

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

**“Planificación y control de la producción para incrementar la
productividad de Ingenacc SRL en la fabricación de productos
metalmecánicos”**

Área de Investigación:

Optimización de la producción

Autor(es):

Br. Rosillo Preciado, Karen Lizet

Br. Dioses Zapata, Esthefany

Jurado Evaluador:

Presidente: Dra. Landeras Pilco, María Isabel

Secretario: Ms. Neciosup Guibert, Robert Alejandro

Vocal: Dr. Muller Solón, José Antonio

Asesor:

Mg. Terrones Romero, Julio Milton

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2876-9746>

TRUJILLO – PERÚ

2021

Fecha de sustentación: 2021/10/30

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



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

**“Planificación y control de la producción para incrementar la
productividad de Ingenacc SRL en la fabricación de productos
metalmecánicos”**

Área de Investigación:

Optimización de la producción

Autor(es):

Br. Rosillo Preciado, Karen Lizet

Br. Dioses Zapata, Esthefany

Jurado Evaluador:

Presidente: Dra. Landeras Pilco, María Isabel

Secretario: Ms. Neciosup Guibert, Robert Alejandro

Vocal: Dr. Muller Solón, José Antonio

Asesor:

Mg. Terrones Romero, Julio Milton

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2876-9746>

TRUJILLO – PERÚ

2021

Fecha de sustentación: 2021/10/30

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL

**“Planificación y control de la producción para incrementar la
productividad de Ingenacc SRL en la fabricación de productos
metalmecánicos”**

APROBADA EN CONTENIDO Y ESTILO POR:

PRESIDENTE: Dra. Landeras Pilco, María Isabel

C.I.P.: 44282

SECRETARIO: Mg. Neciosup Guibert Robert Alejandro

C.I.P.: 44864

VOCAL: Dr. Müller Solón, José Antonio

C.I.P.: 41187

ASESOR: Mg. Terrones Romero, Julio Milton

C.I.P.: 24877

DEDICATORIA

A Dios, como fuente de inspiración, que ha permitido llegar a este momento tan especial en mi vida.

A mi madre, por brindarme su amor y cariño, quien me ha acompañado incondicionalmente durante todo este trayecto, convirtiéndose en mi soporte para luchar por mis metas.

A personas especiales, por su amor incondicional y palabras de aliento cuando más lo necesitaba.

Al Ing. Wilton López, por el profesionalismo demostrado, su amistad, permanente apoyo, tiempo y paciencia demostrada.

Rosillo Preciado, Karen Lizet

A Dios por haberme guiado el camino durante mi etapa universitaria.

A mi familia por su esfuerzo y apoyo incondicional, que es mi fuente de inspiración día a día, y me permiten seguir forjando mi camino, cumpliendo mis metas y sueños.

Dedico este trabajo al Ing. Wilton López por sus consejos y apoyo incondicional y por el gran equipo que formamos durante esta última etapa universitaria que siempre recordaré.

Dioses Zapata, Estefany

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme dado fuerza, voluntad y perseverancia necesaria para poder concluir esta etapa.

A mi compañera de tesis por la amistad que entablamos durante el transcurso de este proyecto, que nos ha permitido superar todas las adversidades.

A mi familia, que representa lo más bello que Dios ha puesto en mi camino.

A mis maestros que en su oportunidad me orientaron con su sabiduría y enseñanzas en mi formación académica.

Rosillo Preciado, Karen Lizet

Doy gracias a Dios, por haberme guiado y dado la fuerza para culminar esta bonita etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi compañera de tesis, que, sin duda alguna, en el trayecto de esta etapa, me ha demostrado su verdadera amistad enseñándome a trabajar en equipo, corrigiendo mis faltas y celebrando cada cosa que he logrado.

A mi familia que siempre ha estado presente en mi vida, sé que están felices de la persona en la cual me he convertido.

Dioses Zapata, Estefany

RESUMEN

La investigación busca realizar la planificación de la producción de gabinetes metálicos para incrementar la productividad en la empresa de Ingenacc S.R.L. que permita el uso eficiente de los recursos y brinde una secuencia ordenada de pasos que ayuden a eliminar los tiempos muertos y procesos que no generan valor. La investigación es aplicada, descriptiva y no experimental-trasversal. Utiliza técnicas y herramientas de recopilación de datos como la observación en campo y la entrevista. Se inicia con el diagnóstico actual de la empresa, la revisión de sus procesos, para luego determinar el valor de la productividad actual en la fabricación de los tres tipos de gabinetes: simples, dobles y triples; encontrándose que se fabrica 0.34 gabinetes por cada sol invertido y 1.85 gabinetes por hora-hombre. Se encontró que la capacidad de diseño o mejor nivel de operación es de 10,693 gabinetes por mes y la capacidad efectiva es 6,178 gabinetes por mes considerando dos turnos de trabajo. Para determinar el plan de producción mediante el modelo de planificación agregada se evaluaron cuatro alternativas, eligiéndose el plan de fuerza constante con horas extraordinarias por su menor costo de 116,231.78 soles para el año pronosticado. En base al plan agregado elegido (PAP), se elaboró el Plan Maestro de Producción (MPS) semanal para luego hacer la Lista de Materiales (BOM) y concluir con la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP). La productividad para la demanda proyectada arroja que se fabrica 0.42 gabinetes por cada sol invertido y 2.29 gabinetes por hora-hombre. Estos resultados se traducen en un incremento de la productividad de mano de obra de 23.35%. Concluye el trabajo con la justificación económica mediante el análisis del Estado de Resultados antes y después de la planificación de la producción, mediante el indicador Margen de Utilidad Operativa siendo 25.86% la actual y de 49.39% luego de la planificación de la producción, es decir se logró un incremento de rentabilidad de 23.53%.

Palabras clave: Productividad, pronóstico de la demanda, planificación de la producción, plan maestro de la producción, planificación del requerimiento de materiales, margen de utilidad operativa.

ABSTRACT

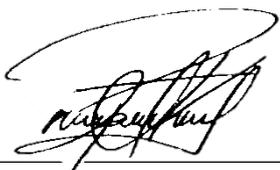
The research seeks to carry out the planning of the production of metal cabinets to increase productivity in the company of Ingenacc S.R.L. that allows the efficient use of resources and provides an orderly sequence of steps that help eliminate downtime and processes that do not generate value. The research is applied, descriptive and non-experimental-transversal. Use data collection techniques and tools such as field observation and interview. It begins with the current diagnosis of the company, the review of its processes, to then determine the value of current productivity in the manufacture of the three types of cabinets: simple, double and triple; finding that 0.34 cabinets are manufactured for each inverted sun and 1.85 cabinets per man-hour. It was found that the design capacity or best level of operation is 10,693 cabinets per month and the effective capacity is 6,178 cabinets per month considering two work shifts. To determine the production plan through the aggregate planning model, four alternatives were evaluated, choosing the constant force plan with overtime for its lower cost of 116,231.78 soles for the forecasted year. Based on the chosen Aggregate Planning (PAP), the weekly Master Production Schedule (MPS) was prepared to then make the Materials List (BOM) and conclude with the Materials Requirements Planning (MRP). The productivity for the projected demand shows that 0.42 cabinets are manufactured for every sun invested and 2.29 cabinets per man-hour. These results translate into an increase in labor productivity of 23.35%. The work concludes with the economic justification through the analysis of the Income Statement before and after the production planning, using the Operating Profit Margin indicator, 25.86% being the current one and 49.39% after the production planning, that is, a 23.53% increase in profitability was achieved.

Keywords: Productivity, demand forecast, production planning, production master plan, materials requirement planning, operating profit margin.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y cumplimiento con los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, ponemos a vuestra disposición la presente tesis titulada: “PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE INGENACC SRL EN LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METALMECÁNICOS” para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.



Br. Rosillo Preciado, Karen Lizet



Br. Dioses Zapata, Esthefany

Trujillo, octubre del 2021

INDICE

DEDICATORIA.....	5
AGRADECIMIENTO.....	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
PRESENTACIÓN	9
I. INTRODUCCION	1
1.1. Problema de investigación	1
1.2. Objetivos	11
1.3. Justificación del estudio	12
II. MARCO REFERENCIAL.....	13
2.1. Antecedentes del estudio.....	13
2.2. Marco teórico	19
2.1. Planificación y control de la producción.....	19
2.2. Pronóstico de la demanda	27
2.3. Inventario.....	30
2.4. Planificación y control de la producción.....	35
2.5. Plan Agregado de la producción.....	41
2.6. Plan Maestro de la producción	47
2.7. Lista de materiales (BOM).....	52
2.8. Planificación del requerimiento de materiales (MRP)	54
2.9. Capacidad de producción	58
2.10. Productividad.....	63
2.11. Indicador de gestión económica.....	67
2.3. Marco conceptual.....	68
2.4. Hipótesis	72
2.5. Variables e indicadores	72
3. Variables e indicadores	72
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	74
3.1. Tipo y nivel de investigación	74
3.2. Población y muestra del estudio	74
3.3. Diseño de investigación	74
3.4. Técnica e instrumento de investigación	75
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	76
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	77

4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	77
Generalidades de la empresa.....	77
Ubicación	77
Misión.....	78
Visión	78
Proveedores.....	78
Proceso de producción.....	79
Costo total de producción.....	88
Ventas totales de gabinetes	93
Costos unitarios de producción	94
Desarrollo Objetivo 1: Calcular la productividad actual en la fabricación de productos metalmecánicos en INGENACC SRL.	96
Desarrollo Objetivo 2: Encontrar el mejor nivel de operación (capacidad) de la planta de producción de INGENACC S.R.L.....	98
Desarrollo Objetivo 3: Determinar en qué medida la Planificación Agregada reducen los costos de la producción en INGENACC SRL.....	101
Desarrollo Objetivo 4: Determinar cómo el Plan Maestro de la producción (PMP) y el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) permiten cumplir con la demanda en INGENACC SRL.	116
Desarrollo Objetivo 5: Calcular la nueva productividad de mano de obra en la fabricación de productos metalmecánicos en Ingenacc SRL mediante el diseño de un sistema de planificación y control de la producción.	139
Desarrollo Objetivo 6: Justificar económicamente la planificación y control de la producción propuesta mediante el indicador de margen utilidad operativa	142
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	148
CONCLUSIONES.....	152
RECOMENDACIONES	154
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	155
ANEXOS	158

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	
Exportaciones totales del sector metalmecánico (miles de US\$)	3
Tabla 2	
Operacionalización de las variables	73
Tabla 3	
Técnica de instrumento de investigación	75
Tabla 4	
Medidas de Láminas de Acero Galvanizado	79
Tabla 5	
Especificaciones de Gabinetes de seguridad de gas doméstico.....	80
Tabla 6	
Costo total de salario.....	88
Tabla 7	
Costo de materiales directos en gabinete simple	89
Tabla 8	
Costo de materiales directos en gabinete doble.....	89
Tabla 9	
Costo de materiales directos en gabinetes triples	90
Tabla 10	
Costo de materiales indirectos	90
Tabla 11	
Costo total de sueldos.....	91
Tabla 12	
Costos indirectos de fabricación en soles	91
Tabla 13	
Costos total de producción en soles.....	92
Tabla 14	
Porcentaje del costo total según cantidad producida	92
Tabla 15	
Costo total de producción según tipo de gabinete.....	92
Tabla 16	
Ventas de gabinetes simples del año 2020-2021.....	93
Tabla 17	
Ventas de gabinetes dobles del año 2020-2021	93
Tabla 18	
Ventas de gabinetes triples del año 2020-2021.	94
Tabla 19	
Resumen de ventas, de los tres tipos de gabinetes periodo 2020-2021	94
Tabla 20	
Registro de producción julio 2020 - febrero 2021	95
Tabla 21	
Costo unitario de producción gabinete simple.....	95
Tabla 22	
Costo unitario de producción gabinete doble	95

Tabla 23	
Costo unitario de producción gabinete triple	95
Tabla 24	
Productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias.....	96
Tabla 25	
Productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias.....	97
Tabla 26	
Tiempo Estándar	98
Tabla 27	
Mejor nivel de operación (Capacidad).....	99
Tabla 28	
Capacidad Efectiva	100
Tabla 29	
Pronostico de la demanda.....	101
Tabla 30	
Costo anual de mantener inventario.....	102
Tabla 31	
Costo del inventario agotado.....	103
Tabla 32	
Costo de despido	103
Tabla 33	
Costo de subcontratación.....	104
Tabla 34	
Costo de hora hombre en tiempo normal	104
Tabla 35	
Resumen de costos de datos iniciales para plan agregado	105
Tabla 36	
Datos iniciales	105
Tabla 37	
Días hábiles para la producción para el periodo.	106
Tabla 38	
Requisitos de la planificación agregada	106
Tabla 39	
Cálculo del plan de producción exacto.....	108
Tabla 40	
Requerimiento de horas para la producción pronosticada	109
Tabla 41	
Tiempo total de trabajo por persona.....	109
Tabla 42	
Promedio diario de trabajadores	109
Tabla 43	
Cálculo del plan de fuerza de trabajo constante.....	110
Tabla 44	
Número de trabajadores.....	111
Tabla 45	
Datos.....	111

Tabla 46	
Calculo del plan para la subcontratación.....	112
Tabla 47	
Número de trabajadores necesarios	113
Tabla 48	
Datos adicionales	113
Tabla 49	
Inventario de seguridad.....	114
Tabla 50	
Cálculo del plan de fuerza constante y horas extras	114
Tabla 51	
Resumen de planes	115
Tabla 52	
Requerimiento de producción con fuerza constante y horas extraordinarias	116
Tabla 53	
Proporción de la demanda proyectada por tipo de gabinete	116
Tabla 54	
Requerimiento mensual por tipo de gabinete.....	117
Tabla 55	
Requerimiento de producción por semana en unidades	117
Tabla 56	
Datos del inventario.....	118
Tabla 57	
Plan maestro de producción de gabinetes simples	119
Tabla 58	120
Tabla 59	
Plan maestro de gabinetes triples	121
Tabla 60	
Resumen del plan maestro de producción	122
Tabla 61	
Demanda anual.....	124
Tabla 62	
Cantidad de material por tipo de gabinete.....	124
Tabla 63	
Productos nivel 0.....	125
Tabla 64	
Productos nivel 1	125
Tabla 65	
Resumen de demanda anual de materiales.....	128
Tabla 66	
Datos para el cálculo del MRP	128
Tabla 67	
Requerimientos brutos semanales de plancha galvanizada 1.2 para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple.	129
Tabla 68	
Necesidades reales de plancha galvanizada 1.2 para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple.....	130

Tabla 69	
Requerimientos brutos semanales de plancha galvanizada 0.9 para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple.	131
Tabla 70	
Necesidades reales de plancha galvanizada 0.9 para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple.....	131
Tabla 71	
Requerimientos brutos semanales de chapas para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple.....	132
Tabla 72	
Necesidades reales de chapas para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple	133
Tabla 73	
Requerimientos brutos semanales de bisagras para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple.....	134
Tabla 74	
Necesidades reales de bisagras para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple	134
Tabla 75	
Requerimientos brutos semanales de pintura electrostática para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple	135
Tabla 76	
Necesidades reales de pintura electrostática para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple.....	136
Tabla 77	
Requerimientos brutos semanales de plástico embalaje para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple	137
Tabla 78	
Necesidades reales de plástico embalaje para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple	137
Tabla 79	
Productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias con la planificación de la producción	140
Tabla 80	
Productividad de mano de obra respecto a las horas hombres con la planificación de la producción.	140
Tabla 81	
Variación porcentual de la productividad con la planificación de la producción .	141
Tabla 82	Porcentaje
del costo total de mano de obra directa según cantidad producida.....	143
Tabla 83	Costo
total de mano de obra directa por tipo de gabinete con la nueva demanda	143
Tabla 84	Costo de
materiales directos de gabinete simple con la nueva demanda	144
Tabla 85	Costo de
materiales directos de gabinete doble con la nueva demanda.....	144

Tabla 86	
Costo de materiales directos de gabinete doble con la nueva demanda	144
Tabla 87	
Otros costos indirectos de fabricación en base a la nueva demanda.....	145
Tabla 88	
Porcentaje de Costo total indirecto de fabricación según tipo de gabinete.	145
Tabla 89	
Costo total de producción con la nueva demanda.....	146
Tabla 90	
Estado de resultado antes de la planificación de la producción	146
Tabla 91	
Estado de resultado proyectado con la planificación de la producción	147
Tabla 92	
Variación del Margen de Utilidad.....	147

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	
Perú Producto Bruto Interno por actividad económica 2018	4
Figura 2	
Empresas en Perú según actividad económica 2018.....	5
Figura 3	
Empresas manufactureras según actividad económica 2018	6
Figura 4	
Manufactura: Valor Agregado Bruto por departamento 2018	7
Figura 5	
Ciclo de gestión de la producción.....	22
Figura 6	
Requerimientos del sistema de planificación	25
Figura 7	
Relación entre el programa de producción maestra y el proceso.....	49
Figura 8	
Plan agregado y programa maestro de producción.....	50
Figura 9	
Lista de materiales (árbol estructural del producto) del producto A.....	53
Figura 10	
Estructura del plan de requerimiento de materiales	55
Figura 11	
Diseño de investigación	75
Figura 12	
Ubicación de la planta de producción.....	77
Figura 13	
Diseño de puertas de gabinetes simples.....	80
Figura 14	
Diseño de puertas de gabinetes dobles	81
Figura 15	
Diseño de puertas de gabinetes triples	81
Figura 16	
Diseño de ventana corrediza para gabinetes	82
Figura 17	
Diseño de rieles para ventanas en gabinetes.....	82
Figura 18	
Diseño de carcasa de gabinetes simples	83
Figura 19	
Diseño de carcasa de gabinetes dobles.....	83
Figura 20	
Diseño de carcasa de gabinetes triple	84
Figura 21	
Diseño carcasa 2 (tapas) para gabinete simple	85
Figura 22	
Diseño de Soporte 1 para gabinetes	85

Figura 23	
Diseño de soporte 2 para gabinetes.....	86
Figura 24	
Producto final gabinete simple	87
Figura 25	
Producto final 2 gabinete simple	87
Figura 26	
Estructura del gabinete simple	126
Figura 27	
Estructura del gabinete doble.....	126
Figura 28	
Estructura del gabinete triple.....	127

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	
Estructura orgánica	158
Anexo 2	
Diagrama de Ishikawa.....	159
Anexo 3	
Ponderación de Diagrama de Ishikawa.....	160
Anexo 4	
Guías de entrevistas	161
Anexo 5	
Calificación del desempeño método Wetinghouse.....	164
Anexo 6	
Tiempo Estándar	165
Anexo 7	
Diagrama de flujo de procesos de gabinetes	168
Anexo 6	
Anexo 8	
Registro de compras de material.....	173
Anexo 9	
Cotizaciones de empresas para subcontratación.....	175

I. INTRODUCCION

1.1. Problema de investigación

Realidad Problemática

El sector metalmeccánico está conformado por una gran diversidad de industrias, abarca desde la fabricación de componentes menores hasta productos que demandan una base tecnológica sofisticada y engloba todo lo relacionado con la industria metálica, cuyos productos pasan por una transformación para la producción de láminas, alambres y placas, que luego serán procesadas para obtener un producto final de uso cotidiano tal como cocinas, lavadoras, computadoras o de uso industrial como calderas, maquinaria pesada, hornos industriales, etc. Entre los productos que ofrece el sector tenemos también repuestos y autopartes de vehículos, refrigeradores, aires acondicionados industriales, congeladores y receptores de radio para aparatos de telefonía. Así también, productos mecánicos especializados para la industria del petróleo, térmica y cementera.

Alcántara (2017), en su artículo *20 años de la industria metalmeccánica en América Latina*, publicado por la revista Internacional Metalmeccánica, indica: La industria metalmeccánica representa cerca del 16% del PIB industrial en América Latina, da empleo a 4.1 millones de personas en forma directa y 19.7 millones de forma indirecta y tiene una importante participación en el total de las exportaciones.

El artículo *Metalmeccánica es clave para el desarrollo* publicado el 15 de abril del 2019 publicado por la Cámara de Comercio de Lima, indica que los países más desarrollados en la rama metalmeccánica son Estados Unidos, Japón, China, Alemania y España, que mantienen filiales multinacionales en varias naciones para la importación de máquinas y la puesta en marcha de tecnología de vanguardia, para un mayor desarrollo

industrial. (p. 23).

En el 2018, entre los países miembros de la Alianza del Pacífico, según información del Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la Cámara de Comercio de Lima (Idexcam, 2019), México fue el país líder en exportación de productos industriales con 98,64% de participación, constituyendo la industria metalmecánica el 65,51 % de sus envíos totales, presentando además un crecimiento continuo de 4,6 % en los últimos cuatro años. México tiene como principales industrias metalmecánicas el ensamblaje de autos y producción de sus partes, producción de computadores de escritorio, portátiles y tabletas; y maquinaria pesada para los diferentes rubros como construcción, minería, agrícola, etc. (p. 24)

Colombia con solo 0,65% de participación, en el mismo año, presenta un crecimiento conservador continuo de 1% interanual en los últimos cuatro años. Sus principales industrias son: el ensamblaje de autos, la producción de baterías, acumuladores de electricidad, además de la elaboración de transformadores y conductores eléctricos. (Idexcam, 2019)

En el caso de Chile su nivel de participación fue de 0,50%, siendo el único país de la Alianza del Pacífico que ha tenido una disminución en sus exportaciones metalmecánicas, con -38,96 % y retrocediendo en un promedio interanual de 15,17% en el periodo de análisis. Las principales industrias de Chile son: el ensamblaje de buses, la fabricación de muebles de metal, manufactura de bolas para molinos de hierro o acero, el ensamblaje de volquetes y el ensamblaje de celulares. (Idexcam, 2019)

Perú tiene una participación de apenas 20 % del total exportado por la Alianza del Pacífico, revelando un crecimiento conservador pero continuo en los últimos tres años de 1,13%. Sus principales industrias corresponden a la fabricación de acumuladores de plomo, grupos electrógenos, tapas o tapones, ensamblaje de buses, bolas para molinos

de hierro o acero y palas mecánicas. (Idexcam, 2019)

La Superintendencia Nacional de Aduanas y Administración Tributaria (Sunat) y el Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la Cámara de Comercio de Lima (Idexcam, 2019) destacan que las exportaciones del sector metalmeccánico en el Perú en los últimos dos años han registrado un crecimiento promedio de 14,4%, tal como se observa en la tabla 6, dejando en claro que es uno de los sectores que ha ayudado a recuperar el crecimiento sostenido de nuestras exportaciones totales registradas en años anteriores. Por otro lado, durante los dos últimos años el número de empresas exportadoras aumentó 5% en promedio.

Tabla 1

Exportaciones totales del sector metalmeccánico (miles de US\$)

PAISES	AÑO 2014	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017	AÑO 2018
México	246.927,817	251.790,512	247.362,315	270.190,703	295.384,481
Colombia	1.866,075	1.767,820	1.829,054	1.864,154	1.956,427
Chile	3.155,148	2.478,206	2.442,415	2.471,706	1.508,680
Perú	608,172	554,017	468,423	537,571	613,346

Nota: Esta tabla citada del Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la CCL (Idexcam) nos muestra como varía la cantidad de exportaciones del sector metalmeccánico según país, siendo México el país líder desde el año 2014 al 2018.

El informe *Perú: Producto Bruto Interno por departamento 2007-2018*, presentado en el 2019 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), señala que en el 2018 el sector manufactura presentó una participación de 13,3% del total de Producto Bruto Interno de la economía peruana siendo una de las principales actividades económicas del país; además el Valor Agregado Bruto de la actividad manufactura creció el 5,7% respecto al año anterior. (p. 252-253)

Figura 1

Perú Producto Bruto Interno por actividad económica 2018



Nota: El gráfico indica que la actividad manufacturera representó el 13.30% de Producto Bruto Interno hasta el año 2018. Tomado del Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018, (<https://cutt.ly/hEMXPTg>).

Según el informe *Perú: Estructura Empresarial, 2018*, elaborado con información del Directorio Central de Empresas y Establecimientos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018), en el Perú se registraron 2 millones 393 mil 33 empresas de las cuales el 7,9% corresponde a la actividad manufacturera y de estas, según segmento empresarial, el 93.9% son microempresas, el 5.1% pequeñas empresas y el 1.0% corresponde a la grande y mediana empresa. (p. 14)

Figura 2

Empresas en Perú según actividad económica 2018



Nota: Según el gráfico tomado del Instituto Nacional de Estadística e Informática la actividad de manufactura creció un 7.90% hasta el año 2018 respecto a todas las actividades económicas del Perú. (<https://n9.cl/9obz>).

En el mismo año, del total de empresas de manufactura el 30.6% se dedicó a la industria textil y cuero, el 17,4% a la industria de alimentos y bebidas, el 16,2% a la fabricación de productos metálicos, el 15,3% a la industria de madera y muebles y el 11,3% a la industria de papel, imprenta y reproducción de grabaciones; superando juntas el 75% del total. (Instituto Nacional de Estadística e Informática - Perú: Estructura Empresarial 2018, p. 14)

Figura 3

Empresas manufactureras según actividad económica 2018



Nota: Gráfico obtenido del informe Perú: Estructura Empresarial 2018, (p. 14) presentado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Navarro (2017), en su artículo *Industria Metal Mecánica* publicado por el Comité Metal Mecánico de la Sociedad Nacional de Industrias, indica que la industria metal mecánica peruana tiene como particularidad la relación que mantiene con varios sectores productivos como la construcción, energía, petróleo, gas y pesca.

El reporte sectorial del Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES) de la Sociedad Nacional de Industrias (2019) indica que la producción metalmecánica peruana tuvo un crecimiento de 10,2% entre enero y octubre de 2019, impulsado por la mayor demanda interna y detalla que las actividades del sector metalmecánico que más crecieron en el referido periodo están la producción de motores, generadores, transformadores (132,8%), motocicletas (22,8%), partes, piezas y accesorios para vehículos (15,3%).

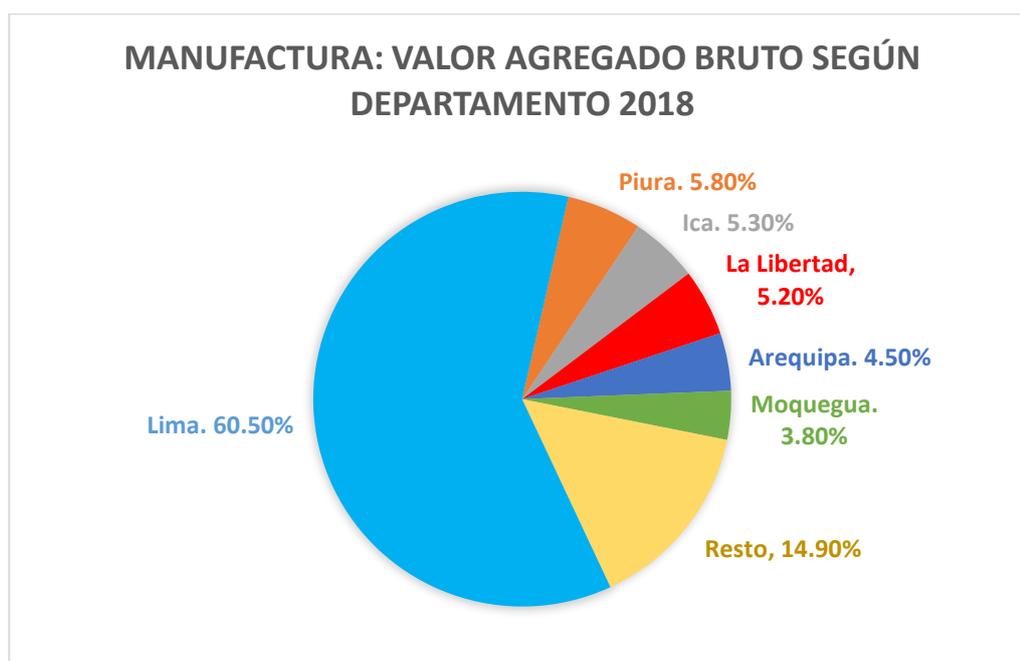
De acuerdo al Ministerio de la Producción en el 2019 la producción de estructuras metálicas creció 17.9% en el primer cuatrimestre del año (de

enero a abril) en comparación con el mismo periodo del 2018, debido al buen desempeño de la minería y el destrabe de los proyectos de inversión.

En el año 2018 el departamento con mayor participación en la industria manufacturera del país fue Lima, representando el 60,5% del valor agregado bruto corriente, mientras que La Libertad ocupó el cuarto lugar con 5,2%, después de Piura con un aporte del 5,8% e Ica que aporta 5,3%, según el informe *Perú: Producto Bruto Interno por Departamento 2007-2018*, presentado en el año 2019 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática. (p. 57)

Figura 4

Manufactura: Valor Agregado Bruto por departamento 2018



Nota: Gráfico adaptado del informe Perú: Producto Bruto Interno por Departamento 2007-2018, presentado en el año 2019 por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

En Perú, tras décadas de alto crecimiento, la capacidad de generación de bienestar de la economía peruana se ha visto debilitada recientemente por diversos factores que se han reflejado a través de una menor productividad de nuestros recursos de producción, una desaceleración en

las inversiones en capital físico y un reducido aprovechamiento del talento y habilidades de los peruanos. Si bien el dinamismo económico del país se consolidó sobre la base de fortalezas tales como la apertura comercial y la estabilidad tanto fiscal como monetaria, estos activos, pese a que son sumamente relevantes, ya no son suficientes para que el Perú se convierta en un país más competitivo y productivo. (Plan Nacional de Competitividad y Productividad, 2019)

En tal sentido la industria metalmecánica enfrenta también estos desafíos para fomentar el crecimiento de la productividad de sus empresas, mediante los cambios tecnológicos que enfrenta el mundo actual incorporando una transformación digital en el sector. El mejoramiento de la productividad fortaleciendo el capital humano compromete al sector implementar la promoción y la rotación de empleados en el trabajo, así como su participación en las decisiones de producción. Por otro lado, las empresas de la industria metalmecánica vienen mejorando su productividad basada en materiales aplicando controles adecuados de inventarios, planificando el requerimiento de materiales, es decir controlando adecuadamente su producción.

Tal como se expuso en la 16° edición del *Reporte de Inflación*, organizado por el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) - Sucursal Trujillo y la Cámara de Comercio de La Libertad, el Producto Bruto Interno de la región La Libertad creció en 2.8% durante el año 2019, lo cual refleja menor crecimiento en comparación a 4.8% que alcanzó en el año 2018 debido a la baja actividad minera, y que se contrajo en 14.6%, aun cuando la actividad de agro exportación creció en 8% además de otros sectores como construcción y producción industrial.

Según el informe *La Libertad, Compendio estadístico 2017* presentado por el Instituto de Estadística e Informática (INEI), en la región La Libertad se concentran 9615 empresas manufactureras entre micro, pequeñas, medianas y grandes, muchas de ellas dedicadas al rubro metalmecánico.

En La Libertad la industria metalmecánica tiene mayor relevancia, a pesar de que la mayoría de estas empresas iniciaron sus actividades como pequeños talleres, hoy en día han tomado posición en el mercado, consolidándose como empresas muy bien posicionadas. En la ciudad existen varias empresas dedicadas a la fabricación de partes automotrices, carrocería, materiales de construcción entre otros productos demandados.

Como la industria metalmecánica tiene alta demanda de sus productos, muchas industrias del rubro están planificando su producción a mediano y largo plazo con la finalidad de optimizar sus recursos y minimizar sus costos; aplicando herramientas como el plan agregado y plan de requerimiento de materiales que le permitan mejorar su productividad.

La planificación de la producción siempre ha sido un área importante para la mejora de la productividad de fabricación. En los sistemas de producción, el concepto de proceso implica además la combinación de personas, maquinaria, materia prima y métodos; todos estos factores intervienen en la producción de un determinado producto, a pesar de ello, no todas las empresas evidencian una planificación adecuada.

La empresa Ingenieros en Acción SRL, denominada en adelante INGENAC SRL, es una empresa metalmecánica dedicada a la fabricación de maquinarias para la construcción, estructuras metálicas, cajas de gabinetes, entre otros productos, además de la ejecución y mantenimiento en plantas industriales de empresas embotelladoras, pesqueras y agroindustriales de la región y se encuentra ubicada en el departamento de la Libertad, distrito El Milagro Av. Miguel Grau N°114. Actualmente cuenta con una planilla de 21 trabajadores entre personal del área de producción, logística, ventas y administración de los cuales 10 trabajadores corresponden a la mano de obra directa de acuerdo a la estructura orgánica del anexo 1, los que trabajan en turno regular de 8

horas al día. Sus productos se destinan a mercados de Lima, Arequipa y Trujillo.

Cuando la empresa inicia sus operaciones en 1994, no contaba con los recursos financieros para posicionarse con rapidez, pero con las actividades productivas complementarias le permitió crecer paulatinamente en el mercado. Actualmente cuenta con la certificación de calidad ISO 9001 para sus productos y servicios.

A pesar de esta situación, existen problemas en la dirección de la producción que afectan de manera directa a sus indicadores como el nivel de cumplimiento, la eficacia y la eficiencia que según gerencia obtuvo una variación porcentual de -15% respecto al año anterior; generando una baja productividad en sus operaciones.

Enunciado del problema

Entre los principales problemas que enfrenta INGENACC SRL está la falta de un plan de producción estratégico que no permite la programación de la producción adecuada que genera pedidos de cantidades inadecuadas de materia de prima, uso ineficiente de la mano de obra y demás recursos, además de periodos de espera para obtener materiales o herramientas de almacén.

Así mismo, como consecuencia del uso inadecuado de la mano de obra las operaciones se realizan desordenadamente causando tiempos muertos y costos elevados de producción que influyen de manera directa en la productividad y la rentabilidad de la organización.

La ponderación del diagrama de causas y efectos (Ishikawa) del anexo 3 concluye que la falta de la planificación de la producción viene originando la baja productividad que se refleja en retrasos de los plazos de entrega producción. El diseño de un sistema de planificación y control de la

producción adecuado eliminaría el problema mayor detectado, logrando una mejor productividad para Ingenacc SRL.

Formulación del problema

¿La planificación y control de la producción incrementará la productividad de Ingenacc SRL en la fabricación de productos metalmecánicos?

1.2. Objetivos

Objetivo general

Diseñar la planificación y el control de la producción para incrementar la productividad de Ingenacc S.R.L en la fabricación de productos metalmecánicos.

Objetivo específico

OE1: Calcular la productividad actual de mano de obra en la fabricación de productos metalmecánico en Ingenacc SRL

OE2: Encontrar el mejor nivel de operación (capacidad) de la planta de producción de Ingenacc SRL

OE3: Determinar en qué medida la Planificación Agregada reducen los costos de la producción en Ingenacc SRL

OE4: Determinar cómo el Plan Maestro de la producción (PMP) y el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) permiten cumplir con la demanda en Ingenacc SRL.

OE5: Calcular la nueva productividad de mano de obra en la fabricación de productos metalmecánicos en Ingenacc SRL mediante el diseño de un sistema de planificación y control de la producción.

OE6: Justificar económicamente la planificación y control de la producción propuesta mediante el indicador de margen utilidad operativa.

1.3. Justificación del estudio

Ingenacc SRL tiene la necesidad de establecer una relación adecuada de la producción y el uso de sus principales recursos materiales y mano de obra, por lo que requiere planificar su producción para optimizar el uso de sus recursos y minimizar sus costos. El principal problema está relacionado precisamente por la falta de un método para planificar la producción, por tanto, resulta una aplicación teórica de la planificación y control de la producción.

La planificación y control de la producción permitirá un marco de referencia para la toma de decisiones, que resulta del proceso de conexión entre estrategias empresariales y de operaciones de Ingenacc SRL.

La correcta planificación y control de producción incrementará la productividad, mediante el uso adecuado de recursos materiales, principalmente de las planchas metálicas galvanizadas, y recursos de mano de obra. Los principales beneficiarios de este proyecto serán el área de producción y las áreas directamente relacionadas tales como ventas, logística y finanzas.

La factibilidad se justifica por el uso de datos reales y actuales, además se contará con la colaboración del personal directo e indirecto de la empresa.

II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes del estudio

En los trabajos de investigación estudiados se ha determinado el objetivo principal, la problemática, las técnicas y procedimientos utilizados, los resultados obtenidos y los aportes correspondientes, que se describen a continuación:

Internacional

Ariza, L. y Padilla, M. (2014): *Propuesta de mejoramiento de la productividad en una pyme del sector metalmeccánico de estructuras en Bogotá como estrategia para competir contra las importaciones de China* para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia.

Objetivo principal: Presentar una propuesta de mejoramiento de la productividad en una PYME del sector metalmeccánico de estructuras en Bogotá, para aumentar la competitividad de sus productos con respecto a las importaciones de China que están sustituyendo su lugar en el mercado.

Problemática: La empresa Industrias Saad S.A, la cual posee 30 años de experiencia en la fabricación, comercialización e instalación de estanterías metálicas para almacenaje, realiza una propuesta de mejoramiento de la productividad como estrategia para competir contra las importaciones de China, mediante el diagnóstico de la planeación de producción y del manejo de inventarios, se evidenció que la empresa ha tenido una administración basada principalmente en conocimientos empíricos. De aquí surgió la necesidad de aplicar herramientas de Ingeniería Industrial mediante las cuales se puedan potencializar las ventajas competitivas de la empresa, tener mayor control sobre sus procesos y optimizar la utilización de los recursos con los que cuenta la planta.

Técnicas y procedimientos: La propuesta fue enfocada en aumentar la capacidad de la empresa a través del rediseño de la operación cuello de botella crítico, la planeación de la producción (MPS, MRP y Programación) y del sistema de manejo de inventarios, dando como resultado un aumento de su productividad y minimización de los costos operativos.

Resultados: Se estimó un aumento de productividad del 31 % y una reducción en los tiempos de entrega del 100 %. Adicionalmente se logró disminuir los costos de producción en 33 % para marcos y de 19 % para vigas. Permitted aumentar la utilidad por unidad de producto en 29 % y 58 %. Esto ofrece a la empresa la posibilidad bien sea de disminuir el precio de venta o de aprovechar ese beneficio invirtiendo en nuevos proyectos que les permitirá crecer en el mercado actual.

Aporte: El aporte de esta investigación se basa en el análisis de los indicadores de productividad, el método de planeación de la producción y manejo de inventarios para finalmente hacer una propuesta viable tanto técnica como financieramente que permita mejorar su competitividad en el mercado nacional e internacional y que, además, sea un ejemplo para seguir para todas las PYMES del sector.

Becerra, J. y Pérez, L. (2015): *Sistema de planeación, programación y control para Orozco Figueroa Orfi S.A.S. en la línea de producción metalmecánica fusión caucho y metal* para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Libre de Colombia, Bogotá - Colombia.

Objetivo principal: Desarrollar un sistema de planeación, programación y control en la línea metalmecánica, fusión caucho y metal de Orozco Figueroa Orfi S.A.S., con el fin de lograr el aprovechamiento máximo de su capacidad.

Problemática: Se identificó como causas principales: carencia de un sistema de planificación y control de la producción, incumplimiento en las entregas de los productos, esto debido a que no se cuenta con un stock de seguridad, demoras en la llegada de materias primas por lo que genera retrasos en la línea de producción, las cuales afectan los índices de producción y con el cumplimiento de la demanda de los productos, lo que

genera una mala imagen ante sus clientes y con ello pérdidas significativas.

Técnicas y procedimientos: La investigación citada realizó un plan agregado, plan maestro de producción y el plan de requerimiento de materiales, con el objeto de definir la demanda de productos a fabricar, establecer los costos operativos, el stock de materias primas y hacer un uso eficiente de la capacidad de planta.

Resultados: Se obtuvo como resultado que el plan maestro propuesto permitió en un corto plazo planificar las necesidades de producción, cumplir con la demanda y como el porcentaje de utilización era del 62 % no se presentarán restricciones de capacidad; otorgando a la empresa la oportunidad de implementar el modelo en otras líneas de producción.

Aporte: Con el diagnóstico realizado se identificaron las principales causas, con ello se pudo tener una noción más clara de los beneficios que generaría realizar un plan agregado, plan maestro de producción y un plan de requerimientos de materiales, el cual les permitió en un corto plazo planificar las necesidades de producción y cumplir con la demanda establecida.

Nacional

Bulnes, A., Galarreta, G. y Esquivel, L. (2017): *Plan agregado para mejorar el planeamiento y control de la producción de la empresa SIMA metal mecánica* presentado al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Cesar Vallejo, Lima - Perú.

Objetivo principal: Elaborar un Plan Agregado que mejore el planeamiento y control de la producción de la empresa SIMA Metal Mecánica.

Problemática: En esta investigación se identificó, que trabajar con métodos tradicionales en el sistema de producción trae como consecuencia que la dirección de la producción sea inadecuada, por ende, surge la necesidad de emplear métodos de mejora en su planeamiento y control de la producción debido a que estas anomalías están generando

retrasos en la entrega de proyectos, desperdicios de recursos y graves dificultades en la toma de decisiones.

Técnicas y procedimientos: La investigación realizó un pronóstico de demanda, diseño diferentes planes agregados teniendo en cuenta que cada plan tiene objetivos de costo.

Resultados: El plan agregado mejora el planeamiento y control de la producción de la empresa SIMA metal mecánica; disminuyendo en 34.78 % las penalizaciones con un costo diferencial de S/ 6,909.26, aplicando el plan agregado con una fuerza laboral estable con contratación de 28 % y alta subcontratación (Terceros) al 55%.

Aporte: Se basa en el diseño de los distintos planes agregados que le permita a la empresa alcanzar mejores rendimientos en sus actividades y la elaboración de presupuestos. De tal manera que los presupuestos diseñados se ajusten a los costos y operaciones reales, entregando como resultado las decisiones operacionales que se deben tomar para alcanzar las metas de la empresa.

Jara & Sánchez (2016). *Propuesta de un sistema de planeamiento y control en el área de producción de la empresa minera P'HUYU YURAQ II E.I.R.L.* Para incrementar la productividad de cal viva, para obtener el título de Ingeniero Industrial por la Universidad Privada del Norte.

Objetivo principal: Esta investigación tuvo como propósito proponer un sistema de planeamiento y control de la producción, empezando por el diagnóstico situacional de la empresa, identificándose los diversos problemas que éstas presentaba. Con la aplicación de la propuesta de mejora los resultados obtenidos fueron óptimos ya que nuestros indicadores arrojaron resultados que demuestran que la productividad en la empresa mejoraría al proponer al cierre de la planta Puylucana.

Problemática: En la presente investigación encontramos que la empresa no gestiona, ni planifica, ni controla sus operaciones dentro del área de producción, para los dos productos que genera: cal viva (CaO) y cal hidrata [Ca (OH)₂], para esta investigación hemos decidido enfocarnos a la cal viva puesto que esta genera demasiados inventarios innecesarios,

ya que la cal hidratada cumple principalmente el requerimiento de su cliente Cartavio S.A.A. En la producción de cal viva los encargados de cada planta elaboran los requerimientos de una manera empírica, por lo que la planeación de la producción se convierte en uno de los principales problemas y esto se da, por no contar con pronósticos futuros, control de los demás recursos de manufactura, como mano de obra, maquinaria y materia prima, las consecuencias que genera a la empresa si no se soluciona este problema, son los altos costos de producción.

Resultados: La utilizaciones de los recursos se da en un 69.25 % indicando que la empresa no está usando bien sus recursos, debido que la empresa tiene un proyección de 95%, así también se calculó la mano de obra donde se ha duplicado, los hornos son 50 % más productivos, la eficiencia física aumenta de 90.90% para la roca caliza a 95.24% y del carbón antracita de 95.23% a 97.56%, la eficiencia económica pasa de 141.08% a 182.43%, Por último, nuestro indicador de producción llego a aumentar de un 85% a 96.69%.

Aportes: La investigación permitió conocer y aplicar un sistema de planeamiento y control en el área de producción de cal viva de la empresa Minera P'HUYU YURAQ II E.I.R.L.

Local

Ninaja, G. (2020): *Planificación del requerimiento de materiales para incrementar la productividad en la fabricación de poleras en creaciones Quibert* para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo – Perú.

Objetivo Principal: Desarrollar la planificación del requerimiento de materiales para incrementar la productividad de la fabricación de poleras en creaciones Guibert.

Problemática: En la empresa creaciones Guibert se ha encontrado la inexistencia de un sistema de inventarios que ocasiona pérdidas debido a que muchos insumos en almacén no se usan oportunamente y no se solicitan a tiempo, generando tiempos muertos en la producción, retrasos

en la atención de los pedidos, disminución de la productividad y por consiguiente la insatisfacción en los clientes.

Técnicas y procedimientos: Realizó la planificación del requerimiento de materiales en la fabricación de poleras y para ello utilizaron herramientas como: productividad de la mano de obra, pronósticos de regresión lineal, método de estacionalidad mensual y tendencia, con el pronóstico de la demanda se determinó el plan de producción mediante la técnica del plan agregado para luego determinar a corto plazo (semana) el plan maestro de la producción considerando el modelo lote por lote y lote económico. Para la planificación del abastecimiento de insumos y materiales aplicaron la técnica de material resource planning (MRP).

Resultados: La productividad del recurso humano para la fabricación de poleras es de 128 poleras mensuales por trabajador. El plan de producción de menor costo total (S/ 44,757.30) corresponde a una mano de obra constante con tres trabajadores y tiempo extraordinario para los meses en que no se cubre la demanda. Con el plan agregado elegido diseñaron el programa maestro de producción en periodos semanales, siendo la fabricación de lote por lote el recomendado debido a su menor costo total (S/ 611.72). Con los requerimientos netos de producción, la lista de materiales y el inventario a mano se encontró la periodicidad para realizar los pedidos de los seis materiales utilizados y la productividad proyectada con el número óptimo de trabajadores del plan de producción elegido es 277.33 polera mensuales por trabajador.

Aporte: Considera distintos planes maestros de producción teniendo en cuenta la cantidad exacta de requerimiento bruto y el lote económico de producción para con esto atender realmente la demanda estimada para la fabricación de poleras y optimizar la productividad de la empresa.

Camacho & García (2016): *“Propuesta de mejora para incrementar la rentabilidad basada en la implementación de sistema MRP II, distribución de planta y sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la panadería Rosita.”*, para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Privada del Norte Trujillo – Perú.

Objetivo principal: La panadería Rosita no cuenta con ningún tipo de sistema de gestión por eso, la idea de implementar este sistema era inevitable. El inicio del estudio consistió en determinar las condiciones en las cuales se encontraba las estaciones de trabajo con relación a las normas internacionales y la ley nacional de seguridad y salud en el trabajo N.º 29783.

Problemática: El elevado tiempo de ciclo del producto, las distancias recorridas por la materia prima y el cruce de materiales hacen que nos hallamos trazado como objetivos diseñar un sistema de planificación y control de la producción del pan francés, analizar y rediseñar la distribución física e implementar un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la Panadería Rosita en Ancash, así como diagnosticar los problemas en la producción para visualizar y proyectar la demanda futura.

Resultados: Al implementar el MRP II, la utilidad aumenta en un 20,26%, un ROA de 0,22 a 0,26 y un ROE de 0,26 a 0,30. Se realizó un balance de línea aumentando la producción de 391 Kg / día a 496 Kg / día, las estaciones de trabajo aumentan de 4 a 9 y la eficiencia 39,37% a 90,13%. Se realizó una distribución de planta reduciendo tiempos y distancias.

Aportes: La investigación permitió conocer la problemática y proponer un sistema que ayudó a mejorar la rentabilidad de la empresa.

2.2. Marco teórico

2.1. Planificación y control de la producción

La planificación y control de la producción respalda los procesos de fabricación, tanto discretos como del proceso de manufactura. Se proporcionan enfoques repetitivos y de configuración según el pedido. Esta serie de módulos apoya todas las etapas de manufactura, lo que nivela la capacidad y planificación de requerimientos, planificación de requerimientos de materiales, costo del producto, cuentas del procesamiento del material y

administración de cambio de ingeniería. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.476)

Planear es la función administrativa que determina anticipadamente cuáles son los objetivos para alcanzar y qué debe hacerse para alcanzarlos de la mejor manera posible. La planeación está orientada hacia la continuidad de la empresa y se centra en el futuro. Así, a partir de los objetivos a ser alcanzados, la planeación determina a priori lo que se debe hacer, cuando hacerlo, quien debe hacerlo y de qué manera. Por otro lado, el control es la función administrativa que consiste en medir y corregir el desempeño para asegurar que los planes se ejecuten de la mejor manera posible. La tarea del control es verificar si todo se está haciendo conforme fue planeado y organizado, de acuerdo con las órdenes dadas, para identificar los errores y desviaciones, a fin de corregirlos y evitar su repetición. En tal contexto el planeamiento y control de la producción tiene por objeto planificar y controlar las actividades de la empresa en el ámbito de la producción. (Chiavenato, 1993)

Para (Chiavenato, 1993), “la finalidad del Planeamiento y Control de la Producción es aumentar la eficiencia y la eficacia del proceso productivo en una empresa”. (p.185)

En la planificación de ventas y operaciones, marketing elabora un plan de ventas que comprende los siguientes 3 a 18 meses. Este plan de ventas casi siempre se expresa en unidades de grupos de productos agregados y a menudo está asociado a los programas de incentivos de ventas y otras actividades de marketing. El área de operaciones elabora un plan de operaciones como resultado del proceso, (...). Al concentrarse en los volúmenes agregados de ventas y productos, las funciones de marketing y operaciones pueden diseñar planes para cubrir la demanda. Esta es una tarea muy complicada cuando existen cambios en la demanda a través del

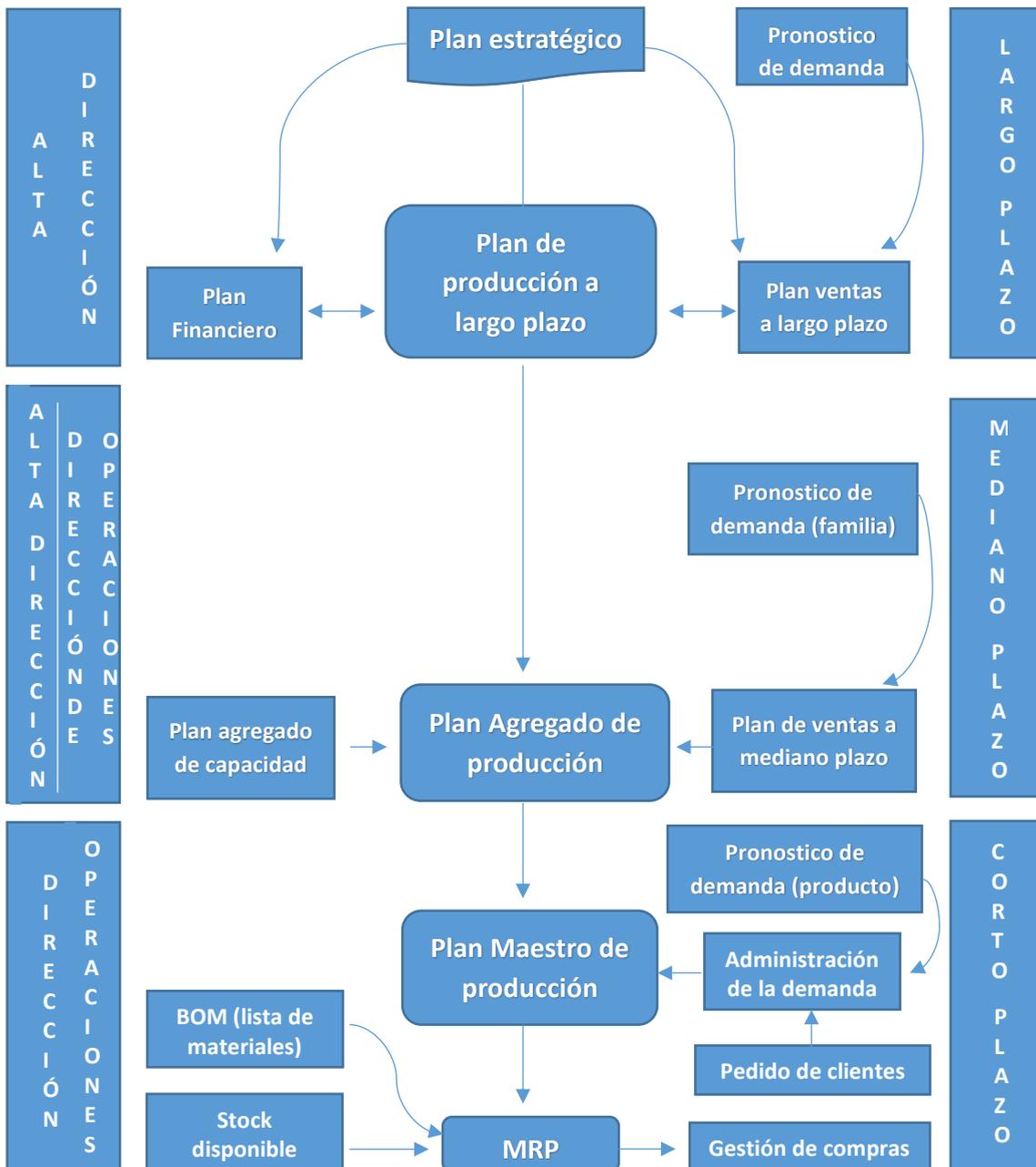
tiempo debidos a las tendencias del mercado u otros factores. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.531)

En cuanto a la oferta, las operaciones agregadas se llevan a cabo por familias de productos y, en relación con la demanda, por grupos de clientes. Los programas de fabricación de cada producto y los pedidos de los clientes correspondientes se manejan con mayor facilidad como resultado del proceso de planificación de ventas y operaciones.

Por lo regular, la planificación de ventas y operaciones ocurre por ciclos mensuales. Esta planificación une los planes estratégicos y el plan de negocios de una empresa con sus procesos de operaciones y suministro detallados. Estos procesos detallados incluyen manufactura , logística y actividades de servicios. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.531)

Figura 5

Ciclo de gestión de la producción



Nota: Adaptado de *Administración de las operaciones productivas, Enfoque en procesos para la gerencia* (p. 166), por D'alessio Ipinza, 2016, México:Pearson.

Para N. Chapman (2006), el diseño del sistema de planificación y control se verá impactado por varios factores. Entre los más importantes se encuentran el volumen y la variedad de la producción esperada, factores que, a su vez, tienden a ser definidos en su mayor

parte según la cantidad de influencia que el cliente ejerce en el diseño del producto o servicio que le es entregado a partir de los procesos de la organización, en algunos casos, el reconocimiento de la influencia que tiene el cliente sobre el diseño forma parte de la estrategia básica de la empresa, pero en otros es una reacción ante las directrices del mercado, según indica, el grado de influencia del cliente tiende a describirse por medio de las siguientes categorías:

Fabricación para almacenamiento (sus siglas en inglés, MTS, Make to Stock): Como sugiere el nombre de esta categoría, existen productos cuya fabricación llega a su forma final, y que se almacenan como productos terminados. La base colectiva de clientes puede tener cierta influencia sobre el diseño general en una fase temprana del bosquejo del producto; sin embargo, un cliente individual sólo tiene que tomar -esencialmente- una decisión cuando el producto está terminado: adquirirlo o no adquirirlo. Una vez más, estos patrones de compra pueden provocar modificaciones generales en el diseño del producto, lo cual no ocurre, por lo general, en el caso de un cliente individual. Los ejemplos de este tipo de productos son muy comunes, como se observa en prácticamente cualquier tienda minorista de herramientas, ropa, suministros para oficina, etcétera. (p.3)

Armado bajo pedido (ATO, Assemble to Order): En este caso el cliente cuenta con mayor influencia sobre el diseño, toda vez que puede seleccionar varias opciones a partir de subarmados predefinidos. El productor “ensamblará” esas opciones para formar el producto final que desea el cliente. Como en el caso de la MTS, la base colectiva de clientes puede influir sobre el diseño general de las opciones y productos finales, pero el cliente individual sólo puede hacer su selección a partir de las opciones especificadas. Los automóviles y las computadoras personales son buenos ejemplos de este tipo de productos. Si un cliente ordena un automóvil a un

distribuidor, por ejemplo, con frecuencia podrá seleccionar entre diversos colores, estilos de carrocería, motores, transmisiones y otras opciones “puras”, como la computadora de viaje. En algunas industrias este enfoque se denomina empaquetado bajo pedido, en virtud de que es el empaquetado (desde el punto de vista de producto terminado) el que depende del cliente. (p.3)

Fabricación bajo pedido (MTO, Make to Order): Esta condición permite que el cliente especifique el diseño exacto del producto o servicio final, siempre y cuando en su fabricación se utilicen materias primas y componentes estándar. Un ejemplo podría ser un fabricante de muebles especiales, o una panadería. En la panadería, por ejemplo, el cliente podría solicitar la preparación de un pastel con características particulares para una ocasión especial, como un cumpleaños o aniversario. Es posible que se le den muchas opciones de diseño para el pastel y su decoración, aunque con ciertas limitaciones respecto de su tamaño, sabor, etcétera. (p.4)

Ingeniería bajo pedido (ETO, Engineer to Order): En este caso el cliente tiene prácticamente completo poder de decisión sobre el diseño del producto o servicio. En general, no se verá limitado a la utilización de componentes o materia prima estándar, sino que incluso podrá hacer que el productor le entregue algo diseñado “desde cero”. (p.4)

Entorno de la planificación de la producción

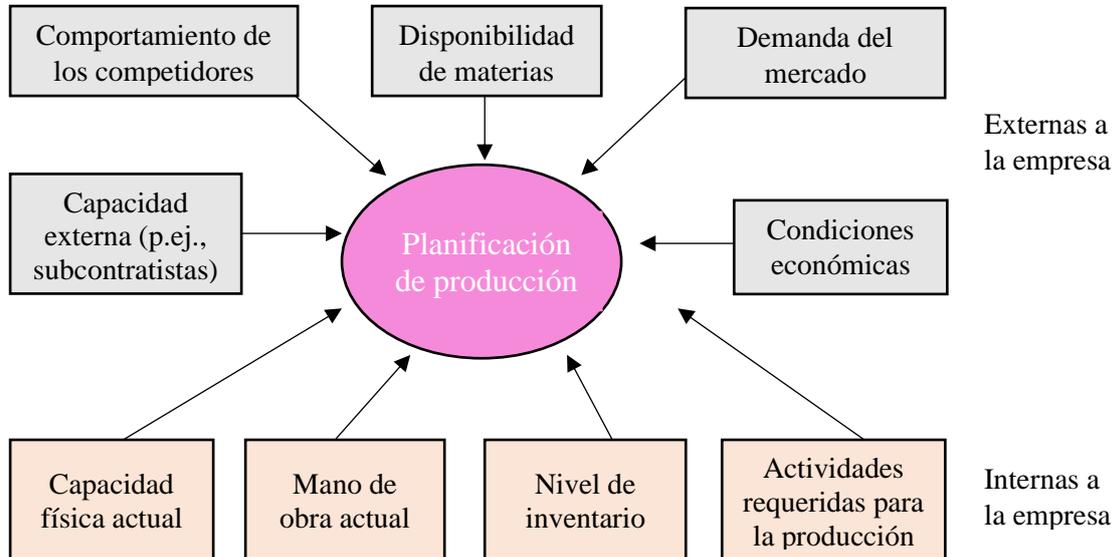
Jacobs y B.Chase (2014) afirma que el medio externo se encuentra fuera del control directo del responsable del plan, pero en algunas empresas es posible manejar la demanda del producto.

Mediante una cooperación estrecha entre marketing y operaciones, con las actividades promocionales y la reducción de precios se crea

demanda durante periodos de recesión. Por el contrario, cuando la demanda es alta, es posible reducir las actividades promocionales y elevar los precios para maximizar los ingresos obtenidos de los productos o servicios que la empresa tiene la capacidad de proporcionar. (...) El elemento clave del enfoque es identificar con claridad aquellos productos cuya demanda es relativamente predecible de aquellos para los que resulta relativamente impredecible. Aun así, hay límites en la cantidad de demanda que es posible controlar. (...) En última instancia, el responsable de planificar la producción debe tener en cuenta las proyecciones de ventas y los pedidos que promete la función de marketing, y dejar los factores internos como variables manipulables al elaborar un plan de producción. (p.533)

Figura 6

Requerimientos del sistema de planificación



Nota: Fotografía que muestra los requerimientos externos e internos del sistema de planificación en una empresa, adaptada de *Administración de operaciones producción y cadena de suministro* (p.534), por Jacobs y B.Chase, 2014, McGrawHillEducation.

Estrategias de la planificación de la producción

Para Jacobs y B.Chase (2014), hay tres estrategias de planificación de producción, que comprenden cambios en el tamaño de la mano de obra, horas de trabajo, inventario y acumulación de pedidos. (p.534).

Estrategia de ajuste

Igualar el índice de producción con el índice de pedidos contratado y despedir empleados conforme varía el índice de pedidos.

El éxito de esta estrategia depende de tener un grupo de candidatos a los que se les pueda capacitar con rapidez y de dónde tomar empleados cuando aumente el volumen de pedidos.

Estrategia de mano de obra estable, horas de trabajo variables

Variar la producción ajustando el número de horas trabajadas por medio de horarios laborales flexibles u horas extra. Al variar el número de horas, es posible igualar las cantidades de la producción con los pedidos.

Esta estrategia ofrece continuidad a la mano de obra y evita muchos de los costos emocionales y tangibles de la contratación y despidos relacionados con la estrategia de ajuste.

Estrategia de nivel

Mantener una mano de obra estable con un índice de producción constante. La escasez y el superávit se absorben mediante la fluctuación de los niveles de inventario, pedidos acumulados y ventas perdidas.

Los empleados se benefician con un horario estable a expensas de niveles de servicio a clientes potencialmente más bajos y un mayor costo de inventario. Otra preocupación es la posibilidad de que los productos inventariados se vuelvan obsoletos.

Según Jacobs y B.Chase (2014) “Cuando solo se utiliza una de estas variables para absorber las fluctuaciones de la demanda, se conoce como estrategia pura; dos o más estrategias combinadas constituyen una estrategia mixta. (...), las estrategias mixtas son más frecuentes en la industria”. (p.534).

Estrategia de subcontratación

Jacobs y B.Chase (2014), indica que además de estas estrategias, los gerentes también pueden subcontratar parte de la producción.

Esta estrategia es similar a la de ajuste, pero las contrataciones y despidos se cambian por la decisión de subcontratar o no. Cierta nivel de subcontratación es necesario para ajustarse a las fluctuaciones en la demanda. Sin embargo, a menos que la relación con el proveedor sea muy fuerte, un fabricante pierde cierto control sobre la programación y la calidad. (p.534).

2.2. Pronóstico de la demanda

Heizer y Render (2009) indican que “Pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros. Puede implicar el empleo de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático. Puede ser una predicción subjetiva o intuitiva; o puede ser una combinación de éstas - es decir- un modelo matemático ajustado mediante el buen juicio del administrador.” (p.106)

Para N. Chapman (2006) “La formulación de pronósticos (o proyección) es una técnica para utilizar experiencias pasadas con la finalidad de predecir expectativas del futuro” (p.17)

Krajewski y Malhotra (2013) afirman que el proceso de elaboración de pronósticos en la organización afecta a varias áreas funcionales. El pronóstico general de la demanda típicamente se origina en marketing, pero los clientes internos de toda la organización dependen de los pronósticos para también formular y ejecutar sus planes. Los pronósticos son aportes cruciales de los planes de negocios, los planes anuales y los presupuestos. (...), operaciones necesita pronósticos para planear los niveles de producción, compras de servicios y materiales, mano de obra y programas de producción, inventarios y capacidades a largo plazo. (p.522)

Clasificación de los pronósticos

Heizer y Render (2009) clasifican a los pronostico de acuerdo al horizonte de tiempo futuro y lo clasifican en 3 categorias. (p.106)

Pronóstico a corto plazo

Este pronóstico tiene una extensión de tiempo de hasta 1 año, pero casi siempre es menor a 3 meses. Se usa para planear las compras, programar el trabajo, determinar niveles de mano de obra, asignar el trabajo, y decidir los niveles de producción.

Pronóstico a mediano plazo

Por lo general, un pronóstico a mediano plazo, o a plazo intermedio, tiene una extensión de entre 3 meses y 3 años. Se utiliza para planear las ventas, la producción, el presupuesto, el flujo de efectivo y para analizar diferentes planes operativos.

Pronóstico a largo plazo

Casi siempre su extensión es de 3 años o más. Los pronósticos a largo plazo se emplean para planear la fabricación de nuevos productos, gastos de capital, ubicación o expansión de las instalaciones, y para investigación y desarrollo.

Jacobs y B.Chase (2014) afirma que los pronósticos son vitales para toda organización de negocios, así como para cualquier decisión importante de la gerencia. El pronóstico es la base de la planificación corporativa de largo plazo. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los pronósticos representan el fundamento para realizar presupuestos y controlar costos. (p.484)

Técnicas de pronósticos

Según Krajewski et. al (2013) Para los pronósticos de la demanda se usan dos tipos generales de técnicas: los métodos cualitativos y los métodos cuantitativos.

Métodos de juicio

Un tipo de método cualitativo en el que las opiniones de gerentes y expertos, los resultados de las encuestas de consumidores y las estimaciones del personal de ventas se traducen en estimaciones cuantitativas. (p. 525)

Métodos causales

Un tipo de método cuantitativo que utiliza datos históricos de variables independientes, como campañas de promoción, condiciones económicas y actividades de los competidores, para pronosticar la demanda. Entre ellos se encuentra la regresión lineal

que es un método causal en el que una variable (conocida como variable dependiente), está relacionada con una o más variables independientes por medio de una ecuación lineal. (p. 525)

Análisis de series de tiempo

Método estadístico que depende en alto grado de datos históricos de la demanda, con los que proyecta la magnitud futura de la misma y reconoce las tendencias y patrones estacionales. (p. 529)

2.3. Inventario

Los inventarios según D'alessio Ipinza (2016) son todos los medios, elementos y recursos productivos de que dispone una empresa (...), es decir, pueden registrarse contablemente (estados financieros) y físicamente en los almacenes. Son los medios que se transforman en el proceso productivo (insumos: materiales directos o clientes) en producto terminado: bienes (materiales) o servicios (clientes), con el apoyo de los recursos indirectos. El último de éstos no puede ser inventariado físicamente, pero sí contablemente. (p.306)

Los inventarios afectan en gran medida las operaciones cotidianas porque deben contarse, pagarse, usarse en las operaciones, usarse para satisfacer a los clientes y administrarse. Los inventarios requieren inversión de fondos, lo mismo que la compra de una máquina nueva. El dinero invertido en el inventario no está disponible para invertirlo en otras cosas; por tanto, los inventarios representan una sangría de los flujos de efectivo de una organización. No obstante, las empresas entienden que la disponibilidad de los productos es un punto clave de las ventas en muchos mercados y absolutamente crítica en muchos más. (Krajewski, Ritzman, y Malhotra, 2008, p.462)

Jacobs y B.Chase (2014), indican que el término inventario de manufactura se refiere a las piezas que contribuyen o se vuelven parte de la producción de una empresa. El inventario de manufactura casi siempre se clasifica como materias primas, productos terminados, partes componentes, suministros y trabajo en proceso. En los servicios, el término inventario por lo regular se refiere a los bienes tangibles por vender y los suministros necesarios para administrar el servicio. (p.558)

Objetivos del inventario

Para Jacobs y B.Chase (2014) todas las empresas (inclusive las operaciones justo a tiempo) mantienen un suministro de inventario por las siguientes razones:

Para mantener la independencia entre operaciones

El suministro de materiales en el centro de trabajo permite flexibilidad en las operaciones. Por ejemplo, como hay costos por crear una nueva configuración para la producción, este inventario permite a la gerencia reducir el número de configuraciones. La independencia de las estaciones de trabajo también es deseable en las líneas de ensamble. El tiempo necesario para realizar operaciones idénticas varía de una unidad a otra. Así, lo mejor es tener un remanente de varias partes en la estación de trabajo de modo que los tiempos de desempeño más breves compensen los tiempos de desempeño más largos. (p.558)

Para cubrir la variación en la demanda

Si se conoce con precisión la demanda del producto, quizá sea posible (aunque no necesariamente económico) producirlo en la cantidad exacta para cubrir la demanda. Sin embargo, por lo regular,

la demanda no se conoce por completo, y es necesario tener inventarios de seguridad o de amortiguación para absorber la variación. (p.559)

Para permitir flexibilidad en la programación de la producción

La existencia de un inventario alivia la presión sobre el sistema de producción para tener listos los bienes. Esto provoca tiempos de entrega más extensos, lo que permite una planificación de la producción para tener un flujo más tranquilo y una operación de menor costo en virtud de una producción de lotes más grandes. Por ejemplo, los costos altos de configuración favorecen la producción de mayor cantidad de unidades una vez que se realiza la configuración. (p.559)

Protegerse contra la variación del tiempo de entrega de materias primas

Al pedir material a un proveedor ocurren demoras por distintas razones: una variación normal en el tiempo de envío, un faltante del material en la planta del proveedor que da lugar a pedidos acumulados, una huelga inesperada en la planta del proveedor o en una de las compañías que realizan el envío, un pedido perdido o un embarque de material incorrecto o defectuoso. (p.559)

Aprovechar los descuentos basados en el tamaño del pedido

Hay costos relacionados con los pedidos: mano de obra, llamadas telefónicas, captura, envío postal y demás. Por tanto, mientras mayor sea el pedido, la necesidad de otros pedidos se reduce. Asimismo, los costos de envío favorecen los pedidos más grandes; mientras más grande sea el envío, menor será el costo unitario. (p.559)

Tipos de inventario

Heizer y Render (2009) afirman que las empresas mantienen cuatro tipos de inventario:

El inventario de materias primas

Es aquel que se compró, pero no se ha procesado. Este inventario se puede usar para desunir (es decir, separar) a los proveedores del proceso de producción. Sin embargo, el enfoque preferido consiste en eliminar la variabilidad en cantidad, en calidad o en tiempo de entrega por parte del proveedor. (p.484)

Inventario de trabajo en proceso

Corresponde a componentes o materias primas que han sufrido cambios, pero no están terminados. Este inventario existe por el tiempo requerido para hacer un producto (llamado tiempo del ciclo). Reducir el tiempo del ciclo disminuye el inventario. Con frecuencia esta tarea no es difícil: durante la mayor parte del tiempo en que un producto “se hace”, en realidad está ocioso. (p.484)

Inventario para mantenimiento, reparación y operaciones

Es el inventario dedicado a suministros de mantenimiento, reparación y operaciones necesarios para mantener productivos la maquinaria y los procesos. Estos inventarios existen porque no se conocen la necesidad y los tiempos de mantenimiento y reparación de algunos equipos. (p.485)

Inventario de productos terminados

Está constituido por productos completados que esperan su despacho. Los bienes terminados pueden entrar en inventario por no conocer las demandas futuras del cliente. (p.485)

Costos del inventario

Jacobs y B.Chase (2014) indican que al tomar cualquier decisión que afecte el tamaño del inventario es necesario considerar los costos siguientes:

Costos de mantenimiento

Heizer y Render (2009) afirman que son los costos de mantener o manejar el inventario en stock a lo largo del tiempo. Esta amplia categoría abarca los costos de almacenamiento y los costos de pedidos. (p.490)

Costos de almacenamiento

Abarca los costos de las instalaciones de almacenamiento, manejo, seguros, desperdicios, daños, obsolescencia, depreciación, impuestos y costo de oportunidad del capital. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.559)

Costos de pedidos

Se refieren a los administrativos y de oficina por preparar la orden de compra o producción. Los costos de pedidos incluyen todos los detalles, como el conteo de piezas y el cálculo de las cantidades por pedir. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.559)

Costos de preparación (o cambio de producción)

La fabricación de cada producto comprende la obtención del material necesario, el arreglo de las configuraciones específicas en el equipo, el llenado del papeleo requerido, el cobro apropiado del tiempo y el material, y la salida de las existencias anteriores. Si no hubiera costos ni tiempo perdido al cambiar de un producto a otro, se fabricarían muchos lotes pequeños. (p.559)

Costos de faltantes

Cuando se agotan las existencias de una pieza, el pedido debe esperar hasta que las existencias se vuelvan a surtir o bien es necesario cancelarlo. Hay un punto medio entre manejar existencias para cubrir la demanda y cubrir los costos que resultan por faltantes. En ocasiones es muy difícil lograr este equilibrio, pues quizá no sea posible estimar las ganancias perdidas, los efectos de los clientes perdidos o las penalizaciones por cubrir pedidos en una fecha tardía. Con frecuencia, el costo asumido por un faltante es un poco más alto, aunque casi siempre es posible especificar un rango de costos.

2.4. Planificación y control de la producción

De acuerdo con Garcia (1998) el estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido” (p. 185).

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.

- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo que insume una operación.
- Surgen demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándares de un sistema de incentivos.
- Se detectan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna maquina o grupo de máquinas

Según Niebe y Freivalds (2009) el tiempo estándar es uno de los elementos de información de mayor importancia en el departamento de manufactura. Con él se dan las respuestas a los problemas siguientes:

- Determinar el número de máquinas herramienta que hay que adquirir.
- Determinar el número de personas de producción que hay que contratar.
- Determinar los costos de manufactura y los precios de ventas.
- Programar máquinas, operaciones y personas para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo, usando menos inventarios.
- Determinar el balanceo de líneas (...).
- Determinar el rendimiento de los trabajadores e identificar las operaciones que tienen problemas para hacer corregidas.
- Pagar incentivos por rendimiento extraordinario por equipo o individual.
- Evaluar ideas de reducción de costos (...).
- Evaluar las nuevas adquisiciones de equipo a fin de justificar su gasto.
- Elaborar presupuestos del personal de operación para medir el rendimiento.

Pasos para determinar el tiempo estándar

a) Selección de la Operación y Operario para el estudio de tiempo

Niebel y Freivalds (1990) indican que el primer paso para comenzar un estudio de tiempos consiste en seleccionar el operario con la ayuda del supervisor de línea o supervisor del departamento. En general, un operario que tiene un desempeño promedio o ligeramente por arriba del promedio proporcionará un estudio más satisfactorio que uno menos calificado o que uno con habilidades superiores. El trabajador promedio suele desempeñar su trabajo en forma consistente y sistemática.

Para García (2005), es necesario determinar qué operación vamos a medir. Su tiempo, en primer orden, es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de medición” (p. 186)

b) Registro de información significativa

Niebel & Freivalds (1990) afirma que analista debe registrar las máquinas, herramientas manuales, soportes, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del observador. (...). Entre más información pertinente se registre, más útil será el estudio de tiempos a través de los años. (p.334)

c) Descomposición de la operación en elementos

De acuerdo con García (2005), elemento es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta por uno o más movimientos fundamentales del operador y de los

movimientos de una maquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje. (p. 192)

La importancia de descomponer la operación en elementos nos permite evaluar la cadencia de trabajo con mayor exactitud de la que es posible con un ciclo íntegro, dado que es posible que el operario no trabaje al mismo ritmo durante todo el ciclo y/o este tenga más destreza para ejecutar ciertas operaciones. (p.195)

d) Número de observación

De acuerdo con García (2005) el número de ciclos que deberá observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación se puede determinar mediante procedimientos estadísticos o de manera empírica en función de la duración del ciclo y del número de las piezas que se fabrican al año. (p.195)

e) Medición del tiempo

García (2005) afirma que una vez que se ha registrado la información general referente a la operación, elementos y número de ciclos a observarse la siguiente fase consiste en medir el tiempo de la operación por elemento, tarea a la que comúnmente se le llama cronometraje” (p.196)

f) Análisis de la consistencia de los elementos observados

Para Garcia (1998), significa estudiar las variaciones que puedan percibirse de los tiempos observados. (...) si se determina que las variaciones se deben a la naturaleza del elemento se conservan todas las lecturas, por el contrario, si se determina que las variaciones no se originan por la naturaleza del elemento, (...); la inconsistencia del elemento se deberá a la falta de habilidad o

desconocimiento de la tarea por parte del trabajador. En este caso, si un gran número de observaciones son consistentes, se puede eliminar las observaciones extremas y sólo conservar las normales. (p.196)

g) Tiempo elemental promedio

Meyers (2000), afirma que este tiempo es el total de los movimientos de uno de los elementos del trabajo. (p.123)

Para encontrarlo se divide, para cada elemento, la suma de las lecturas entre el número de lecturas consideradas, el resultado es el tiempo promedio por elemento. (Garcia, 1998, p.241)

$$T_e = \frac{\sum X_i}{n}$$

X_i = tiempos lecturas consideradas.

n = número de lecturas consideradas

T_e = tiempo promedio elemental.

h) Valorización o calificación del trabajador

Niebel y Freyvalds (1990) indica que es el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio y depende en un alto grado de habilidad y esfuerzo del operario, (...). En un ciclo corto con trabajo repetitivo, es costumbre aplicar una calificación al estudio completo, o una calificación promedio para cada elemento. Sin embargo, cuando los elementos son largos e incluye movimientos manuales diversificados, resulta más práctico evaluar el desempeño de cada elemento conforme ocurre. (p.362)

Tiempo normal

Para Niebel & Freivalds (1990), es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables” (p.343)

García (2005) afirma que es el tiempo promedio (Te) multiplicado por el factor de valoración. (p.241)

$$TN = Te \times \text{valoración}\%$$

TN= tiempo normal

Te= tiempo promedio elemental

i) Suplementos y holguras

El propósito fundamental de todas las holguras es agregar tiempo suficiente al tiempo normal de producción para que el trabajador promedio cumpla con el estándar cuando tiene un desempeño estándar. Existen dos maneras de aplicar las holguras. La más común es agregar un porcentaje al tiempo normal, de modo que la holgura se base sólo en un porcentaje del tiempo productivo. También es costumbre expresar la holgura como un multiplicador, para que el tiempo normal se pueda ajustar fácilmente al tiempo estándar. (Niebe y Freivalds, 2009, p.380)

Según Niebe y Freivalds (2009), las holguras aplicables al tiempo de ciclo total se expresan como porcentaje del tiempo de ciclo y compensan demoras como necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina. Las holguras de tiempo de máquina incluyen el tiempo para mantenimiento de las herramientas y la varianza en la energía, mientras que las demoras

representativas cubiertas por las holguras de esfuerzo son fatiga y ciertas demoras inevitables. p.380)

j) Determinación del tiempo estándar

Para Niebel y Freyvalds (1990) significa el tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar la operación. Por lo general, el suplemento u holgura se da como una fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador igual a $1 + \text{holgura}$. (p.381)

$$T_s = TN \times (1 + \text{Holgura})$$

TN : Tiempo normal

T_s : Tiempo estándar

2.5. Plan Agregado de la producción

El plan agregado de producción según Jacobs & B.Chase (2014) se ocupa en establecer los índices de producción por grupo de productos u otras categorías para el mediano plazo (3 a 18 meses). (...), el plan agregado precede al programa maestro. El propósito principal del plan agregado es especificar la combinación óptima de índice de producción, nivel de mano de obra e inventario a la mano.

La forma del plan agregado varía en cada empresa, en algunas, se trata de un reporte formal que contiene los objetivos de planificación y las premisas de planificación en los que se basa. En otras, sobre todo las más pequeñas, el propietario puede realizar cálculos sencillos de las necesidades de mano de obra que reflejen una estrategia de contratación general. (...) Otro enfoque consiste en desarrollar el plan agregado para simular diversos programas

maestros de producción y calcular los requerimientos de capacidad correspondientes con el fin de saber si existen la mano de obra y el equipo adecuados en cada centro de trabajo. (p.532)

Según Heizer & Render, 2009 la planeación agregada proporciona a las compañías un arma necesaria que les ayuda a captar participación de mercado dentro de la economía global. También ofrece a las empresas de manufactura y servicios la capacidad para responder a los cambios detectados en las demandas de los clientes, al mismo tiempo que producen con niveles de costo bajos y alta calidad. (...), es una de las responsabilidades más importantes del administrador de operaciones y clave para la producción eficiente. Los resultados del programa agregado llevan a un programa de producción maestro más detallado, en el que se basan la desagregación, la programación de tareas y los sistemas MRP. (p.546)

Según Heizer y Render (2015) una buena planificación a mediano plazo requiere la coordinación de las previsiones de la demanda con las áreas funcionales de una empresa y su cadena de suministro. (...) el plan agregado se ocupa de determinar la cantidad que se producirá y cuándo se producirá en un futuro o mediano plazo, a menudo entre 3 y 18 meses, utilizan información relativa a las familias o líneas de productos más que los productos concretos. Estos planes se ocupan del total, o agregado, de cada una de las líneas de producción. (Heizer y Render, 2015, p.117)

La planificación de ventas y operaciones elabora un plan agregado que satisficé la prevención de la demanda ajustando las tasas de producción, los niveles de mano de obra, los niveles de inventario, las horas extras, las tasas de subcontratación y otras variables. (...) “ el objetivo de la planificación agregada es generalmente satisficé

la prevención de la demanda al tiempo que minimizar el coste durante el periodo de planificación”. (Heizer y Render, 2015, p.119)

Estrategias de planificación agregada

Opciones de capacidad

Según Heizer y Render (2015) una empresa puede elegir de entre las siguientes opciones básicas de capacidad (producción).(p.120)

1. Cambiar los niveles de inventario

Los directores pueden incrementar el inventario durante los periodos de baja demanda para hacer frente a una alta demanda en futuros periodos. Si se elige esta estrategia, los costes asociados con el almacenamiento, los seguros, la manutención, la obsolescencia, el hurto de existencia y el capital invertido se incrementarán. Por otro lado, con un inventario disponible bajo y una demanda creciente, puede hacer roturas de stock.

2. Variar el tamaño de la planilla

Mediante contrataciones o despidos, una forma de cubrir la demanda es contratar o despedir trabajadores para ajustarse a los ritmos de la producción. Sin embargo, los nuevos trabajadores necesitan ser formados, y la productividad cae temporalmente mientras se integran en la empresa.

3. Variar los volúmenes de producción mediante horas extras o aprovechando los tiempos de inactividad

Es posible mantener una planilla constante a la vez que se varían las horas de trabajo, incluso cuando la demanda experimenta

fuerte crecimiento hay un límite en la cantidad de horas extras la cual aumenta los costes y consigo la fatiga del trabajador y una caída de la productividad.

4. Subcontratar

Una empresa puede adquirir capacidad temporal subcontratando trabajo durante los picos de demanda. La subcontratación tiene algunos inconvenientes, puede ser costosa.

5. Utilizar trabajadores o tiempo parcial

Especialmente en el sector de los servicios, los trabajadores a tiempo parcial pueden cubrir las necesidades laborales esta práctica es habitual en restaurantes, tiendas minoristas y supermercados. (Heizer y Render, 2015, p.121)

Opciones de demanda

Según Heizer y Barry (2015) las opciones básicas de demanda son:

1. Influir en la demanda

Cuando la demanda es baja una compañía puede intentar incrementarla mediante publicidad, promociones, ventas directas y descuentos . sin embargo, incluso con todo ello no siempre se es capaz de armonizar la demanda con la capacidad de producción.

2. Pedidos pendientes o diferidos

Durante los periodos elevados de demanda. Los pedidos pendientes son pedidos de bienes o servicios que una empresa acepta pero es incapaz de (ya sea a propósito o por casualidad)

satisfacer en el momento en que el cliente los quiere. Si los clientes están dispuestos a esperar sin pérdida de su prestigio comercial o no cancelen su pedido, esta es una posible estrategia. Muchas empresas lo hacen, pero la estrategia a menudo se salda con ventas perdidas.

3. Contratación de productos y servicios con ciclos de demanda complementarios

Una técnica activa ampliamente utilizada por las empresas manufactureras para suavizar las variaciones de la demanda es desarrollar una mezcla productiva de artículos contraestacionales (cuya demanda varía de forma opuesta en las distintas épocas del año). (...) las compañías que siguen esta estrategia pueden encontrarse involucradas en la producción de bienes o servicios más allá de su área de experiencia o de su mercado objetivo. (Heizer y Render, 2015, p.122)

Costos relevantes del Plan Agregado de la producción

Según (Jacobs & B.Chase, 2014) Existen cuatro costos relevantes para el plan de producción agregada; se relacionan con el costo de producción mismo, así como con el de mantener un inventario y tener pedidos sin cubrir. (p.535)

Costos de producción básicos

Son los costos fijos y variables en los que se incurre al producir un tipo de producto determinado en un periodo definido. Entre ellos se incluyen los costos de mano de obra directa e indirecta, así como del salario normal y de tiempo extra.

Costo del tiempo normal

Costo de la mano de obra en tiempo regular en un turno de ocho horas.

Costo del tiempo extra

Costo de la mano de obra realizado en una jornada mayor al turno de ocho horas.

Costos asociados a cambios del índice de producción

Los costos comunes en esta categoría son los que comprenden la contratación y despido de personal.

Costo de contratación

Costo generado por el reclutamiento, selección y entrenamiento del operario.

Costo de despido

Es el costo que se le origina a la empresa por despedir a un operario.

Costos de mantenimiento de inventario

Un componente importante es el costo de capital relacionado con el inventario. Otros componentes son almacenamiento, seguros, impuestos, desperdicio y obsolescencia.

Costos por faltantes

Por lo regular, son muy difíciles de medir e incluyen costos de expedición, pérdida de la buena voluntad de los clientes y pérdidas de ingresos por ventas.

2.6. Plan Maestro de la producción

Para N. Chapman (2006), es un proceso que inicia (generalmente) a partir de un pronóstico bastante detallado de los productos, para luego utilizar un conjunto específico de “reglas”, cuyo propósito es permitir que los pedidos reales de los clientes “consuman” dicho pronóstico. Este mecanismo posibilita la traducción de los pedidos reales y proyectados de los clientes en órdenes de producción específicas (que pueden reflejar o no el patrón de compra de los clientes, dependiendo del entorno). (.....) Por otro lado, el programa maestro sólo debe extenderse lo suficiente en el futuro para tomar en cuenta el tiempo de espera acumulado del producto o servicio que se está programando. (p.72)

Según Render & Heizer (2009). En el entorno de la manufactura, el proceso de desglosar el plan agregado en detalles específicos se llama desagregación. Ésta da como resultado un programa de producción maestro que proporciona información a los sistemas de planeación sobre los requerimientos de materiales (MRP, Material Requirements Planning). El programa de producción maestro se refiere a la compra o producción de las partes o los componentes necesarios para fabricar los productos finales. La programación detallada del trabajo de las personas y la programación de prioridades para los productos son resultado de la etapa final del sistema de planeación de la producción . (p. 452)

Heizer & Render (2009), el programa de producción maestro nos

dice qué se requiere para satisfacer la demanda y cumplir con el plan de producción. Este establece qué artículos hacer y cuándo hacerlos: desagrega el plan agregado de producción. Mientras que el plan agregado de producción se establece en términos generales como familias de productos, (...) , el programa de producción maestro se establece en términos de productos específicos.

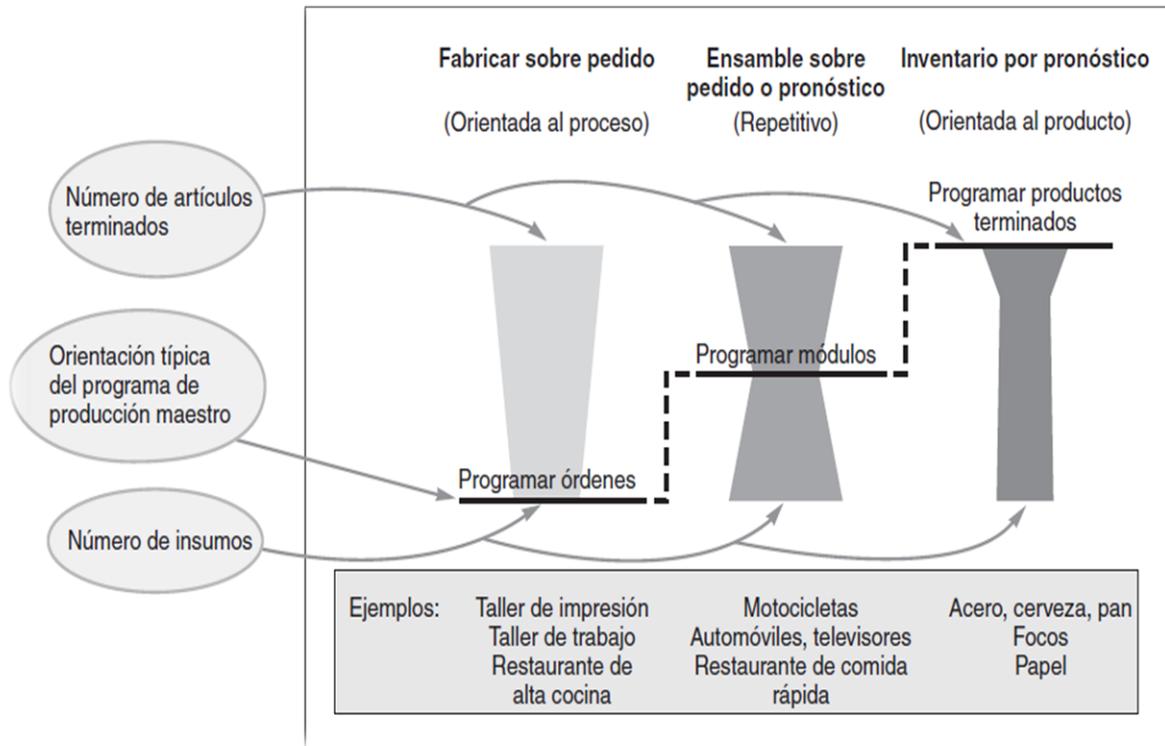
Muchas organizaciones establecen un programa de producción maestro junto con una política de no cambiar (“fijar”) la sección de corto plazo del plan. A esta sección de corto plazo se le conoce como programa “fijo”, “firme” o “congelado”. (p. 562)

El programa maestro puede expresarse en cualquiera de los siguientes términos:

1. Un pedido del cliente en un taller de trabajo (fabricar sobre pedido)
2. Módulos en una compañía de producción repetitiva (ensamble sobre pedido o pronóstico)
3. Un artículo terminado en una compañía de producción continúa (almacenar para cumplir un pronóstico).

Figura 7

Relación entre el programa de producción maestra y el proceso

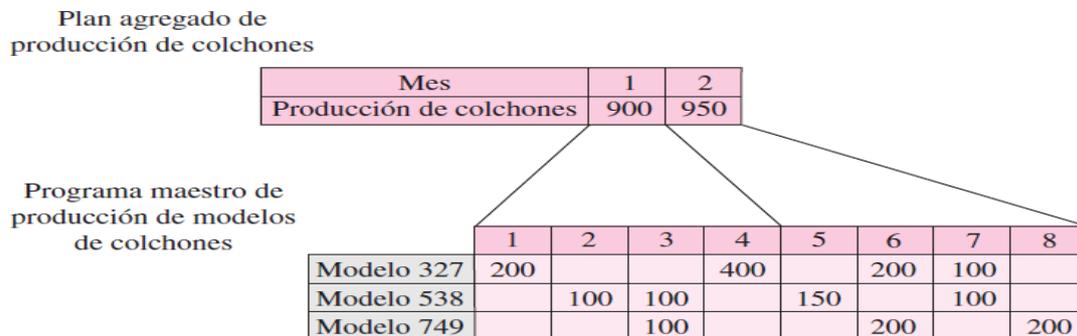


Nota: Figura adaptada de *Principio de administración de operaciones* (p. 563), por Heizer y Render, 2009, Pearson educación.

Jacobs y B.Chase (2014), afirma que el plan agregado de operaciones (...), se especifica los grupos de productos, no los artículos precisos. (...) El programa maestro de producción (MPS) es el plan con los tiempos desglosados que especifica cuántas piezas finales va a fabricar la empresa y cuándo. (p.597)

Figura 8

Plan agregado y programa maestro de producción



Nota: Fotografía que muestra la conexión del Plan Agregado y Programa Maestro de Producción adaptada de *Administración de operaciones producción y cadena de suministro* (p.597), por Jacobs y B.Chase, 2014, McGrawHillEducation.

Para Jacobs & B.Chase (2014), La cuestión de la flexibilidad del programa maestro de producción depende de varios factores: tiempo de espera de producción, compromiso de partes y componentes a una pieza final específica, relación entre el cliente y proveedor, exceso de capacidad, y rechazo o aceptación de la gerencia a hacer cambios. El propósito de las restricciones de tiempo es mantener un flujo razonablemente controlado por el sistema de producción. Si no se establecen y acatan reglas de operación, el sistema sería caótico, se llenaría de pedidos retrasados y siempre habría prisas. (p. 597)

Según Arias y Minguela (2018) el plan maestro de producción indica que cantidad de productos finales se va a hacer y cuándo. Es decir, la cantidad de producto final que se debe fabricar para un horizonte temporal establecido, atendiendo a las necesidades del mercado y respetando los plazos de entrega y las restricciones de capacidad existentes. Este plan debe ser coordinado con el plan de producción , que establece el nivel global de producción. (p.177)

Modelo de plan maestro de producción

Arias & Minguela (2018) indica que el tamaño del lote coincide con las cantidades fabricadas. Evidentemente, si la empresa fabricante trabaja bajo pedido este tamaño viene predeterminado, pero si trabaja para almacén la decisión sobre el tamaño de lote adquiere una importancia clave, por la incidencia en los costes de inventario.

Además el tamaño de los lotes puede cubrir las necesidades de componentes de uno a más períodos. Existen distintos métodos para determinar el modelo de plan maestro de la producción según el tamaño del lote; la mayoría intenta equilibrar los costes de posesión y emisión de pedidos. (p.183)

1. Método lote a lote

La cantidad a pedir de cada ítem viene determinada por las necesidades netas del mismo en cada periodo. Es decir, se planifica la recepción de un lote de tamaño coincidente con las necesidades netas del periodo. De esa forma solo se producen unidades cuando se necesita, no hay stock de seguridad y se anula el coste de almacenamiento, dado que no hay inventario que transferir de un periodo a otro. Los costes de preparación/emisión si se consideran, y deberían ser los mas bajos posibles. (Arias y Minguela, 2018, p.183)

2. Método de periodo constante

Este método fija el intervalo entre pedidos (de forma intuitiva o empírica), y los lotes se igualan a las suma de las necesidades netas en el intervalo elegido. Como norma general, cuando los pedidos agrupan necesidades netas de varios períodos, los lotes deben llegar en el primero de los períodos computados. (Arias y

Minguela, 2018, p.184)

2.7. Lista de materiales (BOM)

Según N. Chapman (2006), es extremadamente importante que el horizonte de planificación del programa maestro sea igual o mayor que el tiempo de espera agregado del producto o servicio cuya producción se está planificando. Para establecer el horizonte de planificación primero necesitamos revisar la lista de materiales (también llamada estructura del producto). (p.73)

N. Chapman (2006), indica que la lista de materiales enumera todos los componentes que se emplean para el ensamblaje de un producto, mostrando no sólo las relaciones entre ellos (es decir, qué componentes se utilizan para cuál ensamblaje), sino también las cantidades que se requieren de cada uno. (...) incluye también los datos de tiempos de espera necesarios para la adquisición o producción de cada componente o ensamblaje. (p.73)

El archivo con la lista de materiales (BOM) contiene la descripción completa de los productos y consigna materiales, piezas y componentes, además de la secuencia en que se elaboran los productos. Esta BOM es uno de los principales elementos del programa de MRP (los otros dos son el programa maestro y los registros de inventarios). (Jacobs y B.Chase, 2014, p.600)

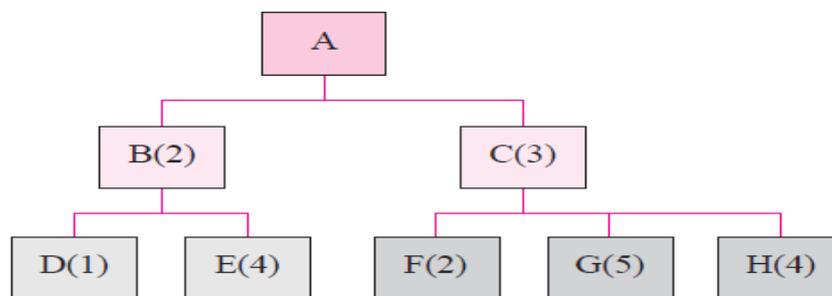
El archivo con la BOM se llama también archivo de estructura del producto o árbol del producto, porque muestra cómo se arma el producto. Contiene la información para identificar cada artículo y la cantidad usada por unidad de la pieza de la que forma parte. (...).

Muchas veces, en la lista de materiales se anotan las piezas con una estructura escalonada. Así se identifica con claridad cada pieza y la

manera en que se arma, porque cada escalón representa sus componentes. (...). Para calcular el volumen necesario de cada pieza de los niveles inferiores, cada pieza tiene que expandirse y resumirse. Un procedimiento más eficaz es guardar los datos de las piezas en listas de nivel único, (...), esto evita la duplicación, porque incluye solo una vez cada ensamble. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.600)

Figura 9

Lista de materiales (árbol estructural del producto) del producto A



Nota: Figura que muestra los componentes del producto A mediante el árbol de estructura del producto o árbol del producto, adaptada de *Administración de operaciones producción y cadena de suministro* (p.601), por Jacobs y B.Chase, 2014, McGrawHillEducation.

Heizer y Render (2009) nos indica que una lista estructurada de materiales (BOM, por las siglas en inglés de Bill of Material) es una lista de las cantidades de componentes, ingredientes y materiales requeridos para hacer un producto. Los dibujos individuales, además de describir las dimensiones físicas, detallan cualquier proceso especial y la materia prima necesaria para producir cada parte. (...) una forma de definir el producto en una lista estructurada de materiales es proporcionar la estructura del producto. Las listas estructuradas de materiales no sólo especifican los requerimientos sino que también son útiles para determinar costos, y pueden servir como listas de artículos que deben enviarse a producción o al personal de ensamble. Cuando las listas estructuradas de materiales

se emplean de esta manera suelen llamarse listas por recoger. (p.566)

Arias y Minguela (2018) nos comenta que la lista de materiales especifica, en número y cantidad, los materiales y componentes necesarios para hacer el producto final, así como la secuencia de fabricación. Es necesario disponer de una lista para cada producto final que se fabrique en la empresa. Esta lista o estructura de fabricación se convierte en un elemento clave para el buen funcionamiento del sistema MRP, por lo que debe estar siempre actualizada para garantizar su exactitud. (p.177)

2.8. Planificación del requerimiento de materiales (MRP)

Según Heizer y Render (2009), la planeación de requerimientos de materiales (MRP) es la forma preferida de elaborar los programas de producción e inventario cuando la demanda es dependiente. Para que funcione, la administración debe tener un programa maestro, requerimientos precisos para todos los componentes, registros exactos del inventario y las compras, y tiempos de entrega claros. En un sistema MRP, la producción suele ser lote por lote.

Cuando se implementan de manera apropiada, los sistemas MRP contribuyen de manera importante a la reducción del inventario al mismo tiempo que mejoran los niveles de servicio al cliente. Las técnicas MRP permiten que el administrador de operaciones programe y reabastezca el inventario porque es “necesario ordenar”, y no porque es “tiempo de ordenar”. El desarrollo continuo de los sistemas MRP ha llevado a la integración de los datos de producción con los de muchas otras actividades, las cuales incluyen la cadena de suministro y las ventas. (p.586)

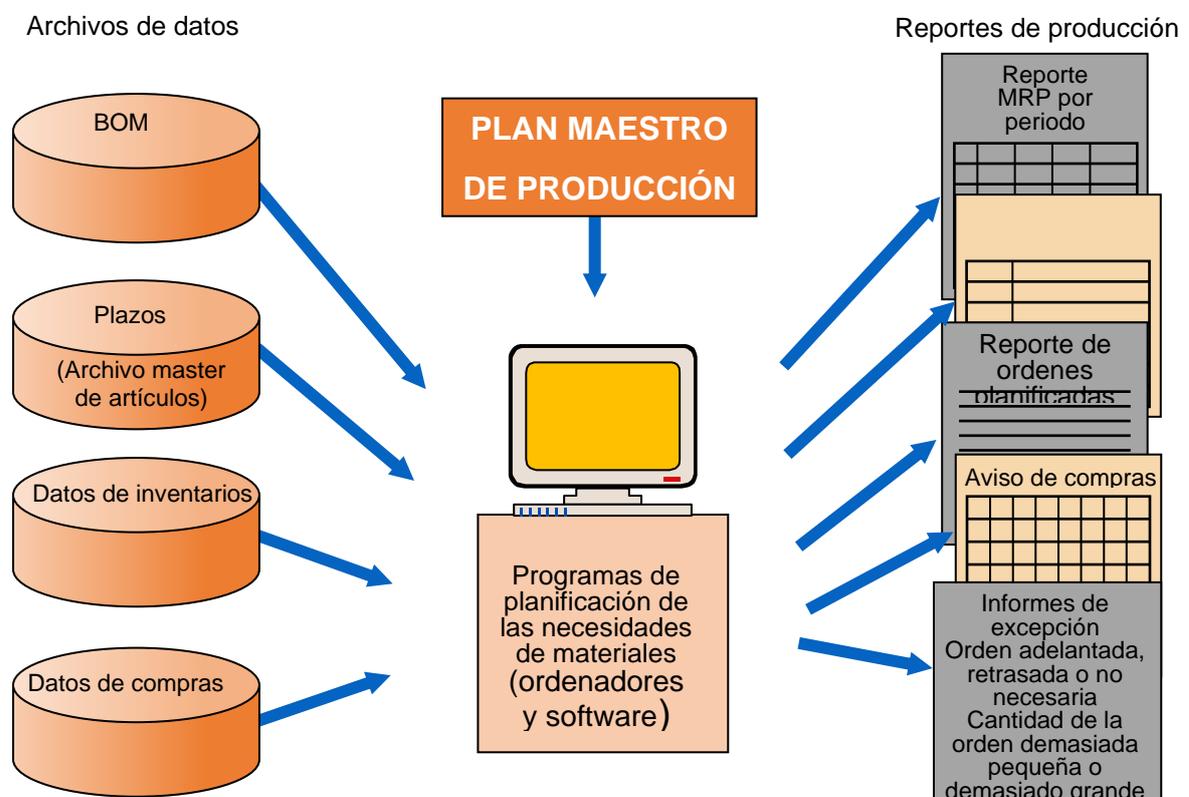
Una lista estructurada de materiales, los registros de compras e

inventarios, y los tiempos de entrega para cada artículo. Una vez que se tienen estos ingredientes precisos, el siguiente paso es elaborar el plan de requerimientos brutos de materiales. El plan de requerimientos brutos de materiales es un programa. Combina el programa de producción maestro, indica cuándo debe ordenarse un artículo a los proveedores si no hay artículos en inventario, o cuándo debe iniciar la producción de un artículo para satisfacer la demanda del producto terminado en una fecha particular. (Heizer y Render, 2009, p.568)

Jacobs & B.Chase (2014), El aspecto de planificación de requerimiento de materiales de las actividades de manufactura guarda una relación estrecha con el programa maestro.

Figura 10

Estructura del plan de requerimiento de materiales



Nota: Figura adaptada de *Principio de administración de operaciones* (p. 599), por Heizer y Render, 2009, Pearson educación.

El programa maestro de producción señala el número de piezas que se van a producir en tiempos específicos. En un archivo con la lista de materiales se especifican los materiales de que consta cada pieza y las cantidades correctas de cada uno. El archivo con el registro de inventarios contiene datos como el número de unidades disponibles y pedidas. Estas tres fuentes (programa maestro de producción, archivo con la lista de materia y archivo de registros de inventarios) se convierten en las fuentes de datos para el programa de requerimiento de materiales, que despliega el programa de producción en un plan detallado de programación de pedidos para toda la secuencia de la producción. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.599)

Según Heizer y Render (2009), el plan de requerimientos brutos de materiales es un programa que combina el programa de producción maestro, indica cuándo debe ordenarse un artículo a los proveedores si no hay artículos en inventario, o cuándo debe iniciar la producción de un artículo para satisfacer la demanda del producto terminado en una fecha particular. (p.568)

Davis (como se citó en Arias y Minguela, 2018) indica que la implementación de un sistema MRP necesita de un periodo de tiempo que oscila entre los 18 y 24 meses, ya que implica la selección del software más adecuado para la empresa, así como la preparación y formación de los empleados. (p.197)

Schroeder (como se citó en Arias y Minguela, 2018) nos dice que planificar convenientemente la implementación del sistema MRP debe incluir la formación de la alta dirección, la selección de un director de proyectos, el nombramiento de un equipo de implementación con representación de todas las áreas funcionales de la empresa, la definición de objetivos; la identificación de los beneficios de los costes esperados y la definición de un plan de acción detallado. Una vez planificada la implementación, llega el

momento de decidir el software que se utilizará. (p.197)

Davis (como se citó en Arias y Minguela, 2018) dice que el MRP requiere datos exactos, los cuales son difíciles de obtener. En este sentido es necesaria una fase de preparación previa, que consiste en: la revisión de la lista de materiales de todos los productos, ya que es muy importante la exactitud de la misma; la concreción de las rutas de trabajo y tiempos de proceso de cada máquina; y la revisión y cálculo exacto de las cifras de inventarios. (p.197)

Para Arias y Minguela (2018) el apoyo de la alta dirección es clave para la implementación exitosa del sistema MRP. Es necesaria la participación de la alta dirección; no basta con un apoyo pasivo, sino que la alta dirección debe comprometerse de forma activa en la instalación y en la operativa del sistema MRP. (p.197)

Chase (como se citó en Arias y Minguela, 2018) nos dice que un sistema MRP presenta mayor utilidad en empresas industriales donde se fabrican varios productos en lotes, utilizando para ello el mismo proceso productivo y las mismas máquinas. Del mismo modo, el MRP puede presentar problemas en las empresas que fabrican pocas unidades al año; tampoco es aconsejable en las empresas que fabrican productos caros, exclusivos y complicados, que requieren investigación y diseño avanzado. (p.198)

Domínguez (como se citó en Arias y Minguela, 2018) nos comenta que para que un MRP funcione con éxito, tras un adecuado proceso de implementación es necesario que su capacidad financiera (dado que su puesta en funcionamiento supone un elevado coste), su capacidad de gestión (debido a la complejidad del propio sistema) y su entorno (previsiones de demanda, cumplimiento de fechas de entrega, condiciones de pago y cobro, etc) se lo permitan. (p.198)

2.9. Capacidad de producción

Heizer & Barry 2015 (como se citó en Arias y Minguela, 2018), refiere que la capacidad de producción de una empresa es la máxima cantidad de bienes o servicios que pueden caber, recibirse, almacenarse o producirse en una unidad productiva en condiciones normales de funcionamiento en un periodo de tiempo determinado. (p.158)

Machuca, Garcia, Ruiz, Dominguez y Alvarez Gil (como se citó en Arias y Minguela, 2018) indica que la unidad de medida utilizada dependera del tipo de configuración productiva de cada empresa.

En empresas con procesos repetitivos, la unidad de medida utilizada vendrá expresada en unidades de output, tales como coches/año o pacientes/día. Sin embargo, en aquellas empresas con procesos no repetitivos resulta difícil encontrar una medida común claramente representativa, obtandose entonces por la unidad de medida expresadas en unidades de input, como horas/máquina/día u horas/persona/día. (p.158)

Para Arias y Minguela (2018), el estudio de la capacidad productiva permite a la empresa analizar el grado de uso y aprovechamiento de cada uno de los recursos productivos, y así poder optimizarlos. (p. 160)

El término capacidad implica el índice de producción que se puede alcanzar, por ejemplo, 480 automóviles por día, pero no dice nada de cuánto tiempo será posible sostener ese índice. (...). Para evitar este problema se usa el concepto mejor nivel de operación. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.73)

Mejor nivel de operación

Se trata del nivel de capacidad para el que se diseñó el proceso y por ende se refiere al volumen de producción en el cual se reduce al mínimo el costo promedio por unidad. Es difícil determinar este mínimo porque implica un complejo análisis entre asignación de costos para gastos fijos y costo de horas extra, desgaste de equipo, índices de defectos y otros costos. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.73)

Índice de utilización de la capacidad

Una medida muy importante es el índice de utilización de la capacidad, el cual revela la cercanía del mejor punto de operación. (Jacobs y B.Chase, 2014, p.73)

El índice de utilización de capacidad se expresa como porcentaje y requiere que el numerador y el denominador se midan en unidades y periodos iguales (como horas máquina/día, barriles de petróleo/día o dólares de producto/día). (Jacobs y B.Chase, 2014, p.73)

$$\text{Índice de utilización de la capacidad} = \frac{\text{capacidad utilizada}}{\text{mejor nivel de operación}} \times 100$$

Para Arias y Minguela (2018), se distinguen distintos tipos de capacidad.

Capacidad efectiva o real

Se refiere al volumen de producción que realmente se consigue teniendo en cuenta todas aquellas ineficiencias o restricciones que pueden ocurrir durante una jornada de trabajo. (p.162)

Planificación y control de la capacidad

Dominguez Machuca et al. (Como se citó en Arias y Minguela, 2018) piensa que el objetivo de la planificación y control de la capacidad es adecuar la capacidad existente a las necesidades derivadas de la demanda de la forma más eficiente y económica posible. (p.167)

Dominguez Machuca et al. (Como se citó en Arias y Minguela, 2018) nos comenta que las fases a seguir en el proceso de planificación y control de la capacidad productiva son las siguientes:

1. Cálculo de la capacidad disponible a largo plazo

Para saber cuál es la capacidad disponible en un determinado horizonte temporal debemos emplear una medida correcta de la capacidad actual bien en términos de output o bien en términos de input. Podemos proyectar dicha capacidad hacia el futuro de acuerdo con el horizonte temporal elegido.

Para ello debemos considerar que la capacidad no permanecerá constante a lo largo del tiempo, por varios motivos, tales como la reducción provocada por el envejecimiento de las instalaciones o el incremento producido por el efecto aprendizaje.

2. La determinación de las necesidades de la capacidad

Para realizar una correcta planificación de la capacidad productiva a largo plazo necesitamos saber cómo se va a comportar la demanda en un futuro, por lo que resulta fundamental realizar una buena previsión de la demanda, que servirá de punto de referencia para determinar la capacidad necesaria. (...) en la previsión de la demanda a largo plazo no ha de tenerse en cuenta los factores de

estacionalidad y las variables aleatorias, que serán consideradas en el medio y corto plazo. (p.168)

3. Alternativas para adecuar a largo plazo la capacidad disponible a la necesaria

Domínguez (como se citó en Arias y Minguela, 2018) nos comenta que antes de iniciar una estrategia de expansión se debe comprobar que la capacidad actual se esté utilizando de la mejor forma posible, analizando si nos encontramos ante una falta de capacidad instalada o bien ante una defectuosa utilización de la misma. Hay factores que incide en el mayor o menor aprovechamiento de la capacidad. Ta les como la similitud o diversidad de los productos, complejidad del proceso, aspecto de localización, de distribución en planta, etc. (p.169)

Gaither y Frazier (como se citó en Arias y Minguela, 2018) indica que en caso de expansión tenemos las siguientes opciones para adecuar los cambios de capacidad a largo plazo:

- Subcontratar a otras empresas para que se conviertan en proveedores de componentes o de productos completos de la empresa en expansión.
- Adquirir otras empresas, instalaciones recursos.
- Construir edificios o adquirir equipos.
- Expandir, actualizar o modificar instalaciones existentes.
- Reactivar instalaciones que están en estado de reserva. (p.169)

Evaluación de alternativas

Se pueden utilizar criterios económicos-financieros, los cual reflejarán la conveniencia de la decisión de inversión en capacidad considerando variables de carácter económico - financiero. Por otro

lado, métodos como las gráficas del punto muerto, el valor capital (VAN) o la tasa interna de rendimiento (TIR) también pueden ser útiles, considerándose los costes, ingresos y gastos ocasionado por cada alternativa. Estos datos no se conocen con total certeza en un horizonte a largo plazo, por lo que se debe introducir aleatoriedad en la evaluación, resultando los árboles de decisión también un método útil para la evaluación de alternativas. (Arias y Minguela, 2018, p.171)

Para Jacobs y B.Chase (2014) por lo general, la planeación de la capacidad se refiere a tres periodos:

Largo plazo: Más de un año. Cuando se requiere mucho tiempo para adquirir o deshacerse de los recursos para la producción (como edificios, equipamiento o instalaciones), la planeación de la capacidad de largo plazo implica la participación y autorización de la alta gerencia. (p.72)

Mediano plazo: Planes mensuales o trimestrales para los siguientes 6 a 18 meses. En este caso, la capacidad se altera con opciones como contratación, recortes de personal, nuevas herramientas, adquisición de equipamiento menor subcontratación. (p.72)

Corto plazo: Menos de un mes. Está ligado al proceso de los programas diarios o semanales, e implica ajustes para que no haya variación entre la producción planeada y la real. Aquí entran opciones como horas extra, transferencias de personal y otras rutas de producción. (p.72)

Determinación de la capacidad

Según Jacobs y B.Chase (2014) Para determinar la capacidad que se requerirá, se deben abordar las demandas de líneas de productos

individuales, capacidades de plantas individuales y asignación de la producción a lo largo y ancho de la red de la planta.

Por lo general, esto implica los pasos siguientes:

1. Usar técnicas de pronóstico para prever las ventas de los productos individuales dentro de cada línea de productos.
2. Calcular el equipamiento y mano de obra que se requerirá para cumplir los pronósticos de las líneas de productos.
3. Proyectar el equipamiento y la mano de obra disponible durante el horizonte del plan.

Muchas veces, la empresa decide tener un colchón de capacidad que se mantendrá entre los requerimientos proyectados y la capacidad real. Un colchón de capacidad se refiere a la cantidad de capacidad que excede a la demanda esperada. Por ejemplo, si la demanda anual esperada de una instalación es de 10 millones de dólares en productos al año y la capacidad del diseño es de 12 millones de dólares al año, esta tendrá un colchón de capacidad de 20%.

$$\text{Colchón de capacidad} = \frac{\text{mejor nivel de operacion} - \text{demanda esperada}}{\text{demanda esperada}}$$

Cuando la capacidad del diseño de una empresa es menor que la capacidad requerida para satisfacer su demanda, se dice que tiene un colchón de capacidad negativo. (p.77)

2.10. Productividad

La Organización de Cooperación Económica Europea (OCEE) define a la productividad: "Productividad es el cociente que se

obtiene al dividir la producción por uno de los factores de producción. De esta forma es posible hablar de la productividad del capital, de la inversión o de la materia prima según si lo que se produjo se toma en cuenta respecto al capital, a la inversión o a la cantidad de materia prima, etc.”

La productividad es el cociente entre la producción output (bienes y servicios) y los factores productivos input (recursos, como el trabajo o el capital). El trabajo de un director de operaciones es potenciar (mejorar) este cociente entre producción output y factores productivos input. Mejorar la productividad significa mejorar la eficiencia. (...). Esta mejora se puede conseguir de dos formas: reduciendo los factores productivos mientras la producción permanece constante, o aumentando la producción mientras los factores productivos permanecen iguales. Las dos suponen un aumento de productividad desde una perspectiva económica. (Heizer y Barry, 2015, p.15)

Para D'alessio (2016) la productividad es el uso eficiente de los recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información) en la producción de bienes y servicios. La productividad esta vinculada con la calidad del producto, de los insumos y del propio proceso. (p.223)

Para Jacobs y B.Chase (2014) la productividad es una medida común para saber si un país, industria o unidad de negocios utiliza bien sus recursos (o factores de producción). Como la administración de operaciones y suministro se concentra en hacer el mejor uso posible de los recursos de una empresa, resulta fundamental medir la productividad para conocer el desempeño de las operaciones. (p.30)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{salidas}}{\text{entradas}}$$

Jacobs y B.Chase (2014) afirman que la productividad se puede comparar de dos formas. En primer término, una compañía se compara con operaciones similares de su mismo sector o, si existen, utiliza datos del sector (por ejemplo, se compara la productividad de varios establecimientos de una misma franquicia). Otro enfoque es medir la productividad de una misma operación a lo largo del tiempo. (p.30)

Tipos de productividad

Según Heizer y Render (2015), indican que hay tres formas de medir la productividad:

Productividad unifactorial

Indica el cociente entre los bienes y servicios producidos (outputs/producción) y un cierto recurso (input/factor productivo) utilizado en su producción. (p. 17)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{cantidad de factor utilizado}}$$

Productividad multifactorial

La productividad multifactorial supone una visión más amplia, que incluye dos o más factores productivos (por ejemplo y capital, o trabajo, material y energía). (p.17)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producto (output)}}{\text{trabajo + material + energia}}$$

Productividad total

Se utiliza para describir la productividad de la organización entera o hasta de un país e incluye todos los factores que intervienen en el costo del producto. (p.17)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producto (output)}}{\text{trabajo} + \text{material} + \text{energia} + \text{capital} + \text{varios}}$$

VARIABLES DE LA PRODUCTIVIDAD

Según Heizer y Barry (2015) los incrementos de la productividad depende de tres variables de productividad:

Trabajo, que aporta en torno al 10% del incremento anual.

Capital, que aporta en torno al 38% del incremento anual.

Gestión, que aporta en torno al 52% del incremento anual.

Estos factores son vitales para mejorar la productividad. Representan las áreas en las que los directores pueden emprender acciones.

Trabajo

Para Heizer y Barry (2015), la mejora de la contribución del trabajo a la productividad es consecuencia de tener un personal laboral más sano, más formado y mejor alimentado. Algún incremento se puede atribuir también a una semana laboral más corta. Históricamente, en torno al 10% de la mejora anual de la productividad se atribuye a una mejora de la calidad del trabajo. (p.19)

Tres factores claves para la mejora de la productividad laboral

1. Formación básica adecuada para una mano de obra eficaz.
2. La dieta de la mano de obra.
3. La infraestructura social que hace que la mano de obra esté disponible, como el transporte y la sanidad.

Capital

La inversión en capital suele ser un requisito necesario, pero rara vez suficiente, en la batalla por aumentar la productividad. El incremento entre capital y trabajo es continuo. Cuando mayor es el coste del capital o el riesgo percibido, más se “restringen” los proyectos que requieren capital. (..) los directivos ajustan sus planes de inversión de acuerdo con las variaciones del coste de capital y del riesgo. (Heizer y Barry, 2015,p.20)

Gestión

La gestión es un factor de producción y un recurso económico. Es la responsable de conseguir que el trabajo y el capital se utilicen eficazmente para incrementar la productividad. A ella se debe más de la mitad del incremento anual de la productividad, incluye las mejoras debido a la utilización del conocimiento y la aplicación de la tecnología. (Heizer y Render, 2015, p.20)

2.11. Indicador de gestión económica

Estado de resultado

El estado de resultado trata de determinar el monto por el cual los ingresos contables superan a los gastos contables. Al remanente se le llama resultado, el que puede ser positivo o negativo. Si es positivo se le llama utilidad, y si es negativo se le denomina pérdida. Los conceptos de ingresos y gastos se encuentran en este estado financiero, el cual resume los resultados de las operaciones de la

compañía durante un periodo. La diferencia entre los ingresos y los gastos, llamada utilidad se determina en este estado financiero y se refleja posteriormente en la sección de capital dentro del balance general. (Guajardo Cantu 2005, p.39)

Utilidad Operativa

Resultado de tomar los ingresos operacionales (Utilidad Bruta) restarle los costos y gastos operacionales.

$$Utilidad\ operativa = Utilidad\ Bruta - Gastos\ Operacionales$$

Margen de utilidad operativa

Representa el porcentaje la utilidad que obtiene la empresa una vez cancelados los costos y los gastos de la operación del periodo. Se calcula de la manera siguiente:

$$Margen\ de\ utilidad\ operativa = \frac{utilidad\ operativa}{ventas}$$

2.3. Marco conceptual

Planificación y control de la producción

Sistemas integrados cuya finalidad es administrar con eficiencia el flujo de materiales, la utilización del personal, equipo y responder a los requerimientos de los clientes. (Vollmann, L. Berry, Whybark, y Jacobs, 2005)

Inventario de seguridad

Inventario adicional agregado para satisfacer una demanda dispereja; es un amortiguador. (Heizer y Barry, 2015)

Pronóstico de la demanda

Consiste en predecir o proyectar una demanda futura en base a la demanda pasada y así alinear las capacidades de producción. (N. Chapman, 2006)

Costo de mantener inventarios

Costos asociados con guardar o pedir artículos del inventario través del tiempo. (Heizer y Barry, 2015)

Costo de inventario agotado

Costo de no contar con el inventario que paralizaría el proceso productivo. (D'alessio Ipinza, 2016)

Tiempo estándar

Ajuste al tiempo normal total; el ajuste proporciona las holguras por necesidades personales, demoras inevitables del trabajo y fatiga. (Heizer y Barry, 2015)

Plan agregado de la producción

Técnica para convertir los planes de negocios anuales y trimestrales en planes de mano de obra y producción de mediano plazo. (Jacobs y B.Chase, 2014)

Costo de almacenar

Es la suma de todos los costos proporcionales a la cantidad de inventario disponible físicamente en cualquier punto en el tiempo. (N. Chapman, 2006)

Costo de contratación

Costo que se produce por el contrato de nuevos trabajadores de producción con el fin de ajustar las tasas de producción. (Heizer y Barry, 2015)

Costo de despido

Costo por el despido de trabajadores de producción con el fin de ajustar las tasas de producción. (Heizer y Barry, 2015)

Subcontratación

Acto de trasladar parte de las actividades internas de una empresa y las responsabilidades sobre las decisiones a prestadores externos. (Jacobs y B.Chase, 2014)

Plan maestro de la producción

Plan con fases de tiempo que especifica cuánto y cuándo piensa crear la empresa cada pieza final. (Jacobs y B.Chase, 2014)

Lote por lote

Técnica que establece pedidos planificados que corresponden exactamente con las necesidades netas, es decir se produce exactamente

lo necesario cada semana sin transferencia a periodos futuros. (Jacobs y B.Chase, 2014)

Lista de estructura de materiales (BOM)

Lista de los componentes, su descripción, y la cantidad de cada uno requerida para elaborar una unidad de un producto. (Heizer y Barry, 2015)

Planificación del requerimiento de materiales

Lógica con que se determina el número de piezas, componentes y materiales necesarios para fabricar un producto y específica cuándo se debe pedir o producir cada material, pieza y componente. (Jacobs y B.Chase, 2014)

Mejor nivel de operación

Nivel de capacidad para el que se diseñó el proceso y por ende se refiere al volumen de producción en el cual se reduce al mínimo el costo promedio por unidad. (Jacobs y B.Chase, 2014)

Productividad

Es el resultado de dividir las salidas (bienes y servicios) entre una o más entradas (tales como mano de obra, capital administración). (Heizer y Barry, 2015)

Índice de utilización de la capacidad

Mide cuánto se acerca la empresa a su mejor nivel de operación. (Jacobs y B.Chase, 2014)

Capacidad de producción

Monto de producción que un sistema es capaz de alcanzar en un periodo específico. (Jacobs y B.Chase, 2014)

Colchón de capacidad

Capacidad que excede a la demanda esperada. (Jacobs & B.Chase, Administración de operaciones producción y cadena de suministro, 2014)

Utilidad Operativa

Resultado de tomar los ingresos operacionales y restarle los costos y gastos operacionales.

Margen de Utilidad Operativa

Representa el porcentaje la utilidad que obtiene la empresa una vez cancelados los costos y los gastos de la operación del periodo.

2.4. Hipótesis

La planificación y control de la producción incrementará la productividad de Ingenacc SRL en la fabricación de productos metalmecánicos.

2.5. Variables e indicadores

Variable independiente: Planificación y control de la producción.

Variable dependiente: Productividad.

3. Variables e indicadores

Tabla 2

Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Planificación y control de la producción</p>	<p>Sistemas integrados cuya finalidad es administrar con eficiencia el flujo de materiales, la utilización del personal, equipo y responder a los requerimientos de los clientes.</p>	<p>Capacidad: Máxima cantidad de bienes o servicios que pueden caber, recibirse, almacenarse o producirse en una unidad productiva en condiciones normales de funcionamiento en un periodo de tiempo determinado.</p>	Medición de la capacidad.	Unidades producidas / tiempo
		<p>Pronostico: Proyectar una demanda futura en base a la demanda pasada para alinear las capacidades de producción.</p>	Unidades de ventas proyectadas.	Cantidad de productos demandados a mediano plazo.
		<p>Planificación Agregada: establece los índices de producción adecuados por grupo de productos u otras categorías a mediano plazo.</p>	Costo de mano de obra. Costo tiempo extra. Costo de mantener inventario Costo de subcontratación. Costos de escases.	Costo total de los planes de producción.
		<p>Plan Maestro de Producción: Especifica las cantidades exactas y los tiempos de producción de cada artículo terminado en un sistema productivo.</p>	Cálculo de producción semanal.	Producción semanal.
		<p>Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP): Proyectar los tiempos con los que deben solicitarse los materiales y especificar cuantas piezas serán fabricadas.</p>	Cantidad optima de pedidos.	Necesidades brutas y netas de los materiales, en el tiempo.
<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>Productividad</p>	<p>Relación entre la cantidad de bienes y/o servicios producidos y la cantidad de uno, varios o todos los recursos utilizados.</p>	<p>Productividad de mano de obra: Producción total sobre recurso humanos utilizados.</p>	<p>Producción. Horas hombres.</p>	<p>Producción / Soles Producción / Horas Hombre</p>

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicativo, porque permitirá solucionar una realidad concreta en la empresa.

Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es descriptivo, ya que tiene como objetivo la descripción, registro, análisis e interpretación de un fenómeno a investigar.

3.2. Población y muestra del estudio

Población

La población está constituida por la línea de producción de gabinetes metalmecánicos de la empresa Ingenacc SRL.

Muestra

La muestra es igual a la población y por lo tanto está constituida por la línea de producción de gabinetes metalmecánicos de la empresa Ingenacc SRL.

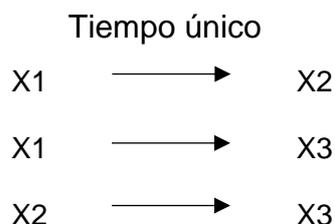
3.3. Diseño de investigación

El estudio se apoyará en la investigación no experimental-trasversal, debido a que nuestro trabajo es la recolección de datos con el propósito

de describir relaciones de las variables y analizar su comportamiento en un mismo tiempo.

Figura 11

Diseño de investigación



Donde:

Se mide y describe relación (X1 – X2)

Se mide y describe relación (X1 – X3)

Se mide y describe relación (Xk – Xk+1)

3.4. Técnica e instrumento de investigación

Tabla 3

Técnica de instrumento de investigación

Técnica	Instrumento	Fuente	Ventajas
Observación de campo	Hoja de registro de datos.	Informante: Primera persona, el propio investigador.	Contacto directo del investigador con la realidad Muy objetiva. Puede construir evidencia
Análisis documental	Hojas electrónicas.	Fuentes: Secundarias (actas, expedientes, informes, archivos, documentos)	Contacto directo del investigador con la realidad
Entrevista	Guía de entrevista	Informante: Personal del área de logística, personal área de producción y personal de área de finanzas.	

Nota. Obtenido de Google Maps

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Las herramientas que se utilizará para el análisis y procesamiento de los datos serán:

- Hoja de ruta.
- Hoja de recolección de datos.
- Excel: Tabulación de datos, estadísticas históricas, regresión lineal, plan maestro de la producción, MRP, etc.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Generalidades de la empresa

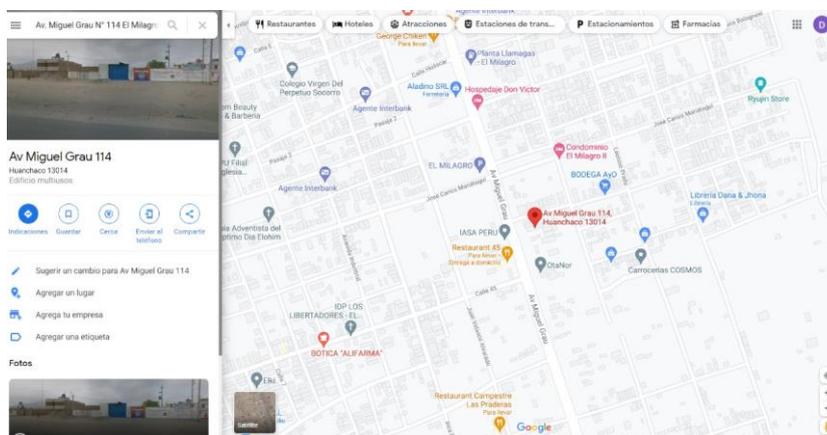
INGENIEROS EN ACCION S.R.L. representado legalmente por ING. MARCO ANTONIO CABRERA HUAMÁN, fue constituido con el propósito de proveer maquinaria para la construcción civil, industria agrícola y otras para el mercado regional. Con el paso del tiempo, la empresa ha desarrollado proyectos industriales de gran envergadura para empresas de diferentes campos, y se actualiza constantemente de acuerdo con las necesidades del mercado. Cuenta con certificación internacional de sistemas de gestión de calidad.

Ubicación

La planta se ubica en la avenida Miguel Grau N° 114 El Milagro. Así mismo se cuenta con un punto de venta de los productos terminados en Av. César Vallejo 943

Figura 12

Ubicación de la planta de producción



Nota. Obtenido de Google Maps

Misión

Somos una empresa metalmecánica, dedicada a la fabricación y venta de equipos para la Construcción Civil: Mezcladoras de concreto tipo trompo, Planchas Compactadoras, winches; y cualquier Estructura Metálica. Al mismo tiempo brindamos mantenimiento a Plantas Industriales. Para ello contamos con materiales, equipos y herramientas de calidad al igual que profesionales y técnicos especializados y con experiencia en el rubro; dirigiéndonos al objetivo de garantizar los mejores resultados a nuestros clientes.

Visión

Consolidarnos como una empresa líder a nivel nacional en la fabricación de maquinaria para el sector de construcción civil, de estructuras metálicas y en el mantenimiento de plantas industriales, siendo reconocida por la calidad de sus productos y servicios, generando rentabilidad, asimismo logrando la fidelidad y satisfacción de sus clientes y trabajadores.

Proveedores

La materia prima que utiliza INGENACC S.R.L en el proceso productivo, proveniente de empresas reconocidas a nivel nacional en la industria metalmecánica.

- Comercial RC
- Ferretería Florián Espinoza
- Sodimac
- Maestro
- Ferretería Moreno Butista
- Costa gas

Proceso de producción

Los gabinetes de gas doméstico se elaboran de un material calorífugo y en diferentes dimensiones, y estos sirven para alojar el medidor de gas natural, tiene una puerta que facilita la ventilación y evita la acumulación de gas, el mecanismo de cierre está reforzada de forma que protege al medidor contra cargas y de fenómenos externos como: el clima, los golpes y la manipulación indebida. Se fabrica tres tipos de gabinetes: simple, doble y triple.

Son elaborados con una lámina metálica galvanizada de distintos grosores para dar la resistencia especificada. Para la obtención de estos gabinetes se sigue una serie de actividades, estas las podemos observar en el diagrama de procesos en el anexo 5.

Tabla 4

Medidas de Láminas de Acero Galvanizado

NOMBRE	GROSOR	MEDIDAS
Acero Galvanizado	0.19 mm	1.2 m X 2.4 m
Acero Galvanizado	1.2 mm	1.2m X 2.4 m

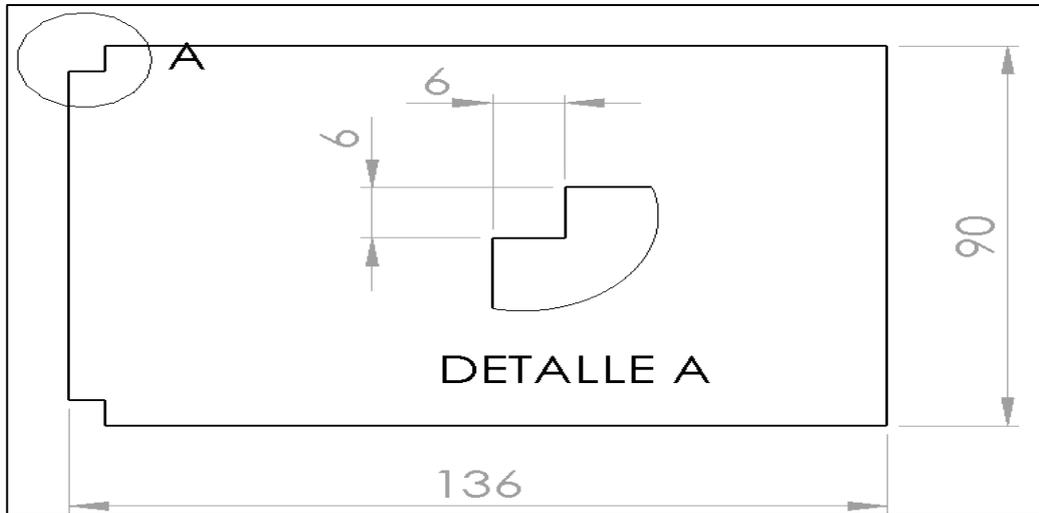
Nota: Las planchas de acero galvanizado a utilizar para la elaboración de gabinetes varían solo por el espesor. (Elaboración propia con información del área de logística de INGENACC).

El proceso de manufactura se inicia con una lámina plana que por medio de dobleces y soldadura se obtiene la forma de los gabinetes. Las medidas de estas se observan en la tabla 4. Además, se añade también algunos elementos adicionales como el mecanismo de cierre.

Actualmente la producción de INGENACC se centra solo en la fabricación gabinetes de seguridad de gas doméstico, en sus diferentes presentaciones; simples, dobles y triples. A continuación, en la siguiente tabla se describen las indicaciones de los gabinetes fabricados.

Figura 16

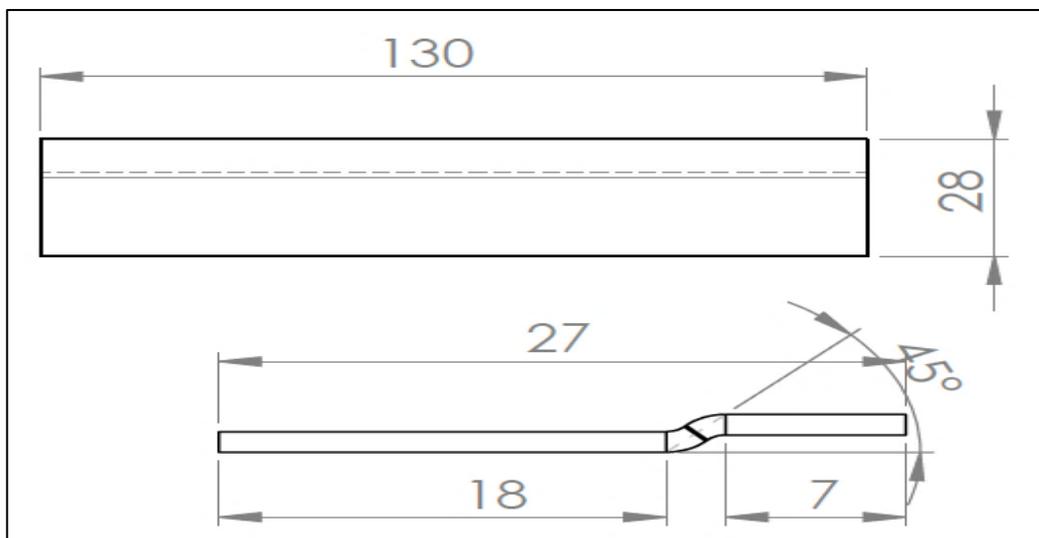
Diseño de ventana corrediza para gabinetes



Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Figura 17

Diseño de rieles para ventanas en gabinetes

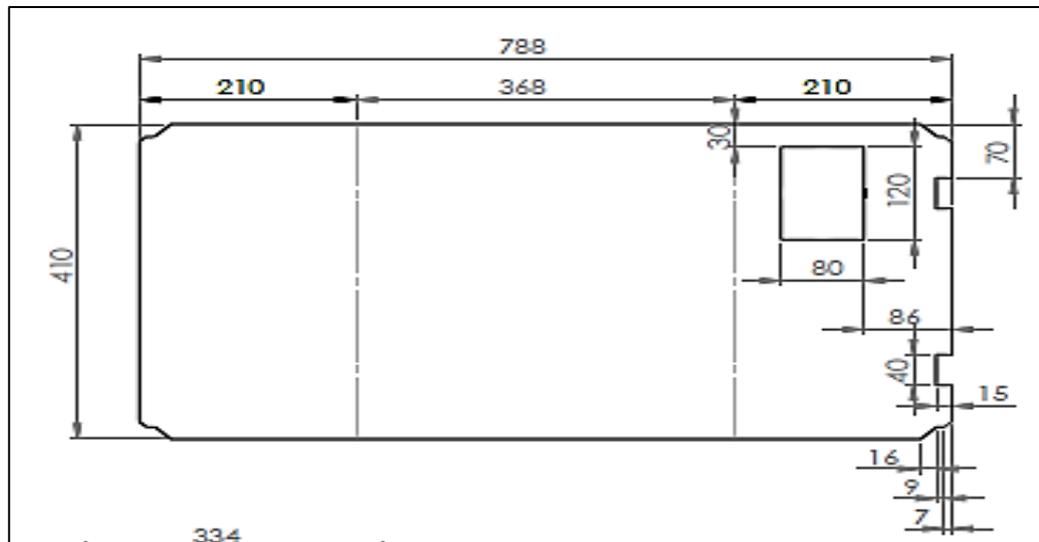


Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Luego se fabrican las carcasas 1 que serán el cuerpo de los gabinetes simples, dobles, y triples, estas serán elaborados con las planchas de acero galvanizado de 0.19 mm, las medidas y el diseño se observan en las figuras 18,19 y 20.

Figura 18

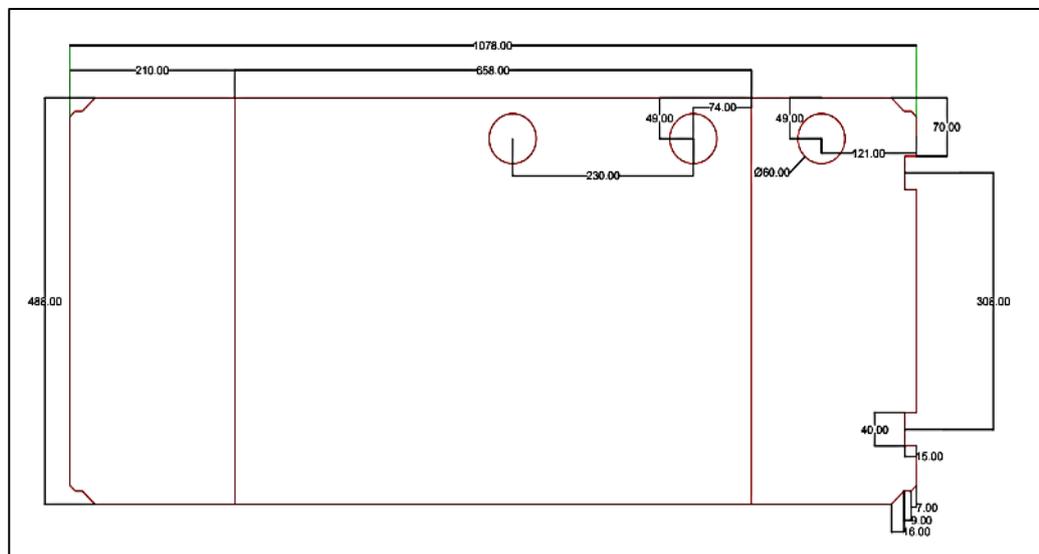
Diseño de carcasa de gabinetes simples



Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Figura 19

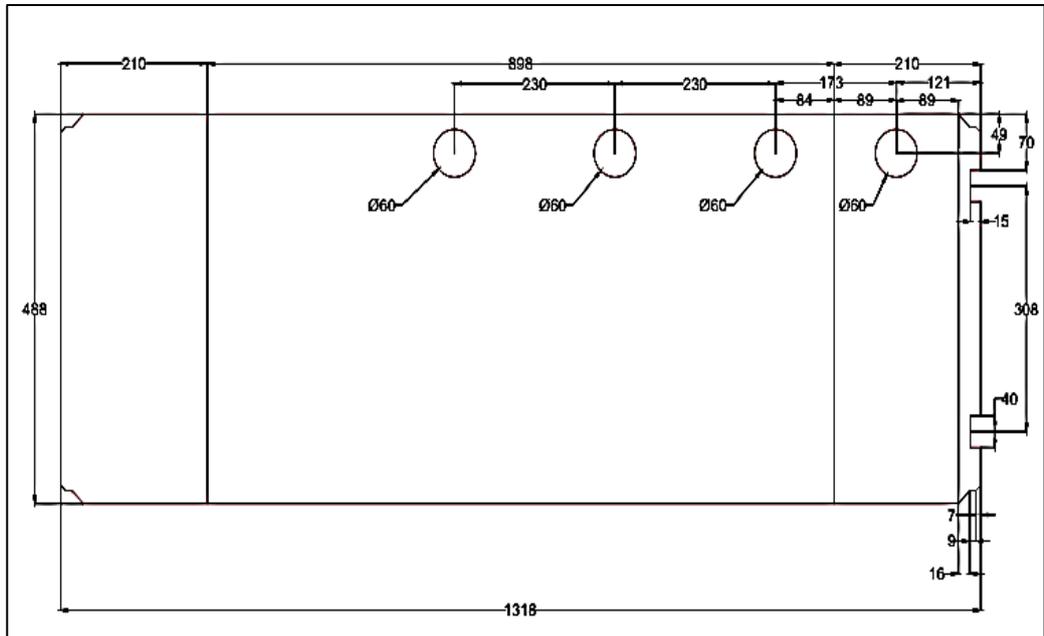
Diseño de carcasa de gabinetes dobles



Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Figura 20

Diseño de carcasa de gabinetes triple

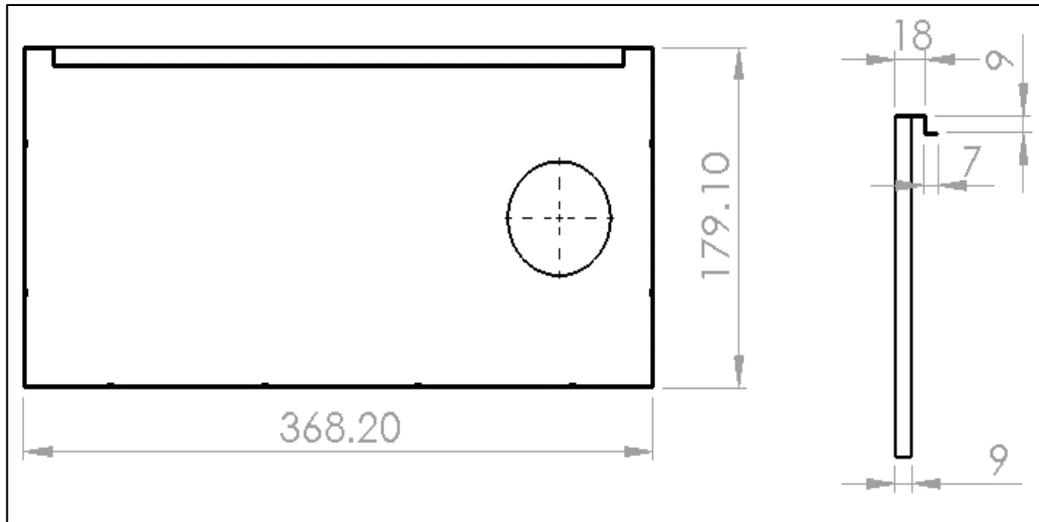


Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Teniendo la carcasa 1 (cuerpo del gabinete) se fabrican en paralelo las carcasas 2 que serán las tapas superior e inferior de los gabinetes, estas serán añadidas al cuerpo, cada uno con sus respectivas medidas, y serán fabricadas con las planchas de acero galvanizado de 0.19 mm. En la figura 21 se observa diseño de la carcasa 2 para gabinetes simple.

Figura 21

Diseño carcasa 2 (tapas) para gabinete simple

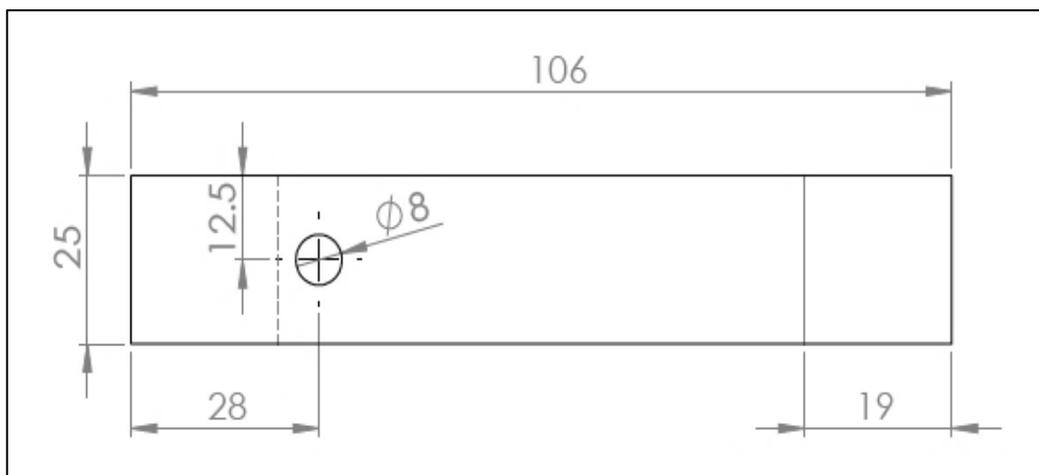


Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Dentro de los gabinetes simples, dobles, y triples serán incorporados 2 soportes que tienen como finalidad sostener el medidor que ira dentro del gabinete, estos serán fabricados con las planchas de acero galvanizado de 0.19 mm, las medidas y el diseño se observan en las figuras 22 y 23.

Figura 22

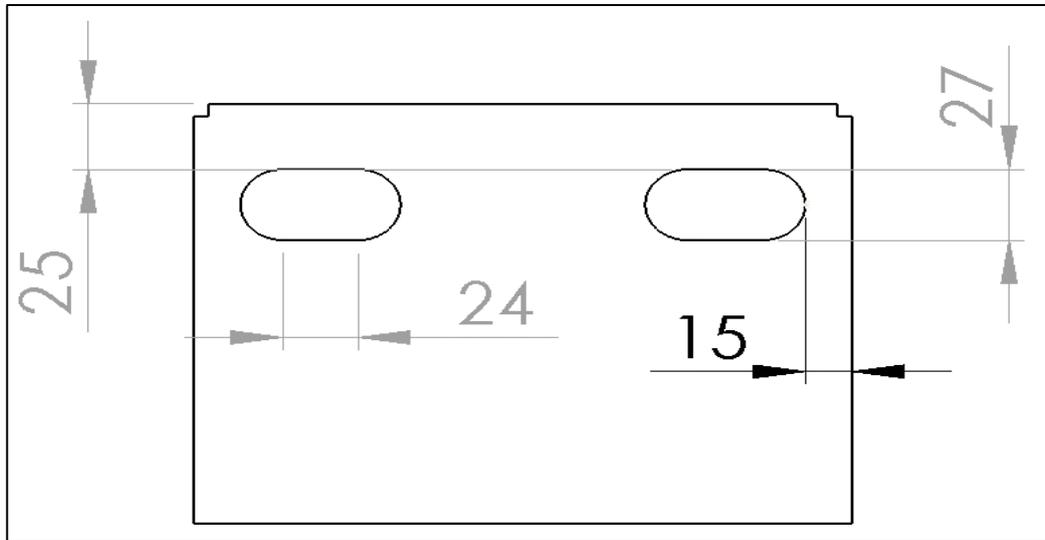
Diseño de Soporte 1 para gabinetes



Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Figura 23

Diseño de soporte 2 para gabinetes



Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Como producto final de todo el ensamble de los componentes se obtienen los gabinetes simples, dobles y triples, estos son trasladados al área de acabados donde se les realiza el pulido, pintado y enchapado para luego embalsarse y parar al almacén de productos terminados. En la figura 24 y 25 observamos el producto final del proceso de producción de un gabinete simple.

Figura 24

Producto final gabinete simple



Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Figura 25

Producto final 2 gabinete simple



Nota: Información brindada por el Área de producción INGENACC

Costo total de producción

Con la información brindada de las diferentes áreas de la empresa obtuvimos: costos de mano de obra directa, costo de materia prima directa y los costos indirectos de fabricación, el cual permitió obtener el costo total de producción.

Costo actual de mano de obra directa

Se utilizó la información de la planilla de salarios de los ocho últimos meses, obteniendo un total de S/. 79,148.91 tal como se verifica en la tabla 6.

Tabla 6

Costo total de salario

COSTO TOTAL DE SALARIO										
DESCRIPCIÓN	JUL	AGOS	SEPT	OCTUB	NOV	DIC	ENE	FEBR	S/.	
Juan Martinez Saavedra	751.68	751.68	770.47	775.17	784.57	775.17	761.08	855.04	6,224.85	
Gabriel Diaz Urcia	751.68	751.68	779.87	624.83	720.47	784.57	748.66	761.08	5,922.84	
Anibal Alvarado Romero	x	x	x	812.75	789.26	761.08	761.08	770.47	3,894.64	
Pedro Quispe Mamarino	751.68	751.68	798.66	784.57	784.57	779.87	751.68	779.87	6,182.57	
Diego Oliva Muñoz	x	x	x	x	x	x	629.53	836.24	1,465.78	
Carlos Rios Rivadeneyra	751.68	751.68	789.26	751.68	751.68	789.26	761.08	808.06	6,154.38	
Javier Human Ramos	751.68	751.68	789.26	803.36	779.87	770.47	775.17	775.17	6,196.66	
Jose Rojas Ramirez	1,461.60	1,461.60	1,479.87	x	x	x	x	x	4,403.07	
SALARIOS Raul Torres Villanueva	x	x	x	1,507.28	1,407.28	1,489.01	1,479.87	1,489.01	7,372.43	
Nick Segura Preciado	x	x	x	x	x	x	1,389.01	1,516.41	2,905.42	
Luis Paredes Tirado	x	x	x	x	1,489.01	1,366.41	1,461.60	1,498.14	5,815.16	
Jose Rojas Ramirez	x	x	x	1,416.41	x	x	x	x	1,416.41	
Jorge Campos kong	x	x	x	x	x	652.50	892.62	876.96	2,422.08	
Julio Paredes Lopez	835.20	835.20	850.86	876.96	971.41	835.20	835.20	908.28	6,948.31	
Shester Pumarica Go	721.68	631.68	669.26	761.08	751.68	789.26	761.08	761.08	5,846.80	
Ivan Quispe Lezama	x	x	x	x	779.87	770.47	729.87	784.57	3,064.77	
Rosa Lezama Panta	x	x	x	x	573.16	761.08	751.68	826.85	2,912.76	
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA DIRECTA									S/. 79,148.91	

Nota Los salarios corresponden a la mano de obra directa (colaborador) de la empresa INGENACC, los cuales se han ido modificando mes a mes por decisiones internas de la empresa. (Elaboración propia con información del área de contabilidad de INGENACC).

Costo actual de materiales directos

Con el registro de compras mensuales (Ir anexo 8) brindada por el departamento de logística, el detalle de la cantidad de material por tipo de gabinete y lo producido por tipo de gabinete durante el periodo de 8 meses brindada como dato por el departamento de producción, se determinó el costo de materiales directos tal como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 7

Costo de materiales directos en gabinete simple

DESCRIPCION	CANTIDAD MATERIAL POR GS	DEMANDA TOTAL DE MATERIAL GS	VALOR UNITARIO (s/)	COSTO TOTAL (s/)
Plancha galvanizada 1.2 (1,20m X 2,40m)	0.05	818.35	93.60	76,597.56
Plancha galvanizada 0.9 (1.2m X 2.47 m)	0.19	3109.73	69.09	214,851.25
Chapas	1	16367	6.00	98,202.00
Bisagras	2	32734	0.60	19,640.40
Pintura electrostática	0.05	818.35	150.00	122,752.50
plástico Embalaje	0.02	327.34	18.00	5,892.12
TOTAL				537,935.83

Nota. Elaboración propia

Tabla 8

Costo de materiales directos en gabinete doble

DESCRIPCION	CANTIDAD MATERIAL POR GD	DEMANDA TOTAL DE MATERIAL GD	VALOR UNITARIO	COSTO TOTAL
Plancha galvanizada 1.2 (1,20m X 2,40m)	0.09	488.23	93.60	45,698.67
Plancha galvanizada 0.9 (1.2m X 2.47 m)	0.35	1855.29	69.09	128,181.83
Chapas	1.82	9764.67	6.00	58,588.04
Bisagras	3.64	19529.35	0.60	11,717.61
Pintura electrostática Eco Tek	0.09	488.23	150.00	73,235.04
plástico Embalaje	0.04	195.29	18.00	3,515.28
TOTAL				320,936.47

Nota. Elaboración propia

Tabla 9*Costo de materiales directos en gabinetes triples*

DESCRIPCION	CANTIDAD MATERIAL POR GT	DEMANDA TOTAL DE MATERIAL GT	VALOR UNITARIO	COSTO TOTAL
Plancha galvanizada 1.2 (1200 mm X 2400 mm)	0.10	485.33	93.60	45,427.20
Plancha galvanizada 0.9 (1.2m X 2.47 m)	0.37	1844.27	69.09	127,420.38
Chapas	1.96	9706.67	6.00	58,240.00
Bisagras	3.93	19413.33	0.60	11,648.00
Pintura electrostática Eco Tek	0.10	485.33	150.00	72,800.00
plástico Embalaje	0.04	194.13	18.00	3,494.40
TOTAL				319,029.98

Nota. Elaboración propia

El costo total en materiales directos sería de S/.1,177,902.28 en los tres tipos de gabinete.

Costo indirecto de fabricación**Materiales indirectos****Tabla 10***Costo de materiales indirectos*

Descripción	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Costo s/.
Tanque de gas	708.00	708.00	0.00	708.00	0.00	944.00	0.00	944.00	4,012.00
Disco desbaste	31.86	31.86	0.00	0.00	0.00	53.10	0.00	63.72	180.54
Soldadura	35.40	35.40	35.40	0.00	0.00	59.00	0.00	70.80	236.00
Lijas secas	64.90	47.20	47.20	0.00	0.00	70.80	0.00	70.80	300.90
Total									4,729.44

Nota. Elaboración propia

Mano de Obra indirecta

Con la información de la planilla de sueldos de los ocho meses, correspondiente al jefe y supervisor de producción, se obtuvo un costo total de S/. 4,729.44, que se detalla en la tabla 11.

Tabla 11

Costo total de sueldos

COSTO TOTAL DE SUELDOS S/.									
	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total
María R.	2,983.88	2,126.38	2,126.38	2,126.38	2,126.38	2,762.38	2,126.38	2,126.38	18,504.50
Gómez E.	1,409.40	1,032.58	1,054.60	1,120.67	1,047.26	1,337.08	1,105.99	1,091.31	9,198.89
									27,703.39

Nota: El costo total corresponden a la suma del de los sueldos de los 2 trabajadores del área de producción, en cual se detalle el periodo de 8 meses de labor. (Elaboración propia con información del área de contabilidad de INGENACC).

Los costos indirectos de fabricación ascienden a s/. 52,632.83, como se detalla en la tabla 12.

Tabla 12

Costos indirectos de fabricación en soles

TIPO DE COSTO	FIJOS	VARIABLES	TOTAL
Material indirecto		4,729.44	4729.44
M.O. indirecta	27,703.39		27,703.39
Luz		4,000.00	2000.00
Agua		2,000.00	200.00
Servicio a tercero		2,200.00	700.00
Depreciación	2000.00		2000.00
Montacarga	2000.00		2000.00
SCTR	200.00		200.00
OTROS		2,000.00	1000.00
TOTAL	S/. 37,703.39	S/. 14,929.44	S/. 52,632.83

Nota: Los costos indirectos de fabricación se han dividido según su comportamiento en costos fijos y variables. (Elaboración propia con información del área de contabilidad de INGENACC).

Con los costos de mano de obra directa, materiales directos y costos indirectos de fabricación se obtuvo el total de la producción actual de todas las líneas de gabinetes de gas doméstico que es S/. 1,309.684.02 de acuerdo con la tabla 13.

Tabla 13

Costos total de producción en soles

MANO DE OBRA DIRECTA	79,148.91
MATERIALES DIRECTOS	1,177,902.28
COSTOS INDIRECTOS	52,632.83
TOTAL (S/)	1,309,684.02

Nota. Elaboración propia con información del área de producción, logística y contabilidad de INGENACC)

Para el cálculo de la productividad, se proporcionó el costo total de producción por tipo de gabinete considerando las cantidades a producir.

Tabla 14

Porcentaje del costo total según cantidad producida

Gabinete	Cantidad	Porcentaje por cantidad
Simple	16367	61%
Doble	5369	20%
Triple	4940	19%
Total	26676	100%

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15

Costo total de producción según tipo de gabinete

Gabinete	Porcentaje por cantidad	Costo total
Simple	61%	803,553.69
Doble	20%	263,596.25
Triple	19%	242,534.08
Total	100%	1,309,684.02

Nota. Elaboración propia.

Para el cálculo del costo total de producción por tipo de gabinete se multiplicó el costo total de producción por los porcentajes hallados.

Ventas totales de gabinetes

A continuación, se muestra las ventas realizadas de cada tipo de gabinete durante el periodo de estudio julio 2020- febrero 2021.

Tabla 16

Ventas de gabinetes simples del año 2020-2021.

GABINETES SIMPLE			
MES	PRODUCCIÓN	PRECIO DE VENTAS (S/)	VENTAS (S/)
JULIO	1950	65.00	126,750.00
AGOSTO	1690	65.00	109,850.00
SETIEMBRE	1625	65.00	105,625.00
OCTUBRE	1768	65.00	114,920.00
NOVIEMBRE	1950	65.00	126,750.00
DICIEMBRE	2288	65.00	148,720.00
ENERO	2626	65.00	170,690.00
FEBRERO	2470	65.00	160,550.00
TOTAL	16367		1,063,855.00

Nota. Elaboración propia

Tabla 17

Ventas de gabinetes dobles del año 2020-2021

GABINETES DOBLES			
MES	PRODUCCIÓN	PRECIO DE VENTAS (S/)	VENTAS (S/)
JULIO	455	90.00	40,950.00
AGOSTO	585	90.00	52,650.00
SETIEMBRE	624	90.00	56,160.00
OCTUBRE	650	90.00	58,500.00
NOVIEMBRE	715	90.00	64,350.00
DICIEMBRE	715	90.00	64,350.00
ENERO	780	90.00	70,200.00
FEBRERO	845	90.00	76,050.00

TOTAL	5369	483,210.00
--------------	------	-------------------

Nota. Elaboración propia

Tabla 18

Ventas de gabinetes triples del año 2020-2021.

GABINETES TRIPLES			
MES	PRODUCCIÓN	PRECIO DE VENTAS (S/)	VENTAS (S/)
JULIO	390	115.00	44,850.00
AGOSTO	455	115.00	52,325.00
SETIEMBRE	520	115.00	59,800.00
OCTUBRE	585	115.00	67,275.00
NOVIEMBRE	650	115.00	74,750.00
DICIEMBRE	715	115.00	82,225.00
ENERO	780	115.00	89,700.00
FEBRERO	845	115.00	97,175.00
TOTAL	4940		568,100.00

Nota. Elaboración propia

Tabla 19

Resumen de ventas, de los tres tipos de gabinetes periodo 2020-2021

RESUMEN		
DESCRIPCIÓN	PRODUCCIÓN	VENTAS (S/)
Gabinetes Simples	16367	1,063,855.00
Gabinetes Dobles	5369	483,210.00
Gabinetes Triples	4940	568,100.00
TOTAL	26,676.00	2,115,165.00

Nota. Elaboración propia

Costos unitarios de producción

Con el costo total de producción y el registro de producción por cada tipo de gabinete mostrado en la tabla 20 se obtuvo los costos unitarios de producción de acuerdo a las tablas 21, 22 y 23. Se obtuvo como resultado que el costo unitario promedio de producción es s/ 49.10.

Tabla 20

Registro de producción julio 2020 - febrero 2021

Producto	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total
G. Simple	1950	1690	1625	1768	1950	2288	2626	2470	16367
G. Doble	455	585	624	650	715	715	780	845	5369
G. Triple	390	455	520	585	650	715	780	845	4940
Total	2795	2730	2769	3003	3315	3718	4186	4160	26676

Tabla 21

Costo unitario de producción gabinete simple

COSTO DE PRODUCCION TOTAL (S/)	803,553.69
CANTIDAD PRODUCIDA	16,367.00
TOTAL (S/)	49.10

Nota. Elaboración propia

Tabla 22

Costo unitario de producción gabinete doble

COSTO DE PRODUCCION TOTAL (S/)	263,596.25
CANTIDAD PRODUCIDA	5,369.00
TOTAL (S/)	49.10

Nota. Elaboración propia

Tabla 23

Costo unitario de producción gabinete triple

COSTO DE PRODUCCION TOTAL (S/)	242,534.08
CANTIDAD PRODUCIDA	4,940.00
TOTAL (S/)	49.10

Nota. Elaboración propia

Desarrollo Objetivo 1: Calcular la productividad actual en la fabricación de productos metalmecánicos en INGENACC SRL.

El factor importante en Ingenacc es el factor humano es por ello que para el cálculo de la productividad se consideró la productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias y respecto las horas hombres empleadas.

Productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias

Se obtuvo con el registro histórico de producción de la tabla 20 y el costo total de la mano de obra de los colaboradores directos de la tabla 6.

$$PRO\ PRODUCTIVIDAD\ S/ = \frac{Producción\ (gabinetes)/periodo}{Costo\ de\ mano\ de\ obra/periodo}$$

Tabla 24

Productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias

		PRODUCTIVIDAD %	
PRODUCCIÓN (GABINETES) DEL PERIODO	26,676	0.34	Gabinetes / soles
COSTO TOTAL DE LA MANO DE OBRA DIRECTA	79,148.91		

Se concluye que por cada sol invertido se fabrican 0.34 gabinetes.

Productividad de mano de obra respecto a horas hombre

Para el cálculo de la productividad respecto horas hombres se toma en cuenta el registro histórico de producción de la tabla 20 y las horas hombres empleadas para dicha producción. Las horas hombres empleadas se determinan en base al costo total de la mano de obra directa el cual es S/ 79,148.91 y el costo de la hora hombre de S/5.5, obteniendo un total de 14,390.71 horas hombres.

$$PRODUCTIVIDAD\ h-H = \frac{\text{Producción (gabinetes)/periodo}}{\text{Horas hombre/periodo}}$$

Tabla 25

Productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias

		PRODUCTIVIDAD %	
PRODUCCIÓN (GABINETES) DEL PERIODO	26,676.00		
COSTO TOTAL DE LA MANO DE OBRA DIRECTA (S/)	79,148.91	1.85	Gabinetes /
COSTO DE LA HORA HOMBRE (S/)	5.50		Hora hombre
HORAS HOMBRES EMPLEADAS	14,390.71		

Se concluye que por cada hora hombre empleada se fabrican 1.85 gabinetes.

Desarrollo Objetivo 2: Encontrar el mejor nivel de operación (capacidad) de la planta de producción de INGENACC S.R.L.

Para determinar el mejor nivel de operación (capacidad de diseño) y la capacidad efectiva se necesita calcular previamente el tiempo estándar o tiempo de fabricación.

Determinación del tiempo estándar

Se realizó un estudio de tiempos definiendo las operaciones del proceso productivo y dividiéndolas en elementos precisos, con 10 observaciones para cada uno de los elementos se obtuvo el tiempo de ciclo promedio que fue ajustado a la calificación de desempeño del trabajador.

Se considera también los suplementarios para necesidades propias de las personas ajustando los tiempos normales con los tiempos suplementarios en base al sistema de Westinghouse (Ir anexo 05) y con ello calcular el tiempo real de cada operación.

El cálculo del tiempo real de cada operación (Ir anexo 6) permitió identificar que el cuello de botella se encontraba en la operación soldadura (ensamblado) siendo 0.07 h/gabinete.

Tabla 26

Tiempo Estándar

RESUMEN	
CORTADO DE PLANCHA	2.98
TROQUELADO	2.5
DOBLADO	2.98
SOLDADO	4.04
LIJADO Y PULIDO	2.7
PINTADO	2.8
HORNEADO	2.99
SECADO	2.97
ALMACENADO	3.3
TOTAL MINUTOS	27.26
TOTAL HORAS	0.45
TIEMPO ESTANDAR (minutos)	4.04
TIEMPO ESTANDAR (horas)	0.07

Cálculo del mejor nivel de operación (capacidad de diseño)

Para determinar el mejor nivel de operación o capacidad de diseño se considera la producción teórica máxima de Ingenacc S.R.L. en un tiempo determinado considerando condiciones ideales y sin restricciones (3 turnos por día y 30 días al mes)

$$\text{Mejor nivel de operación} = \frac{(\text{Horas por turno}) (\text{turnos por día}) (\text{días al mes})}{\text{tiempo estandar} \left(\frac{\text{horas}}{\text{gabinete}}\right)}$$

Tabla 27

Mejor nivel de operación (Capacidad)

TIEMPO ESTANDAR	0.07
HORAS POR TURNOS	8
TURNOS POR DIA	3
DIAS AL MES	30
HORAS DE TRABAJO MENSUAL	720
CAPACIDAD DE DISEÑO	10,693

El mejor nivel de operación (capacidad de diseño) de Ingenacc es 10,693 gabinetes al mes.

Cálculo de la capacidad efectiva

La capacidad efectiva; es decir la capacidad que Ingenacc pretende alcanzar considerando sus restricciones operativas actuales tales como dos turnos de 8 horas, 26 días trabajados al mes, mezcla de productos y estándares de calidad, es de 6,178.22 gabinetes al mes.

Tabla 28

Capacidad Efectiva

TIEMPO ESTANDAR	0.07
HORAS POR TURNOS	8
TURNOS POR DIA	2
DIAS AL MES	26
HORAS DE TRABAJO MENSUAL	416
CAPACIDAD EFECTIVA	6,178

La capacidad efectiva obtenida es 6,178 gabinetes al mes, información que nos va permitir comprobar si la demanda pronosticada excede a la capacidad o si la capacidad excede a la demanda pronosticada para ajustar la capacidad a la demanda.

Desarrollo Objetivo 3: Determinar en qué medida la Planificación Agregada reducen los costos de la producción en INGENACC SRL

Para el desarrollo de este objetivo se realizará el diseño de 4 planes agregados con sus respectivos costos. Finalmente se compararán y se elegirá el de menor costo. En base a ello luego se podrá elaborar el plan maestro de la producción.

Para el plan agregado de producción se necesita el pronóstico de la demanda, costo de producción unitario, costo de mantener inventario, costo marginal del inventario agotado, costo de contratación y despido, costo de subcontratación, costo tiempo normal y hora extra, inventario inicial y el tiempo de fabricación (h/unidad).

Pronóstico de la demanda

El plan agregado requiere del pronóstico de la demanda para el periodo marzo 2021- febrero 2022 que aparece en la tabla 29 considerando como fuente de información los contratos de fabricación de pedidos en firme que Ingenacc tiene con la empresa Quavii Gases del Pacifico encargada de la instalación de medidores de gas doméstico en La Libertad.

Tabla 29

Pronostico de la demanda

PRONOSTICO DE DEMANDA													
PRODUCTO	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	TOTAL
GABINETES SIMPLES	2300	2800	3000	3000	2000	2000	2300	2500	2600	2700	2700	3000	30900
GABINETES DOBLES	600	600	650	650	700	700	750	750	800	800	900	900	8800
GABINETES TRIPLES	400	550	600	600	450	400	300	450	500	480	480	600	5810
SUMA	3300	3950	4250	4250	3150	3100	3350	3700	3900	3980	4080	4500	45510

Costo de mantener inventario

El costo de mantener inventario se calcula considerando todos los ítems indicados en la tabla 30 siendo S/. 26.04 por unidad/año.

Tabla 30

Costo anual de mantener inventario

COSTO ANUAL DE MANTENER INVENTARIO POR UNIDAD (S/)				
COSTO DE MANTENER	CANTIDAD UNIDAD		COSTO	COSTO ANUAL
Almacen/Impuesto predial	60.00	m2	350.00	11.07
Mano de obra	1.55	H-h	3.96	6.14
Costo de oportunidad de capital (5%)	-	-	-	2.45
Obsolescencia (4%)	-	-	-	1.96
Seguros (2%)	-	-	-	0.98
Depreciación de equipos (4% anual del activo)	-	-	-	1.96
Deterioro (2%)	-	-	-	0.98
Energía Eléctrica	0.09	Kw-hora	0.99	0.09
Agua	0.06	m2	6.50	0.39
TOTAL COSTO ANUAL				26.04
TOTAL COSTO MENSUAL				2.17

Nota: Los costos de seguro, depreciación, de oportunidad, obsolescencia y deterioro se han considerado porcentualmente a los costos totales. (Elaboración propia con información del área de producción, logística y contabilidad de INGENACC).

Costo de inventario agotado

Respecto al costo de escasez o de inventario agotado se considera como la diferencia entre el precio de venta promedio y el costo unitario promedio.

Tabla 31

Costo del inventario agotado

COSTO DEL INVENTARIO AGOTADO	
MODELO	PRECIO DE VENTA UNITARIO
GABINETES SIMPLES	65
GABINETES DOBLES	90
GABINETES TRILPES	115
PROMEDIO	90
UTILIDAD BRUTA	
PRECIO DE VENTA PROMEDIO UNITARIO	90.00
COSTO UNITARIO PROMEDIO DE PRODUCCION	49.10
TOTAL	40.90

Nota: El costo de inventario agotado se ha considerado teniendo en cuenta la utilidad obtenida de cada artículo (precio menos costo)

El costo de inventario agotado asciende a s/40.90 tal como indica la tabla 31.

Costo de contratación y despido de los trabajadores

La contratación de personal está a cargo de las empresas Adecco y Manpower, para el costo de contratación se ha tomado el promedio del costo que dichas empresas ofrecen por el servicio y que asciende a S/ 950.00.

El costo de despedir personal es de S/ 1380.00 y contempla la compensación por tiempo de servicios y las vacaciones truncas de acuerdo a la legislación laboral. El CTS considera un sueldo por año (950) y las vacaciones truncas se trabaja con un promedio (medio sueldo), ya que depende de la fecha de despido.

Tabla 32

Costo de despido

CTS	950.00
VACACIONES TRUNCAS	430.00
TOTAL	1,380.00

Costo marginal de subcontratación

Para determinar el costo marginal de subcontratación de S/ 21.05 se ha ponderado las cotizaciones descritas en el anexo 9 de empresas metalmecánicas esta ponderación se detalla en la tabla 33.

Tabla 33

Costo de subcontratación

	COSTOS UNITARIOS	PONDERACION	COSTO SUBCONTRATAR	
GABINETES SIMPLES	49.10	0.33	9.65	3.22
GABINETES DOBLES	49.10	0.33	20.53	6.84
GABINETES TRIPLES	49.10	0.33	34.25	11.42
TOTAL	147.29	1.00	64.44	21.5

Nota: Elaboración propia con información obtenida del área de logística de INGENACC.

Costo de tiempo normal y horas extras

Los costos de mano obra en tiempo normal de S/ 5.50 son el promedio ponderado de los tres niveles salariales de la mano de obra directa tal como muestra la tabla 34.

Tabla 34

Costo de hora hombre en tiempo normal

COSTO DE HORA HOMBRE				
36	36	6	0.67	24.00
36	40	1	0.11	4.44
36	70	2	0.22	15.56
36		9	1.00	44.00
36				
70				
70				
40				
36				
TOTAL			5.5	H-h

Según política de la empresa se considera el costo del tiempo extra como el 50% más del costo normal siendo este S/ 8.25.

En la tabla 35 presentamos el resumen de costos y datos generales que emplearemos en los planes agregados planteados, además los días hábiles para la producción del periodo y los requisitos para desarrollar la planificación agregada.

Tabla 35

Resumen de costos de datos iniciales para plan agregado

COSTOS	UM	S/
Costo de mantener inventario	Und/mes	2.17
Costo del inventario agotado	Und/mes	40.90
Costo de contratación	Trabajador	950.00
Costo de despido	Trabajador	1380.00
Costo de sub contratación	Unidad	5.50
Costo de tiempo normal	Hora	8.25
Costo de tiempo extra	Hora	21.48

Nota. Elaboración propia

Tabla 36

Datos iniciales

Inventario inicial	400
Reserva de seguridad requerida	25%
Numero inicial de trabajadores	0
Horas laborales sin recargo	8
Tiempo de fabricación (h/unidad)	0.45

Nota: Los costos tomaron como fuente de información el periodo de estudio julio 2020-febrero2021..

Tabla 37*Días hábiles para la producción para el periodo.*

Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	TOTAL
27	26	26	27	26	26	26	25	26	26	26	24	311

Nota: Los días hábiles están de acuerdo al calendario anual peruano.

Tabla 38*Requisitos de la planificación agregada*

	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22
INVENTARIO INICIAL	400	825	988	1063	1063	788	775	838	925	975	995	1020
PRONOSTICO DE LA DEMANDA	3300	3950	4250	4250	3150	3100	3350	3700	3900	3980	4080	4500
INVENTARIO DE SEGURIDAD	825	988	1063	1063	788	775	838	925	975	995	1020	1125
REQUERIMIENTO DE PRODUCCION	3725	4113	4325	4250	2875	3088	3413	3788	3950	4000	4105	4605
INVENTARIO FINAL	825	988	1063	1063	788	775	838	925	975	995	1020	1125

Nota: El inventario inicial de marzo 2021 corresponde al inventario final de febrero 2021 (Elaboración propia con información obtenida del área de producción de INGENACC).

Los requerimientos mensuales de producción se han calculado sumando el pronóstico de la demanda más el inventario de seguridad menos el inventario inicial.

Una vez que se tienen todos los datos necesarios se procederá a elaborar los distintos planes con el objetivo de calcular cuál será su costo final.

Plan de producción exacta

Este plan consiste en producir de acuerdo con los requerimientos de producción mensual exactos de la tabla 29, utilizando un día regular de ocho horas y con un tamaño de la fuerza de trabajo variable. Considerando los días laborables por mes de la tabla 37 y los requerimientos de la producción de la tabla 38, se calcula las horas de producción (producción requerida entre el tiempo de fabricación) y las horas por mes por trabajador, para luego calcular los trabajadores requeridos y los trabajadores a despedir y contratar en los meses que se requiera.

Los cálculos realizados han determinado que el costo de contratar personal es de S/ 5,700, el costo de despedir es de S/ 6,900 y el costo de mano de obra en tiempo normal S/ 115,533.56. El costo total asciende a S/ S/. 128,133.56, tal como aparecen en la tabla 39.

Tabla 39*Cálculo del plan de producción exacto*

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
REQUERIMIENTO DE PROD	3725	4113	4325	4250	2875	3088	3413	3788	3950	4000	4105	4605	
HORAS DE PRODUCCION	1692	1868	1965	1931	1306	1403	1550	1721	1795	1817	1865	2092	
DIAS HABLES	27	26	26	27	26	26	26	25	26	26	26	24	
HORAS AL MES POR TRAB	216	208	208	216	208	208	208	200	208	208	208	192	
TRABAJADOR REQUERIDO	8	9	9	9	6	7	7	9	9	9	9	11	
NUEVOS TRABAJADORES	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	
COSTO DE CONTRATACION	0	950	0	0	0	950	0	1900	0	0	0	1900	5,700.00
DESPIDO DE TRABAJADORES	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	
COSTO DE DESPIDO	0	0	0	1380	5520	0	0	0	0	0	0	0	6,900.00
COSTO DEL TIEMPO NORMAL	9308	10276	10807	10620	7184	7715	8527	9464	9870	9995	10258	11507	115,533.56
COSTO TOTAL													S/. 128,133.56

Nota. Elaboración propia.

Plan de fuerza de trabajo constante

Este plan permite acumulación de inventario y la escasez se cubre con la producción del siguiente mes. Es probable que se pierdan ventas y arrojen un inventario inicial cero para el siguiente periodo. Con el número de trabajadores encontramos las horas de producción disponible y a su vez dividiéndolo entre el tiempo de fabricación obtenemos la producción real y luego el inventario final. Para los meses que de inventario negativo se considera el costo de escasez. La unidad en exceso se calcula restando el inventario final menos inventario de seguridad, y que sirve para calcular el costo de exceso de inventario.

Tabla 40

Requerimiento de horas para la producción pronosticada

Producción total	45510
Tiempo de fabricación (h/unidad)	0.45
Tiempo total de la fabricación	20,677

Nota. Elaboración propia

Tabla 41

Tiempo total de trabajo por persona

Total de días hábiles	311
Horas días trabajadas	8
Tiempo total de trabajo por persona	2488

Nota. Elaboración propia

Tabla 42

Promedio diario de trabajadores

Tiempo total de la fabricación	20,677
Tiempo total de trabajo por persona	2488
Cantidad constante de trabajadores	8.31
Cantidad constante de trabajadores	8

Tabla 43*Cálculo del plan de fuerza de trabajo constante*

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
inventario inicial	400	903	616	28	-418	94	657	969	791	553	236	-182	
horas de producción													
disponible	1728	1664	1664	1728	1664	1664	1664	1600	1664	1664	1664	1536	
producción real	3803	3663	3663	3803	3663	3663	3663	3522	3663	3663	3663	3381	
inventario final	903	616	28	-418	94	657	969	791	553	236	-182	-1301	
costo de escasez	0	0	0	17107	0	0	0	0	0	0	7425	53206	77,738.97
inventarios de seguridad	825	988	1063	1063	788	775	838	925	975	995	1020	1125	
unidad en exceso	78	-372	-1034	-1481	-693	-118	132	-134	-422	-759	-1202	-2426	
costo de inventario	170	0	0	0	0	0	286	0	0	0	0	0	455.99
costo del tiempo regular	9504	9152	9152	9504	9152	9152	9152	8800	9152	9152	9152	8448	109,472.00
COSTO TOTAL												S/. 187,666.96	

Nota. Elaboración propia

El costo de escasez obtenido es S/ 77,738.97 y el de inventario en exceso es S/ 455.99. Finalmente calculamos el costo de mano de obra en tiempo regular arrojando un total de S/ 109,472.00. La suma de dichos costos representa el costo total del plan de S/ 187,666.96 como se muestra en la tabla 43.

Plan de subcontratación

El plan considera la contratación de la producción con terceros para los meses que no se pueda cumplir con los requerimientos de la producción, para lo cual calculamos la cantidad de trabajadores que se necesita para cubrir la demanda mínima esperada (agosto 3100 unidades),

Tabla 44

Número de trabajadores

NUMERO DE TRABAJADORES NECESARIOS PARA REQUERIMIENTO MINIMO	
Requerimiento mínimo de producción mensual	2875
Tiempo de fabricación (h/unidad)	0.45
Horas totales	1306
Horas disponibles por trabajador mes de requerimiento mínimo	208
Trabajadores necesarios	6.28
Trabajadores necesarios	7

Nota. Elaboración propia.

Tabla 45

Datos

Tiempo de fabricación (h/unidad)	0.45
costo de subcontratar	21.48
costo de tiempo normal	5.50

Nota. Elaboración propia.

Con las horas de producción disponible se obtiene la producción real. Las unidades subcontratadas se obtienen restando el requerimiento de producción de la producción real.

A continuación, encontramos el costo de subcontratación multiplicando las unidades subcontratadas por el costo marginal unitario de subcontratación obteniéndose S/176,806.95 y luego calculamos el costo de tiempo normal obteniéndose: S/ S/. 272,594.95.

Tabla 46*Calculo del plan para la subcontratación*

	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	
HORA. DE PROD. DISPONIBLES	1,512	1,456	1,456	1,512	1,456	1,456	1,456	1,400	1,456	1,456	1,456	1,344	
PRODUCCION REAL	3,328	3,205	3,205	3,328	3,205	3,205	3,205	3,081	3,205	3,205	3,205	2,958	
UNIDADES SUBCONTRATADAS	397	908	1,120	922	0	-117	208	706	745	795	900	1,647	
COSTO DE SUBCONTRATACION	8,528	19,499	24,063	19,805	0	-2,517	4,463	15,166	16,008	17,082	19,338	35,372	176,806.95
COSTO DE TIEMPO REGULAR	8,316	8,008	8,008	8,316	8,008	8,008	8,008	7,700	8,008	8,008	8,008	7,392	95,788.00
COSTO TOTAL													S/. 272,594.95

Plan fuerza constante y horas extras

Producir con una fuerza constante para cubrir la demanda y usar el tiempo extra para cubrir los requerimientos de producción adicionales.

Se calcula el número de trabajadores necesarios (Ir a tabla 46), luego las horas en turno regular y las unidades disponibles antes del tiempo extra (inventario inicial más producción en turno regular menos el pronóstico de la demanda). Con la producción en tiempo extra se determina el costo de tiempo extra que asciende a S/ 4,875.56. Finalmente calculamos el costo de mano de obra en tiempo regular que asciende a S/ 109,472.00 como se observa en la tabla 50.

Tabla 47

Número de trabajadores necesarios

Tiempo total de la fabricación	20,677
Tiempo total de trabajo por persona	2488
Cantidad constante de trabajadores	8.31
Cantidad constante de trabajadores	8

Nota. Elaboración propia.

Tabla 48

Datos adicionales

TIEMPO ESTANDAR	0.45
COSTO TIEMPO EXTRA	8.25
COSTO DE MANTENER INVENTARIO	2.17
COSTO DE TIEMPO NORMAL	5.5.
HORAS LABORALES SIN RECARGO	8

Nota. Elaboración propia.

Tabla 49*Inventario de seguridad*

INVENTARIO DE SEGURIDAD (UNIDADES)											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
825	988	1063	1063	788	775	838	925	975	995	1020	1125

Nota. Elaboración propia.

Tabla 50*Cálculo del plan de fuerza constante y horas extras*

	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22	
Inventario inicial	400	903	616	28	0	513	1075	1388	1209	972	654	237	
Días hábiles por mes	27	26	26	27	26	26	26	25	26	26	26	24	
Horas de producción disponible	1728	1664	1664	1728	1664	1664	1664	1600	1664	1664	1664	1536	19904
producción en turno regular	3803	3663	3663	3803	3663	3663	3663	3522	3663	3663	3663	3381	
Pronóstico de la demanda	3300	3950	4250	4250	3150	3100	3350	3700	3900	3980	4080	4500	
Unidades disponibles antes del tiempo extra	903	616	28	-418	513	1075	1388	1209	972	654	237	-883	
Tiempo extra de las unidades	0	0	0	418	0	0	0	0	0	0	0	883	
Costo del tiempo extra	0	0	0	1568	0	0	0	0	0	0	0	3308	
Inventario de seguridad	825	988	1063	1063	788	775	838	925	975	995	1020	1125	4,875.56
Unidades en exceso	78	0	0	0	0	300	550	284	-3	-341	0	0	
Costo de inventarios	170	0	0	0	0	651	1193	617	-7	-739	0	0	1,884.22
Costo de tiempo regular	9504	9152	9152	9504	9152	9152	9152	8800	9152	9152	9152	8448	109,472.00
	TOTAL												S/. 116,231.78

Nota. Elaboración propia

Finalmente se realizó un cuadro resumen con todos los datos de los diversos planes agregados para poder identificar el que presenta menor costo de ejecución.

Tabla 51

Resumen de planes

COSTOS(S/.)	PLAN 1: PRODUCCION EXACTA	PLAN 2: FUERZA CONSTANTE	PLAN 3: SUBCONTRATACION	PLAN 4: HORAS EXTRAS
CONTRATACION	5,700	0	0	0
DESPIDOS	6,900	0	0	0
INVENTARIO	0	456	0	1,884
ESCAZES	0	77,739	0	0
SUBCONTRATACION	0	0	176,807	0
TIEMPO NORMAL	115,534	109,472	95,788	109,472
TIEMPO EXTRA	0	0	0	4,876
TOTAL (S/.)	128,134	187,667	272,595	116,232

Nota. Elaboración propia.

Se concluye que para poder incrementar la productividad de la empresa INGENACC se eligió el plan de producción de fuerza constante y horas extras. Es decir, cubrir la demanda y usar el tiempo extra para cubrir los requerimientos de producción adicionales.

Desarrollo Objetivo 4: Determinar cómo el Plan Maestro de la producción (PMP) y el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) permiten cumplir con la demanda en INGENACC SRL.

El plan agregado con mano de obra constante y horas extras determina los requerimientos de producción mensual, como lo muestra la tabla 52.

Tabla 52

Requerimiento de producción con fuerza constante y horas extraordinarias

PRODUCCIÓN MENSUAL CON FUERZA CONSTANTE Y HORAS EXTRAS											
Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22
3803	3663	3663	4222	3663	3663	3663	3522	3663	3663	3663	4263

Plan agregado de producción

La familia de gabinetes se descompone en tres tipos: gabinete simple, gabinete doble y gabinete triple. Los requerimientos de producción en meses del plan agregado, para el plan maestro pasaran a semanas, desagregándose según proporción de la demanda proyectada.

Tabla 53

Proporción de la demanda proyectada por tipo de gabinete

PROPORCIÓN DE LA DEMANDA PROYECTADA POR TIPO DE GABINETE												
	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22
G. SIMPLES	0.70	0.71	0.71	0.71	0.63	0.65	0.69	0.68	0.67	0.68	0.66	0.67
G. DOBLES	0.18	0.15	0.15	0.15	0.22	0.23	0.22	0.20	0.21	0.20	0.22	0.20
G. TRIPLES	0.12	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.09	0.12	0.13	0.12	0.12	0.13
TOTAL	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

El requerimiento de producción mensual de la tabla 52 será desagregado teniendo en cuenta las proporciones de la tabla 53 obteniendo como resultado el requerimiento mensual por tipo de gabinete.

Tabla 54*Requerimiento mensual por tipo de gabinete*

DEMANDA POR TIPO DE GABINETE												
PRODUCTO	Mar-21	Abr-21	May-21	Jun-21	Jul-21	Ago-21	Set-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21	Ene-22	Feb-22
GS	2,651	2,596	2,585	2,980	2,325	2,363	2,515	2,379	2,442	2,485	2,424	2,842
GD	692	556	560	646	814	827	820	714	751	736	808	853
GT	461	510	517	596	523	473	328	428	470	442	431	568

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 54 obtenemos el requerimiento de producción por semana para los gabinetes simples, dobles y triples que se ha obtenido en base al requerimiento mensual por tipo de gabinete, repartiendo la producción mensual en cuatro semanas y que constituye el pedido en curso.

Tabla 55*Requerimiento de producción por semana en unidades*

PRODUCTO	Mar-21				Abr-21				May-21				Jun-21			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GS	663	663	663	663	649	649	649	649	646	646	646	646	745	745	745	745
GD	173	173	173	173	139	139	139	139	140	140	140	140	161	161	161	161
GT	115	115	115	115	127	127	127	127	129	129	129	129	149	149	149	149

	Jul-21				Ago-21				Set-21				Oct-21			
PRODUCTO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GS	581	581	581	581	591	591	591	591	629	629	629	629	595	595	595	595
GD	203	203	203	203	207	207	207	207	205	205	205	205	178	178	178	178
GT	131	131	131	131	118	118	118	118	82	82	82	82	107	107	107	107

	Nov-21				Dic-21				Ene-22				Feb-22			
PRODUCTO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
GS	610	610	610	610	596	596	596	596	606	606	606	606	711	711	711	
GD	188	188	188	188	184	184	184	184	202	202	202	202	213	213	213	
GT	117	117	117	117	110	110	110	110	108	108	108	108	142	142	142	

Tabla 56

Datos del inventario

Inventario inicial de gabinetes	
simples	250
dobles	100
triples	50
Total	400

Considerando el inventario inicial calculamos la producción neta o programada semanal a partir de las necesidades brutas mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Requerimiento Neto} = \text{Requerimiento bruto} - \text{inventario inicial} + \text{stock de seguridad.}$$

Con la aplicación de la fórmula antes mencionada encontramos los requerimientos netos semanales para cada tipo de gabinete tal como se aprecia en las siguientes tablas:

Tabla 57

Plan maestro de producción de gabinetes simples

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DE GABINETES SIMPLES																	
	Inicial	Mar-21				Abr-21				May-21				Jun-21			
Período		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Producción semanal		663	663	663	663	649	649	649	649	646	646	646	646	745	745	745	745
Pedidos anticipados																	
Requerimiento Bruto		663	663	663	663	649	649	649	649	646	646	646	646	745	745	745	745
Stock de seguridad	0	41	41	41	41	41	41	41	41	40	40	40	40	47	47	47	47
Producción Neta		704	663	663	663	648	649	649	649	646	646	646	646	751	745	745	745

Período	Jul-21				Ago-21				Set-21				Oct-21			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Produccion semanal	581	581	581	581	591	591	591	591	629	629	629	629	595	595	595	595
Pedidos anticipados																
Requerimiento Bruto	581	581	581	581	591	591	591	591	629	629	629	629	595	595	595	595
Stock de seguridad	36	36	36	36	37	37	37	37	39	39	39	39	37	37	37	37
Producción Neta	571	581	581	581	591	591	591	591	631	629	629	629	593	595	595	595

Período	Nov-21				Dic-21				Ene-22				Feb-22			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
Produccion semanal	610	610	610	610	596	596	596	596	606	606	606	606	606	711	711	711
Pedidos anticipados																
Requerimiento Bruto	610	610	610	610	596	596	596	596	606	606	606	606	606	711	711	711
Stock de seguridad	38	38	38	38	37	37	37	37	38	38	38	38	38	44	44	44
Producción Neta	611	610	610	610	595	596	596	596	607	606	606	606	606	717	711	711

Tabla 58

Plan maestro de producción de gabinetes dobles

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DE GABINETES DOBLES																	
Período	Inicial	Mar-21				Abr-21				May-21				Jun-21			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pronostico Demanda		173	173	173	173	139	139	139	139	140	140	140	140	161	161	161	161
Pedidos anticipados																	
Requerimiento Bruto		173	173	173	173	139	139	139	139	140	140	140	140	161	161	161	161
Inventario	0	11	11	11	11	9	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10
Producción Neta		184	173	173	173	137	139	139	139	140	140	140	140	163	161	161	161

Período	Jul-21				Ago-21				Set-21				Oct-21			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pronostico Demanda	203	203	203	203	207	207	207	207	205	205	205	205	178	178	178	178
Pedidos anticipados																
Requerimiento Bruto	203	203	203	203	207	207	207	207	205	205	205	205	178	178	178	178
Inventario	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	11	11	11	11
Producción Neta	206	203	203	203	207	207	207	207	205	205	205	205	177	178	178	178

Período	Nov-21				Dic-21				Ene-22				Feb-22			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pronostico Demanda	188	188	188	188	184	184	184	184	202	202	202	202	213	213	213	213
Pedidos anticipados																
Requerimiento Bruto	188	188	188	188	184	184	184	184	202	202	202	202	213	213	213	213
Inventario	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13
Producción Neta	188	188	188	188	184	184	184	184	203	202	202	202	214	213	213	213

Tabla 59

Plan maestro de gabinetes triples

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN DE GABINETES TRIPLES																	
Período	Inicial	Mar-21				Abr-21				May-21				Jun-21			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pronostico Demanda		115	115	115	115	127	127	127	127	129	129	129	129	149	149	149	149
Pedidos anticipados																	
Requerimiento Bruto		115	115	115	115	127	127	127	127	129	129	129	129	149	149	149	149
Inventario	0	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9
Producción Neta		122	115	115	115	128	127	127	127	129	129	129	129	150	149	149	149

Período	Jul-21				Ago-21				Set-21				Oct-21			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pronostico Demanda	131	131	131	131	118	118	118	118	82	82	82	82	107	107	107	107
Pedidos anticipados																
Requerimiento Bruto	131	131	131	131	118	118	118	118	82	82	82	82	107	107	107	107
Inventario	8	8	8	8	7	7	7	7	5	5	5	5	7	7	7	7
Producción Neta	130	131	131	131	117	118	118	118	80	82	82	82	109	107	107	107

Período	Nov-21				Dic-21				Ene-22				Feb-22			
	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Pronostico Demanda	117	117	117	110	110	110	110	108	108	108	108	108	142	142	142	142
Pedidos anticipados																
Requerimiento Bruto	117	117	117	110	110	110	110	108	108	108	108	108	142	142	142	142
Inventario	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9	9	9	9
Producción Neta	117	117	117	110	110	110	110	108	108	108	108	108	144	142	142	142

Tabla 60

Resumen del plan maestro de producción

Producto	RESUMEN															
	Mar-21				Abr-21				May-21				Jun-21			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GABINETES SIMPLES	704	663	663	663	648	649	649	649	646	646	646	646	751	745	745	745
GABINETES DOBLES	184	173	173	173	137	139	139	139	140	140	140	140	163	161	161	161
GABINETES TRIPLES	122	115	115	115	128	127	127	127	129	129	129	129	150	149	149	149

Producto	Jul-21				Ago-21				Set-21				Oct-21			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GABINETES SIMPLES	571	581	581	581	591	591	591	591	631	629	629	629	593	595	595	595
GABINETES DOBLES	206	203	203	203	207	207	207	207	205	205	205	205	177	178	178	178
GABINETES TRIPLES	130	131	131	131	117	118	118	118	80	82	82	82	109	107	107	107

Producto	Nov-21				Dic-21				Ene-22				Feb-22			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
GABINETES SIMPLES	611	610	610	610	595	596	596	596	607	606	606	606	717	711	711	711
GABINETES DOBLES	188	188	188	188	184	184	184	184	203	202	202	202	214	213	213	213
GABINETES TRIPLES	118	117	117	117	110	110	110	110	108	108	108	108	144	142	142	142

Lista de materiales (BOM)

Para determinar la lista de materiales (BOM) se requiere las cantidades necesarias de materiales directos para fabricar una unidad de producto. Los materiales son: plancha galvanizada, chapas, bisagras, pinturas y plástico para embalaje.

En la tabla 61 muestra las cantidades de demanda anual pronosticadas para el periodo marzo 2021 - Mar son las siguientes:

Tabla 61

Demanda anual

GABINETE SIMPLE	30900
GABINETE DOBLE	8800
GABINETE TRIPLE	5810

Se muestra además en la tabla 62 las cantidades de materiales que se requiere para fabricar los gabinetes según su tipo:

Tabla 62

Cantidad de material por tipo de gabinete

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD GABINETE SIMPLE	CANTIDAD GABINETE DOBLE	CANTIDAD GABINETE TRIPLE
Plancha galvanizada 1.2	unidad	0.05	0.07	0.09
Plancha galvanizada 0.9	unidad	0.10	0.12	0.15
Chapas	unidad	1	1	1
Bisagras	unidad	2	2	2
Pintura electrostatica Eco Tek	kg	0.05	0.07	0.09
Plastico Embalaje	Rollo	0.02	0.04	0.04

Nota: La información fue proporcionada por el Área de diseño e ingeniería de la empresa.

La codificación de cada producto terminado y los materiales necesarios para su fabricación es la siguiente:

Tabla 63

Productos nivel 0

LETRA	Productos
A	GABINETE SIMPLE
B	GABINETE DOBLE
C	GABINETE TRIPLE

Nota. Elaboración propia

Tabla 64

Productos nivel 1

LETRA	MATERIAL
D	Plancha galvanizada 1.2 (1200 mm X 2400 mm)
E	Plancha galvanizada 0.9 (1.2m X 2.47 m)
F	Chapas
G	Bisagras
H	Pintura electrostática Eco Tek
I	plástico Embalaje

Nota. Elaboración propia

Las siguientes figuras nos mostrarán gráficamente la composición de cada producto y los materiales que son necesarios para su fabricación.

Esto servirá para calcular las cantidades de materia necesaria para el desarrollo de las actividades de la empresa en base a su pronóstico de demanda.

Figura 26

Estructura del gabinete simple

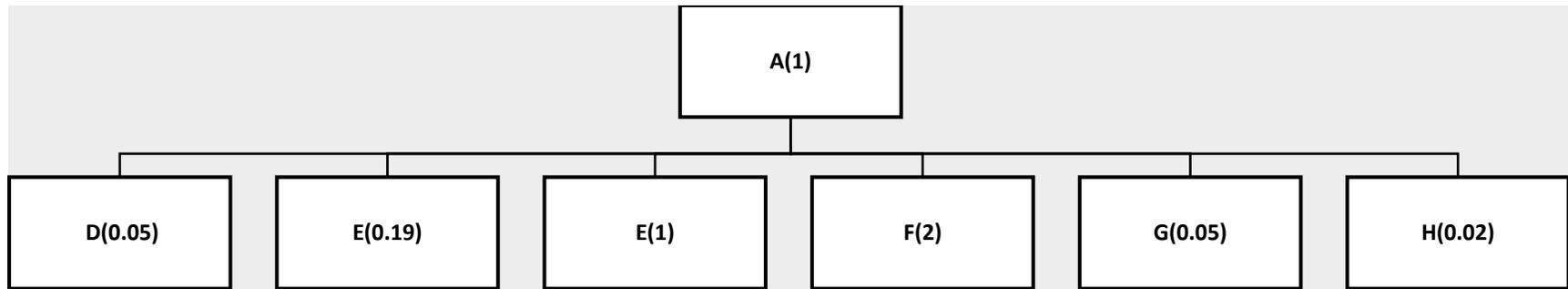


Figura 27

Estructura del gabinete doble

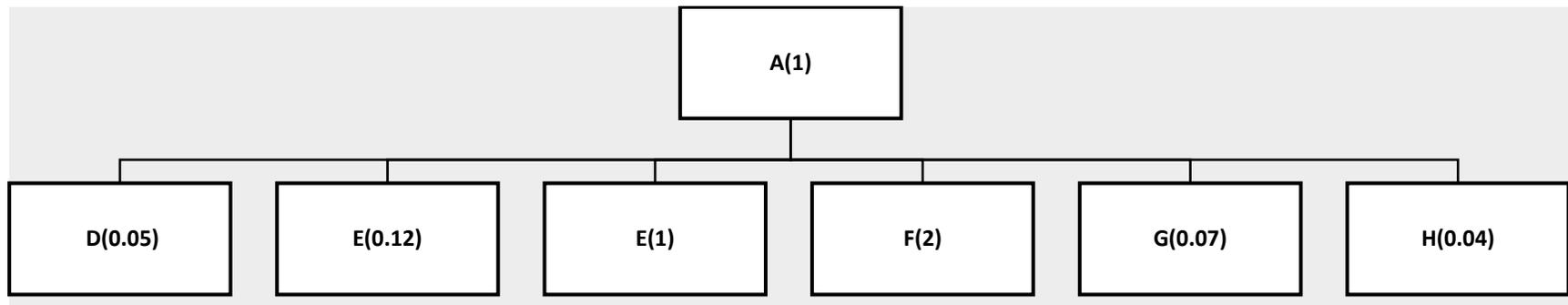
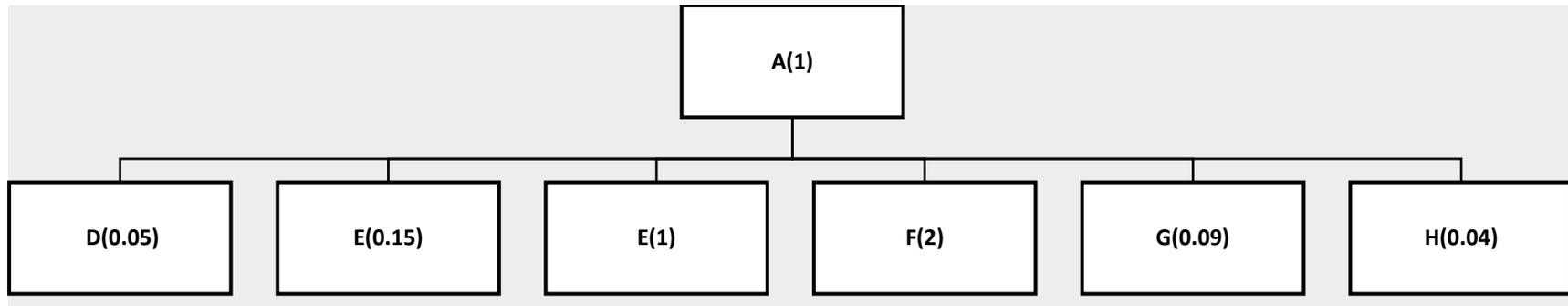


Figura 28

Estructura del gabinete triple



Se presenta la demanda anual de materiales para tipo de gabinetes la cual se obtuvo con la demanda pronosticada del periodo 2021-2021 y la cantidad de materiales por gabinetes de la tabla 62. Al sumar los tres resultados obtenemos una demanda total anual de cada material para dicho periodo.

Tabla 65*Resumen de demanda anual de materiales*

Descripción	Unidad de medida	Demanda anual GS	Demanda anual GD	Demanda anual GT	Demanda anual total
Plancha galvanizada 1.2 (1200 mm X 2400 mm)	mm	1,529	614	517.20	2,661
Plancha galvanizada 0.9 (1.2m X 2.47 m)	mm	3,059	1,053	862.01	4,974
Chapas	unidad	30,587	8,776	5,746.71	45,110
Bisagras	unidad	61,174	17,553	11,493.43	90,220
Pintura electrostática	kg	1,529	614	517.20	2,661
plástico Embalaje	Rollo	612	351	229.87	1,193

Nota. Elaboración propia

Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)

Como último paso tenemos el diseño de la planificación de requerimiento de materiales (MRP). Para calcular los requerimientos totales de materiales se necesita conocer la demanda anual de materiales, el inventario inicial de cada material, el tiempo de atención del pedido y las entregas previstas datos mostrados en la tabla 66.

Tabla 66*Datos para el cálculo del MRP*

DESCRIPCION	NIVEL DE BOM	DENANDA ANUAL	INVENTARIO INICIAL AL 28/02/2021	LEAD TIME	ENTREGAS PREVISTAS
Plancha galvanizada 1.2	D	2,661	80	2	0
Plancha galvanizada 0.9	E	4,974	130	2	0
Chapas	F	45,110	1030	1	0
Bisagras	G	90,220	2070	1	0
Pintura electrostatica	H	2,661	180	1	0
Plastico Embalaje	I	1,193	45	1	0

Con los requerimientos de producción semanales obtenidos del Plan Agregado de Producción y la cantidad de materiales empleados por tipo de gabinete, se obtienen las necesidades brutas para cada uno de los materiales.

Los requerimientos netos semanales de cada uno de los materiales necesarios para la fabricación de los tres tipos de gabinetes, durante el horizonte de planificación serán las necesidades brutas menos el stock disponible.

Con el tiempo de atención para cada pedido (Lead Time), que es de una semana se ha determinado la semana donde se debe emitir la orden de pedido.

A continuación, se muestra el detalle de la Planificación de Requerimiento de Producción que determina la cantidad de materiales a utilizar y el tiempo oportuno de abastecimiento para cumplir con los requerimientos de la producción.

Tabla 67

Requerimientos brutos semanales de plancha galvanizada 1.2 para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple.

PRODUCTO	cant./unidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SIMPLES	0.05	35	33	33	33	32	32	32	32	32	32	32	32	38	37	37	37	29	29	29	29	30	30
DOBLES	0.07	13	12	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	14	14	14	14	14	14
TRIPLES	0.09	11	10	10	10	12	11	11	11	12	12	12	12	14	13	13	13	12	12	12	12	11	11
Total:		59	56	56	56	54	54	54	54	54	54	54	54	62	62	62	62	55	55	55	55	55	55

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
30	30	32	31	31	31	30	30	30	30	31	31	31	31	30	30	30	30	30	30	30	30	36	36	36	36
14	14	14	14	14	14	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15
11	11	7	7	7	7	10	10	10	10	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	13	13	13	13
55	55	53	53	53	53	52	52	52	52	54	54	54	54	53	53	53	53	54	54	54	54	64	63	63	63

Tabla 68

Necesidades reales de plancha galvanizada 1.2 para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple

Concepto	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Necesidades brutas			59	56	56	56	54	54	54	54	54	54	54	54	62	62	62	62	55	55	55	55	55
Entregas previstas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disponibles	120	80	80	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas			0	35	56	56	54	54	54	54	54	54	54	54	62	62	62	62	55	55	55	55	55
Pedidos planeados			0	35	56	56	54	54	54	54	54	54	54	54	62	62	62	62	55	55	55	55	55
Liberación de orden			35	56	56	54	54	54	54	54	54	54	54	62	62	62	62	55	55	55	55	55	55
ORDENES			35	56	56	54	54	54	54	54	54	54	54	62	62	62	62	55	55	55	55	55	55

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
55	55	53	53	53	53	52	52	52	52	54	54	54	54	53	53	53	53	54	54	54	54	64	63	63	63
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
55	55	53	53	53	53	52	52	52	52	54	54	54	54	53	53	53	53	54	54	54	54	64	63	63	63
55	55	53	53	53	53	52	52	52	52	54	54	54	54	53	53	53	53	54	54	54	54	64	63	63	63
55	53	53	53	53	52	52	52	52	54	54	54	54	53	53	53	53	54	54	54	54	64	63	63	63	
55	53	53	53	53	52	52	52	52	54	54	54	54	53	53	53	53	54	54	54	54	64	63	63	63	

Tabla 69

Requerimientos brutos semanales de plancha galvanizada 0.9 para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple.

PRODUCTO	cant./unidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SIMPLES	0.10	70	66	66	66	65	65	65	65	65	65	65	65	75	74	74	74	57	58	58	58	59	59
DOBLES	0.12	22	21	21	21	16	17	17	17	17	17	17	17	20	19	19	19	25	24	24	24	25	25
TRIPLES	0.15	18	17	17	17	19	19	19	19	19	19	19	19	23	22	22	22	19	20	20	20	18	18
Total:		111	104	104	104	100	101	101	101	101	101	101	101	117	116	116	116	101	102	102	102	102	102

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
59	59	63	63	63	63	59	59	59	59	61	61	61	61	60	60	60	60	61	61	61	61	72	71	71	71
25	25	25	25	25	25	21	21	21	21	23	23	23	23	22	22	22	22	24	24	24	24	26	26	26	26
18	18	12	12	12	12	16	16	16	16	18	18	18	18	16	17	17	17	16	16	16	16	22	21	21	21
102	102	100	100	100	100	97	97	97	97	101	101	101	101	98	98	98	98	101	101	101	101	119	118	118	118

Tabla 70

Necesidades reales de plancha galvanizada 0.9 para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple

Concepto	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Necesidades brutas		111	104	104	104	100	101	101	101	101	101	101	101	117	116	116	116	101	102	102	102	102	102
Entregas previstas																							
Disponible	130	130	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas		0	85	104	104	100	101	101	101	101	101	101	101	117	116	116	116	101	102	102	102	102	102
Pedidos planeados		0	85	104	104	100	101	101	101	101	101	101	101	117	116	116	116	101	102	102	102	102	102
Liberación de orden		85	104	104	100	101	101	101	101	101	101	101	117	116	116	116	101	102	102	102	102	102	102
ORDENES		85	104	104	100	101	101	101	101	101	101	101	117	116	116	116	101	102	102	102	102	102	102

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
102	102	100	100	100	100	97	97	97	97	101	101	101	101	98	98	98	98	101	101	101	101	119	118	118	118
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	102	100	100	100	100	97	97	97	97	101	101	101	101	98	98	98	98	101	101	101	101	119	118	118	118
102	102	100	100	100	100	97	97	97	97	101	101	101	101	98	98	98	98	101	101	101	101	119	118	118	118
102	100	100	100	100	97	97	97	97	101	101	101	101	98	98	98	98	101	101	101	101	119	118	118	118	0
102	100	100	100	100	97	97	97	97	101	101	101	101	98	98	98	98	101	101	101	101	119	118	118	118	0

Tabla 71

Requerimientos brutos semanales de chapas para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple

PRODUCTO	cant./unidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SIMPLES	1.00	704	663	663	663	648	649	649	649	646	646	646	646	751	745	745	745	571	581	581	581	591	591
DOBLES	1.00	184	173	173	173	137	139	139	139	140	140	140	140	163	161	161	161	206	203	203	203	207	207
TRIPLES	1.00	122	115	115	115	128	127	127	127	129	129	129	129	150	149	149	149	130	131	131	131	117	118
Total:		1010	951	951	951	913	916	916	916	916	916	916	916	1064	1055	1055	1055	907	916	916	916	916	916

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
591	591	631	629	629	629	593	595	595	595	611	610	610	610	595	596	596	596	607	606	606	606	717	711	711	711
207	207	205	205	205	205	177	178	178	178	188	188	188	188	184	184	184	184	203	202	202	202	214	213	213	213
118	118	80	82	82	82	109	107	107	107	118	117	117	117	110	110	110	110	108	108	108	108	144	142	142	142
916	916	916	916	916	916	878	880	880	880	918	916	916	916	889	891	891	891	917	916	916	916	1075	1066	1066	1066

Tabla 72

Necesidades reales de chapas para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple

Concepto	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Necesidades brutas		1010	951	951	951	913	916	916	916	916	916	916	916	1064	1055	1055	1055	907	916	916	916	916	916		
Entregas previstas																									
Disponible	1030	1030	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Necesidades netas		0	931	951	951	913	916	916	916	916	916	916	916	1064	1055	1055	1055	907	916	916	916	916	916		
Pedidos planeados		0	931	951	951	913	916	916	916	916	916	916	916	1064	1055	1055	1055	907	916	916	916	916	916		
Liberación de orden		931	951	951	913	916	916	916	916	916	916	916	1064	1055	1055	1055	907	916	916	916	916	916	916		
ORDENES		931	951	951	913	916	916	916	916	916	916	916	1064	1055	1055	1055	907	916	916	916	916	916	916		
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
916	916	916	916	916	916	878	880	880	880	918	916	916	916	889	891	891	891	917	916	916	916	1075	1066	1066	1066
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
916	916	916	916	916	916	878	880	880	880	918	916	916	916	889	891	891	891	917	916	916	916	1075	1066	1066	1066
916	916	916	916	916	916	878	880	880	880	918	916	916	916	889	891	891	891	917	916	916	916	1075	1066	1066	1066
916	916	916	916	916	916	878	880	880	880	918	916	916	916	889	891	891	891	917	916	916	916	1075	1066	1066	0
916	916	916	916	916	916	878	880	880	880	918	916	916	916	889	891	891	891	917	916	916	916	1075	1066	1066	0

Tabla 73

Requerimientos brutos semanales de bisagras para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple

PRODUCTO	cant./unidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SIMPLES	2	1408	1325	1325	1325	1296	1298	1298	1298	1292	1293	1293	1293	1502	1490	1490	1490	1142	1163	1163	1163	1183	1181
DOBLES	2	367	346	346	346	274	278	278	278	280	280	280	280	326	323	323	323	412	407	407	407	414	414
TRIPLES	2	245	231	231	231	257	255	255	255	259	259	259	259	300	298	298	298	259	262	262	262	235	236
Total:		2021	1902	1902	1902	1827	1831	1831	1831	1831	1831	1831	1831	2128	2111	2111	2111	1814	1831	1831	1831	1831	1831

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1181	1181	1262	1257	1257	1257	1186	1190	1190	1190	1223	1221	1221	1221	1191	1193	1193	1193	1213	1212	1212	1212	1434	1421	1421	1421
414	414	410	410	410	410	354	357	357	357	377	376	376	376	368	368	368	368	406	404	404	404	428	426	426	426
236	236	159	164	164	164	217	214	214	214	236	235	235	235	220	221	221	221	215	215	215	215	289	284	284	284
1831	1831	1831	1831	1831	1831	1756	1761	1761	1761	1836	1831	1831	1831	1778	1782	1782	1782	1834	1831	1831	1831	2150	2132	2132	2132

Tabla 74

Necesidades reales de bisagras para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple

Concepto	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Necesidades brutas		2021	1902	1902	1902	1827	1831	1831	1831	1831	1831	1831	1831	2128	2111	2111	2111	1814	1831	1831	1831	1831	1831
Entregas previstas																							
Disponible	2070	2070	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas		0	1852	1902	1902	1827	1831	1831	1831	1831	1831	1831	1831	2128	2111	2111	2111	1814	1831	1831	1831	1831	1831
Pedidos planeados		0	1852	1902	1902	1827	1831	1831	1831	1831	1831	1831	1831	2128	2111	2111	2111	1814	1831	1831	1831	1831	1831
Liberación de orden		1852	1902	1902	1827	1831	1831	1831	1831	1831	1831	1831	1831	2128	2111	2111	2111	1814	1831	1831	1831	1831	1831
ORDENES		1852	1902	1902	1827	1831	1831	1831	1831	1831	1831	1831	1831	2128	2111	2111	2111	1814	1831	1831	1831	1831	1831

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
1831	1831	1831	1831	1831	1831	1756	1761	1761	1761	1836	1831	1831	1831	1778	1782	1782	1782	1834	1831	1831	1831	2150	2132	2132	2132
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1831	1831	1831	1831	1831	1831	1756	1761	1761	1761	1836	1831	1831	1831	1778	1782	1782	1782	1834	1831	1831	1831	2150	2132	2132	2132
1831	1831	1831	1831	1831	1831	1756	1761	1761	1761	1836	1831	1831	1831	1778	1782	1782	1782	1834	1831	1831	1831	2150	2132	2132	2132
1831	1831	1831	1831	1831	1756	1761	1761	1761	1836	1831	1831	1831	1778	1782	1782	1782	1834	1831	1831	1831	2150	2132	2132	2132	0
1831	1831	1831	1831	1831	1756	1761	1761	1761	1836	1831	1831	1831	1778	1782	1782	1782	1834	1831	1831	1831	2150	2132	2132	2132	0

Tabla 75

Requerimientos brutos semanales de pintura electrostática para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple

PRODUCTO	cant./unidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SIMPLES	0.05	35	33	33	33	32	32	32	32	32	32	32	32	38	37	37	37	29	29	29	29	30	30
DOBLES	0.07	13	12	12	12	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	14	14	14	14	14	14
TRIPLES	0.09	11	10	10	10	12	11	11	11	12	12	12	12	14	13	13	13	12	12	12	12	11	11
Total:		60	58	59	60	59	60	61	62	63	64	65	66	75	76	77	78	72	73	74	75	76	77

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
30	30	32	31	31	31	30	30	30	30	31	31	31	31	30	30	30	30	30	30	30	36	36	36	36	
14	14	14	14	14	14	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14	15	15	15	15
11	11	7	7	7	7	10	10	10	10	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	13	13	13	13	
78	79	78	79	80	81	81	82	83	84	87	88	89	90	90	91	92	93	95	96	97	98	109	109	110	111

Tabla 76

Necesidades reales de pintura electrostática para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple

Concepto	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Necesidades brutas		60	58	59	60	59	60	61	62	63	64	65	66	75	76	77	78	72	73	74	75	76	77
Entregas previstas																							
Disponibles	180	180	120	62	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas		0	0	0	56	59	60	61	62	63	64	65	66	75	76	77	78	72	73	74	75	76	77
Pedidos planeados		0	0	0	56	59	60	61	62	63	64	65	66	75	76	77	78	72	73	74	75	76	77
Liberación de orden		0	0	56	59	60	61	62	63	64	65	66	75	76	77	78	72	73	74	75	76	77	78
ORDENES		0	0	56	59	60	61	62	63	64	65	66	75	76	77	78	72	73	74	75	76	77	78

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
78	79	78	79	80	81	81	82	83	84	87	88	89	90	90	91	92	93	95	96	97	98	109	109	110	111
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	79	78	79	80	81	81	82	83	84	87	88	89	90	90	91	92	93	95	96	97	98	109	109	110	111
78	79	78	79	80	81	81	82	83	84	87	88	89	90	90	91	92	93	95	96	97	98	109	109	110	111
79	78	79	80	81	81	82	83	84	87	88	89	90	90	91	92	93	95	96	97	98	109	109	110	111	0
79	78	79	80	81	81	82	83	84	87	88	89	90	90	91	92	93	95	96	97	98	109	109	110	111	0

Tabla 77*Requerimientos brutos semanales de plástico embalaje para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple*

PRODUCTO	cant./unidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
SIMPLES	0.02	14	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	15	15	15	15	11	12	12	12	12	12
DOBLES	0.04	7	7	7	7	5	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	8	8	8	8	8	8
TRIPLES	0.04	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5
Total:		27	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	36	41	41	42	43	42	43	44	45	46	47

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
12	12	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	14
8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	8	8	8	8	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9
5	5	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6
48	49	49	50	51	52	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	64	66	67	68	69	74	74	75	76

Tabla 78*Necesidades reales de plástico embalaje para la fabricación de gabinetes simple, doble y triple*

Concepto	Inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Necesidades brutas		27	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	36	41	41	42	43	42	43	44	45	46	47
Entregas previstas																							
Disponible	45	45	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas		0	9	28	29	29	30	31	32	33	34	35	36	41	41	42	43	42	43	44	45	46	47
Pedidos planeados		0	9	28	29	29	30	31	32	33	34	35	36	41	41	42	43	42	43	44	45	46	47
Liberación de orden		9	28	29	29	30	31	32	33	34	35	36	41	41	42	43	42	43	44	45	46	47	48
ORDENES		9	28	29	29	30	31	32	33	34	35	36	41	41	42	43	42	43	44	45	46	47	48

23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
48	49	49	50	51	52	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	64	66	67	68	69	74	74	75	76
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	49	49	50	51	52	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	64	66	67	68	69	74	74	75	76
48	49	49	50	51	52	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	64	66	67	68	69	74	74	75	76
49	49	50	51	52	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	64	66	67	68	69	74	74	75	76	0
49	49	50	51	52	52	53	54	55	57	58	59	60	61	62	63	64	66	67	68	69	74	74	75	76	0

El uso del sistema MRP en esta investigación, nos ayudó a determinar las exigencias de nuestros clientes, así como determinar nuestra productividad real para poder cubrir demandas que nuestros clientes solicitan, por ello, se indica que este sistema permitió determinar los puntos clave que la empresa debe mejorar.

El uso correcto de manera sistémica ayuda a prevenir errores que puedan afectar la disponibilidad del producto y proporciona soluciones adecuadas para cualquier situación problemática en el proceso de producción.

Desarrollo Objetivo 5: Calcular la nueva productividad de mano de obra en la fabricación de productos metalmecánicos en Ingenacc SRL mediante el diseño de un sistema de planificación y control de la producción.

Para el cálculo de la nueva productividad se tomará como base el pronóstico de ventas para periodo marzo 2021 - febrero 2022 de los gabinetes en sus tres presentaciones. La tabla 28 nos indica que se fabricarán 30900 gabinetes simples, 8800 dobles y 5810 triples, teniendo un total de 45510 y las horas hombre empleadas para la producción según para el plan agregado elegido donde se trabaja con una fuerza constante y horas extras que ascienden en S/19,904.

Productividad de mano de obra con la Planificación de la producción

Se calcula la nueva productividad después de la planificación de la producción considerando la productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias y productividad respecto a horas hombres.

Productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias

Para el cálculo de la nueva productividad respecto horas hombres se toma en cuenta el total de la demanda histórica y el costo total de la mano de obra directa obtenida por el plan agregado de producción fuerza constante y horas extraordinarias el cual es S/ 109,472.00.

$$PRO\ PRODUCTIVIDAD\ S/ = \frac{Producción\ (gabinetes)/periodo}{Costo\ de\ mano\ de\ obra/periodo}$$

Tabla 79

Productividad de mano de obra respecto a unidades monetarias con la planificación de la producción

		PRODUCTIVIDAD %	
PRODUCCIÓN (GABINETES) DEL PERIODO	45,510	0.42	Gabinetes / soles
COSTO TOTAL DE LA MANO DE OBRA DIRECTA	109,472.00		

Se concluye que por cada sol invertido se fabrican 0.42 gabinetes.

Productividad de mano de obra respecto a horas hombre

Para el cálculo de la productividad respecto horas hombres se toma en cuenta el total de la demanda histórica y las horas hombres empleadas para dicha producción. Las horas hombres empleadas se determinan en base al costo total de la mano de obra directa brindado por el nuevo plan de producción agregado el cual es S/ 109,472.00 y el costo de la hora hombre de S/5.5, obteniendo un total de S/ 19,904 horas hombres.

$$PRODUCTIVIDAD\ h-H = \frac{Producción\ (gabinetes)/periodo}{Horas\ hombre/periodo}$$

Tabla 80

Productividad de mano de obra respecto a las horas hombres con la planificación de la producción.

		PRODUCTIVIDAD %	
PRODUCCIÓN (GABINETES) DEL PERIODO	45,510.00	2.29	Gabinetes / Hora hombre
COSTO TOTAL DE LA MANO DE OBRA DIRECTA (S/)	109,472.00		
COSTO DE LA HORA HOMBRE (S/)	5.50		
HORAS HOMBRES EMPLEADAS	19,904.00		

La productividad de mano de obra respecto a la inversión resulto de 0.42 gabinetes por cada sol invertido y respecto a las horas hombres se obtuvo 2.29 gabinetes por hora hombre.

Los resultados del párrafo anterior se traducen en un incremento de 23.35% de la productividad de mano de obra con respecto a la productividad antes de la planificación de la producción tal como se puede observar en la tabla 89.

Tabla 81

Variación porcentual de la productividad con la planificación de la producción

	PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA ANTES DE LA PROPUESTA	PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA DESPUES DE LA PROPUESTA	VARIACION PORCENTUAL
PRODUCTIVIDAD MONETARIA	0.34	0.42	23.3%
PRODUCTIVIDAD H-h	1.85	2.29	23.3%

Desarrollo Objetivo 6: Justificar económicamente la planificación y control de la producción propuesta mediante el indicador de margen utilidad operativa

La justificación económica se basa en encontrar el índice de utilidad operativa del Estado de Resultado antes y después de la planificación de la producción.

Para el Estado de Resultados se necesita conocer las ventas históricas (tabla 19) y las ventas proyectadas (demanda proyectada por ser pedidos en firme), así mismo el costo total de producción antes y después de la planificación de la producción que nos darán la Utilidad Bruta a esto se le resta los gastos operacionales y obtendremos la Utilidad Operativa.

Costo total de producción con propuesta

Para el costo total de producción nuevo se necesita cuantificar los costos de mano de obra directa, materia prima directa y costos indirectos de fabricación considerando la demanda pronosticada para el periodo marzo 2021-febrero 2022.

Costo de mano de obra directa

El costo de la mano de obra directa será el costo total de tiempo regular que nos determinó el Plan Agregado elegido en la tabla 51 (Producir con fuerza constante considerando horas extraordinarias), este costo asciende en S/ 109.472 y toma en cuenta el costo de las horas de producción que se dispone para cumplir con la demanda pronosticada.

Considerando las cantidades a producir se proporcionó el costo total de mano de obra directa por tipo de gabinete en base a la proporción de la demanda de la tabla 82 y así obtener el costo de mano de obra por tipo de gabinete tal como lo muestra la tabla 83.

Tabla 82

Porcentaje del costo total de mano de obra directa según cantidad producida

Gabinete	Cantidad	Porcentaje por cantidad
Simple	30900	68%
Doble	8800	19%
Triple	5810	13%
Total	45510	100%

Tabla 83

Costo total de mano de obra directa por tipo de gabinete con la nueva demanda

Gabinete	Porcentaje por cantidad	Costo total
Simple	68%	S/. 74,328
Doble	19%	S/. 21,168
Triple	13%	S/. 13,976
Total	100%	S/. 109,472

Costo de materiales directos

El costo de materiales directos se determinó en base a la cantidad total de materiales por tipo de producto (cantidad unitaria por demanda pronosticada por tipo de gabinete) que se obtuvieron en el BOM multiplicado por el costo que cuesta adquirir cada material.

El costo de materiales directos para gabinete simple es S/ 815,109.59, para gabinete doble es S/ 291,928.07 y para gabinetes triples es S/ 231,060.98 el cual sumado brinda el costo total de materiales con monto de S/.1,338,098.65. En las siguientes tablas se verifican los cálculos a detalle:

Tabla 84*Costo de materiales directos de gabinete simple con la nueva demanda*

DESCRIPCION	CANTIDAD UNITARIA	CANTIDAD TOTAL	COSTO UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
Plancha galvanizada 1.2 m	0.05	1,529	93.6	143,146.57
Plancha galvanizada 0.9 m	0.10	3,059	69.09	211,324.71
Chapas (unidad)	1.00	30,587	6	183,521.24
Bisagras (unidad)	2.00	61,174	0.6	36,704.25
Pintura electrostática (m3)	0.05	1,529	150	229,401.55
Plástico Embalaje (rollos)	0.02	612	18	11,011.27
TOTAL				815,109.59

Tabla 85*Costo de materiales directos de gabinete doble con la nueva demanda*

DESCRIPCION	CANTIDAD UNITARIA	CANTIDAD TOTAL	COSTO UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
Plancha galvanizada 1.2 m	0.07	614	93.6	57,503.06
Plancha galvanizada 0.9 m	0.12	1,053	69.09	72,763.49
Chapas (unidad)	1.00	8,776	6	52,658.48
Bisagras (unidad)	2.00	17,553	0.6	10,531.70
Pintura electrostática (m3)	0.07	614	150	92,152.34
Plástico Embalaje (rollos)	0.04	351	18	6,319.02
TOTAL				291,928.07

Tabla 86*Costo de materiales directos de gabinete doble con la nueva demanda*

DESCRIPCION	CANTIDAD UNITARIA	CANTIDAD TOTAL	COSTO UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
Plancha galvanizada 1.2 m	0.09	517	93.6	48,410.31
Plancha galvanizada 0.9 m	0.15	862	69.09	59,556.07
Chapas (unidad)	1.00	5,747	6	34,480.28
Bisagras (unidad)	2.00	11,493	0.6	6,896.06
Pintura electrostática (m3)	0.09	517	150	77,580.63
Plástico Embalaje (rollos)	0.04	230	18	4,137.63
TOTAL				231,060.98

Costos indirectos de fabricación

Para el cálculo se tomó en cuenta los costos de materiales indirectos en base a la nueva demanda los cuales ascienden en S/ 3,402.80 y otros costos indirectos de fabricación mostrados en la tabla 83 con monto de S/ 46,003.39.

Tabla 87

Otros costos indirectos de fabricación en base a la nueva demanda

TIPO DE COSTO	FIJOS	VARIABLE S	TOTAL
M.O. indirecta	27,703.39		27,703.39
Luz		3,000.00	3,000.00
Agua		2,000.00	2,000.00
Servicio a tercero		1,800.00	1,800.00
Depreciación	4,000.00		4,000.00
Montacarga	4,000.00		4,000.00
SCTR	2,000.00		2,000.00
OTROS		1,500.00	1,500.00
TOTAL	S/. 37,703.39	S/. 8,300.00	S/. 46,003.39

La suma total de los costos indirectos de fabricación es S/.49,406.19.

Para determinar el costo indirecto de fabricación por cada tipo de gabinete se proporcionó a la demanda. El costo indirecto de fabricación total por tipo de gabinete se verifica en la tabla 88.

Tabla 88

Porcentaje de Costo total indirecto de fabricación según tipo de gabinete.

Gabinete	Porcentaje por cantidad	Costo total
Simple	68%	33,545.40
Doble	19%	9,553.38
Triple	13%	6,307.40
Total	100%	49,406.19

Con los costos totales de mano de obra directa, materiales directos de fabricación y los costos indirectos de fabricación considerando la demanda proyectada nos da que el costo total de producción (costo después de la propuesta) el cual es S/ 1,496,976.84. Así mismo se obtiene el costo de producción unitario por tipo de gabinete el cual es S/ 922,983.38 para gabinetes simples, S/ 322,649.41 para gabinetes dobles y S/ 251,344.05 para gabinetes triples como lo muestra la tabla resumen 89.

Tabla 89

Costo total de producción con la nueva demanda

GABINETE	COSTO TOTAL (S/)	PRODUCCIÓN	COSTO UNITARIO (S/)
Gabinetes simples	922,983.38	30,900.00	29.87
Gabinetes dobles	322,649.41	8,800.00	36.66
Gabinetes triples	251,344.05	5,810.00	43.26
TOTAL	1,496,976.84	45,510.00	

Justificación económica

La tabla 90 muestra el Estado de Resultados antes de la planificación de la producción resultando como Margen de Utilidad Operativa 25.86%

Tabla 90

Estado de resultado antes de la planificación de la producción

ESTADO DE RESULTADOS (JULIO 2020 - FEBRERO 2021)	
VENTAS	2,115,165.00
(-) COSTOS DE PRODUCCIÓN	1,309,684.02
UTILIDAD BRUTA	805,480.98
GATOS OPERACIONALES	258,500.00
UTILIDAD OPERATIVA	546,980.98
MARGEN DE UTILIDAD OPERATIVA %	25.86%

La tabla 91 muestra el Estado de Resultados Projectado de Ingenacc S.R.L. que se utiliza para encontrar el Margen de Utilidad Operativa Projectada que resulto en 49.39%

Tabla 91

Estado de resultado proyectado con la planificación de la producción

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO	
VENTAS	3,468,650.00
(-) COSTOS DE PRODUCCIÓN	1,496,976.84
UTILIDAD BRUTA	1,971,673.16
GATOS OPERACIONALES	258,500.00
UTILIDAD OPERATIVA	1,713,173.16
MARGEN DE UTILIDAD OPERATIVA %	49.39%

Comparando el Margen de Utilidad Operativa actual y proyectada observamos que se ha incrementado en 23.53%, lo que quiere decir que la aplicación de la planificación de la producción mediante el método del Plan Agregado es rentable desde el punto de vista económico.

Tabla 92

Variación del Margen de Utilidad

MARGEN DE UTILIDAD OPERATIVA 1	MARGEN DE UTILIDAD OPERATIVA 2	VARIACION
25.86%	49.39%	23.53%

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al comparar los resultados obtenidos con los antecedentes de la investigación se logró determinar las siguientes ideas:

Respecto al objetivo específico 1: Calcular la productividad actual en la producción de productos metálicos en INGENACC SRL.

Se calculó la productividad total de la empresa Ingenacc obteniéndose la productividad para la demanda proyectada arroja que se fabrica 0.44 gabinetes por cada sol invertido y 2.29 gabinetes por hora-hombre.

Dichos resultados concuerdan con la tesis de Bustamante y Gómez (2019) titulada, “propuesta para la mejora del proceso de fabricación de tableros eléctricos para una metalmecánica en la ciudad de Arequipa”, en donde se obtuvo una productividad anual del año 2017 y 2018, la cual es 1.2903 y 1.2320 respectivamente, sin embargo, consideramos que en este estudio es necesario el cálculo de la productividad de mano de obra, ya que es un indicador muy importante.

Respecto al objetivo específico 2: Encontrar el mejor nivel de operación (capacidad) de la planta de producción de INGENACC SRL.

Con el estudio el estudio de la capacidad. considerando tres turnos de ocho horas por turno, encontrándose la capacidad de diseño o mejor nivel de operación de 10,693 gabinetes/mes y teniendo en cuenta dos turnos de ocho horas por turno la capacidad efectiva es de 6,178 gabinetes/mes.

El índice de utilización respecto a la capacidad diseñada es de 34.59% y respecto a la capacidad efectiva es de 61.39%.

Dichos resultados coinciden con la tesis de Becerra y Pérez (2015) titulada, “Sistema de planeación, programación y control para Orozco Figueroa Orfi

S.A.S. en la línea de producción metalmecánica fusión caucho y metal en donde se obtuvo el uso de la capacidad en un 62% en la actualidad.

Respecto al objetivo específico 3: Determinar en qué medida la Planificación Agregada reducen los costos de la producción en INGENACC SRL

En este objetivo se evaluó cuatro alternativas de planes agregados: producción exacta, fuerza de trabajo constante, subcontratación y horas extras. Teniendo como resultado que el plan elegido es la alternativa fuerza de trabajo constante en tiempo regular usando el tiempo extraordinario con un costo total de S/ 116,231.78. Esta estrategia generó la reducción en los costos de producción y un incremento en la rentabilidad de la empresa.

Dichos resultados tienen afinidad con la tesis de Jara & Sánchez (2016) titulada, "Propuesta de un sistema de planeamiento y control en el área de producción de la empresa minera P'HUYU YURAQ II E.I.R.L. para incrementar la productividad de cal viva", en donde coincidimos en la elección de la estrategia de producción exacta, ya que es la de menor costo.

Respecto al objetivo específico 4: Determinar cómo el Plan Maestro de la producción (PMP) y el Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) permiten cumplir con la demanda en INGENACC SRL.

Teniendo como base el plan de producción de mano de obra constante y horas extraordinarias, se procedió a desarrollar el plan maestro de producción. Este cronograma nos permitió programar las cantidades de productos a fabricar por cada mes para poder satisfacer la demanda del cliente.

También se realizó la lista de materiales o BOM donde se determinó de manera exacta la cantidad de materiales y componentes que se necesitan para producir cada tipo de gabinete.

El Plan Maestro de la Producción y el BOM nos permite realizar la Planificación del Requerimiento de Materiales (MRP) El MRP permitió establecer las cantidades exactas de materiales y componentes necesarios en cada semana de trabajo. Este método es muy preciso por el corto tiempo que abarca y además considera los inventarios disponibles, tamaños de lotes a pedir, lead time y stock de seguridad con el que cuenta la empresa, resaltando que en nuestra aplicación nos ayudó a determinar la cantidad necesaria de materiales y mano de obra que se usará para obtener un mejor Margen de Utilidad Operativa.

Dichos resultados mantienen una relación aplicativa con la tesis de Galarreta y Esquivel (2017) titulada, "Plan agregado para mejorar el planeamiento y control de la producción de la empresa SIMA metal mecánica" en donde presenta el plan agregado que mejora el planeamiento y control de la producción de la empresa SIMA metal mecánica.

Respecto al objetivo específico 5: Calcular la nueva productividad de mano de obra y maquinaria en la producción de productos metálicos en Ingenacc SRL mediante el diseño de un sistema de planificación y control de la producción.

Se volvió a calcular la nueva productividad de la empresa considerando los cambios en la planificación del abastecimiento de materiales, la metodología de trabajo del recurso humano del plan agregado mano de obra exacta y el uso de horas extraordinaria.

En cuanto a la productividad de mano de obra, los nuevos resultados fueron de 0.42 gabinetes por cada sol invertido y de 2.29 gabinetes por hora-hombre.

En nuestra investigación se obtuvo resultados similares a la tesis de Ninaja, G. (2020) titulada, "Planificación del requerimiento de materiales para incrementar la productividad en la fabricación de poleras en creaciones Quibert", donde se tuvo un incremento de la productividad en los tres sectores:

Productividad	2020/2021	2022	Incremento %
Poleras/trabajador	128.50	277.33	115.82%
Poleras/ h-h	0.63	1.36	115.87%
Poleas/soles	0.10	0.22	120.00%

Se muestra que el incremento de productividad de la tesis en mención es un poco elevado para el periodo de estudio.

Respecto al objetivo específico 6: Justificar económicamente la planificación y control de la producción propuesta

Utilizando el indicador Margen de Utilidad Operativa que se obtiene del Estado de Resultados antes y después de la planificación de la producción, se encontró: 25.86% antes de la planificación de la producción y de 49.39% después, es decir se logró un incremento de rentabilidad de 23.53%.

Por lo tanto, la aplicación de una planificación y control de la producción queda justificado económicamente.

La tesis Camacho & García (2016) titulada, Propuesta de mejora para incrementar la rentabilidad basada en la implementación de sistema MRP II, distribución de planta y sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en la panadería Rosita”, tuvo un incremento de utilidades del 20,26%, lo cual es un valor muy similar al resultado de nuestra investigación realizada.

CONCLUSIONES

- Mediante el estudio de tiempos, la producción real histórica y el cálculo de los costos de fabricación previos se determinó que la productividad de mano de obra fue de 0.34 gabinetes por cada sol invertido y 1.85 gabinetes por hora-hombre correspondientes a la situación inicial de la investigación, el indicador está por debajo de los niveles promedio de la industria metalmecánica.
- Para determinar la atención de la demanda se determinaron los requerimientos de la producción, para ello se realizó el estudio de la capacidad. considerando tres turnos de ocho horas por turno, encontrándose la capacidad de diseño o mejor nivel de operación de 10,693 gabinetes/mes y teniendo en cuenta dos turnos de ocho horas por turno la capacidad efectiva es de 6,178 gabinetes/mes.
- Considerando las tres estrategias que recomienda el modelo de la planificación agregada, en concordancia con la política de la empresa, se evaluaron cuatro alternativas de producción y por comparación de sus costos se eligió la alternativa fuerza de trabajo constante en tiempo regular usando el tiempo extraordinario para cubrir los requerimientos de producción adicionales con un costo total de S/ 116,231.78, empleando ocho operarios de mano de obra directa.
- Con los resultados obtenidos del plan agregado elegido permitió elaborar el Plan Maestro de Producción (MPS) que permite determinar los requerimientos netos de producción semanal. Asimismo, se encontró la cantidad de cada uno de los materiales y componentes necesarios para cubrir los requerimientos de materiales mediante el método de Lista de Materiales (BOM) y concluir con la Planificación del Requerimientos de Materiales (MRP) que va permitir el abastecimiento oportuno de materiales y componentes en las cantidades adecuadas.
- Con la producción proyectada, el estudio de tiempos y los costos de mano de obra se obtiene la productividad de 0.42 gabinetes por cada sol invertido y de 2.29 gabinetes por hora-hombre. Estos resultados se traducen en un incremento

de 23.35% de la productividad de mano de obra con respecto a la productividad antes de la planificación la producción.

- Con el Estado de Resultados antes y después de la planificación de la producción, mediante el indicador Margen de Utilidad Operativa siendo 25.86% la actual y de 49.39% luego de la planificación de la producción, es decir se logró un incremento de rentabilidad de 23.53%. Por lo tanto, la aplicación de una planificación y control de la producción queda justificada económicamente.

RECOMENDACIONES

- Luego de revisar todos los procesos y operaciones de Ingenacc es necesario tener un plan que integre todas las áreas para poder ser ejecutados de acuerdo con los objetivos de la institución, esto permitirá que se trabaje de manera eficiente y se cumplan las funciones en el plazo previsto.
- Capacitar a los jefes de cada área, con el fin de asegurar la producción y evitar las paradas no deseadas en el proceso productivo, poniendo énfasis en el bienestar físico y psicológico de cada colaborador.
- Mantener actualizados los indicadores de productividad para poder compararlos constantemente con los siguientes años, esto ayudará a tomar decisiones en beneficio de la empresa.
- Proponer la aplicación del ERP- SAP Business One el cual ayudará a optimizar los procesos de producción e integrar las diversas áreas y que permita la dirección y control, no solamente de la producción sino también los demás planes estratégicos y lograr un mejor posicionamiento de mercado en la industria metal mecánica regional.
- Actualizar permanentemente los datos utilizados en el plan agregado de producción puesto que las condiciones del entorno interno y externo cambian permanentemente en una tendencia hacia la producción flexible.
- A pesar que la planificación de la producción nos permite incrementar el índice de utilización efectiva de 53.97% a 61.39% se recomienda incrementar las ventas de gabinetes mediante la estrategia de desarrollo de mercados o la estrategia de desarrollo de productos a fin de lograr un mejor índice de utilización de por lo menos 85% que es objetivo de la industria nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alcántara, V. (2017). 20 años de la industria metalmecánica en América Latina. *Internacional Metalmecánica*, 1-3. Recuperado el 18 de febrero de 2020, de <http://www.metalmecanica.com/temas/20-anos-de-la-industria-metalmecanica-en-America-Latina+106698>
- Arias, D., & Minguela, B. (2018). *Dirección de la producción y operaciones*. (I. L. Juan, Ed.) Madrid, España: Ediciones pirámides.
- Ariza Gaitán, L. M., & Padilla Ortiz, M. A. (2014). *Propuesta de mejoramiento de la productividad en una PYME del sector metalmecánico de estructuras en Bogotá como estrategia para competir contra las importaciones de China*. Tesis Título, Pontificia Universidad Javeriana, Carrera de Ingeniería Industrial, Bogotá - Colombia.
- Becerra Vanegas, J. D., & Pérez Herrera, L. M. (2015). *Sintema de planeación y control para Orozco Figueroa Orfi S.A.S. en la línea de producción metalmecánica fusión caucho y metal*. Tesis Título, Universidad Libre de Colombia, Carrera de Ingeniería Industrial, Bogotá - Colombia.
- Bulnes Quispe, A. S., Galarreta Oliveros, G. I., & Esquivel Paredes, J. (2017). *Plan agregado para mejorar el planeamiento y control de la producción de la empresa Sima metal mecánica*. Trabajo de investigación, Universidad Cesar Vallejo, Vicerrectorado de investigación, Lima - Perú.
- Cámara de Comercio de La Libertad, C. (16 de Enero de 2020). *Economía de La Libertad. Exposición sobre el desarrollo de la actividad económica de La Libertad*. La Libertad, Perú.
- Chiavenato, I. (1993). *Iniciación a la planeación y control de la producción* (1era edición ed.). México: Mc Graw Hill Interamericana.
- D'alessio Ipinza, F. (2016). *Administración de las operaciones productivas, Enfoque en procesos para la gerencia*. (#4R ed.). México: Pearson.
- Dominguez Machuca, J. A., Garcia Gonzáles, S., Ruiz Jiménez, A., Dominguez Machuca, M. A., & Alvarez Gil, J. (2003). *Dirección de operaciones* (primera ed.). España: Mc Graw - Hill.
- García Criollo, R. (1998). *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del rendimiento* (segunda ed.). México: Mc Graw Hill.
- Guajardo Cantu, G. (2005). *Contabilidad para no contadores*. Mexico, D.F.: Macc Graw-Hill.
- Heizer, J., & Barry, R. (2015). *Dirección de la producción y de operaciones decisiones estratégicas* (undécima ed.). (M. R. Miguel, Ed.) Madrid, España: Pearson educación.S.A.

- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principio de administración de operaciones* (Septima ed.). (P. M. Rosas, Ed.) México: Pearson educación.
- Heizer, J., & Render, B. (2015). *Dirección de la producción y de operaciones decisiones tácticas* (undécima ed.). (M. R. Miguel, Ed.) Madrid, España: Pearson educación. S.A.
- Hornngren, C. T. (2012). *Contabilidad de costos. Un enfoque gerencial*. México: Pearson Educación.
- Idexcam, I. d. (15 de Abril de 2019). "Metalmecánica es clave para el desarrollo". *La cámara*, 1, 22-24. Recuperado el 15 de febrero de 2020, de https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r874_3/comercio%20exterior.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, I. (2017). *La Libertad, Compendio estadístico 2017*. Directorio central de empresas y establecimientos, Lima - Perú. Recuperado el 25 de marzo de 2020, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1499/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, I. (2018). *Perú: Estructura empresarial 2018*. Directorio central de empresas y establecimientos, Lima - Perú. Recuperado el 21 de marzo de 2020, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1703/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, I. (2019). *Producto Bruto Interno por departamentos 2007-2018*. Lima - Perú. Recuperado el 20 de marzo de 2020, de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1667/libro.pdf
- Jacobs, R., & B. Chase, R. (2019). *Administración de operaciones producción y cadena de suministro* (Decimoquinta ed.). Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Jacobs, R., & B.Chase, R. (2014). *Administración de operaciones producción y cadena de suministro* (Decimotercera ed.). (J. M. Chacón, Ed.) Ciudad de México, México: Mc Graw Hill.
- Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones* (octava ed.). (L. M. Castillo, Ed.) México: Pearson Educación.
- Krajewski, L., Ritzman, L., Malhotra, M., & Gonzales. (2013). *Administración de operaciones procesos y cadena de suministro* (décima ed.). (H. C. Felipe, Ed.) México, México: Pearson educación.
- Meyers, E. F. (2000). *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil* (segunda ed.). (J. L. Chavarría, Ed.) México: Pearson Educación.
- Ministerio de la Producción, P. (25 de Junio de 2019). Crecimiento de industria de estructura metálica. *Nota de prensa*. Lima, Perú. Recuperado el 25 de

febrero de 2020, de <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/29775-produce-industria-de-estructuras-metalicas-crecio-48-en-marzo-la-mayor-tasa-de-expansion-del-ano>

N. Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción* (Primera ed.). México: Pearson.

Navarro, E. (12 de Octubre de 2017). Comité Metal Mecánicos de la Sociedad Nacional de Industrias (CMM). *Industria Metal Mecánica*. Lima, Perú.

Niebe, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo*. (Duodécima ed.). Madrid, España: Mc Graw Hill.

Ninaja Sotelo, G. A. (2020). *Planificación del requerimiento de materiales para incrementar la productividad en la fabricación de poleras en creaciones Guibert*. Tesis Título, Universidad Privada Antenor Orrego, Carrera de Ingeniería Industrail, La Libertad - Perú.

Plan Nacional de Competitividad y Productividad. (28 de Julio de 2019). Recuperado el Noviembre de 05 de 2020, de Ministerio de Economía y Finanzas: <https://www.gob.pe/institucion/cultura/normas-legales/286520-ds-n-237-2019-ef>

Sociedad Nacional de Industrias. (2019). *Reporte Sectorial*. Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IEES), Lima. Recuperado el 17 de marzo de 2020, de <https://www.sni.org.pe/sni-industria-metalmechanica-crecio-102/>

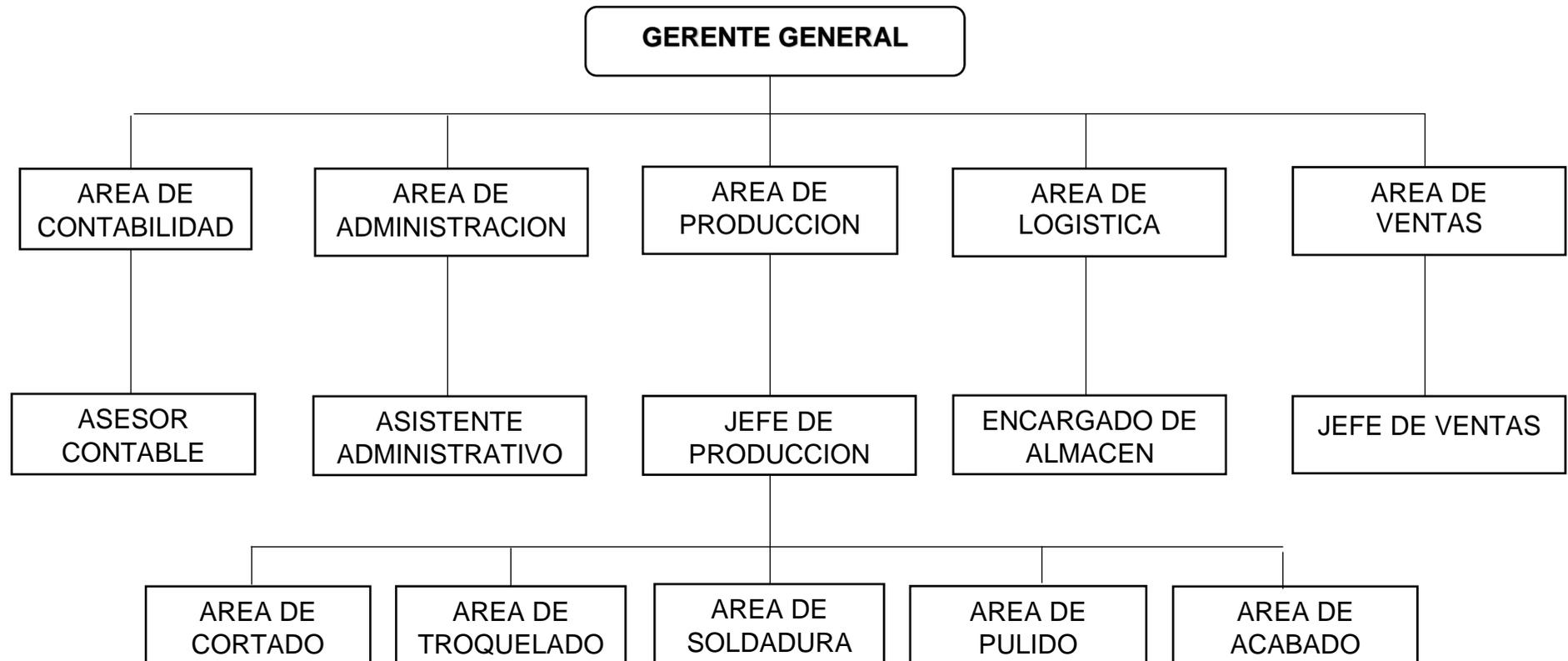
Sumanth, D. (1990). *Ingeniería y administración de la productividad*. México: Mc. Graw Hill.

Vollmann, T. E., L. Berry, W., Whybark, & Jacobs, F. R. (2005). *Planeación y control de la producción, administración de la cadena de suministros* (quinta ed.). México: Mc Graw Hill.

ANEXOS

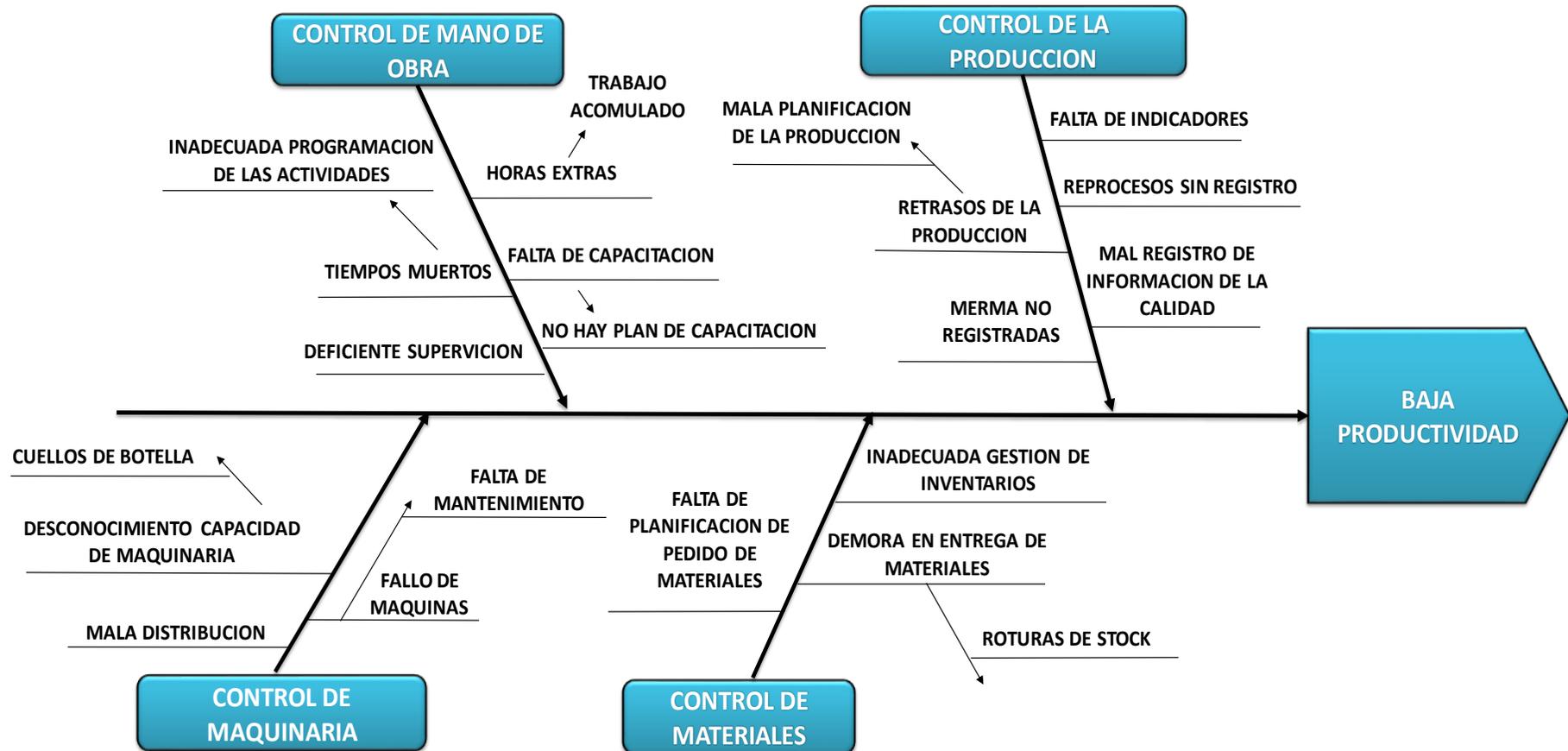
Anexo 1

Estructura orgánica



Anexo 2

Diagrama de Ishikawa



Anexo 3

Ponderación de Diagrama de Ishikawa

CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS						TOTAL
CONTROL DE MANO DE OBRA	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Horas extras	Plan de capacitacion/Organizar la demanda de trabajo	1	1	2	1	2	1	8
Falta de capacitación	Plan de capacitacion / Evaluacion del desempeño	3	1	1	2	2	2	11
Tiempos muertos	Plan de capacitacion/Estudios de Tiempos	2	2	1	1	2	1	9
Deficiencia supervisión	Mayor control y supervisión en las operaciones	1	2	2	1	1	2	9
CONTROL DE PRODUCCION	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Falta de indicadores	Hacer un Bench Marking	1	2	1	2	3	1	10
Retrasos de producción	Implementar modelo de planificación de la producción	3	3	3	3	3	2	17
Reprocesos sin registro	Implementar formatos para el registro de reprocesos	1	1	2	2	2	2	10
CONTROL DE MAQUINARIA	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Fallo de maquinas	Mantenimiento preventivo	2	2	2	2	2	1	11
Mala distribución	Distribución de planta	1	1	2	2	2	1	9
Desconocimiento capacidad de maquinaria	Plan de capacitacion/Manejo de maquinaria	1	1	2	2	3	1	10
CONTROL DE MATERIALES	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Falta de planificación de pedidos de materiales	Plan de requerimiento de materiales	2	2	2	3	3	3	15
Demora en entrega de materiales	Plan de requerimiento de materiales	2	3	2	3	3	3	16
Inadecuada gestión de inventario	Sistema de inventarios	2	2	2	2	3	2	13
								148

Anexo 4

Guías de entrevistas

GUIA DE ENTREVISTA UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO



Entrevista dirigida a: Jefe de producción

Fecha de entrevista:

La siguiente entrevista tiene como finalidad conocer cómo se gestiona el proceso productivo de los gabinetes en la empresa INGENACC S.R.L.

1. Datos generales:

Nombre:

Edad:

2. Preguntas:

- ✓ ¿Cuáles son sus principales productos?
- ✓ ¿Cómo se realiza la programación de la producción?
- ✓ ¿Qué criterios están tomando actualmente para determinar la cantidad óptima de trabajadores?
- ✓ ¿La política de su empresa permite horas extraordinarias?
- ✓ ¿En el proceso productivo se permite el reproceso de los artículos en proceso o productos terminados defectuosos?
- ✓ ¿Sus componentes o productos se rigen a la norma técnica peruana o alguna norma internacional?
- ✓ Considerando que su producción se basa en proceso tipo taller, ¿Dispone de herramienta para calcular sus tiempos estándar de los componentes o productos a fabricar?

GUIA DE ENTREVISTA
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO



Entrevista dirigida a: Jefe de Logística

Fecha de entrevista:

La siguiente entrevista tiene como finalidad conocer cómo se gestiona la compra de materia- les e insumos para el proceso productivo de los gabinetes en la empresa INGENACC S.R.L.

1. Datos generales:

Nombre:

Edad:

2. Preguntas:

- ✓ ¿Cuáles son sus principales proveedores?
- ✓ ¿Respecto a los materiales de los gabinetes, sus proveedores garantizan el cumplimiento del Lead time para cumplir con la entrega sus clientes y evitar costos de rotura de stock?
- ✓ ¿Los materiales que se emplean en la fabricación de los gabinetes cumplen con los estándares y requerimiento de clientes?
- ✓ ¿Qué herramientas están utilizando para determinar los inventarios de los insumos?
- ✓ ¿Qué técnica están usando para determinar la demanda de los materiales?

**GUIA DE ENTREVISTA UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTENOR ORREGO**



Entrevista dirigida a: Jefe de Finanzas.

Fecha de entrevista:

La siguiente entrevista tiene como finalidad conocer como el área de finanzas se involucra en el proceso productivo de los gabinetes en la empresa INGENACC S.R.L.

1. Datos generales:

Nombre:

Edad:

2. Preguntas:

- ✓ ¿Qué criterios se han tomado para determinar los costos unitarios de los gabinetes?
- ✓ ¿Cree usted que se ha justificado ese precio?
- ✓ ¿Usted cree que el margen de utilidad que piensan obtener en la licitación les permite considerarse como empresa tiempo?
- ✓ ¿Qué herramientas están utilizando para determinar los inventarios de los insumos?
- ✓ ¿Para afrontar la producción de los pedidos que ingresan el capital utilizado es 100% propio?

Anexo 5

Calificación del desempeño método Westinghouse

SISTEMA WESTINGHOUSE

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

Anexo 6

Tiempo Estándar

OPERACIÓN	ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)										T. OBSERVADO PROMEDIO	CALIFICACION DEL DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T.ESTANDAR
		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10					
CORTADO PLANCHA	Alistar materiales	0.83	0.71	0.75	0.91	0.71	0.91	0.79	0.91	0.96	1.00	0.85	1	0.8	0.11	0.94
	Calibrar maquina	0.91	0.33	0.75	0.46	0.42	0.37	0.58	0.79	0.66	0.71	0.60	1	0.6	0.11	0.66
	Verificar plancha	0.54	0.75	0.75	0.71	0.75	0.75	0.66	0.75	0.66	0.50	0.68	1.25	0.9	0.11	0.95
	Colocar plancha	1.16	1.12	1.04	0.87	0.83	0.87	1.04	0.83	0.75	0.83	0.94	0.75	0.7	0.11	0.78
	Cortar plancha	1.16	1.17	1.25	1.21	1.16	1.17	1.21	1.15	1.13	1.12	1.17	1.25	1.5	0.11	1.63
	Trasladar plancha	0.33	0.34	0.33	0.37	0.33	0.30	0.30	0.25	0.28	0.28	0.31	0.75	0.2	0.11	0.26
													4.7		2.98	
OPERACIÓN	ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)										T. OBSERVADO PROMEDIO	CALIFICACION DEL DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T.ESTANDAR
		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10					
TROQUELADO	Calibrar maquina	0.78	0.704	0.73	0.834	0.7	0.83	0.756	0.83	0.86	0.89	0.79	0.75	0.6	0.84	1.09
	Verificar plancha	0.44	0.366	0.44	0.392	0.29	0.42	0.366	0.26	0.26	0.24	0.35	1.25	0.4	0.84	0.80
	Colocar plancha	0.47	0.522	0.42	0.418	0.37	0.37	0.392	0.34	0.34	0.37	0.40	1	0.4	0.84	0.74
	Troquelar plancha	1.92	0.5246	0.59	0.5584	0.69	0.63	0.457	0.36	0.32	0.32	0.64	1	0.6	0.84	1.17
	Traslado	0.99	1.068	1.04	1.016	1.15	1.2	1.016	1.09	1.07	1.02	1.07	0.75	0.8	0.84	1.47
													2.9		2.50	
OPERACIÓN	ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)										T. OBSERVADO PROMEDIO	CALIFICACION DEL DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T.ESTANDAR
		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10					
DOBLADO	Ubicar plancha	0.98	0.928	0.95	1.006	0.93	0.95	0.98	1.01	0.93	0.9	0.96	1	0.96	0.3	1.24
	Verificar medidas	0.9	0.876	0.95	0.902	0.82	0.9	0.85	0.77	0.77	0.77	0.85	0.75	0.64	0.3	0.83
	Colocar la plancha	1.01	0.902	0.85	0.876	0.98	0.95	0.98	0.9	0.88	0.88	0.92	1	0.92	0.3	1.20
	Doblar planchas	0.85	0.798	0.77	0.85	0.75	0.72	0.772	0.82	0.8	0.77	0.79	0.75	0.59	0.3	0.77
	Traslado	1.27	1.292	1.19	1.292	1.29	1.21	1.318	1.32	1.37	1.24	1.279	0.75	0.96	0.3	1.25
													4.07		2.98	

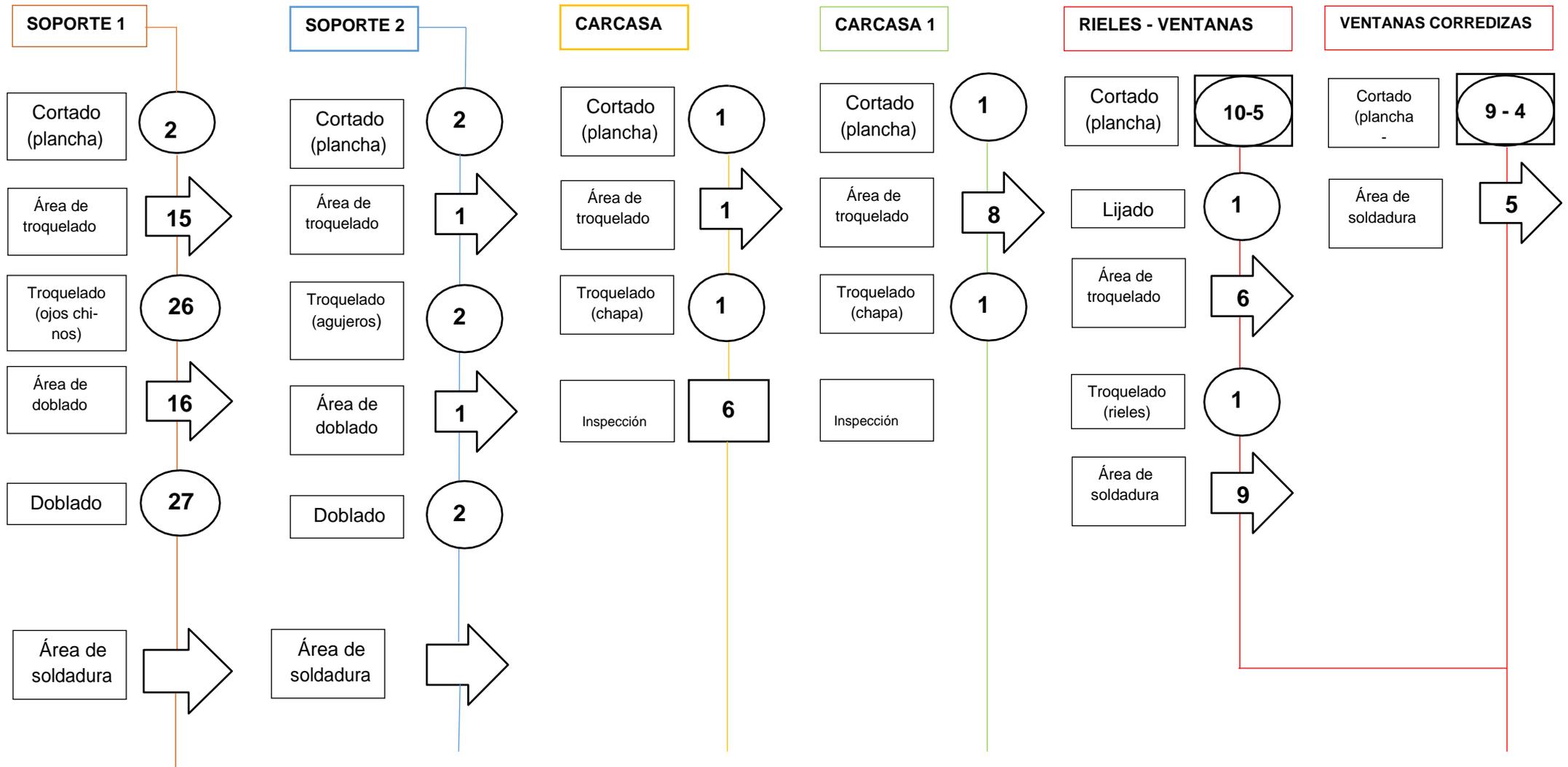
OPERACIÓN	ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO										T. OBSERVADO PROMEDIO	CALIFICACION DEL DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T.ESTANDAR
		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10					
ENSAMBLAJE	Alistar materiales	0.3	0.4	0.45	0.348	0.4	0.35	0.296	0.4	0.45	0.96	0.44	1	0.44	0.3	0.57
	Verificar partes	0.3	0.4	0.45	0.452	0.3	0.4	0.348	0.3	0.35	0.8	0.41	1	0.41	0.3	0.53
	Unir parte	0.66	0.816	0.66	0.764	0.82	0.82	0.66	0.82	0.56	1.12	0.77	0.75	0.58	0.3	0.75
	Soldar partes	2.11	2.114	2.01	1.802	1.75	1.75	2.01	1.8	2.01	3.49	2.09	1	2.09	0.3	2.71
	Limpiar	0.5	0.66	0.66	0.608	0.61	0.5	0.504	0.61	0.56	1.2	0.64	0.75	0.48	0.3	0.63
	Traslado	0.4	0.192	0.14	0.244	0.35	0.24	0.14	0.14	0.04	0.64	0.25	0.75	0.19	0.3	0.25
													4.18		4.04	
OPERACIÓN	ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)										T. OBSERVADO PROMEDIO	CALIFICACION DEL DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T.ESTANDAR
		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10					
LIJADO Y PULIDO	Alistar materiales	0.96	0.808	0.86	1.068	0.81	1.07	0.912	1.07	1.12	1.17	0.9848	1	0.98	0.6	1.58
	Lijar gabinete	1.12	1.068	1.12	1.016	0.96	1.12	1.016	0.96	1.07	1.07	1.05	1	1.05	0.6	1.68
	Pulir gabinete	0.96	1.12	1.07	1.12	0.96	1.02	1.12	1.07	0.96	1.12	1.05	0.75	0.79	0.6	1.26
	Traslado	0.24	0.184	0.29	0.236	0.44	0.34	0.34	0.29	0.29	0.29	0.2938	0.75	0.22	0.6	0.35
														3.05		2.70
OPERACIÓN	ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)										T. OBSERVADO PROMEDIO	CALIFICACION DEL DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T.ESTANDAR
		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10					
PINTADO	Preparar materiales	0.96	0.808	0.86	1.068	0.81	1.07	0.912	1.07	1.12	1.17	0.98	1	0.98	0.76	1.73
	Colocar gabinetes	0.24	0.184	0.29	0.236	0.44	0.34	0.34	0.29	0.29	0.29	0.29	0.75	0.22	0.76	0.39
	Pintar	1.83	2.166	2.1	2.0984	2.17	2.17	2.0308	2.17	1.83	1.76	2.03	0.75	1.52	0.76	2.68
	Traslado	0.24	0.184	0.29	0.236	0.44	0.34	0.34	0.29	0.29	0.29	0.29	1	0.29	0.76	0.52
														3.02		2.80

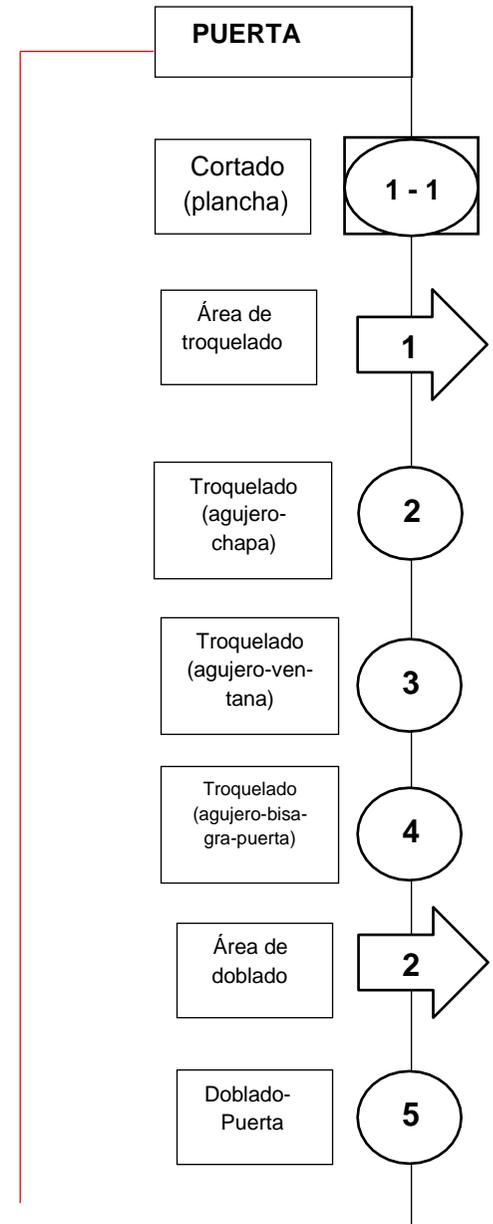
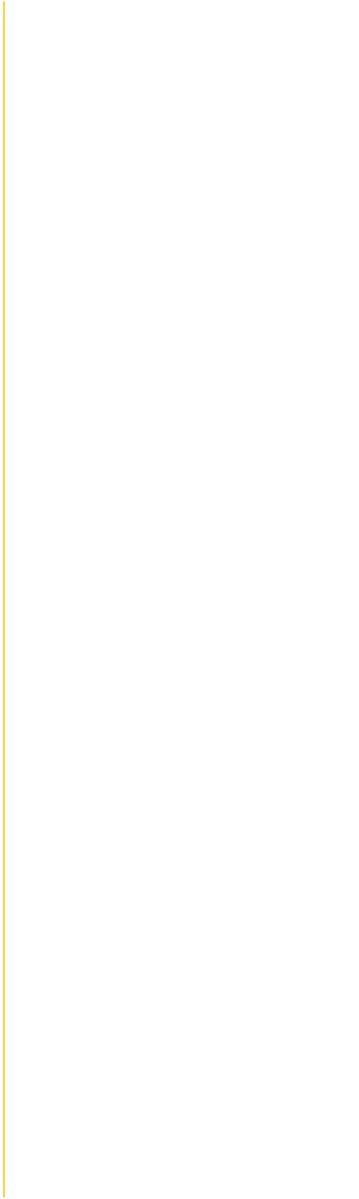
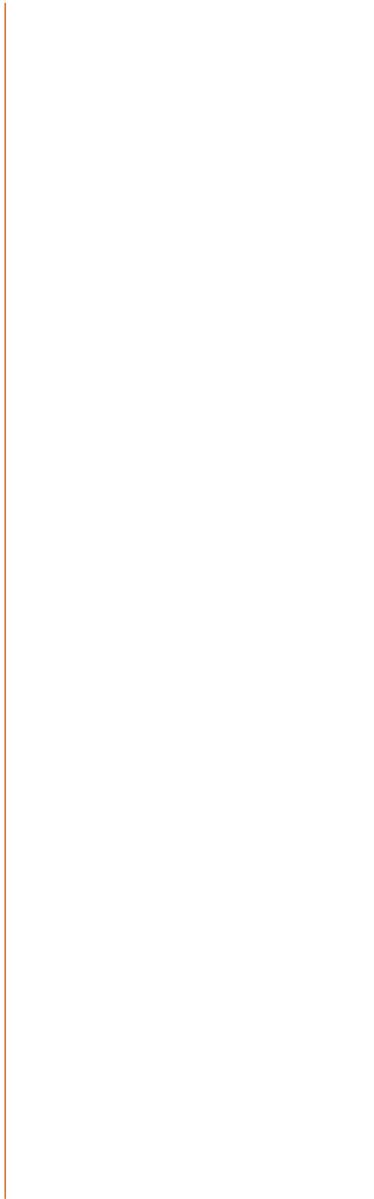
OPERACIÓN	ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)										T. OBSERVADO PROMEDIO	CALIFICACION DEL DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T.ESTANDAR
		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10					
HORNEADO	Preparar maquina	0.39	0.442	0.47	0.416	0.44	0.42	0.39	0.44	0.47	0.44	0.43	1	0.43	0.46	0.63
	Programar tiempo	0.44	0.494	0.47	0.468	0.47	0.44	0.416	0.39	0.42	0.39	0.44	0.75	0.33	0.46	0.48
	Horneado	2.5	2.5	2.3	2.1	2.7	2.5	2.7	2.5	2.2	2.6	2.46	1	2.46	0.46	3.59
	Traslado	0.52	0.546	0.52	0.442	0.47	0.39	0.312	0.47	0.26	0.34	0.43	0.75	0.32	0.46	0.47
														3.54		2.99
OPERACIÓN	ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)										T. OBSERVADO PROMEDIO	CALIFICACION DEL DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T.ESTANDAR
		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10					
ENFRIADO	Configurar maquina	0.33	0.254	0.28	0.384	0.25	0.38	0.306	0.38	0.41	0.44	0.34	1	0.34	0.6	0.55
	Programar tiempo	0.44	0.416	0.49	0.442	0.34	0.44	0.416	0.31	0.39	0.36	0.41	0.75	0.30	0.6	0.49
	Secado	1.52	1.572	1.47	1.468	1.42	1.42	1.442	1.39	1.39	1.42	1.45	1	1.45	0.6	2.32
	Retirar gabinete	0.52	0.572	0.49	0.468	0.55	0.6	0.39	0.44	0.39	0.39	0.48	0.75	0.36	0.6	0.58
	Traslado	0.54	0.618	0.59	0.566	0.7	0.75	0.566	0.64	0.62	0.57	0.62	1.25	0.77	0.6	1.23
														3.23		2.97
OPERACIÓN	ELEMENTOS	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)										T. OBSERVADO PROMEDIO	CALIFICACION DEL DESEMPEÑO	TIEMPO NORMAL	SUPLEMENTO	T.ESTANDAR
		Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9	Obs 10					
ALMACENADO	Selecion de gabinete	0.96	0.884	0.91	1.014	0.88	1.01	0.936	1.01	1.04	1.07	0.97	1	0.97	0.76	1.71
	Acondicional Palet	0.57	0.546	0.62	0.572	0.47	0.57	0.546	0.44	0.52	0.49	0.54	0.75	0.40	0.76	0.71
	Colocar Gabinete Palet	0.65	0.702	0.6	0.598	0.55	0.55	0.572	0.52	0.52	0.55	0.58	0.75	0.43	0.76	0.77
	Embalaje	0.77	0.822	0.8	0.77	0.85	0.8	0.77	0.82	0.77	0.77	0.79	1	0.79	0.76	1.40
	Almacenado	0.39	0.442	0.49	0.442	0.42	0.47	0.52	0.49	0.47	0.49	0.46	0.75	0.35	0.76	0.61
														2.95		3.30

CORTADO DE PLANCHA	2.98
TROQUELADO	2.50
DOBLADO	2.98
SOLDADO	4.04
LIJADO Y PULIDO	2.70
PINTADO	2.80
HORNEADO	2.99
SECADO	2.97
ALMACENADO	3.30
TOTAL MINUTOS	27.26
TOTAL HORAS	0.45
TIEMPO ESTANDAR (minutos)	4.04
TIEMPO ESTANDAR (horas)	0.07

Anexo 7

Diagrama de flujo de procesos de gabinetes







Inspección

3

Área de troquelado

3

Troquelado (ventilación)

6

Troquelado (agujero visor)

7

Logo

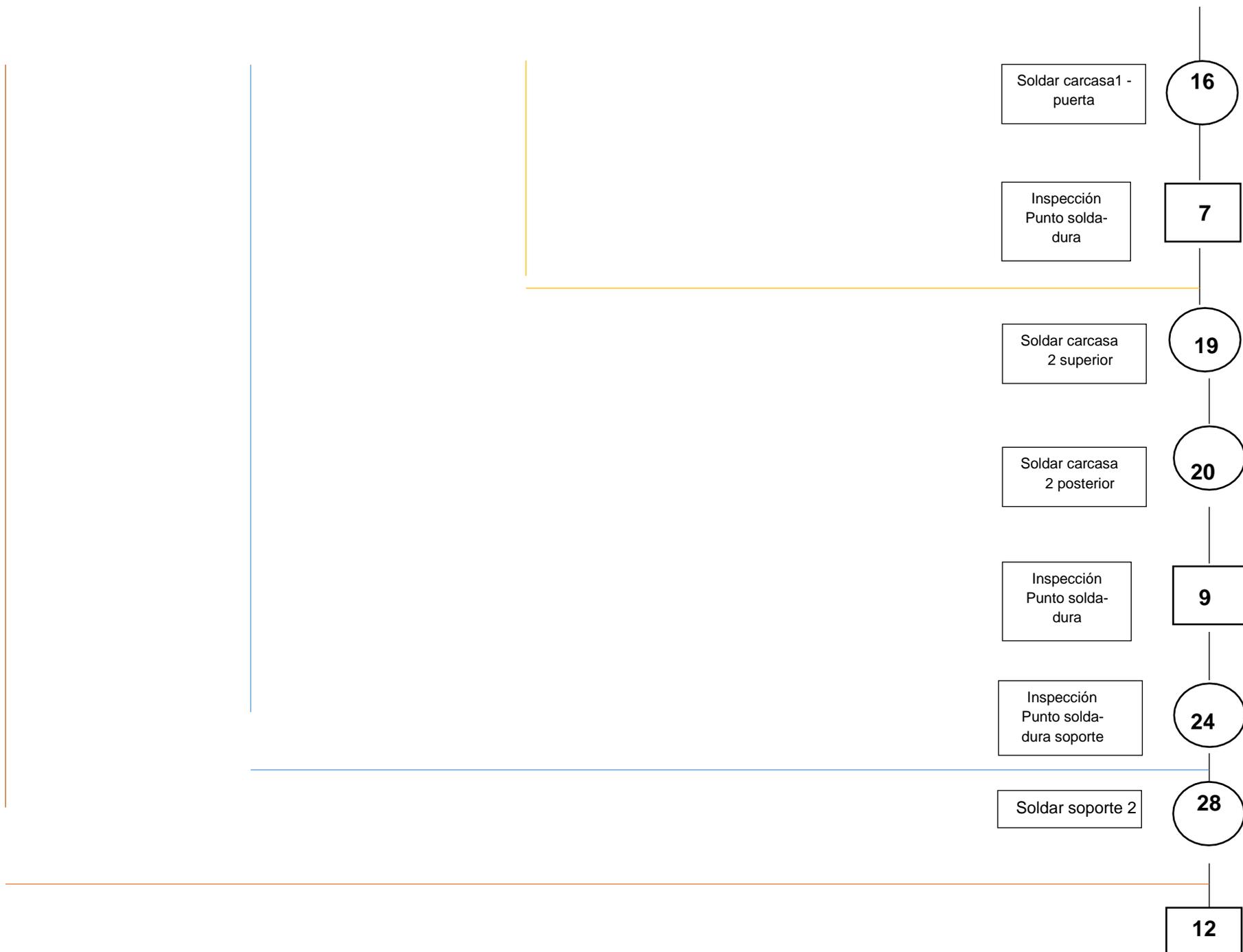
8

Área de troquelado

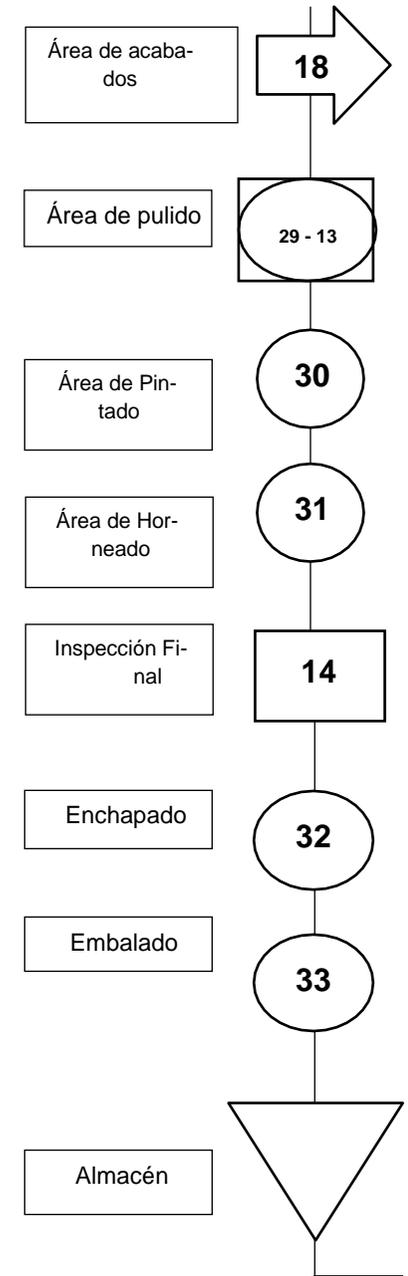
4

Punto soldadura puertas - rieles

13



RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
OPERACIÓN	33	
TRASLADO	18	
INSPECCION	14	
MIXTA	4	
TOTAL	69	



Anexo 8

Registro de compras de material

REGISTRO DE COMPRAS DE MATERIALES							
FECHA	PROVEEDOR	DESCRIP.	CANTIDAD	V. UNITA.	V. VENTA	IGV	TOTAL
05/01/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 1.2	200	93.6	18720	3369.6	22,089.60
05/01/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 0.9	300	69.09	20727	3730.86	24,457.86
06/01/2020-2021	Ferretería Florián Es	Chapas	500	6	3000	540	3,540.00
05/01/2020-2021	Ferretería Florián Es	Bisagras	500	0.6	300	54	354.00
05/01/2020-2021	Ferretería Florián Es	Pintura electrostática Eco Tek	5	150	750	135	885.00
06/01/2020-2021	Sodimac	Embalaje	20	18	360	64.8	424.80
04/01/2020-2021	Costa gas	Tanque de Gas Comprimido	3	200	600	108	708.00
06/01/2020-2021	Sodimac	Disco Debaste	6	4.5	27	4.86	31.86
06/01/2020-2021	Sodimac	Disco Flat	6	5	30	5.4	35.40
06/01/2020-2021	Sodimac	Lijas Seca	20	2	40	7.2	47.20
13/01/2020-2021	Ferretería Florián Es	Pintura electrostática Eco Tek	2	150	300	54	354.00
25/01/2020-2021	Ferretería Moreno B	Lijas Seca	10	1.5	15	2.7	17.70
01/02/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 1.2	70	93.6	6552	1179.36	7,731.36
01/02/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 0.9	300	69.09	20727	3730.86	24,457.86
02/02/2020-2021	Ferretería Florián Es	Bisagras	500	0.6	300	54	354.00
02/02/2020-2021	Ferretería Florián Es	Pintura electrostática Eco Tek	4	150	600	108	708.00
02/02/2020-2021	Ferretería Florián Es	Chapas	500	6	3000	540	3,540.00
03/02/2020-2021	Sodimac	Embalaje	30	18	540	97.2	637.20
03/02/2020-2021	Costa gas	Tanque de Gas Comprimido	3	200	600	108	708.00
03/02/2020-2021	Sodimac	Disco Debaste	6	4.5	27	4.86	31.86
03/02/2020-2021	Sodimac	Disco Flat	6	5	30	5.4	35.40
03/02/2020-2021	Sodimac	Lijas Seca	20	2	40	7.2	47.20
06/03/2020-2021	Ferretería Florián Es	Pintura electrostática Eco Tek	4	150	600	108	708.00
06/03/2020-2021	Sodimac	Embalaje	5	18	90	16.2	106.20
06/03/2020-2021	Sodimac	Disco Flat	6	5	30	5.4	35.40

27/03/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 1.2	60	93.6	5616	1010.88	6,626.88
27/03/2020-2021	Ferretería Florián Es	Chapas	500	6	3000	540	3,540.00
27/03/2020-2021	Sodimac	Lijas Seca	20	2	40	7.2	47.20
27/03/2020-2021	Ferretería Florián Es	Bisagras	500	0.6	300	54	354.00
15/04/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 0.9	200	69.09	13818	2487.24	16,305.24
15/04/2020-2021	Ferretería Florián Es	Pintura electrostática Eco Tek	6	150	900	162	1,062.00
15/04/2020-2021	Costa gas	Tanque de Gas Comprimido	3	200	600	108	708.00
20/05/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 1.2	200	93.6	18720	3369.6	22,089.60
20/05/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 0.9	400	69.9	27960	5032.8	32,992.80
20/05/2020-2021	Ferretería Florián Es	Chapas	800	6	4800	864	5,664.00
17/06/2020-2021	Ferretería Florián Es	Pintura electrostática Eco Tek	4	150	600	108	708.00
17/06/2020-2021	Sodimac	Embalaje	20	18	360	64.8	424.80
17/06/2020-2021	Costa gas	Tanque de Gas Comprimido	4	200	800	144	944.00
17/06/2020-2021	Sodimac	Disco Debaste	10	4.5	45	8.1	53.10
26/06/2020-2021	Sodimac	Disco Flat	10	5	50	9	59.00
26/06/2020-2021	Sodimac	Lijas Seca	30	2	60	10.8	70.80
20/07/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 1.2	400	93.6	37440	6739.2	44,179.20
20/07/2020-2021	Comercial RC	Plancha galvanizada 0.9	500	69.09	34545	6218.1	40,763.10
20/07/2020-2021	Ferretería Florián	Pintura electrostática Eco Tek	6	150	900	162	1,062.00
14/08/2020-2021	Sodimac	Embalaje	80	18	1440	259.2	1,699.20
14/08/2020-2021	Costa gas	Tanque de Gas Comprimido	4	200	800	144	944.00
14/08/2020-2021	Sodimac	Disco Debaste	12	4.5	54	9.72	63.72
14/08/2020-2021	Sodimac	Disco Flat	12	5	60	10.8	70.80

Fuente: Ingenacc

Anexo 9

Cotizaciones de empresas para subcontratación



INFORMACION DEL PRODUCTO O SERVICIO

NOMBRE	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO
Gabinets simples	gabinets de gas	54.3
Gabinets dobles	gabinets de gas	70.05
Gabinets triples	gabinets de gas	79.2

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Plazo estimado del desarrollo del producto o servicio	15 dias a 21 dias
fecha estimada de entrega	NA
fecha de llegada del producto	NA
gastos adicionales	gastos por envios depende cantidad



INFORMACION DEL PRODUCTO O SERVICIO

NOMBRE	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO
Gabinets simples	gabinets de gas	63.2
Gabinets dobles	gabinets de gas	69.2
Gabinets triples	gabinets de gas	87.5

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Plazo estimado del desarrollo del producto o servicio	Según contrato
fecha estimada de entrega	NA
fecha de llegada del producto	NA
gastos adicionales	gastos por envios depende cantidad