730,00	17-ene
			TOTAL	1.238.044.2	\$1.317.213,16	
				20.634,07 hrs		

Apéndice 2. Base de datos de los tiempos reales

S.O	PART NUMBER	ETAPA	MÁQUINA	SET UP REAL (MIN)	T. C1CLO REAL (MIN)
CPP001	3441-256	1	TORNO 1	300	7
CPP004	3449-222	1	TORNO 1	615	5
CPP010	SKO18E0162	1	FRESA 7	200	4,5
CPP010	SKO18E0162	2	FRESA 7	120	2
CPP010	SKO18E0162	3	FRESA 7	90	1,5
CPP011	3314-202	1	TORNO 7	180	1,5
CPP012	SKO16E2018	1	FRESA 8	200	8,3
CPP012	SKO16E2018	3	FRESA 6	200	3
CPP012	SKO16E2018	4	FRESA 7	110	3,5
CPP013	SKO16E2019	1	FRESA 8	280	9
CPP013	SKO16E2019	3	FRESA 7	120	3
CPP013	SKO16E2019	4	FRESA 1	164	4
CPP014	SKO16E2034	1	FRESA 6	240	3
CPP014	SKO16E2034	2	FRESA 6	630	14,5
CPP016	SKO18E0163	1	FRESA 4	240	5
CPP016	SKO18E0163	2	FRESA 4	120	2,5
CPP016	SKO18E0163	3	FRESA 4	120	2,5
CPP020	C1222-2050	1	TORNO 4	180	3,5
CPP022	C1222-2043	1	TORNO 8	340	5
CPP022	C1222-2043	2	FRESA 6	150	2

CPP023	C1221-2006	1	FRESA 1	240	4,5
CPP024	C1221-2027	1	TORNO 3	120	1
CPP025	3431-355	1	TORNO 7	180	2,5
CPP025	3431-355	2	FRESA 4	180	0,5
CPP026	SKO16B0518	1	TORNO 4	120	1,5
CPP026	SKO16B0518	3	FRESA 6	120	2
CPP027	S2014-2020	1	TORNO 1	240	7
CPP027	S2014-2020	2	TORNO 4	240	3
CPP027	S2014-2020	3	FRESA 1	180	9
CPP028	S2014-2021	1	TORNO 7	680	2
CPP028	S2014-2021	2	FRESA 6	120	3
CPP028	S2014-2021	3	FRESA 6	40	2,5
CPP032	SKO14B1239	1	TORNO 6	100	1,3
CPP032	SKO14B1239	3	FRESA 4	180	1
CPP033	SKO15B1040	1	TORNO 4	200	1,3
CPP033	SKO15B1040	3	FRESA 6	180	1,3
CPP034	SKO18B0141	1	TORNO 6	170	1,5
CPP034	SKO18B0141	3	FRESA 4	214	2,3
CPP035	SKO16B0519	1	TORNO 8	100	2
CPP035	SKO16B0519	3	FRESA 6	170	1,5
CPP036	SKO15B1017	1	TORNO 4	30	2,5
CPP036	SKO15B1017	3	FRESA 4	170	2
CPP037	SKO16B0517	1	TORNO 6	50	1,5
CPP037	SKO16B0517	3	FRESA 1	150	2
CPP038	S2020-2000	1	FRESA 6	90	2,5

CPP038	S2020-2000	2	FRESA 6	657	50
CPP038	S2020-2000	3	FRESA 6	875	35
CPP038	S2020-2000	5	FRESA 6	180	6
CPP045	SKO16E0534	1	FRESA 1	1905	24
CPP045	SKO16E0534	2	FRESA 6	300	5
CPP046	SSP10E0160	1	FRESA 9	400	3,5

CPP047	SSP10E0159	1	FRESA 1	800	2,5
CPP048	SKO16B1316	1	TORNO 4	100	1,5
CPP048	SKO16B1316	3	FRESA 6	200	2
CPP049	2575-130	1	TORNO 3	360	13
CPP050	S2020-2008	1	FRESA 1	880	8
CPP050	S2020-2008	2	FRESA 1	60	3
CPP051	SKO14B1240	1	TORNO 4	100	1,5
CPP051	SKO14B1240	3	FRESA 6	125	2
CPP052	SKO16E2020	1	FRESA 8	90	3
CPP052	SKO16E2020	2	FRESA 7	1700	100
CPP052	SKO16E2020	3	FRESA 6	1100	62
CPP052	SKO16E2020	4	FRESA 7	800	37
CPP052	SKO16E2020	5	FRESA 7	857	16
CPP052	SKO16E2020	6	FRESA 6	240	6
CPP053	SSP15E0129	1	FRESA 1	90	2
CPP053	SSP15E0129	2	FRESA 4	390	10
CPP053	SSP15E0129	2	FRESA 7	120	2
CPP053	SSP15E0129	3	FRESA 6	180	2
CPP054	RSP19E0119	1	FRESA 9	80	3
CPP054	RSP19E0119	2	FRESA 4	470	8
CPP054	RSP19E0119	3	FRESA 4	120	3
CPP057	S2021-1081	1	TORNO 4	70	2,5
CPP057	S2021-1081	3	FRESA 1	210	1,5
CPP059	SKO16E2027	1	FRESA 7	205	3,5
CPP059	SKO16E2027	2	FRESA 8	98	3,5
CPP060	8418	1	TORNO 3	965	13,5
CPP063	C1225-2015	1	FRESA 4	210	3
CPP063	C1225-2015	2	FRESA 4	90	2
CPP064	SKO16E2060	1	TORNO 4	140	5,5
CPP064	SKO16E2060	2	FRESA 6	205	5
CPP064	SKO16E2060	3	FRESA 1	150	4,5
CPP065	SKO16E0536	1	TORNO 1	400	4

CPP065	SKO16E0536	2	FRESA 6	915	6
CPP066	SST13E0143M	1	FRESA 7	360	8
CPP066	SST13E0143M	2	FRESA 4	160	3,5
CPP066	SST13E0143M	3	FRESA 4	120	2
CPP067	SKO18B0142	1	TORNO 6	93	1,5
CPP067	SKO18B0142	3	FRESA 9	150	3,5
CPP070	SKO15E1024	1	FRESA 6	330	4,5
CPP070	SKO15E1024	2	FRESA 6	238	2
CPP072	SKO16E2015	1	TORNO 3	280	2

CPP073	SKO16E2012	1	TORNO 1	200	2
CPP073	SKO16E2012	2	FRESA 7	230	4
CPP074	SKO15E1071	1	TORNO 4	390	5
CPP074	SKO15E1071	2	FRESA 6	330	6,5
CPP080	SST16E0327	1	TORNO 3	180	4
CPP080	SST16E0327	2	TORNO 1	180	3
CPP080	SST16E0327	3	FRESA 7	180	3
CPP080	SST16E0327	4	FRESA 4	130	3
CPP081	C1221-2032	1	FRESA 4	338	7
CPP081	C1221-2032	2	FRESA 7	90	3
CPP082	SKO18E0702	1	FRESA 4	340	12
CPP083	C1234-2033	1	FRESA 7	299	3
CPP084	C1237-2038	1	TORNO 7	444	3,5
CPP086	SKO16E0504	1	FRESA 6	530	7,5
CPP087	3902-278	1	TORNO 3	240	4
CPP089	C1237-2055	1	TORNO 5	297	2,5
CPP091	3354-319	3	FRESA 6	180	5,3
CPP092	SST13E0505	1	TORNO 3	320	3
CPP092	SST13E0505	2	TORNO 3	180	3,5
CPP092	SST13E0505	3	FRESA 7	220	1,5
CPP094	SKO18E0104	1	TORNO 1	200	4
CPP094	SKO18E0104	2	FRESA 4	120	5

CPP095	3389-310	1	TORNO 3	450	3
CPP096	3448-214	1	TORNO 1	180	5
CPP096	3448-214	2	FRESA 6	175	8,3
CPP096	3448-214	3	TORNO 4	180	5,5
CPP097	3354-321	1	TORNO 1	480	8
CPP097	3354-321	2	FRESA 6	120	2
CPP097	3354-321	3	FRESA 6	345	5,5
CPP098	SKO18E0151	1	TORNO 3	185	4
CPP098	SKO18E0151	2	TORNO 3	415	2,5
CPP103	SPE11E0209	1	TORNO 1	431,5	5,5
CPP103	SPE11E0209	2	FRESA 6	280	4,5
CPP104	S2014-1081	1	TORNO 6	150	1,5
CPP104	S2014-1081	3	FRESA 6	180	2
CPP106	2060-048	1	TORNO 7	450	1,5
CPP109	S2301-2308	1	TORNO 7	645	5
CPP110	SKO15E1070	1	TORNO 3	210	3,5
CPP110	SKO15E1070	2	FRESA 4	620	2,5
CPP111	2060-080	1	TORNO 7	200	2,61
CPP121	SKO16E1406	1	TORNO 4	140	5
CPP121	SKO16E1406	2	TORNO 4	140	5
CPP121	SKO16E1406	3	FRESA 6	190	3
CPP123	SKO16E1312	1	TORNO 4	90	3
CPP123	SKO16E1312	2	TORNO 4	80	2,5
CPP123	SKO16E1312	3	FRESA 8	60	5
CPP125	SKO18B0203	1	TORNO 4	291	1,5

CPP125	SKO18B0203	3	FRESA 4	230	2
CPP126	3448-235	1	TORNO 7	705	2,2
CPP127	3219-317	1	TORNO 8	280	7
CPP127	3219-317	2	TORNO 8	110	5
CPP128	54032-2002	1	TORNO 1	140	6,5
CPP128	54032-2002	2	FRESA 6	200	2,5

CPP129	3219-291	1	TORNO 8	300	7
CPP129	3219-291	2	TORNO 8	55	5
T1C006	1107-400-113	1	TORNO 7	420	1,8
T1C007	1107-108-015	1	TORNO 7	355	1,26
T1C009	1107-108-018	1	TORNO 7	120	2
T1C011	7074440	1	FRESA 6	225	8,5
T1C014	1107-400-099	1	TORNO 7	300	3
T1C022	C29142-001	1	FRESA 8	120	1,5
T1C022	C29142-001	2	FRESA 8	130	2
T1C025	1015-111-073	1	TORNO 1	600	5,5
T1C025	1015-111-073	2	TORNO 10	300	3,5
T1C025	1015-111-073	3	FRESA 1	200	3
T1C026	10016700-1/T	1	TORNO 1	495	4,5
T1C026	10016700-1/T	2	TORNO 3	180	3,5
T1C027	2-371199-1/T	1	TORNO 7	445	6,5
T1C028	2-371470-1/T	1	TORNO 6	470	5,5
T1C028	2-371470-1/T	2	TORNO 3	291	1,75
T1C029	2-371352-1	1	TORNO 4	180	5
T1C029	2-371352-1	2	TORNO 4	180	2
T1C030	2-371018-1/T	1	TORNO 1	135	4,5
T1C031	2-371358-2T	1	TORNO 1	200	3
T1C031	2-371358-2T	2	TORNO 3	80	8
T1C031	2-371358-2T	3	FRESA 1	200	2,5
T1C032	2-371359-1	1	TORNO 1	200	9,5
T1C032	2-371359-1	2	TORNO 1	80	5,5
T1C032	2-371359-1	3	TORNO 9	200	4
T1C033	2-371027-2/T	1	TORNO 3	90	2
T1C033	2-371027-2/T	2	FRESA 4	90	1,5
T1C034	2-371028-1/T	1	TORNO 6	360	2
T1C034	2-371028-1/T	2	FRESA 1	70	1,3
T1C034	2-371028-1/T	3	FRESA 1	225	2
T1C035	2-371364-1/T	1	TORNO 5	220	2

T1C035	2-371364-1/T	2	FRESA 6	250	2
T1C036	10016701-1/T	1	TORNO 4	180	3
T1C036	10016701-1/T	2	FRESA 4	100	3
T1C037	10011955-1	1	TORNO 6	525	3
T1C037	10011955-1	2	FRESA 7	225	2
T1C038	10011955-2/T	1	TORNO 3	204	3
T1C038	10011955-2/T	2	FRESA 9	72	2
T1C039	2-371472-1/T	1	TORNO 10	180	4
T1C039	2-371472-1/T	2	FRESA 9	120	3

T1C040	2-371371-1/T	1	TORNO 7	580	5
T1C040	2-371371-1/T	2	FRESA 8	543	6
T1C041	2-371365-1/T	1	TORNO 3	400	2
T1C041	2-371365-1/T	2	TORNO 3	60	1,5
T1C041	2-371365-1/T	3	FRESA 1	90	2
T1C042	CB20251-001/T	1	TORNO 1	180	4
T1C042	CB20251-001/T	2	FRESA 6	900	7
T1C042	CB20251-001/T	3	FRESA 4	120	3
T1C043	C10665-001/T	1	FRESA 7	400	8
T1C043	C10665-001/T	2	FRESA 7	300	5,5
T1C044	C29483-001/T	1	TORNO 1	225	2
T1C047	6826013001/T	1	FRESA 7	874	43
T1C047	6826013001/T	2	FRESA 7	965	11
T1C048	6826014001/T	1	FRESA 8	328	6,5
T1C048	6826014001/T	2	FRESA 8	400	5
T1C049	6827016000/T	1	TORNO 10	240	4,5
T1C050	6827017000/T	1	TORNO 1	700	3,5
T1C050	6827017000/T	2	TORNO 3	150	8
T1C050	6827017000/T	3	FRESA 7	440	7,5
T1C051	7041003000/T	1	TORNO 7	380	3,7
T1C052	6792009000/T	1	TORNO 1	240	2,5
T1C052	6792009000/T	2	TORNO 4	350	2

T1C053	A71848-001_FS	1	TORNO 10	600	7,2
T1C057	10031748-4/T	1	TORNO 1	110	3,5
T1C057	10031748-4/T	2	TORNO 3	160	4,5
T1C057	10031748-4/T	3	FRESA 6	403	2,5
T1C058	10031745-1/T	1	TORNO 4	200	3
T1C063	6827029000/T	1	FRESA 7	152	7
T1C063	6827029000/T	2	FRESA 9	120	2
T1C066	7223008000_FS	1	TORNO 1	120	3,5
T1C066	7223008000_FS	2	TORNO 1	340	6
T1C066	7223008000_FS	3	FRESA 8	400	15,5
T1C067	7204008000/T	1	TORNO 1	120	3
T1C067	7204008000/T	2	TORNO 1	180	5
T1C067	7204008000/T	3	FRESA 7	645	10,5
T1C081	7223020000/T	1	TORNO 10	100	3,5
T1C081	7223020000/T	2	TORNO 10	270	4,5
T1C085	6827010000	1	FRESA 4	237	13
T1C085	6827010000	2	FRESA 6	270	6
T1C085	6827010000	3	FRESA 4	723	18
T1C088	6792015000/NM	1	TORNO 1	120	2,5
T1C090	7082419_MEC	1	FRESA 1	160	3,5
T1C090	7082419_MEC	2	FRESA 1	150	3,5
T1C092	7041005000/NM	1	TORNO 7	125	1,3
T1C094	CB10479-107/T	1	TORNO 1	300	5,5
T1C094	CB10479-107/T	2	FRESA 8	195	3,5
T1C095	6792007000/NM	1	TORNO 1	180	2,5

T1C096	FB02300451-003	1	TORNO 8	480	4,5
T1C096	FB02300451-003	2	FRESA 4	300	1,2
T1C101	510-7027-00_MEC	1	TORNO 8	1440	6,5
T1C102	6070313_MEC	1	FRESA 7	229	6
T1C102	6070313_MEC	2	TORNO 3	285	5
T1C103	CB98327-001	1	FRESA 8	965	4

T1C103	CB98327-001	2	FRESA 6	430	4
T1C104	CB98303-001	1	FRESA 8	470	2
T1C105	NP 2-371356-1	1	TORNO 7	260	3,5
T1C106	01218-001	1	TORNO 7	720	24
T1C106	01218-001	2	FRESA 6	200	9
T1C106	01218-001	3	FRESA 8	200	7,5
T1C107	10011493-6	1	TORNO 7	800	9
T1C107	10011493-6	2	FRESA 4	345	6
T1C108	NP 2-371471-1	1	TORNO 7	323	4
CW001	1015-400-081	1	TORNO 8	345	16
CW001	1015-400-081	2	TORNO 4	300	5
CW001	1015-400-081	3	FRESA 4	360	12
CW005	500-7306-00	1	TORNO 9	195	6,5
CW005	500-7306-00	2	TORNO 1	300	18
CW005	500-7306-00	3	FRESA 8	458	17
CW006	1015-400-129	1	TORNO 8	500	6
CW006	1015-400-129	2	TORNO 8	260	3
CW006	1015-400-129	3	FRESA 7	315	6,5
CW007	1015-400-080	1	TORNO 4	300	10,5
CW007	1015-400-080	2	FRESA 7	150	9
CW007	1015-400-080	3	FRESA 7	240	10
CW009	500-7317-00	1	TORNO 1	420	8
CW009	500-7317-00	2	TORNO 8	340	4
CW009	500-7317-00	3	FRESA 6	300	6,3
CW009	500-7317-00	4	FRESA 8	180	7
CW010	1015-400-078	1	TORNO 4	250	10
CW010	1015-400-078	2	TORNO 4	200	6,5
CW010	1015-400-078	3	FRESA 4	246	10
L3016H	11042800	1	FRESA 4	570	9
L3016H	11042800	2	FRESA 8	100	2
L3043H	10954601	1	FRESA 4	440	18
L3043H	10954601	2	FRESA 6	426	2,5

L3045H	21721401	1	FRESA 4	433	15
L3045H	21721401	2	FRESA 9	188	2
L3050H	11155500	1	FRESA 7	1500	75
L3050H	11155500	2	FRESA 8	340	18
L3050H	11155500	3	FRESA 8	220	10
L3061H	11043301	1	FRESA 4	545	14
L3061H	11043301	2	FRESA 6	60	2
L3064B	10707602	1	FRESA 7	285	6,3
L3064B	10707602	2	FRESA 6	90	2

L3064T	10707602	1	FRESA 7	239	6
L3064T	10707602	2	FRESA 6	46	2
L3068B	21393002	1	FRESA 8	135	10
L3068B	21393002	2	FRESA 6	60	3
L3069T	21392902	1	FRESA 6	270	8
L3069T	21392902	2	FRESA 6	180	3
L3082	30040801	2	FRESA 4	245	3,5
L3082	30040801	1	FRESA 9	91	4
L3095	100521	4	FRESA 8	270	6
L3095L	100521	1	FRESA 4	270	10
L3095L	100521	2	FRESA 1	120	4,5
L3095R	100521	1	FRESA 4	300	11,5
L3095R	100521	2	FRESA 4	160	5
L3098L	101651	1	FRESA 4	100	15
L3098L	101651	2	FRESA 4	120	4
L3098R	101651	1	FRESA 4	400	13,5
L3098R	101651	2	FRESA 4	120	5
L3098R	101651	4	FRESA 8	150	10
L3103	10053001	4	FRESA 4	180	3,75
L3103L	10053001	1	FRESA 4	330	13
L3103L	10053001	2	FRESA 1	120	2
L3103R	10053001	1	FRESA 6	270	15

L3103R	10053001	2	FRESA 1	160	4
L3119L	102165	1	FRESA 4	443	5,5
L3119L	102165	2	FRESA 4	194	3
L3119L	102165	4	FRESA 6	755	6
L3119R	102165	1	FRESA 4	346	12
L3119R	102165	2	FRESA 4	160	3
DW001	S108	1	FRESA 4	180	35
DW001	S108	2	FRESA 7	120	6
DW002	MPA-CB25-2	1	FRESA 4	80	7
DW002	MPA-CB25-2	2	FRESA 4	160	5,5
DW002	MPA-CB25-2	3	FRESA 4	120	4
DW003	MPA-CBD-20-1	1	FRESA 8	506	15
DW003	MPA-CBD-20-1	2	FRESA 8	200	3,5
DW003	MPA-CBD-20-1	3	FRESA 8	484	6
DW004	MPA-CB22-1	1	FRESA 6	510	21
DW004	GLASS SEAL-01	2	FRESA 7	150	5
DW005	GLASS SEAL-01	1	FRESA 1	115	80
DW005	GLASS SEAL-01	2	FRESA 8	250	10
DW005	GLASS SEAL-01	3	FRESA 8	240	12
DW005	GLASS SEAL-01	4	FRESA 1	270	10
DW005	GLASS SEAL-01	5	FRESA 1	120	10
DW007	110 UHD CAM-01	1	FRESA 1	265	6
DW007	110 UHD CAM-01	2	FRESA 1	409	7
DW009	M1R-HOL-BASE-01	1	FRESA 1	180	5
DW009	M1R-HOL-BASE-01	2	FRESA 1	180	3

DW010	M1R-HOL-CLAMP-01	1	FRESA 1	180	3
DW010	M1R-HOL-CLAMP-01	2	FRESA 1	180	2,3
DW011	L1GHT DET-01	1	FRESA 1	100	6
DW011	L1GHT DET-01	2	FRESA 8	90	2
DW012	MPA-CBD-20-2	1	FRESA 8	265	5,5
DW012	MPA-CBD-20-2	2	FRESA 8	151	4,3

DW013	MPA-CB23	1	FRESA 8	180	7
DW013	MPA-CB23	2	FRESA 8	90	1,3
DW014	CB41B	1	FRESA 1	700	17
DW014	CB41B	2	FRESA 1	700	8
DW014	CB41B	3	FRESA 1	240	10
DW014	CB41B	4	FRESA 1	80	5
DW015	CB42B	3	FRESA 1	90	3,5
DW015	CB42B	1	FRESA 1	180	17
DW015	CB42B	2	FRESA 1	120	8
DW015	CB42B	4	FRESA 1	90	5
DW017	MPA-LD-104	1	TORNO 8	460	7
DW017	MPA-LD-104	3	FRESA 8	220	3
DW017	MPA-LD-104	1	TORNO 1	780	7,5
DW017	MPA-LD-104	2	FRESA 8	145	3
DW018	MPA-CB25-1	1	FRESA 8	135	11
DW018	MPA-CB25-1	2	FRESA 8	159	3
DW018	MPA-CB25-1	3	FRESA 4	120	3,6
DW018	MPA-CB25-1	4	FRESA 8	154,5	4
DW018	MPA-CB25-1	1	FRESA 6	265	8
DW018	MPA-CB25-1	2	FRESA 6	120	2,3
SAW001	401167	1	TORNO 4	240	4
SAW001	401167	2	FRESA 6	180	1
SAW064	401254	1	TORNO 4	460	5
SAW121	401384	1	TORNO 4	240	4
SAW121	401384	1	TORNO 7	1038	3
SAW121	401384	2	FRESA 6	180	1
SAW180	TM3350	1	TORNO 1	270	4
SAW180	TM3350	2	FRESA 7	180	4
SAW213E	S213-UÑA	1	FRESA 6	392,5	5
SAW213E	S213-UÑA	2	FRESA 6	45	1,5
SAW213E	S213-UÑA	3	FRESA 6	170	2
SAW225	1063942	1	FRESA 8	200	6

SAW225	1063943	2	FRESA 8	150	3
SAW226	1063944	1	FRESA 8	120	4,5
SAW226	1063945	2	FRESA 8	100	2
SAW226	1063946	4	FRESA 8	100	2
NOV001	1015-400-178	1	TORNO 1	450	8,5
NOV001	1015-400-178	2	TORNO 4	120	4,5
NOV001	1015-400-178	3	FRESA 7	455	5
NOV003	1112-400-003	1	TORNO 4	200	3
NOV003	1112-400-003	2	FRESA 8	120	2,5

NOV004	1042-400-101-SH	1	FRESA 6	220	2
NOV004	1042-400-101-SH	2	FRESA 6	150	4,5
B1O036A	FEM01	1	FRESA 6	180	3
B1O036A	FEM01	2	FRESA 6	12	2
B1O036A	FEM01	3	FRESA 6	15	1,5
B1O036B	MAL01	1	FRESA 6	280	3
B1O036B	MAL01	2	FRESA 8	150	2
B1O036B	MAL01	3	FRESA 6	256	2
B1O036C	P1N01	1	TORNO 3	180	2
B1O037	TOR.F1J.TRANS5	1	TORNO 3	440	4
B1O038	TOR.F1J.CAB.BOT	1	TORNO 3	1300	4
B1O039	TORN CAB 0,557	1	TORNO 6	740	5
B1O039	TORN CAB 0,557	2	TORNO 3	70	2
B1O039	TORN CAB 0,557	3	FRESA 9	200	5
B1O040	AN1LLO DENTADO-01	1	TORNO 7	725	7,5
B1O040	AN1LLO DENTADO-01	2	FRESA 1	135	2,5
B1O042	ARO 150 MM	1	FRESA 1	250	23
B1O042	ARO 150 MM	2	FRESA 1	292	7,5
B1O043	ARO 160 MM	1	FRESA 1	250	23
B1O043	ARO 160 MM	2	FRESA 1	164	8
B1O044	ARO 180 MM	1	FRESA 1	250	23
B1O044	ARO 180 MM	2	FRESA 1	170,5	8,5

B10045	EBA 2000	1	TORNO 3	260	7
B10045	EBA 2000	2	TORNO 3	210	3
B10046	TAPON T1TAN10	1	TORNO 1	568	8
B10046	TAPON T1TAN10	2	TORNO 1	292	4
CBR003	7067593	1	TORNO 1	200	5
CBR003	7067593	2	TORNO 4	160	4
CBR003	7067593	3	FRESA 4	160	2,3
GM1001	317R.7081607	1	FRESA 8	340	12
GM1001	317R.7081607	2	FRESA 7	220	4,5
GM1002	317R.7081608	1	FRESA 7	190	7
GM1003	317R.7081609	1	FRESA 7	900	23
GM1003	317R.7081609	2	FRESA 4	415	9,5
HUT004	4541-SM	1	TORNO 6	100	1,5
HUT005	8173SM	1	TORNO 7	100	0,6
HUT006	4862-SMP	1	TORNO 3	180	1
HUT007	L630SM2	1	TORNO 7	395	1,9

Apéndice 3. Instructivo para las consultas en SAP

Por favor acceda a este link: <https://www.calameo.com/books/005696325982911593302>

ANEXOS

Anexo 1. Listado de las órdenes que ingresaron con el tiempo productivo y precio

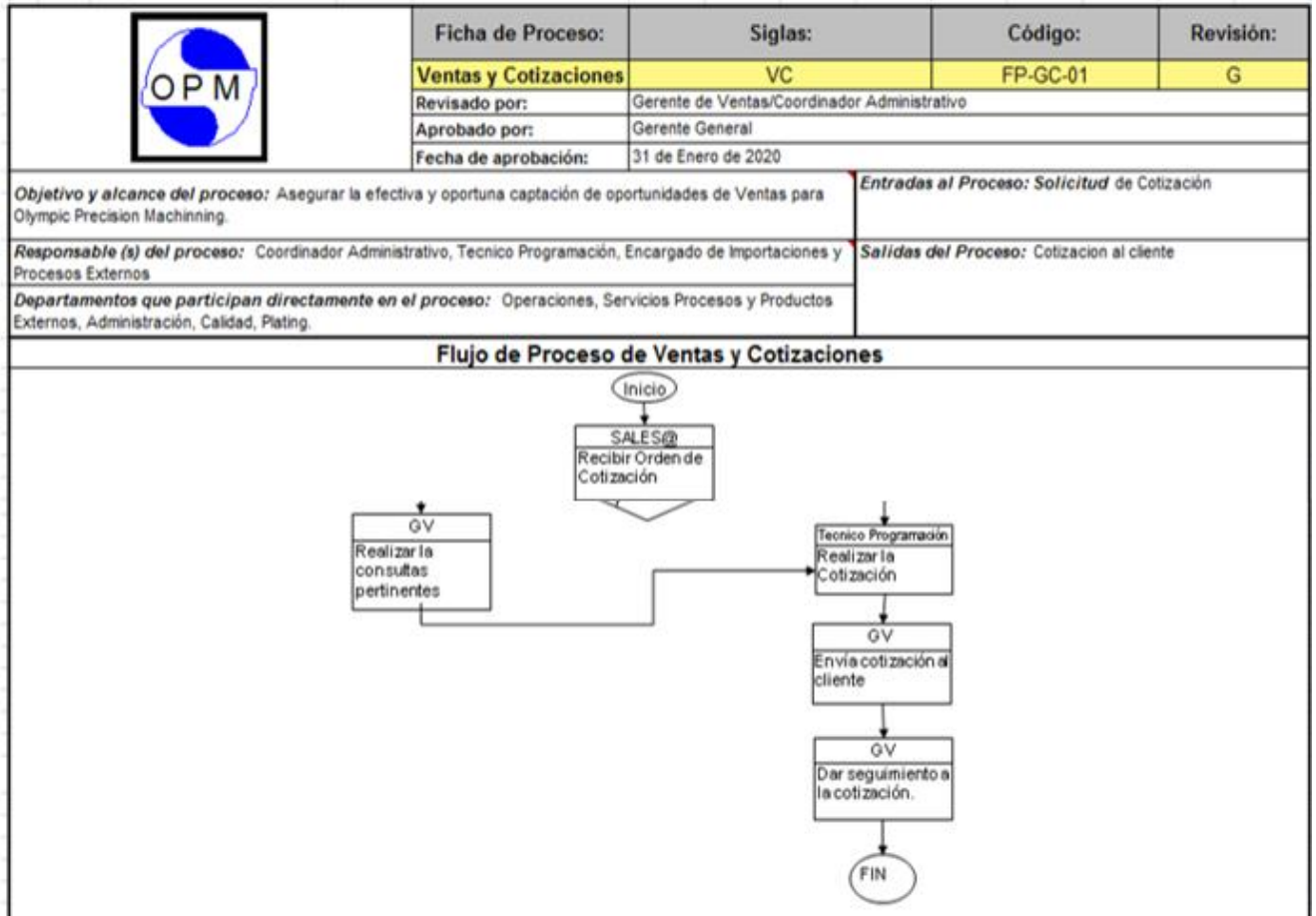
Qty quotes	PO #	Date Confirmed	P/N	SO	QTY	Gross Sales	Quote	Setup (min)	Cycle (min)	Tiempo Productivo
1	190215	15-feb.-19	PRISIONERO_BLOQUEO	BIO041-R1	200	\$ 4.000,00	04912	720	10,00	2.720,00
2	181009	20-feb.-19	01-1106A (150 mm)	BIO042-R1	60	\$ 1.831,80	04906	600	10,00	1.200,00
	181009	20-feb.-19	01-1106A (150 mm)	BIO042-R1	20	\$ 610,60	04906	600	10,00	800,00
	181009	20-feb.-19	01-1107A (160 mm)	BIO043-R1	15	\$ 477,75	04906	600	10,00	750,00
	181009	20-feb.-19	01-1107A (160 mm)	BIO043-R1	62	\$ 1.974,70	04906	600	10,00	1.220,00
	181009	20-feb.-19	01-1107A (160 mm)	BIO043-R1	3	\$ 95,55	04906	600	10,00	630,00
	181009	20-feb.-19	01-1108A (180 mm)	BIO044-R1	40	\$ 1.317,60	04906	600	12,00	1.080,00
3	190605	05-jun.-19	EBA 2000	BIO045-RNC	100	\$ 1.423,00	04949	480	8,00	1.280,00
	190708	08-jul.-19	EBA 2000	BIO045-RNC	22	\$ 313,06	04949	480	8,00	656,00
	190708	08-jul.-19	EBA 2000	BIO045-RNC	95	\$ 1.351,85	04949	480	8,00	1.240,00
	190708	08-jul.-19	EBA 2000	BIO045-RNC	33	\$ 469,59	04949	480	8,00	744,00
	191209	09-dic.-19	EBA 2000	BIO045-RNC	15	\$ 213,45	04949	480	8,00	600,00
	191209	09-dic.-19	EBA 2000	BIO045-RNC	50	\$ 711,50	04949	480	8,00	880,00
	191209	09-dic.-19	EBA 2000	BIO045-RNC	85	\$ 1.209,55	04949	480	8,00	1.160,00
	200204	04-feb.-20	EBA 2000	BIO045-RNC	69	\$ 981,87	04949	480	8,00	1.032,00
	200204	04-feb.-20	EBA 2000	BIO045-RNC	81	\$ 1.152,63	04949	480	8,00	1.128,00
	200429	29-abr.-20	EBA 2000	BIO045-RNC	130	\$ 1.849,90	04949	480	8,00	1.520,00
200429	29-abr.-20	EBA 2000	BIO045-RNC	20	\$ 284,60	04949	480	8,00	640,00	
4	190813	13-ago.-19	DT100005	BIO046-RA	19	\$ 268,09	04967B	480	10,00	670,00
	190813	13-ago.-19	DT100005	BIO046-RA	161	\$ 2.271,71	04967B	480	10,00	2.090,00
	200505	05-may.-20	DT100005	BIO046-RA	100	\$ 1.526,00	04967B	480	10,00	1.480,00
5	190821	21-ago.-19	EBA0131	BIO047-RNA	10	\$ 378,00	04971	480	12,00	600,00
6	190822	21-ago.-19	F4-156150	BIO048-RA	3	\$ 150,00	04970	720	15,00	765,00
	190822	21-ago.-19	F4-156120	BIO049-RA	3	\$ 150,00	04970	720	15,00	765,00
7	496512	13-ene.-20	3219-291	CPP129-R3	16	\$ 273,12	04986	300	8,00	428,00
	496512	13-ene.-20	3219-291	CPP129-R3	46	\$ 785,22	04986	300	8,00	668,00
	496512	13-ene.-20	3219-291	CPP129-R3	50	\$ 853,50	04986	300	8,00	700,00
	496512	13-ene.-20	3219-291	CPP129-R3	6	\$ 102,42	04986	300	8,00	348,00
	496512	13-ene.-20	3219-291	CPP129-R3	22	\$ 375,54	04986	300	8,00	476,00

	497316	03-feb.-20	3219-291	CPP129-R3	140	\$ 2.389,80	04986	300	8,00	1.420,00
	498076	10-feb.-20	3219-291	CPP129-R3	140	\$ 2.389,80	04986	300	8,00	1.420,00
8	484768	30-abr.-19	1030-245A	CPP130-R2	60	\$ 1.212,00	04931	420	13,00	1.200,00
	499082	02-mar.-20	1030-245A	CPP130-R2	100	\$ 2.020,00	04931	420	13,00	1.720,00
9	498568	19-feb.-20	C1260-2046	CPP131-R1	8	\$ 49,60	05011	400	8,00	464,00
10	498566	19-feb.-20	3770-228	CPP132-R1	1255	\$ 4.191,70	04995B	420	5,00	6.695,00
11	OC-5123	26-jun.-19	CAL-VISUAL018	L3141-RNC	3	\$ 332,91	04942/04941 B	360	15,00	405,00
	OC-5123	26-jun.-19	CAL-VISUAL018	L3141-RNC	2	\$ 221,94	04942/04941 B	360	15,00	390,00
	OC-5123	26-jun.-19	CAL-CORTE4,0	L3142-RNC	4	\$ 420,32	04942/04941 B	420	22,00	508,00
	OC-5123	26-jun.-19	CAL-CORTE4,0	L3142-RNC	1	\$ 105,08	04942/04941 B	420	22,00	442,00
	OC-5123	26-jun.-19	EXT-ENDCAP	L3143-RNC	2	\$ 355,62	04942/04941 B	420	20,00	460,00
	OC-5123	26-jun.-19	EXT-ENDCAP	L3143-RNC	1	\$ 177,81	04942/04941 B	420	20,00	440,00
	OC-5123	26-jun.-19	FIX-CORTE20	L3144-RNC	4	\$ 425,04	04942/04941 B	300	20,00	380,00
	OC-5123	26-jun.-19	FIX-CORTE20	L3144-RNC	1	\$ 106,26	04942/04941 B	300	20,00	320,00
12	161327	27-ago.-19	101487	L3145L/R-RL	11	\$ 1.518,99	04975	840	32,00	1.192,00
13	OC-5319	31-oct.-19	T6511	L3146-RNC	2	\$ 348,28	04979	300	30,00	360,00
	OC-5238	16-sep.-19	PLACA INTERNA	L3146A-RNC	4	\$ 176,32	04979	240	12,00	288,00
	OC-5238	16-sep.-19	PLACA INTERNA	L3146A-RNC	2	\$ 88,16	04979	240	12,00	264,00
	OC-5238	16-sep.-19	TORNILLOS NYLON	L3146B-RNC	120	\$ 490,80	04979	120	3,00	480,00
	OC-5238	16-sep.-19	TORNILLOS NYLON	L3146B-RNC	60	\$ 245,40	04979	120	3,00	300,00
	OC-5238	16-sep.-19	CAJA	L3146C-RNC	4	\$ 29,76	04979	60	3,00	72,00
	OC-5238	16-sep.-19	CAJA	L3146C-RNC	2	\$ 14,88	04979	60	3,00	66,00
14	161312	05-sep.-19	100582	L3147L/R-RG	16	\$ 2.313,12	04972	1.080	38,00	1.688,00
15	OC-5262	23-sep.-19	T-9989-3	L3148-RA	30	\$ 420,30	04984	360	5,00	510,00
16	OC-5279	03-oct.-19	T-10635	L3149-RNC	3	\$ 414,66	04987	0	0,00	0,00

17	OC-5319	31-oct.-19	T-10090-1	L3150-R2	13	\$ 546,65	04997	300	30,00	690,00
	OC-5319	31-oct.-19	T-10090-2	L3151-R2	16	\$ 663,04	04997	300	30,00	780,00
18	NA	01-nov.-19		ROC025	35	\$ 8.750,00	04936	900	80,00	3.700,00
	NA	02-nov.-19		ROC026	34	\$ 8.500,00	04936	900	80,00	3.620,00
	NA	03-nov.-19		ROC027	36	\$ 9.000,00	04936	900	80,00	3.780,00
	NA	04-nov.-19		ROC028	2	\$ 500,00	04936	900	80,00	1.060,00
	NA	10-jun.-19	CORE_16.8grs	ROC022	32	\$ 7.576,00	04936	900	120,00	4.740,00
	NA	10-jun.-19	Bocina de 16.8grs	ROC023	38	\$ 1.900,00	04936	900	120,00	5.460,00
	NA	10-jun.-19	CORE_30 GRS	ROC024	33	\$ 7.812,75	04936	900	120,00	4.860,00
	001-2020	03-abr.-20	CORE 27 GR / M30	ROC030-RA	3	\$ 900,00	04936	900	80,00	1.140,00
19	4500008229	06-mar.-20	1107-B16	TRX006-R1	44	\$ 2.623,72	04958	800	38,00	2.472,00

	4500008229	06-mar.-20	1107-B16	TRX006-R1	6	\$ 357,78	04958	800	38,00	1.028,00
						\$ 96.991,09			Total	1.384,73

Anexo 2. Ficha de proceso ventas y cotizaciones VC FP-GC-01 Rev. G



Anexo 3. Estándar de producción OPM

OLYMPIC PRECISION MACHINIG
ESTANDAR DE PRODUCCIÓN



Plano No 10011493-6 P.O. _____ Cantidad _____ Lote _____
 Revisión REV. K S.O. _____ Fecha pedido _____

Etapa	Inspección Materia Prima	Plug de WS	Plug de Requizadas	Trozos Requizados	RMN No.	Operario / Firma	Fecha
A							

Inspección de materia prima

Certificado # _____

Etapa	Inspección 1 pieza	Qty Total	Qty Aceptada	Qty Rechazada	RMN No.	Operario / Firma	Fecha
0							

Máquina Programa Concentración Presión / Torque Tiempo de Set Up Tiempo de Ciclo

SIERRA

MONTAJE
 MATERIAL CILINDRICO CALIBRADO DIAMETRO 9/16 STAINLESS STEEL 303
 PARA EFECTOS DE COMPRA DE MATERIAL DE UNA BARRA DE 3 METROS SALEN 37 PIEZAS
 L.C 2.960
 NO CORTAR MATERIAL TRABAJA CON TODO SU LARGO EN T-SUIZO

DOCUMENTOS ASOCIADOS

OBSERVACIONES

Etapa	Inspección 1 pieza	Qty Total	Qty Aceptada	Qty Rechazada	RMN No.	Operario / Firma	Fecha
1							

Máquina Programa Concentración Presión / Torque Tiempo de Set Up Tiempo de Ciclo

TORNO SUIZO

O2562A

300 min

7 min

