

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



**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN PARA DISMINUIR LOS PEDIDOS NO ATENDIDOS
EN LA EMPRESA EDIFICACIONES METÁLICAS SAVI S.A.C.**

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

AUTOR

KELLY JHOSELIN FERNANDEZ FERNANDEZ

ASESOR

OSCAR KELLY VÁSQUEZ GERVASI

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2020

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN PARA DISMINUIR LOS PEDIDOS NO
ATENDIDOS EN LA EMPRESA EDIFICACIONES METÁLICAS
SAVI S.A.C.**

PRESENTADA POR:

KELLY JHOSELIN FERNANDEZ FERNANDEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADO POR:

Sonia Mirtha Salazar Zegarra

PRESIDENTE

Edward Florencio Aurora Vigo

SECRETARIO

Oscar Kelly Vásquez Gervasi

ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación principalmente a DIOS, por haberme dado la vida, salud y energía permitiéndome llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Edwin y Emilia y mi hermano Brandon por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, y a los ingenieros por su apoyo y enseñanzas durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a mis padres por darme su apoyo incondicional en todo momento y a mi asesor y amigo el Mgtr. Oscar Kelly Vásquez Gervasi por su apoyo y orientación durante el desarrollo de este trabajo como meta final.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se planteó desarrollar una propuesta de planificación y control de la producción para disminuir con los pedidos no atendidos en la empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C; por ende tiene como objetivos el diagnóstico de los problemas actuales, donde se determinó que la empresa tiene un total de 17 días sin producir por falta de materia prima, a su vez se detectó que los procesos no se encuentran estandarizados provocando actividades improductivas dentro del proceso, por lo que el segundo objetivo es estandarizar las operaciones del proceso productivo; por otro lado se descubrió que la empresa tiene un total de 16,45% de pedidos no atendidos durante el año 2017.

Con la finalidad de reducir la demanda no atendida se realizó una planificación y control de la producción, donde en primer lugar se pronosticó la demanda con la finalidad de determinar el comportamiento de ésta en los próximos 5 años siguientes, después con la ayuda de la planeación agregada se determinó que estrategia es la más económica para poder atender la demanda y finalmente se realizó un plan de requerimiento de materiales.

Haciendo uso de la metodología mencionada líneas arriba se determinó que la producción incremento de 42 unidades / día a 49 unidades /día; así mismo disminuyó el cuello de botella de 10,7 min a 9,7 min, por otro lado las actividades improductivas disminuyeron de 25,85% a 18,17%, los días de paro en la producción se eliminaron debido a que la materia prima se tendrá en el momento requerido, a su vez los pedidos serán atendidos en su totalidad durante los próximos años, y finalmente se obtuvo un relación costo-beneficio de s/.1,42.

PALABRAS CLAVE: Planificación y control, estandarización, pedidos no atendidos

ABSTRACT

The present research work was proposed to develop a proposal for planning and control of production to decrease with orders not served in the company Edificaciones Metálicas Savi S.A.C; therefore has as objectives the diagnosis of current problems, where it was determined that the company has a total of 17 days without production due to lack of raw material, in turn it was detected that the processes are not standardized causing unproductive activities within the process , so the second objective is to standardize the operations of the production process; On the other hand it was discovered that the company has a total of 16.45% of orders not attended during the year 2017.

In order to reduce unmet demand, planning and control of production was carried out, where demand was forecasted in the first place in order to determine the behavior of the next 5 years, then with the help of planning aggregate it was determined which strategy is the most economical to be able to meet the demand and finally a material requirement plan was made.

Using the methodology mentioned above, it was determined that production increased from 42 units / day to 49 units / day; Likewise, the bottleneck decreased from 10.7 min to 9.7 min. On the other hand, unproductive activities decreased from 25.85% to 18.17%, the days of work stoppage were eliminated because the material premium will be taken at the required time, in turn the orders will be taken care of in their entirety during the next years, and finally a cost-benefit ratio of $s / .1,42$ was obtained.

KEYWORDS: Planning and control, standardization, unattended orders

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRIO	3
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	3
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	9
2.2.1 Producción	9
2.2.2 Productividad	9
2.2.3 Eficiencia física	10
2.2.4 Eficiencia económica	10
2.2.5 Métodos de trabajo	10
2.2.6 Planificación y control de producción	12
2.2.7 Planeación de la producción.	12
2.2.8 Planeación agregada.	13
2.2.8.1 Pronósticos.	14
2.2.9 Plan de requerimientos de materiales – MRP	16
2.2.10 Estudio de tiempo	18
2.2.5.1. Técnica de estudio de tiempo	18
III. RESULTADOS	20
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	20
3.1.1. Ubicación de la empresa	20
3.1.2. Actividades de la empresa	20
3.1.3. Organigrama de la empresa	20
3.1.4. Horario de trabajo de la empresa	22
3.1.5. Distribución de sus instalaciones	22
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	23
3.2.1. Productos	23
3.2.2. Sistema ABC de los productos.	23
3.2.3. Descripción del producto	25
3.2.4. Materiales e Insumos	26
3.2.5. Proceso de producción	29
3.2.6. Sistema de producción	33
3.2.7. Análisis para el proceso de producción	33
3.2.8. Encuesta diagnostica	41
3.2.9. Indicadores actuales	47

3.3. DIAGRAMA CAUSA - EFECTO	54
3.4. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN.....	55
3.5. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y CAUSAS	56
3.5.1. Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción	56
3.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORES EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	57
3.6.1. Desarrollo de las mejoras.....	57
3.6.1.1. Mejora 1: Estandarización de tiempos.....	57
3.6.1.2. Mejora 2: Planificación y control de la producción.....	69
3.6.2. Nuevos indicadores del producción y producción.....	89
3.6.3. Cuadro comparativo de indicadores	91
3.7. ANÁLISIS DEL COSTO-BENEFICIO.....	93
3.7.1. Beneficios de la propuesta.....	93
3.7.2. Costo de la propuesta.....	94
3.7.3. Caja de flujo	94
3.8. PLANES DE ACCIÓN PARA LA MEJORA	96
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
4.1. Conclusiones	97
4.2. Recomendaciones.....	99
V. LISTA DE REFERENCIAS	100
VI. ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01. Sistemas de planificación y control de la producción	12
Figura N° 02. Actividades de la producción	13
Figura N° 03. Empresa.....	20
Figura N° 04. Organigrama de la empresa	20
Figura N° 05. Clasificación ABC.....	24
Figura N° 06. Cortado de tubos.....	29
Figura N° 07. Dobado de tubos.....	29
Figura N° 08. Modeado de piezas	30
Figura N° 09. Perforado de tubos	30
Figura N° 10. Soldado de tubos	31
Figura N° 11. Lavado de sillas.....	31
Figura N° 12. Enjuagado de sillas.....	32
Figura N° 12. Etapa de hornado	32
Figura N° 14. Ensamble de sillas	33
Figura N° 15. Diagrama de flujo de las sillas pandora o PVC.....	35
Figura N° 16. Diagrama de operaciones de las sillas pandora o PVC	38
Figura N° 17. Diagrama de operaciones de las sillas pandora o PVC	39
Figura N° 18. Diagrama de recorrido de operaciones.....	40
Figura N° 19. Porcentaje del funcionamiento de la producción	42
Figura N° 20. Porcentaje de indicadores presentes	43
Figura N° 21. Porcentaje de modelos de planeacion y control de la producción.....	44
Figura N° 22. Porcentaje de sistemas de planeación.....	44
Figura N° 23. Porcentaje de formatos de control	45
Figura N° 24. Porcentaje de funciones de control.....	46
Figura N° 25. Porcentaje de principales problemas	47
Figura N° 26. Diagrama causa - efecto	38
Figura N° 27. Demanda del año 2013.....	70
Figura N° 28. Demanda del año 2014.....	70
Figura N° 29. Demanda del año 2015.....	71
Figura N° 30. Demanda del año 2016.....	72
Figura N° 31. Demanda del año 2017.....	73
Figura N° 32. Diagrama de exposición de materiales.....	83
Figura N° 20. Formato de producción	87
Figura N° 21. Formato de requerimiento de materiales	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Simbolos del diagrama de procesos analisis del producto	11
Tabla N° 02. Técnicas del estudio de tiempo.....	19
Tabla N° 03. Clasificación ABC de los productos.....	24
Tabla N° 04. Porcentaje de productos no atendidos.....	24
Tabla N° 05. Ficha técnica de la silla pandora o PVC	25
Tabla N° 06. Especificaciones técnicas de la máquina trozadora	27
Tabla N° 07. Especificaciones técnicas de la máquina dobladora	27
Tabla N° 08. Especificaciones técnicas de la máquina taladro de pie	28
Tabla N° 09. Especificaciones técnicas de la máquina esmeril	28
Tabla N° 10. Especificaciones técnicas de la máquina soldadura.....	28
Tabla N° 11. Especificaciones técnicas de la máquina horno	28
Tabla N° 12. Tabla general Electric Company	36
Tabla N° 13. Número de observaciones.....	37
Tabla N° 14. Porcentaje del funcionamiento de la producción.....	42
Tabla N° 15. Porcentaje de indicadores presentes	43
Tabla N° 16. Porcentaje de modelos de planeacion y control de la producción.....	43
Tabla N° 17. Porcentaje de sistemas de planeación.....	44
Tabla N° 18. Porcentaje de formatos de control	45
Tabla N° 19. Porcentaje de funciones de control.....	46
Tabla N° 20. Porcentaje de principales problemas	46
Tabla N° 21. Paro de la producción de sillas PVC del año 2017.....	49
Tabla N° 22. Capacidad de la planta.....	49
Tabla N° 23. Costo de la materia prima	50
Tabla N° 24. Costo de la energía eléctrica	50
Tabla N° 25. Costo de operario por día.....	51
Tabla N° 26. Costo de agua por m ³	51
Tabla N° 27. Costo unitario por silla PVC.....	51
Tabla N° 28. Pedidos no atendidos de las sillas PVC del año 2017	52
Tabla N° 29. Resumen de los indicadores actuales	53
Tabla N° 30. Matriz operacionalización	55
Tabla N° 31. Actividades productivas e improductivas del proceso de fabricación de las sillas PVC o pandora	58
Tabla N° 32. Actividades productivas del proceso de fabricación de una silla pandora	61

Tabla N° 33. Tiempo promedio para la fabricación de una silla PVC.....	63
Tabla N° 34. Cálculo del tiempo normal.....	66
Tabla N° 35. Suplementos	67
Tabla N° 36. Cálculo del tiempo estándar.....	68
Tabla N° 37. Demanda producida en los años 2013-2014	69
Tabla N° 38. Demanda producida en los años 2015-2016	71
Tabla N° 39. Demanda producida en los años 2017	72
Tabla N° 40. Pronóstico de la demanda de los años 2019-2020	74
Tabla N° 41. Pronóstico de la demanda de los años 2021-2022	75
Tabla N° 42. Pronóstico de la demanda de los años 2023	75
Tabla N° 43. Producción del año 2019	76
Tabla N° 44. Requerimientos de la producción de las sillas pandora 2019	77
Tabla N° 45. Costo de las actividades	77
Tabla N° 46. Días laborales.....	79
Tabla N° 47. Subcontratar	80
Tabla N° 48. Costo total de subcontratar	81
Tabla N° 49. Horas extras	81
Tabla N° 50. Costo de las horas extras.....	82
Tabla N° 51. Comparación del costo de las estrategias.	82
Tabla N° 52. Materiales de sillas pandora.....	83
Tabla N° 53. Plan de requerimiento de necesidades	84
Tabla N° 54. Requerimiento de las necesidades	86
Tabla N° 55. Producción mejorada	89
Tabla N° 56. Capacidad de la planta mejorada	90
Tabla N° 57. Cuadro comparativo de indicadores actuales y mejorados.....	92
Tabla N° 58. Cuadro de beneficios en unidades monetarias	93
Tabla N° 59. Caja de flujo.....	95
Tabla N° 60. Planes de acción para la mejora.....	96

ANEXOS

Anexo N° 01. Encuesta diagnostica	102
Anexo N° 02. Puntos de distribución	104
Anexo N° 03. Factor de calificación	105
Anexo N° 04. Sistemas de suplementos por descanso	106
Anexo N° 05. Tabla de pronósticos	107
Anexo N° 06. Promedio de participación de la demanda por mes.....	107
Anexo N° 07. Resultados del tiempo estandar	109

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, en el país las empresas se confrontan a un mercado altamente competitivo con clientes y consumidores finales que demandan cada vez productos de mayor calidad a un precio asequible. Dentro de esto, la planificación y control de la producción representa una ventaja competitiva en el mercado para cualquier empresa, la cual genera información sobre la producción de la misma. La planificación permite coordinar y enfocar todas las operaciones de un proceso productivo a la meta de cumplir con los requisitos planteados por los clientes de la empresa y a si satisfacer las expectativas de los mismos utilizando la misma cantidad de recursos así como también el mínimo tiempo necesario sin afectar de manera negativa la calidad del producto. [1].

La empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C., se encuentra ubicada en la Pról. Miguel Grau Mz A Lote 26, distrito de La Victoria, provincia Chiclayo, departamento de Lambayeque; se dedica a la elaboración de muebles metálicos y melamine tales como sillas pandoras, archivadores, escritorios, mesas, sillas giratorias, etc.

Actualmente la empresa posee una producción mensual de 504 sillas pandoras o también conocidas como sillas PVC; los meses de junio, julio, noviembre, diciembre y enero son los meses de mayor demanda, el proceso de producción no cuenta con una planificación y control, a su vez no tiene determinados los tiempos estándares para cada actividad, teniendo como consecuencia pedidos no atendidos, y baja producción, estos problemas conllevo a plantear la siguiente interrogante ¿La planificación y control de la producción en la empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C. permitirá disminuir los pedidos no atendidos?.

En la presente investigación se planteó como objetivo general disminuir los pedidos no atendidos en la empresa Edificaciones Savi S.A.C. mediante la planificación y control de la producción; como primer objetivo específico se tiene diagnosticó la situación actual de la empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C., aquí se determinó la cantidad de pedidos no atendidos, los indicadores actuales y los tiempos de elaboración de una silla y su planificación de materiales, en el segundo objetivo se estandarizó el proceso de producción en la empresa, puesto que este se realiza de manera artesanal, aquí se determinaron los tiempos que serán necesarios para cada operación, el tercer objetivo se elaboró una propuesta de planificación y control de la producción para disminuir los pedidos no atendidos de la empresa, en este objetivo se realizó un plan maestro de la producción (PMP) para detallar las cantidades y el tiempo que se debe fabricar cada unidad, con ayuda de la planeación agregada se determinó

que alternativa debe emplearse para lograr satisfacer la demanda, luego se confeccionó un plan de requerimiento de materiales (MRP) basado en el PMP, este permitió saber qué cantidades de materias primas son las necesarias para cumplir con aquellos pedidos no atendidos y finalmente en el cuarto objetivo se analizó el costo-beneficio del plan de producción, de tal manera se obtenga una perspectiva más amplia del beneficio económico que se obtendrá.

Esta investigación pretende contribuir a mejorar el proceso productivo de la empresa mediante metodologías ingenieriles ya mencionadas antes, con la finalidad de disminuir la incertidumbre, satisfacer las necesidades de los clientes y por consiguiente demostrar el beneficio económico que esta puede generar, a su vez afianzar los conocimientos adquiridos en mi carrera profesional durante los diez ciclos académicos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- Rivera, Ortega y Pereyra [2], en su investigación “Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes”, aborda el tema de la Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP) y su importancia como sistema administrativo de planificación y administración de los materiales requeridos para los procesos productivos de una empresa. El objetivo es presentar procedimientos adecuados y recomendaciones para la implementación del MRP en las pymes, mediante explicaciones simplificadas para lograr una implementación más exitosa.

Su metodología empieza con un plan maestro de producción, donde se realizó pronósticos de la demanda, luego se utilizó la lista de materiales (BOM) con la finalidad de observar cada uno de los componentes que se requerían para elaborar el producto, después de haber visualizado todos los componentes se realizó el inventario tanto de producto terminado como de materia prima e insumos, de ahí se elabora el Lead Time para establecer los tiempos de entrega de cada uno de sus pedidos y finalmente termina con un el tamaño de lote para determinar la capacidad promedio de producción. Se concluye que el MRP genera beneficios pero estos varían de acuerdo a cada empresa y dependerá de la calidad del sistema antiguo en comparación con el nuevo sistema, las cuales pueden ser: Disminución de los stocks hasta un 50%, mejora en el servicio al cliente que incrementa hasta un 40%, mejor planificación productiva, menores costes y más beneficios, mejor coordinación en la programación de producción e inventarios y guía y ayuda en la planificación de recursos de acuerdo a la capacidad de la empresa.

- Arredondo et al. [3], in your research “Medium-term production planning and control model for a textile industry in a make-to-order environment” in this paper a methodology for planning and control of production in the medium term is proposed for the textile industry sector in a make to order environment. The methodology is based on two phases arising from the characteristics of the production system. In the first phase, an aggregate planning model, which allows the calculation of quantities produced in the own workshop and the amount to outsource of clothes to work on so that it meets the economic objectives and obtain the greatest benefit for the industry in

the planning horizon. In the second stage, an operations programming model is proposed, which aims at producing sequences for the quantities that need to be produced in the workshop so that the make span is reduced. The two proposed phases constitute an important tool to support decision-making on production management in the textile sector.

It is concluded that the behavior of the objective function of the model when varying the limiting capacities of these identified centers, results in an increase of 2.78% compared to the initial results obtained in the case study, which respond to an increase of twice the initial capacity of these centers represented by acquiring a unit of machinery for more than each of them; the result is the non-use of extra minutes since there is enough capacity to satisfy the demand by producing in ordinary minutes available.

Arredondo et al. [3], en el presente artículo “Medium-term production planning and control model for a textile industry in a make-to-order environment” se propone una metodología de planeación y control de la producción a mediano plazo para una industria del sector textil en un ambiente make to order. La metodología se basa en dos fases. En la primera fase se desarrolla un modelo de planeación agregada, que permite calcular las cantidades a producir en el taller de confección y la cantidad de prendas a maquilar, de tal forma que se maximice el beneficio total para la industria en el horizonte de planeación. En la segunda fase se plantea un modelo de programación de operaciones cuyo objetivo es secuenciar las cantidades a fabricar en el taller, de tal forma que se minimice el make span. Las dos fases propuestas constituyen una importante herramienta para apoyar la toma de decisiones sobre la gestión de la producción en industrias del sector textil.

Se concluye que el comportamiento de la función objetivo del modelo al variar las capacidades limitantes de estos centros identificados, da como resultado un aumento del 2.78% frente a los resultados iniciales obtenidos en el caso de estudio, que responden a un aumento al doble de la capacidad inicial de estos centros representada por adquirir una unidad de maquinaria de más para cada uno de ellos; se da como resultado la no utilización de minutos extra ya que se cuenta con la capacidad suficiente para satisfacer la demanda produciendo en minutos ordinarios disponibles.

- Cáceres et al. [4], en su investigación “Modelo de programación lineal para planeación de requerimiento de materiales”, aborda el tema de Plan de Requerimiento de Materiales (en inglés, MRP) en una empresa de montaje de carrocerías sobre chasis, aplicando un modelo de programación entera mixta implementado en Lingo. Esta propuesta ayudará a determinar el momento más adecuado y la predicción de las cantidades indicadas de artículos necesarios en dicho proceso. Este enfoque propone el uso de ecuaciones de programación entera mixta, orientadas a la minimización de costos, cantidad de materia prima, almacenamiento de materiales, control de niveles de rotación de materia prima y producto terminado, para satisfacer la demanda existente en dicha empresa. Dicho modelo permite conocer las cantidades exactas de inventario para satisfacer la demanda y así controlar que no existan retrasos en la producción, con esto se logra reducir 49,7% del costo de mantener inventario de materiales.
- Schultz and Rodríguez [5], Em sua pesquisa "Sistema de Planejamento, programação e controle na linha de produção borracha e metais de fusão metalmecânica", O presente trabalho contém o sistema de planejamento, programação e controle que foi desenvolvido em sua linha de produção metal-mecânica, borracha e metal de fusão, e tem como objetivo oferecer uma alternativa que permita melhorar os tempos de produção e entrega do produto, recuperando assim o segmento de mercado que foi perdido por os inconvenientes apresentados nos últimos anos. Para realizar o diagnóstico foi feito um estudo dos processos da linha metalurgia, fusão de borracha e metal através de entrevistas conduzidas pessoal gerencial e operacional da empresa, cujo resultado mostrou os pontos fortes e fraquezas no processo de produção. Depois, o modelo de planejamento através da melhoria do plano diretor de produção e da exigência de materiais, a fim de definir as quantidades a serem produzidas, estabelecer os custos da operação, o estoque de matérias-primas e fazer uso capacidade eficiente da planta. Em seguida, foi proposto um sistema de balanceamento de linha, que permitiria atribuir uma seqüência ao processo, obtendo um melhor controle das operações, datas de execução e programação de matérias-primas; Com o propósito de elimine as fraquezas encontradas no diagnóstico inicial. Em seguida, um sistema de controle foi proposto, cujo objetivo é tornar o acompanhamento documental e indicadores de gestão do método selecionado, finalmente concluído o plano diretor

proposto permitirá, em curto prazo, planejar necessidades de produção, atender a demanda e porque porcentagem de utilização é de 62%, nenhuma restrição será apresentada capacidade; dando à empresa a oportunidade de implementar o modelo em outras linhas de produção o balanceamento de linha permitiu conhecer os gargalos presente durante o processo de produção, gerando uma proposta de melhoria na os tempos utilizados em cada operação em cada uma das estações com uma eficiência de 95%, da mesma forma, os formatos de controle foram desenvolvidos para verificar se os indicadores são os planejados e, finalmente, um TIR de 27% é obtido.

Schultz and Rodríguez [5], En su investigación "Sistema de Planejamento, programação e controle na linha de produção borracha e metais de fusão metalmecânica", El presente trabajo contiene el sistema de planeación, programación y control que se elaboró en su línea de producción metalmecánica, fusión caucho y metal, y el cual tiene la finalidad de ofrecer una alternativa que permita mejorar los tiempos de producción y entrega del producto, recuperando de esta manera, el segmento de mercado que se ha perdido por los inconvenientes presentados en los últimos años. Para llevar a cabo el diagnostico se realizó un estudio de los procesos de la línea metalmecánica, fusión caucho y metal a través de entrevistas realizadas al personal directivo y operativo de la empresa, cuyo resultado arrojó las fortalezas y debilidades del proceso productivo. Posteriormente se estructuró el modelo de planeación a través del mejoramiento del plan maestro de producción y el plan de requerimiento de materiales, con el objeto de definir las cantidades a producir, establecer los costos de la operación, el stock de materias primas y hacer un uso eficiente de la capacidad de planta. Seguido a esto se propuso un sistema de balanceo de línea, que permitiera asignar una secuencia al proceso, obteniendo un mejor control de las operaciones, fechas de ejecución y programación de materias primas; con el propósito de eliminar aquellas debilidades que se encontraron en el diagnóstico inicial. Seguidamente se propuso un sistema de control, cuyo objetivo es hacer el búsqueda documental y de indicadores de gestión del método seleccionado, finalmente se concluye que con la metodología plasmada se logra cumplir con la demanda y debido a que su porcentaje de utilización es del 62% no se presentarán restricciones de capacidad; otorgando a la empresa la oportunidad de implementar el modelo en otras líneas de producción por otro lado el balanceo de línea permitió conocer los cuellos de botella presentes durante el proceso de producción, generando una propuesta de

mejora en los tiempos utilizados en cada operación en cada una de las estaciones con una eficiencia del 95%, así mismo se elaboró formatos de control para verificar que los indicadores están como se ha previsto, y finalmente se obtiene un TIR del 27%.

- Gucdemir and Selim [6], in your research "Customer centric production planning and control in job shops: A simulation optimization approach", Today, customer centricity becomes the key success factor for the manufacturing companies in gaining sustainable competitive advantage. In this regard, they need advanced production planning and control (PPC) techniques to be more customer focused. This study aims to integrate customer relationship management (CRM) and PPC approaches in order to use manufacturing resources of job shops more effectively in satisfying customers. To this aim, a simulated annealing based simulation optimization approach is proposed. To confirm the viability of the proposed approach, it is applied to a realistic job shop system. In order to accelerate the flow of production, product type based lot splitting is applied. In the scheduling phase, dynamic scheduling is implemented by machine-based dispatching rules. Multiple customer segments with different importance weights, and their expectations and penalties on order completion rate on due date, tardiness and earliness are considered. The aim of the proposed approach is to make near optimal policy decisions regarding the machine-based dispatching rules and number of equal sublots for the products. In this regard, four well-known dispatching rules and five modified versions of these rules which are proposed in this study are employed. Computational experiments are performed by using different dominance relationships between the customer segments, inter-arrival times and level of due date allowance factor. Results of the experiments reveal that integration of CRM and PPC approaches in job shop systems provides more effective use of resources in satisfying customers, and that the proposed approach can easily be implemented in practice.

Guçdemir y Selim [6], en su investigación "Planificación y control de la producción centrada en el cliente en talleres de trabajo: un enfoque de optimización de simulación". Hoy, la centricidad del cliente se convierte en el factor de éxito clave para que las empresas fabricantes obtengan una ventaja competitiva sostenible. En este sentido, necesitan técnicas avanzadas de planificación y control de producción (PPC) para estar más enfocados en el cliente. Este estudio tiene como objetivo integrar la

gestión de las relaciones con los clientes (CRM) y los enfoques PPC con el fin de utilizar los recursos de fabricación de las tiendas de trabajo de manera más efectiva en la satisfacción de los clientes. Con este objetivo, se propone un enfoque de optimización de simulación basado en recocido simulado. Para confirmar la viabilidad del enfoque propuesto, se aplica a un sistema de taller de trabajo realista. Para acelerar el flujo de producción, se aplica la división de lotes basada en el tipo de producto. En la fase de programación, la programación dinámica se implementa mediante reglas de despacho basadas en la máquina. Múltiples segmentos de clientes con diferentes ponderaciones de importancia, y sus expectativas y sanciones sobre la tasa de finalización de pedidos en la fecha de vencimiento, tardanza y precocidad. El objetivo del enfoque propuesto es tomar decisiones de política casi óptimas con respecto a las reglas de envío basadas en la máquina y el número de sublotes iguales para los productos. A este respecto, se emplean cuatro reglas de envío bien conocidas y cinco versiones modificadas de estas reglas que se proponen en este estudio. Los experimentos computacionales se realizan mediante el uso de diferentes relaciones de dominancia entre los segmentos de clientes, los tiempos entre llegadas y el nivel del factor de asignación de fechas de vencimiento. Los resultados de los experimentos revelan que la integración de los enfoques de CRM y PPC en los sistemas de taller de trabajo proporciona un uso más eficaz de los recursos para satisfacer a los clientes, y que el enfoque propuesto puede implementarse fácilmente en la práctica.

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 Producción:

Según Sánchez [7] la producción es la cantidad de unidades que se pueden producir durante un determinado periodo de tiempo y viene representado mediante la siguiente formula:

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{Ciclo}$$

- **Tiempo base:** Es el tiempo guía para calcular la producción requerida.
- **Ciclo:** Esta representado por la restricción del proceso productivo y viene a ser la estación de trabajo de mayor tiempo.

2.2.2 Productividad:

Según Ríos [8] La productividad es la relación entre producción e insumo. También puede decirse que es la relación entre lo que sale y lo que entra (output / input), o la relación entre lo que se obtiene y los recursos usados para obtenerlo. En términos económicos, la productividad es todo crecimiento en producción que no se explica por aumentos en trabajo, capital o en cualquier otro insumo intermedio utilizado para producir.

$$Productividad = \frac{Recursos\ logrados}{Recursos\ empleados}$$

A. Productividad de materia prima:

$$Productividad\ M.P = \frac{Entrada\ de\ M.P}{Salida}$$

B. Productividad de mano de obra:

$$Productividad\ mano\ de\ obra = \frac{Producción\ actual}{n^{\circ}\ de\ operarios}$$

C. Productividad económica:

$$Productividad\ Económica = \frac{Producción\ actual}{Inversión\ en\ materiales}$$

2.2.3 Eficiencia Física:

Según López [9] manifiesta que “optimizar el uso de energía en cualquier forma de creación, es el primer eslabón de la cadena eficiente del dinero, que está íntimamente relacionado con la acción para generar recursos”. Es decir es la utilización de los recursos sobre la asignación de dichos recursos y en todo proceso es menor a la unidad.

$$Eficiencia\ fisica = \frac{Salida\ util\ M.P.}{Entrada\ de\ M.P.}$$

2.2.4 Eficiencia Económica:

López [9] menciona que la eficiencia económica es la relación entre los ingresos percibidos entre el egreso que se realizan para generar los ingresos, es decir los ingresos entre la inversión realizada para la obtención de un bien.

$$Eficiencia\ económica = \frac{Ingresos}{Inversión}$$

2.2.5 Método de trabajo:

- **Diagrama de operaciones de proceso (DOP)**

Según Abrahan [10], representa gráficamente un cuadro general de cómo se realizan procesos o etapas, considerando únicamente todo lo que respecta a las principales operaciones e inspecciones.

- **Diagrama de proceso-análisis del producto (DAP)**

Según Abrahan [10], menciona que la representa gráficamente de las etapas de forma separada de un proceso, tarea o trabajo, describe la secuencia de actividades comprendidas en un trabajo, nos ayuda comprender y aclarar los movimientos de un determinado producto. En la tabla N°15 se exponen los símbolos utilizados en el Diagrama de Proceso-Análisis del Producto.

Tabla N°01. Símbolos del diagrama de proceso-análisis del producto.

Símbolo	Definición
Operación	Es algo hecho al producto, piezas o material dentro de un proceso o sistema, entre otras palabras, son cambios intencionales en una o más características.
Inspección	Es una operación que implica la verificación o comprobación de la calidad de un determinado producto en relación con especificaciones dadas en un estándar
Transporte	Un cambio en la localización de un producto siempre que sea igual o mayor que un metro por ejemplo: mover materiales por rodillos, bandas, gravedad, montacargas, etc.
Demora	Se presenta una demora cuando no se puede ejecutar ninguna otra operación, es decir, una interrupción entre la acción inmediata y la acción que sigue.
Almacenamiento	Cuando un producto se encuentra en un área específica sin transportes, inspecciones y operaciones, sobre todo bajo condiciones en que sea necesaria una requisición para sacarlo.

Fuente: Abrahan [10]

- **Diagrama de recorrido**

Según Abrahan [10], se define como los pasos que se siguen dentro de un determinado plantel, desde que se inicia hasta que se finaliza la producción.

2.2.6 Planificación y control de producción:

Domínguez [11] indica que el proceso de planificación y control de la producción debe tener una orientación jerárquica, en donde se gane una incorporación vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos y además se establezca su relación horizontal con las otras áreas funcionales de la organización. Básicamente las cinco fases que componen el proceso de planificación y control de la producción son:

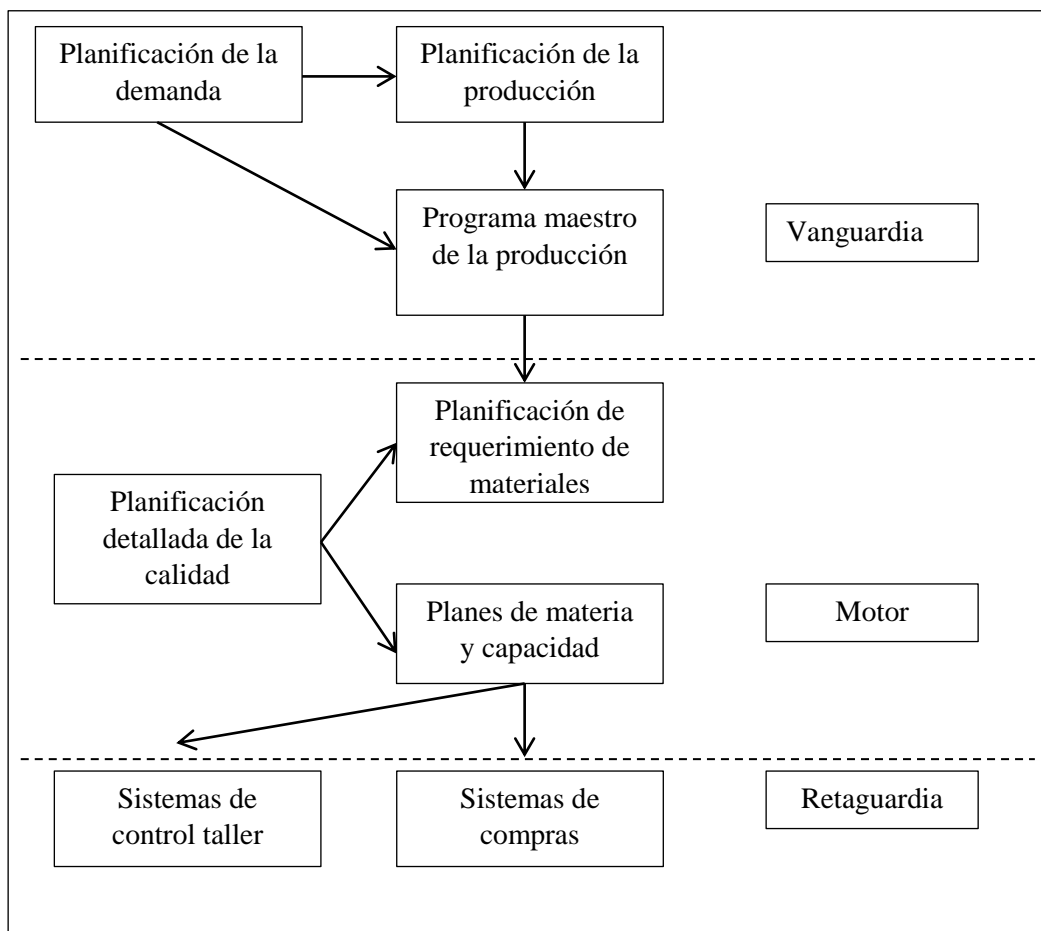


Figura N° 01. Sistema de planificación y control de la producción

Fuente: Domínguez [11]

2.2.7 Planeación de la producción

Según Sipper y Bulfin [12], manifiesta que un plan de producción debe determinarse cuando la demanda varía y los niveles de producción deseados no son obvios, con el objetivo de definir cuánto y cuándo se debe fabricar cada producto. El fin es producir la misma cantidad que la demanda requiere, cuando estos se necesiten.

Según Álvarez [13], manifiesta que la planeación de la producción es la de implantar los niveles para las operaciones de fabricación en el futuro; señalando que, para establecer la planificación de la producción en una organización, es necesario desarrollar un sistema que aproveche convenientemente los insumos de entrada y procesarlos en forma adecuada para optimizar el producto resultante.

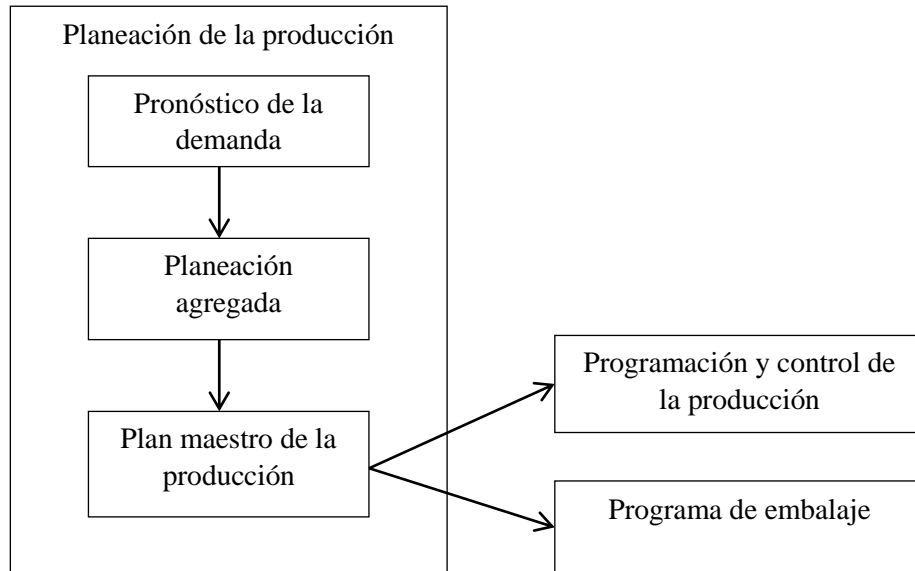


Figura N° 02. Actividades de la producción

Fuente: Muñoz [14]

2.2.8 Planeación agregada

Para Muñoz [14], planeación agregada consiste en desarrollo de un plan de producción agregado mensual o trimestral, sobre un horizonte de 6 a 12 meses. La finalidad esencial de la planificación agregada es determinar la combinación de ritmo de la producción mano de obra y nivel de existencias que minimizan y lograr satisfacer la demanda prevista.

Para Heizer y Render [15], manifiesta que las opciones básicas sobre la capacidad de producción que puede tomar una empresa son las siguientes:

- a. **Cambiar los niveles de inventarios:** esta opción consiste en aumentar los inventarios durante los periodos de baja demanda para hacer frente a una demanda alta en periodos futuros. Esta estrategia puede incrementar los costos de inventarios entre un 15 y 40% del producto, pero por otro lado cuando la empresa entra a un periodo de

demanda creciente, la rotura de stock puede ocasionar pérdidas de las ventas y un ineficiente servicio al cliente.

- b. Variar el tamaño de la plantilla contratando o despidiendo personal:** Esta estrategia se utiliza para ser frente a la demanda que consiste en contratar con hay mayor producción y despedir cuando esta baja.
- c. Variar los volúmenes de producción mediante las horas extras o aprovechando las horas de inactividad:** Esta estrategia se utiliza con en periodos de la demanda es alta, y la capacidad de la producción de llega a cumplir con la demanda se recurre a las horas extras, cabe recalcar que el coste de horas extras es más alto que las horas normales, puede afectar la productividad de mano de obra y hay un aumento de los gastos operativos.
- d. Subcontratar:** Una empresa puede adquirir capacidad temporal subcontratando trabajos en periodos picos de la demanda, sin embargo estos traen consigo algunos riesgo con precios caros, abrir puertas a un competidor y difícil de encontrar un proveedor perfecto.

2.2.8.1 Pronósticos

Para Sipper y Bulfin [12] los pronósticos brindan información para tomar mejores decisiones. El primer paso es identificar la decisión. Si la decisión no es afectada por el pronóstico, el pronóstico es innecesario. La importancia de la decisión sugerirá el esfuerzo que debe dedicarse a producir un pronóstico. Una decisión de una sola vez requiere de un pronóstico, mientras que una decisión recurrente necesita un pronóstico cada vez que se toma una decisión. En cualquier caso, la decisión determina que pronosticar cada vez que se toma la decisión, el nivel de detalle necesario y con qué frecuencia se hará el pronóstico. Los de ventas, calidad de materiales, ingresos, gastos, uso de energía o los tiempos de llegada de los clientes son una necesidad común en las empresas.

Se infiere por pronóstico a una estimación de sucesos futuros que se obtienen proyectando datos del pasado, con la finalidad de brindar datos futuros y prepararse a ello.

✓ **Modelos de pronósticos:**

a. Modelos cualitativos: El consenso de comité y la encuesta a clientes describen métodos principalmente utilizados para productos y servicios existentes. La analogía histórica y las investigaciones y pruebas de mercado son procedimientos útiles para productos y servicios nuevos. Por lo tanto, el método dependerá de la etapa de ciclo del producto.

- 1. Consenso de comité ejecutivo:** Ejecutivos experimentados de diversos departamentos dentro de la organización forman un comité responsables de desarrollar un pronóstico de las ventas.
- 2. Metodo de Delfos:** Este método se utiliza para formar un comité, consiste que los ejecutivos antes de dar un pronóstico se deben reunir un mínimo de 6 secciones antes de alcanzar consenso sobre el pronóstico.
- 3. Encuesta a la fuerza de ventas:** Las estimaciones de ventas se obtiene directamente de los clientes, a quienes se encuestan individualmente para determinar los volúmenes de productos que la empresa pretende adquirir.
- 4. Analogía histórica:** Este método liga las estimaciones de las ventas futuras de un producto con el conocimiento de las ventas de un producto similar.
- 5. Investigación de mercado:** En las encuestas del mercado, la base para comprobar las hipótesis sobre los mercados reales son las cuestionarios por correo, las entrevistas telefónicas las entrevistas de campo.

b. Modelos cuantitativos: Los modelos cuantitativos son modelos matemáticos que se basa en datos históricos. Estos modelos suponen que los datos históricos son relevantes para el futuro.

- 1. Regresión Lineal:** Modelo que se utiliza el método cuadrado para identificar la relación entre la variable dependiente y una o más variables independientes, además se utiliza cuando la demanda histórica es creciente.
- 2. Promedios móviles:** Modelo de pronóstico del tiempo de serie de tiempo a corto plazo que pronostica las ventas para el siguiente periodo. En este modelo el promedio aritmético de las ventas reales para un determinado número de los periodos pasados.
- 3. Suavidad exponencial:** Modelo de pronóstico del tiempo de serie de tiempo a corto plazo que pronostica las ventas para el siguiente periodo. En este método las ventas

pronosticadas para el último periodo son modificadas, utilizando la información correspondiente al error de los pronósticos del último periodo.

- 4. Ciclo, tendencias y estacionalidad:** Este método es utilizado cuando la demanda presenta un línea de pendiente ascendente, un ciclo de patrón de datos que pueden abarcar 5 años antes de que se vuelva a repetir, y una función aleatoria que es un patrón que resulta de variaciones aleatorias o de causas no explicables. Generalmente la estacionalidad es patrón de datos que se repiten dentro de un año.

2.2.9 Plan de requerimientos de materiales – MRP

Para Peña [16], la planeación de requerimientos de materiales (MRP) es un sistema integrado para la planificación de la producción y de los inventarios, permitiendo la relación de dependencia entre las necesidades de la producción y las de aprovisionamiento. El MRP resulta un sistema eficaz de planificación de la producción y gestión de aprovisionamiento y de stock que responde a las preguntas qué, cuánto, cuándo se debe fabricar y/o provisionar.

Para Alessio [17], MRP es un sistema para planear y programar los requerimientos de los materiales en el tiempo para las operaciones de producción. Como tal, está orientando a satisfacer los productos finales que aparecen en el plan maestro de la producción. También proporciona resultados, como fechas límites para los componentes. Una vez que estos productos están disponibles permite calcular los requerimientos de capacidad detallada para los centros de trabajo en el área de producción. Los sistemas MRP están concebidos para conseguir lo siguiente:

- Disminución de inventarios: el MRP determina cuantos componentes se necesitan y cuantos hay que usarlos para llevar a cabo el plan maestro.
- Disminución en los tiempos de espera en la producción y en la entrega.
- Incremento en la eficiencia: hay una mayor coordinación entre los departamentos.
- Obligaciones realistas: Las promesas de entrega realistas pueden reforzar la satisfacción.

Según Muñoz [14], la planeación de requerimientos de materiales (MRP) es una técnica que consiste en determinar las cantidades de insumo y las fechas límites que deben estar

disponibles para garantizar el cumplimiento del programa maestro de la producción. El programa resultante de un MRP se utiliza para que los insumos, partes y componentes estén disponibles cuando el proceso de producción los demande, pero sin almacenar inventarios innecesarios, es decir que estén disponibles justo para el tiempo cuando son requeridos.

La salida típica de una MRP son las cantidades necesarias de los insumos, partes y componentes (que se indican en la carta de materiales) que son necesarios para cumplir con el programa maestro y las fechas límites en las que se requieren dichas cantidades. Con base esta información y la de los inventarios disponibles, se determinan las fechas y cantidades de los pedidos que deben ordenarse, o las existencias de algún conflicto con el plan maestro.

En la planeación de las necesidades de materiales hay tres insumos básicos según Leenders [18]:

- A. Programa maestro de operaciones productivas (MPS: Master production Schedule).** El MPS se inicia a partir de los clientes de la empresa o de los pronósticos de la demanda; llega a ser el insumo del sistema. El MPS identifica las cantidades de cada uno de los productos terminados y determina cuando es necesario producirlos durante cada periodo futuro dentro del horizonte de la planeación de la producción.
- B. Lista de materiales (BOM: bill of materials).** La BOM identifica como se estructura cada uno de los productos terminados, especifica todos los artículos subcomponentes, la secuencia de integración, la cantidad en cada una de las unidades terminadas, y que centros de trabajo realizan las secuencias de integración en las instalaciones. La información que proporciona la lista de materiales al MRP es la estructura del producto.
- C. Archivo del estado del inventario.** El sistema debe contener un archivo totalmente actualizado del estado del inventario de cada uno de los artículos en la estructura del producto.

2.2.10 Estudio de tiempos

Según Hodson [19], manifiesta que el estudio de tiempos se utiliza para medir el tiempo que necesita un operario calificado, que labora a un ritmo normal de desempeño y a su vez ejecuta una tarea conforme a un método preestablecido. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, el estudio de métodos. Además, sostiene que los expertos tienen que observar los métodos mientras realizan el estudio de tiempos buscando oportunidades de mejoramiento.

Para llevar a cabo el estudio de tiempos, los expertos disponen de un conjunto de técnicas tales como (1) registros pasados que se realizan para medir la tarea, (2) estimaciones de tiempo realizadas, (3) los tiempos preestablecidos, (4) análisis de película (5) el estudio de tiempos con cronómetro que es la técnica utilizada con mayor frecuencia [20].

2.2.10.1 Técnicas de estudios de tiempos:

A continuación se muestra cinco técnicas para el desarrollo de los estándares de tiempo:

Tabla N°02. Técnicas del estudio de tiempos.

Técnicas	Descripción
Sistemas de estándares de tiempo predeterminados	El técnico diseñará una estación de trabajo para cada uno de los pasos del plan de manufactura del producto nuevo: diseñará cada estación de trabajo, establecerá un patrón de movimientos, medirá cada movimiento y le asignará un valor de tiempo; el total de estos valores será el estándar de tiempo, el cual servirá para determinar el equipo, el espacio y las necesidades del personal para el nuevo producto.
Estudio de tiempos con cronómetros.	El estudio de tiempos con cronómetro es el método en el que piensan la mayoría de los empleados de manufactura cuando hablan de estándares de tiempo. Los estudios de tiempo se definen como el proceso de determinar el tiempo que requiere un operador diestro y bien capacitado, trabajando a un ritmo normal, para hacer una tarea específica.
Muestreo del trabajo	Gracias a los formatos preestablecidos y una agenda de anotaciones, el analista realiza, durante el día, en intervalos regulares o irregulares, según lo plantee el estudio, un gran número de observaciones del proceso. Eso implica que una persona debe observar, cada cierto periodo de tiempo, lo que hace el operario, tomar el registro y hacer los cálculos necesarios
Datos Estándares	Los datos estándar deberían ser el objetivo de todos los departamentos de estudio de tiempos y movimientos. Son la técnica más rápida y económica de establecer estándares de tiempos y pueden ser más precisos y coherentes que cualquier otra técnica de estudio de tiempos.
Estándares de tiempo de opinión experta y datos históricos.	Es una estimación hecha por una persona con mucha experiencia del tiempo requerido para hacer un trabajo específico.

Fuente: Fred Meyers [21]

III. RESULTADOS

3.1 DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1 Ubicación de la empresa:

La empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C inicia su funcionamiento en octubre del 2011, con N° RUC 20487796540, se encuentra ubicada en la Pról. Miguel Grau Mz A Lote 26, distrito de La Victoria, provincia Chiclayo, departamento de Lambayeque.



Figura N°03. Empresa

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

3.1.2 Actividad a la que se dedica:

La empresa se dedica a la fabricación y comercialización de muebles de melamine y metal.

3.1.3 Organigrama de la empresa:

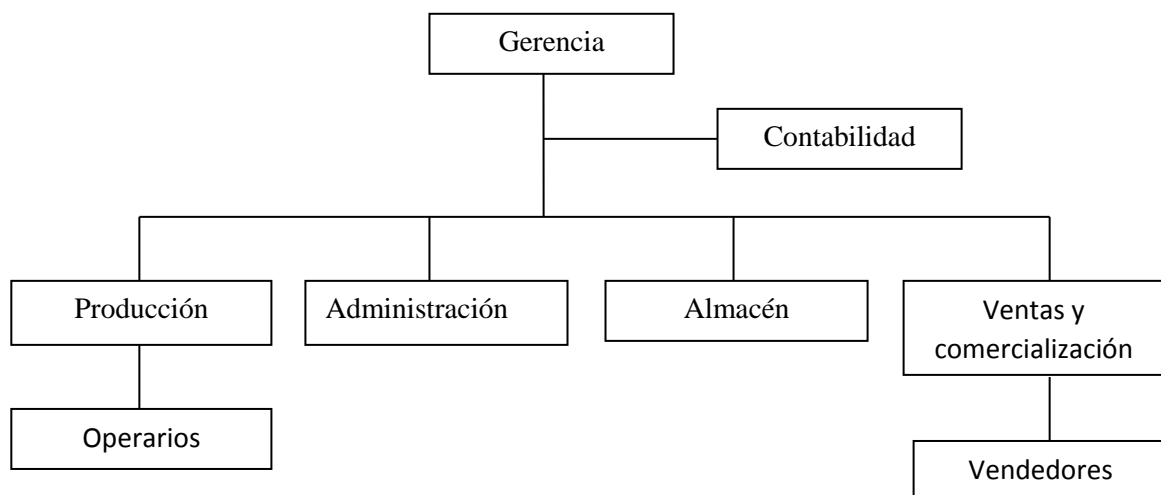


Figura N°04. Organigrama de la empresa

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- Gerencia: El propietario de empresa es quien tiene al mando este cargo, este es el encargado de planificar, controlar, monitorear y coordinar todas las actividades que la empresa realizan dentro y fuera de sus instalaciones.
- Contabilidad: Es el encargado de codificar, procesar, y contabilizar los diferentes comprobantes por concepto de activos, pasivos, ingresos y egresos de la empresa, así mismo de verificar y registrar las facturas, llevar los libros contables y realizar las declaraciones y pagos de impuestos a SUNAT.
- Producción: El encargado de supervisar el cumplimiento de la producción diaria de la empresa y verificar la calidad del producto a su vez de programar los plazos de entrega de los pedidos.
- Operarios: La fábrica cuenta con 11 trabajadores, de las cuales 5 se encuentran el área de producción de metal, 6 se encuentran del área de producción de melamine, ellos son los encargados de realizar las operaciones de cada proceso para la elaboración de los productos.
- Administración: Esta área es la encargada de coordinar todas las actividades del funcionamiento de la empresa, además se encarga de realizar todos pagos al personal, y de abastecer las materias primas que se necesitan. En esta área es realizada por una sola persona.
- Almacén: Esta área es encargada de almacenar las materias primas, además llevar el control de los que ingresa y lo que salidas, así mismo debe informar las cantidades con las que se cuentan, sin embargo en esta área carece de todo ello.
- Ventas y comercialización: En esta área se cuenta con dos colaboradores, quienes son los encargados de tomar los pedidos ya sea vía telefónica o en campo, algunas veces los pedidos suelen realizarse dentro de las instalaciones.

3.1.4 Horario de trabajo de la empresa:

La empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C tiene un horario de trabajo de 8 horas diarias, se trabaja de lunes a viernes durante los horarios de 8:00 am hasta la 1:00 pm luego de 3:00 pm hasta las 6:00 pm y el sábado trabajan 5 horas en el horario de 8:00 am hasta la 1:00 pm.

3.1.5. Distribución de sus instalaciones:

Edificaciones Metálicas Savi S.A.C., actualmente dentro de sus instalaciones cuenta con dos áreas de producción, un área de melamine y otra de metal; cada área trabaja de manera independiente y su producción es a pedido en ambas áreas.

Dentro de sus instalaciones la empresa cuenta con un área de almacén que es compartida para ambas líneas de producción, cabe recalcar que el área de almacén se encuentra desordenado, ya que no cuentan con una ubicación establecida de las materias primas, insumos provocado que los operarios les tome más tiempo la obtención de ellos.

El área de producción de metal, cuenta con un etapa de corte, doblado, moldeado, perforado, soldado, esmerilado, lavado, pintado, hornado, ensamble, empaquetado; en esta área la empresa no cuenta con una buena distribución de sus etapas, generando tiempos y movimientos improductivos, a su vez el área de trabajo es no es adecuado porque no cuentan con todos los implementos de seguridad apropiados para el tipo de trabajo que desempeñan y asimismo las áreas de desplazamiento son limitadas.

Paralelamente se encuentra funcionando el área de melamine, que consta de dos etapas de una de corte y otra de ensamble, estas operaciones se encuentran desordenadas, los materiales a emplear se encuentran dispersos por todo el centro de trabajo, provocando que el operario realice mayor actividades y por ende los productos demoren más en el proceso.

El área administrativa se encuentra en el segundo piso que está en la parte superior del almacén, en esta área se encuentran todo la área contable, los archivos, las gestiones logísticas, el pago de los operarios, y toda la coordinaciones administrativas que se realizan a en la empresa.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. Productos

La empresa tiene como finalidad principal fabricar productos de melamine y metal, actualmente el área de producción de metal cuenta con 11 productos de las cuales se detallan a continuación:

- Sillas fijas PVC.
- Carpetas metálicas.
- Sillas giratorias.
- Banco de metal.
- Sillas tapizadas PVC.
- Mesas metálicas.
- Butacas.
- Archivadores.
- Banco de metal de cuero.
- Credanzas.
- Gabinetes.

3.2.2. Productos ABC de la empresa

La tabla N° 03 se observa la gama de productos que la empresa tiene actualmente, por esta razón el siguiente trabajo de investigación optó por realizar un análisis ABC, este análisis se hizo con el objetivo de priorizar a los productos de acuerdo a la producción de cada una de sus presentaciones, tomando como data la producción que se obtuvo en el año 2017. Como se muestra en la tabla las sillas pandoras o PVC son las que ha tenido mayor participación en el mercado con un 36,35 % de total de los productos perteneciendo al grupo A; motivo por el cual el siguiente trabajo de investigación se enfocara en este producto.

Tabla N°03. Clasificación ABC de los productos.

Productos	Venta anual	% Cantidad anual	Clasificación
Sillas pandoras o PVC	5 980	36,35%	A
Carpetas metálicas	2 940	17,87%	B
Sillas tapizadas PVC	2 500	15,20%	B
Bancos de metal	1 744	10,60%	B
Sillas giratorias	1 456	8,85%	C
Mesas metálicas	720	4,38%	C
Butaca	520	3,16%	C
Archivadores	298	1,81%	C
Banco de metal de cuero	150	0,91%	C
Credanza	87	0,53%	C
Gavinetes	56	0,34%	C
Total	16 451	100,00%	--

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

En la tabla N°04 se aprecia el porcentaje de productos no atendidos, siendo las sillas pandoras con un 56,97% del total de pedidos no atendidos, motivo por el cual se escoge como producto para esta investigación.

Tabla N°04. Porcentaje de productos no atendidos.

Productos	Venta anual	Demanda anual	Diferencia	Porcentaje
Sillas pandoras o PVC	5 980	7 165	1 185	56,97%
Carpetas metálicas	2 940	3 345	405	19,47%
Sillas tapizadas PVC	2 500	2 600	100	4,81%
Bancos de metal	1 744	1 850	106	5,10%
Sillas giratorias	1 456	1 640	184	8,85%
Mesas metálicas	720	820	100	4,81%
Butaca	520	520	0	0,00%
Archivadores	298	298	0	0,00%
Banco de metal de cuero	150	150	0	0,00%
Credanza	87	87	0	0,00%
Gavinetes	56	56	0	0,00%
Total	16 451	18 531	2 080	


Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

3.2.3. Descripción del Producto

✓ Sillas PVC o pandora:

Las sillas pandoras o PVC están hechas de acero, su uso principal es para sentarse dentro de una sala de esperas, oficinas, conferencias, etc., esto depende del uso que el cliente prefiera darle. Las sillas pandoras poseen un respaldo con una ligera inclinación, que permite al usuario brindarle una mejor comodidad, a su vez sus asientos tienen un diseño ergonómico que brindar soporte y conformidad al momento del uso, las sillas pandoras se encuentran de color negro, plateadas, azul y rojo; a continuación se presenta la ficha técnica del producto:

Tabla N° 05. Ficha técnica de la silla pandora o PVC

FICHA TECNICA SILLAS PANDORA O PVC		
Fecha: 11/04/2017	N° Ficha: 01	
		
Color	Negro, planta, rojo y azul	
Olor	No posee	
Forma	Amorfa	
Nombre de la materia prima	Acero	
Componentes	PVC respaldar	
	PVC asiento	
	Regatones	
Características físicas		
Dimensiones de la silla	Pulg	Centímetros
Largo	22 1/2 “	57,15 cm
Ancho	21 1/2 “	54,61 cm
Altura	32 1/2 “	82,55 cm
Dimensiones del respaldar	Pulg	Centímetros
Largo	18 1/2 “	46,99 cm
Ancho	16”	40,60 cm
Dimensiones del base	Pulg	Centímetros
Largo	18”	45,73 cm
Ancho	17”	43,18 cm

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

a. Desechos

- **Residuos metálicos:** Aquí encontramos viruta y polvo metálico que son provocados por la utilización de herramientas como el esmeril y las brocas, estos desechos son generados especialmente en el área de perforado y esmerilado.

b. Desperdicios

- **Tubos de acero:** Aquí encontramos los retazos de metal que son cortados, estos son apartados, ya que no serán utilizados en el proceso.
- **PVC:** Aquí encontramos los PVC defectuosos, estos son separados y apartados inmediatamente.
- **Pintura:** Cuando el operario ve que la pintura se ha contaminado con partículas es apartado.
- **Tornillos:** Cuando el operario detecta que los pernos están sin cabeza son descartados inmediatamente.

3.2.4. Materiales e Insumos

✓ Sillas pandora o PVC.

A. Materias primas.

- **Tubos de acero:** Son resistentes a la temperatura y presión, fuertes, duraderos, utilizados para dar la forma, resistencia y comodidad a las sillas, los tubos que utilizan son tubos de acero sin costura de 5/8 y 7/8 de pulgada.

B. Insumos:

- **PVC:** El policloro de vinilo, un plástico que se origina a partir de la polimerización del monómero de cloroetileno (también llamado como cloruro de vinilo).
- **Pintura para hierro:** Es una pintura anticorrosiva que se aplica como base o la primera pintura que se realiza a la superficie, que se aplica a los cuerpos de acero y otros metales.
- **Pintura de metal:** Es la pintura que se aplica después de la base, la mayoría de estos son anticorrosivos debido a que se trabaja con material propenso a corrosión.

- **Regatones 7/8”:** Son plásticos hecho de polietilenos y nitrilo de color negro se le conoce como pieza de goma antiderrapante que va insertado en el extremo de los diferente orificios de algún objeto, de manera que genere estabilidad y proporcione estilo a las sillas asimismo sirven como niveladores y como protección de superficies sobre la que se apoya un objeto.
- **Pernos 10x30 mm:** Es una pieza metálica lisa con cabeza hexagonales hechos de hierro, que se utiliza para ajustar las partes de las sillas.

C. Equipos y Herramientas.

- **Trozadora:** La empresa utiliza esta herramienta para cortar los tubos de acero, el corte que realiza es por abrasión mediante un disco otorgándonos cortes rectos y ángulos sobre los tubos.

Tabla N° 06. Especificaciones técnicas de la máquina trozadora

Variables	Especificaciones
Medidas	78 x 68 x 54 cm
Potencia	1 800 W
Voltaje	220 V
Peso	21,5 kg
Velocidad	4 700 r.p.m.
Uso	Ideal para carpintería, mueblerías, ebanistas, construcción civil e instalaciones en general.
Diámetro de disco	10" (254 mm)

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- **Dobladora:** Es una herramienta que se encarga de doblar los tubos de forma manual, con la ayuda de la fuerza de un operario forman el dobles que se necesita para la obtención de las sillas.

Tabla N° 07. Especificaciones técnicas de la máquina dobladora

Variables	Especificaciones
Capacidad de tubo	0,5 – 1’’
Ángulo de dobles	0-180°
Altura	110 cm
Peso	35 kg

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- **Taladro de pie:** El taladro es un instrumento donde se mecanizan los agujeros que se hacen a las piezas, para posteriormente ser empernadas.

Tabla N° 08. Especificaciones técnicas del taladro de pie.

Variables	Especificaciones
Medidas	Base:25 x 41 cm. Mesa:19 x 19 cm. Altura:157 cm
Potencia	750 W
Voltaje	220 V
Peso	54 kg
Velocidad	240 - 3090 r.p.m.

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

- **Esmeril:** Los esmeriles son utilizados para eliminar materiales sobrantes de las piezas así como también cortar rugosidades al material. En la actualidad existen diversas clases de discos que son utilizados para distintos tipos de materiales y trabajos.

Tabla N° 09. Especificaciones técnicas del esmeril.

Variables	Especificaciones
Esmeril 4-1/2" dewalt	Modelo D28402
Peso	4.6 Lb
Máxima Potencia de salida:	1200W
Peso	1,7kg
Diseño	cabezal de bajo perfil con acceso rápido a engranajes

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

- **Soldadora eléctrica:** En este proceso de soldadura los electrodos son aplicados en los extremos de las piezas que vamos a soldar, son colocadas juntas a presión, por la que se aplica la corriente eléctrica intensa durante unos segundos.

Tabla N° 10. Especificaciones técnicas de la soldadora eléctrica.

Variables	Especificaciones
Medidas	Ancho : 27.5 cm - Largo : 48.00 cm - Alto : 40cm
Potencia	5000 watt
Voltaje	220 V
Peso	21 kg
Regulable	Regule el Amperaje desde 65A hasta los 200A
Seguro	Auto-Apagado

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

- **Horno:** Es un dispositivo que genera calor y que lo mantiene dentro de un compartimiento cerrado. Aquí las sillas ingresan para fijar la pintura de manera que permanezca por años, la temperatura que la silla está expuesta en el horno no afecta su estructura.

Tabla N° 11. Especificaciones técnicas del horno.

Variables	Especificaciones
Potencia	220 W
Temperatura	180°

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

3.2.5. Proceso de producción

✓ Sillas Pandora o PVC.

- a. **Cortado:** En esta etapa el operario corta los tubos de acero de 5/8 y 7/8 de pulgada con la ayuda de una trozadora, antes de ser cortado cada tubo el operario mide las dimensiones correspondientes para la elaboración de cada silla, en el caso del respaldo se cortan tubos en medidas de 18 ½ de ancho y 16 pulgadas de altura, y para el asiento en dimensiones de 18 pulg de altura, 17 pulg de ancho, 17 pulg de largo.



Figura N°06. Cortados de los tubos.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- b. **Doblado:** El operario encargado de esta etapa realiza el doblado de los tubos cortados que ingresan de la etapa anterior, con la ayuda una dobladora de tubos manual dan la forma de las patas y del respaldar para posteriormente ser trasladadas al área de moldeado.



Figura N°07. Doblado de los tubos

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- c. **Moldeado:** En esta etapa el operario se encarga de moldear los tubos con las medidas correctas de la silla, esto lo realiza a través de la fuerza de tracción, para terminar de formar las curvaturas propias de la sillas pandoras.



Figura N°08. Moldeado de las piezas.
Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- d. **Perforado:** El operario responsable de esta área mide los tubos y traza las medidas para realizar las perforaciones con ayuda de un taladro de pie, donde irán los pernos que sujetaran los PVC (respaldares y asientos). En esta operación el operario utiliza una perforadora manual.



Figura N°09. Perforado de los tubos
Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- e. **Soldado:** En esta etapa el operario une los tubos formados, primero une la parte inferior aplicando soldaduras en cada extremo de los tubos y en las parte media de tal manera que se proporcione estabilidad en las sillas, seguidamente une con la parte superior.



Figura N°10. Soldado de las piezas
Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- f. **Esmerilado:** En esta etapa el operario elimina la rugosidad que se ha podido adquirir en las etapas posteriores, con la finalidad que el operario o usuario de la siguiente etapa no sufra algún corte a causa de ello.
- g. **Lavado:** Una vez que el producto sale del área de esmerilado pasa al área de lavado, en esta etapa se utiliza agua, lejías, detergentes y ácidos industrial, que sirven para limpiar las impurezas adquiridas en las etapas anteriores.



Figura N°11. Lavado de las sillas
Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- h. **Enjuagado:** En esta etapa el operario retira el detergente y los demás componentes de limpieza del producto dejándolo limpio y listas para ser transportadas al área de pintado.



Figura N°12. Enjuagado de las sillas.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- i. **Secado:** En esta etapa el operario pone en reposa las sillas con la finalidad que el agua que adquirieron en la etapa anterior seque por completo para posteriormente ingrese al área de pintado.
- j. **Pintado:** En esta etapa los operarios rocían de pintura base a las sillas, luego esperan por un lapso de 10 minutos para que seque, y posteriormente aplican la pintura plateada o negra esto varía de acuerdo a las especificaciones del cliente.
- k. **Hornado:** En esta etapa las sillas pintadas ingresan al horno durante un lapso de 40 minutos con la finalidad de que las sillas queden impregnadas con la pintura, y que esta no se despegue a pesar de los años. El horno empleado tiene una capacidad para 45 sillas.



Figura N°13. Etapa de hornado.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- l. Ensamblado:** Una vez que la sillas pandoras están pintadas y secas pasan al área de ensamblando en esta etapa se colocan los regatones y los PVC, dándole la forma final a la silla.



Figura N°14. Ensamblado de piezas.
Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- m. Empaquetado:** En esta etapa el operario de pintura hace una inspección a las sillas para observar que las sillas están correctamente pintadas y no hay ningún golpe o ralladuras adquirida en la etapa de ensamble.

3.2.6. Sistema de Producción.

El sistema de producción que tiene la empresa es intermitente, debido a los diferentes tipos de productos que esta posee y por la carencia de planificación provoca que se origine intuitivamente o por pedido, según crea conveniente la empresa.

3.2.7. Análisis para el Proceso de Producción:

Al proceso productivo ingresa un tubo de 7/8 de pulg para ser cortado en 4 piezas de 65 cm y dos piezas de 120 cm y un tubo de 5/8 de pulg que es cortado en 2 piezas de 51 cm durante esta operación hay 16% de pérdida del tubo 7/8 pulg y un 15% de pérdida del tubo 5/8 pulg; obtenida las piezas pasan hacer dobladas con la ayuda de una máquina dobladora manual consiguiendo ángulos de 30° y 112°, luego pasan a la etapa de moldeo donde deforman el material para darle la forma de una silla pandora, seguidamente pasa a la etapa de perforado donde se realiza 6 perforaciones con un diámetro de 30 mm, después el material ingresa al área de soldadura donde se realiza la unión de las piezas tanto del tubo de 7/8 pulg y 5/8 pulg,

esta operación es el cuello de botella del proceso productivo debido a que tiene el mayor tiempo de proceso, una vez soldada las piezas estas pasan a ser esmeriladas, en esta operación se elimina toda rugosidad o imperfecciones que se haya obtenido del operaciones anteriores, luego el material pasa al área de lavado donde se prepara para poder ser pintando en esta etapa de lavado se utiliza 0,01 L acido industrial en relación a cada silla, detergente y lejía, realizada la etapa de lavado el material pasa a ser enjuagado y seguidamente es secado al aire libre, secada las sillas estas son pintadas en dos capas, la primera es pintado con una pintura de hierro donde se utiliza 0,14 L para cada silla, luego se aplica una segunda capa con una pintura de metal color plateado (esto dependerá según los requerimientos de cada cliente) donde se utiliza 0,18 L por cada silla, posteriormente las sillas pasan a la etapa de horno donde se fija la pintura, después el material ingresa a la etapa de ensamblado durante esta etapa se le añade 4 regatones por cada silla, un PVC como respaldar y otro como sentadera y 6 pernos dándole así el acabado y ajuste a la silla y finalmente pasa a empaquetado donde se utiliza un cinta stretch film para evitar que esta sufra alguna ralladura.

Fábrica: Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.
 Edificios: _____ Producto: Silla Pandora o PVC
 Departamento: Producción
 Diagrama número: _____ 1 _____
 Hoja número: _____ de _____ hojas _____
 Aprobado por: _____ Revisado por: _____

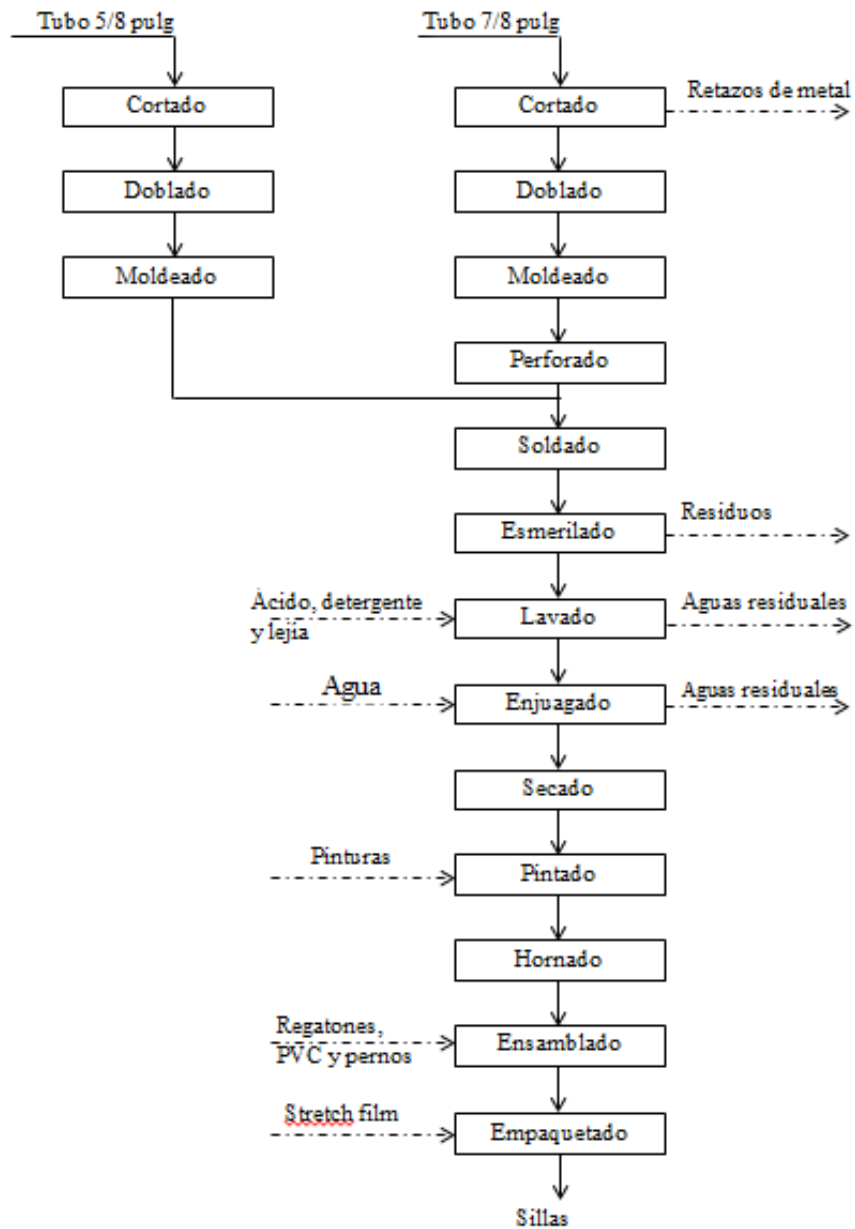


Figura N°15. Diagrama de bloques de la silla pandora o PVC

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

Sillas pandoras o PVC:

Las sillas pandoras o PVC se obtuvo un tiempo de 71,94 minutos para la elaboración de una silla, como resultado de 26 actividades, de las cuales se encontraron 13 operaciones 2 combinadas, 8 transportes, 2 demoras y 1 almacenamiento como se detalla en el diagrama de operaciones (figura N° 16 y 17). A continuación en la tabla N° 13 se detallan los tiempos de cada operación. Cabe señalar que el tamaño de la muestra se determinó tomando en cuenta la información del libro técnicas de medición, donde se adquirió el cuadro de general electric Company, desarrollados bajo la guía de Albert E.shaw, la cual nos señal una tabla en la que determina el número de ciclos de observación, según el tiempo de ciclo observado preliminarmente (véase tabla N°12).

La determinación del número de observaciones a realizar se halló según el tiempo ciclo el número de observaciones preliminares cuando son mayores de 40 minutos a más este debe ser de 3 observaciones. Según el muestreo preliminar el tiempo promedio del ciclo del proceso es de 71,94 minutos, por lo que se concluye que las 5 observaciones realizadas son las más convenientes.

El instrumento que se utilizó fue el cronómetro, además se elaboraron formatos para la toma de tiempos, y se manejó un celular para filmar las actividades y tareas que cada operario realiza en su estación de trabajo.

Tabla N° 12. Tabla general electric Company

Tiempo de ciclo(minutos)	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 - 5,00	15
5,00 - 10,00	10
10,00 - 20,00	8
20,00 - 40,00	5
40,00 - a mas	3

Fuente: Niebel [16].

Tabla N° 13. Número de observaciones preliminares.

N°	Actividades del proceso	Muestra (min)					$\sum X_i$ (min)	Tiempo promedio
		M1	M2	M3	M4	M5		
1	Cortado de tubo 7/8 pulg	4,5	4,4	4,6	4,7	4,9	23,1	4,6 min
2	Transporte al área de doblado	1	0,9	0,8	1,2	0,8	4,7	0,9 min
3	Doblado de tubos	1,5	1,2	1,3	1,4	1,1	6,5	1,3 min
4	Moldeado e inspección	1,3	1,5	0,9	1,4	1,1	6,2	1,2 min
5	Transporte al área de perforado	0,7	1,1	0,9	0,8	0,8	4,3	0,9 min
6	Perforado de tubos	5,5	4,9	5,3	5,2	5,4	26,3	5,3 min
7	Espera	1,5	1,2	1,1	1,1	1,3	6,2	1,2 min
8	Cortado de tubo 5/8 pulg	3,4	3,5	3,8	3,2	3,1	17	3,4 min
9	Transporte al área de doblado	0,8	0,8	0,9	1	0,9	4,4	0,9 min
10	Doblado de tubos	1,2	1	1,2	1,1	0,9	5,4	1,1 min
11	Moldeado e inspección	0,8	1,2	0,9	1	1,3	5,2	1,0 min
12	Transporte al área de soldado	1,4	1,3	1,1	0,9	1,5	6,2	1,2 min
13	Soldado de las piezas	9,4	10,9	11,5	10,6	11,1	53,5	10,7 min
14	Esmerilado	3,3	3,4	3,5	3,6	3,3	17,1	3,4 min
15	Transporte al área de lavado	2,3	2,2	1,9	2,2	2,1	10,7	2,1 min
16	Espera del material	1,5	1,6	1,6	1,4	1,5	7,6	1,5 min
17	Lavado	3,6	3,4	3,3	3,7	3,2	17,2	3,4 min
18	Enjuague	2,6	2,8	2,5	2,6	2,5	13	2,6 min
19	Espera del secado de las sillas	2,2	2,3	2,4	2,7	2,6	12,2	2,4 min
20	Transporte al área de pintado	2,8	2,6	2,5	2,7	2,6	13,2	2,6 min
21	Pintado	4,2	4,5	4,1	4,2	4,1	21,1	4,2 min
22	Hornado	1,6	1,8	1,5	1,4	1,6	7,9	1,6 min
23	Transporte al área de ensamble	2,5	2,7	2,6	2,5	2,6	12,9	2,6 min
24	Ensamble	7,9	7,7	8,2	7,5	9,1	40,4	8,1 min
25	Embalaje	1,5	1,2	1	1,1	1,2	6	1,2 min
26	Transporte al área de almacén	2,6	2,2	2,2	2,1	2,3	11,4	2,3 min
Total		72,7	72,3	71,2	71,1	72,4	359,7	71,94 min

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

Fábrica: Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.
 Edificios: _____ Producto: Silla Pandora o PVC
 Departamento: Producción
 Diagrama número: _____ 2 _____
 Hoja número: _____ de _____ hojas _____
 Aprobado por: _____ Revisado por: _____

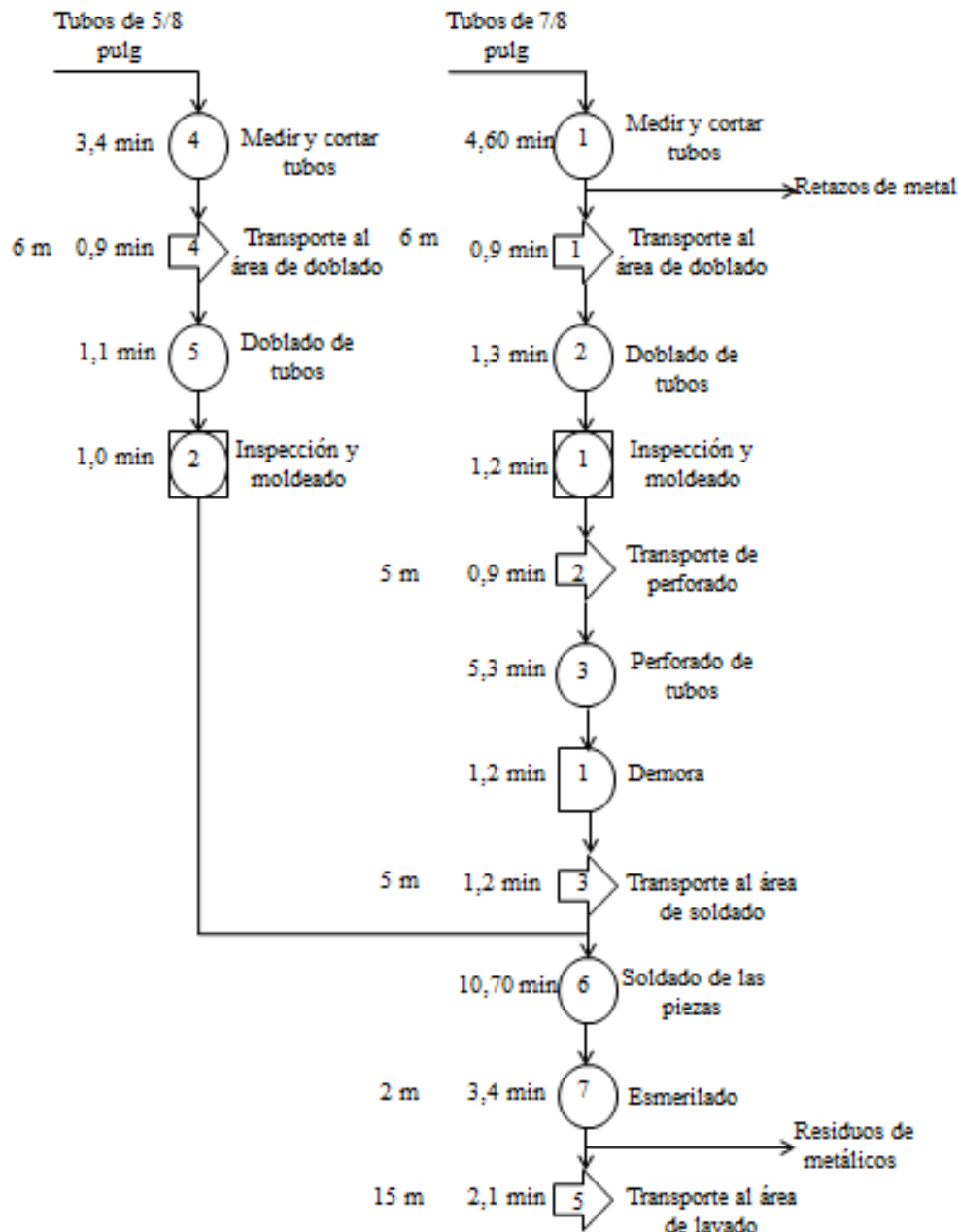
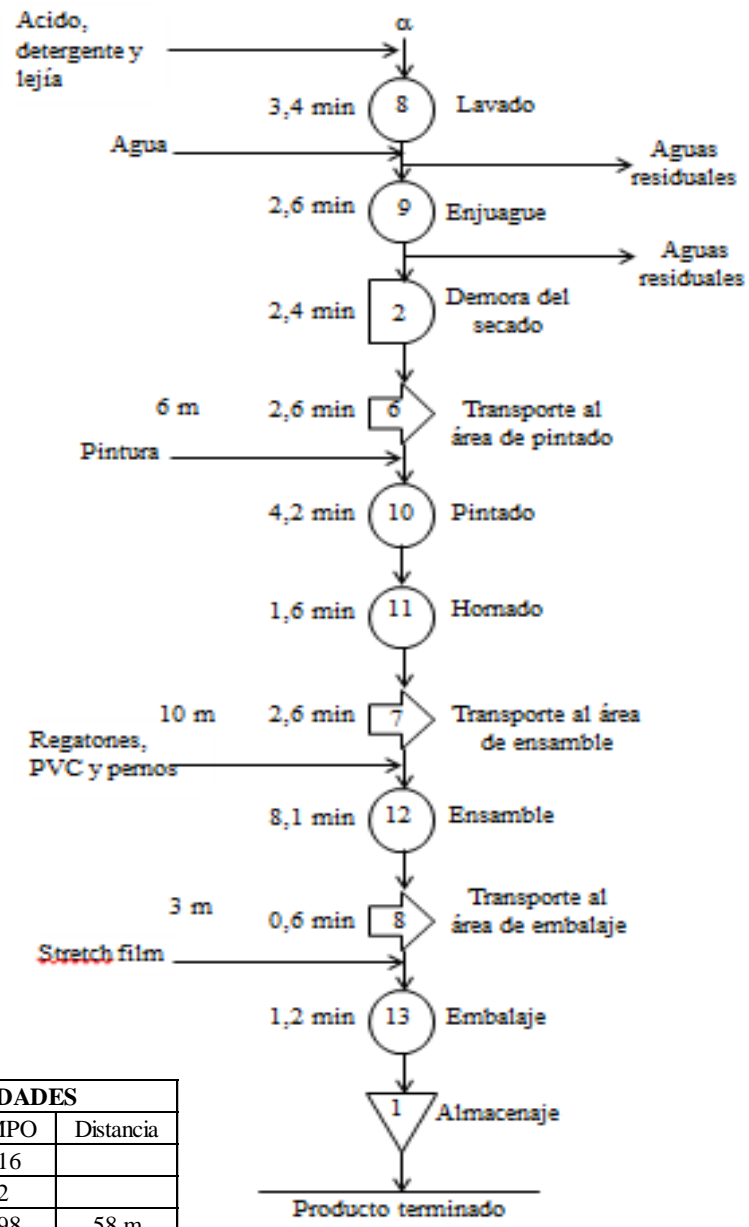


Figura N°16. Diagrama de análisis de la silla pandora o PVC.

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

Fábrica: Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.
 Edificios: _____ Producto: Silla Pandora o PVC
 Departamento: Producción
 Diagrama número: 3
 Hoja número: _____ de _____ hojas _____
 Aprobado por: _____ Revisado por: _____



RESUMEN DE ACTIVIDADES			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO	Distancia
Operación	13	51.16	
Combinada	2	2.2	
Transporte	8	14.98	58 m
Demora	2	3.6	
Almacén	1	0 min	
TOTAL	26	71.94	58 m

Figura N°17. Diagrama de análisis de la silla pandora o PVC.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

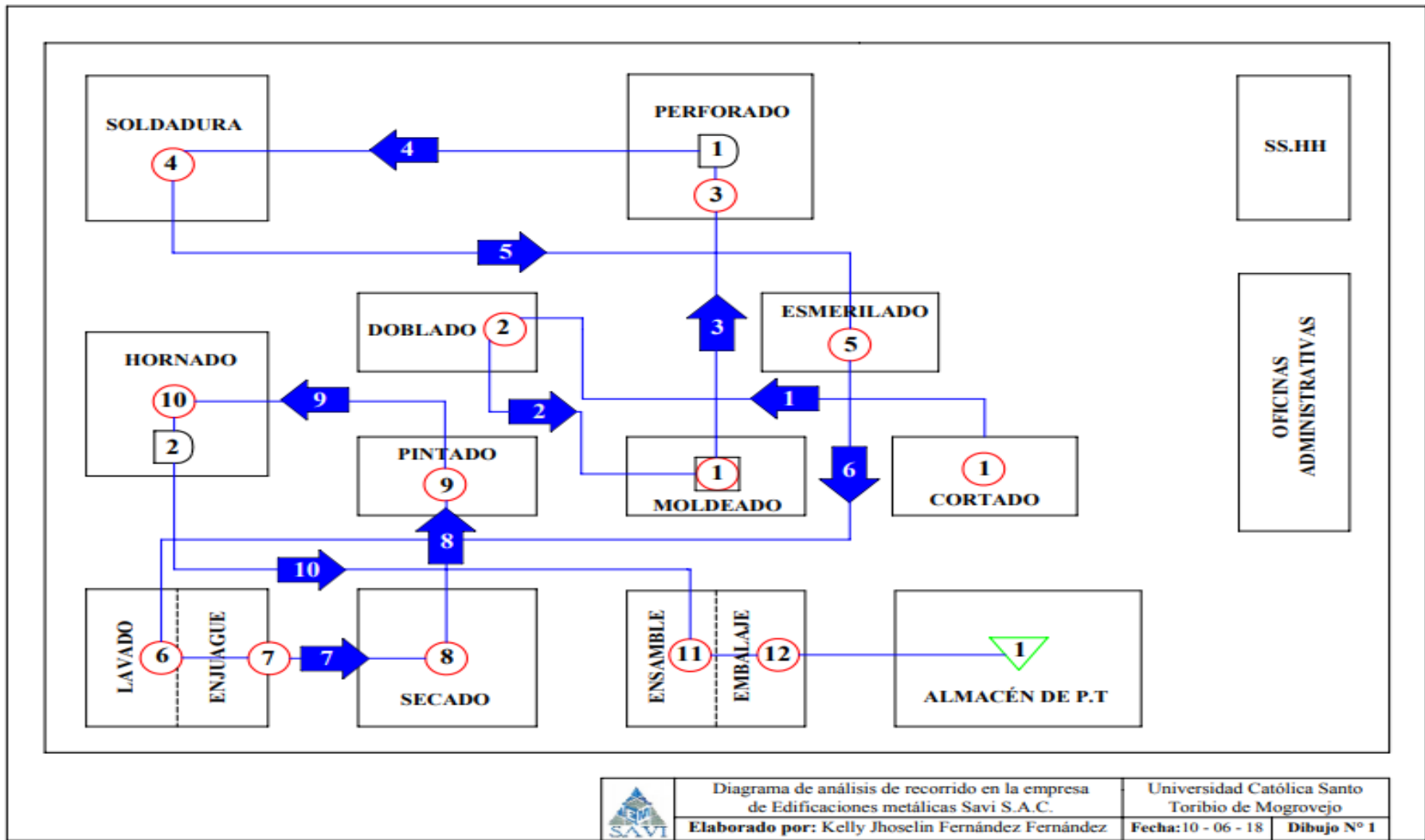


Figura N°18. Diagrama de recorrido de la silla pandora o PVC.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

✓ **Porcentaje de actividades productivas:**

Las actividades productivas se obtiene mediante la sumas de las operaciones e inspecciones, divididas entre el total del tiempo requerido para la obtención de una pieza. Como se puede ver en la siguiente ecuación el porcentaje de actividades productivas es de 74,15 %.

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{\text{Actividades necesarias}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = \frac{53,34}{71,94} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades productivas} = 74,15\%$$

✓ **Porcentaje de actividades improductivas:**

Las actividades improductivas se obtiene mediante la suma de las actividades que no generan valor al proceso entre ellas tenemos el transporte, la demora; a ello se divide entre el total del tiempo requerido. Como se muestra el porcentaje de actividades improductivas es de 25,85 %.

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{\text{Actividades innecesarias}}{\text{Total de actividades}} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = \frac{18,6}{71,94} \times 100$$

$$\% \text{ Actividades improductivas} = 25,85\%$$

3.2.8. Encuesta diagnóstica:

Para detectar las falencias que la empresa presenta se realizó una encuesta dirigida al personal de trabajo (véase en anexo N°01), donde se le ayudo al llenado de esta debido a que los operarios desconocían algunos de los términos propuesto, esto se realizó con la finalidad que obtener información fidedigna y posteriormente tomar decisiones. En esta se puede concluir que la empresa carece de un sistema de planificación y control de la producción. A continuación se presenta una los resultados de la encuesta.

Pregunta N° 01: La producción de la empresa depende.

Como se puede apreciar el siguiente cuadro la producción en la empresa depende de los pedidos de los clientes en un 100%. Debido a esto la empresa actualmente realiza su abastecimiento de materia prima de acuerdo a cada pedido.

Tabla N° 14. Porcentaje el funcionamiento de la producción.

Pregunta N° 01	N° encuestas	Porcentaje
Pedidos de los clientes.	7	100%
Personal	0	0%
Financiamiento	0	0%
Pronósticos.	0	0%
Capacidad de producción.	0	0%
Total	7	100%

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

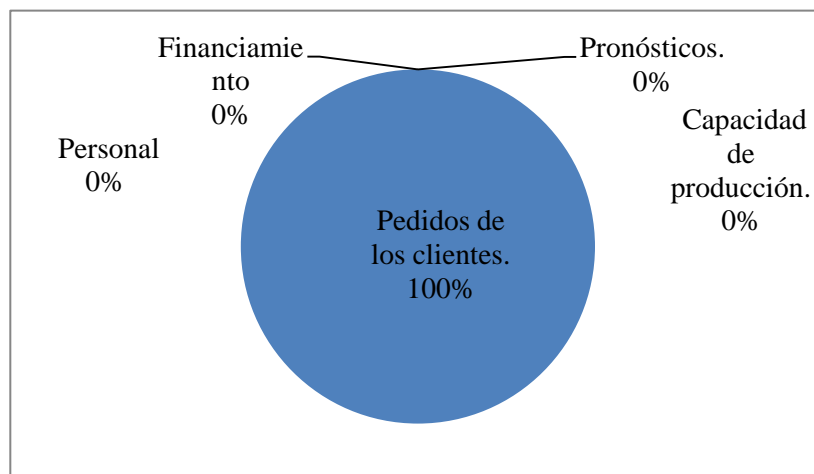


Figura N°19. Porcentaje el funcionamiento de la producción.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Pregunta N° 02: La empresa trabaja bajo indicadores establecido.

La pregunta dos se puede observar que la empresa no trabaja con indicadores de producción, productividad, eficiencia y capacidad, de lo cual se infiere que no trabajan bajo una programación y control de sus recursos.

Tabla N° 15. Porcentaje de indicadores presentes.

Pregunta N° 02	N° encuestas	Porcentaje
Producción	0	0%
Productividad de M.O.	0	0%
Productividad de M.P.	0	0%
Capacidad	0	0%
Eficiencia física	0	0%
Eficiencia económica	0	0%
Ninguno	7	100%
Total	7	100%

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

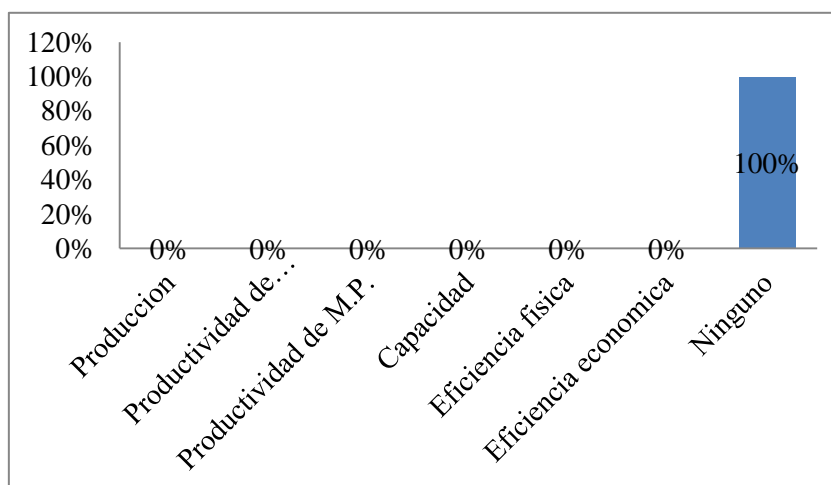


Figura N°20. Porcentaje de indicadores presentes.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Pregunta N°03. La empresa maneja modelos para planificar, programar y/o controlar la producción.

En la siguiente pregunta tiene como resultados de los operarios que estos no cuentan con ningún modelo de como planificar, programar y controlar la producción, así mismo desconocen del tema.

Tabla N° 16. Porcentaje de modelos de PCP.

Pregunta N° 03	N° encuestas	Porcentaje
Si	0	0%
No	7	100%
Total	7	100%

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

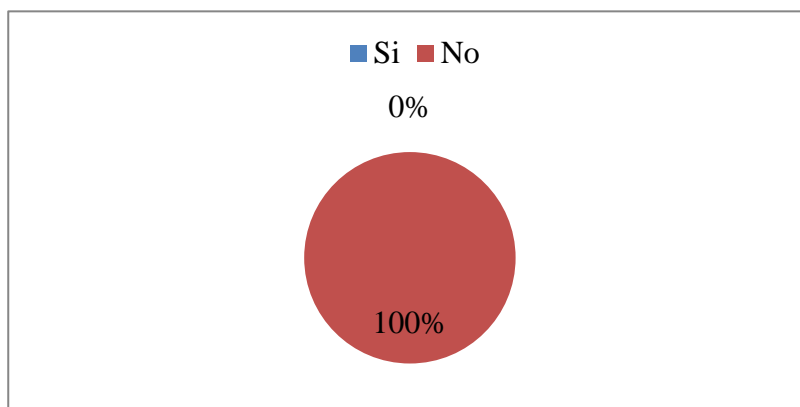


Figura N°21. Porcentaje de modelos PCP.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Pregunta N°04: ¿La empresa maneja un sistema de planeación basado en alguno de los siguientes conceptos para satisfacer su demanda?

En la siguiente pregunta se obtuvo que la empresa no cuenta con un sistema de planeación que le permita cumplir con la demanda, dando como consecuencia pedidos no atendidos (véase en la tabla N°20).

Tabla N° 17. Procentaje de sistemas de planeación.

Pregunta N° 04	N° encuestas	Porcentaje
Horas extras	0	0%
Subcontratación	0	0%
Contratación y despido del personal	0	0%
Stock de inventarios	0	0%
Otros	0	0%
Ninguno	7	100%
Total	7	100%

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

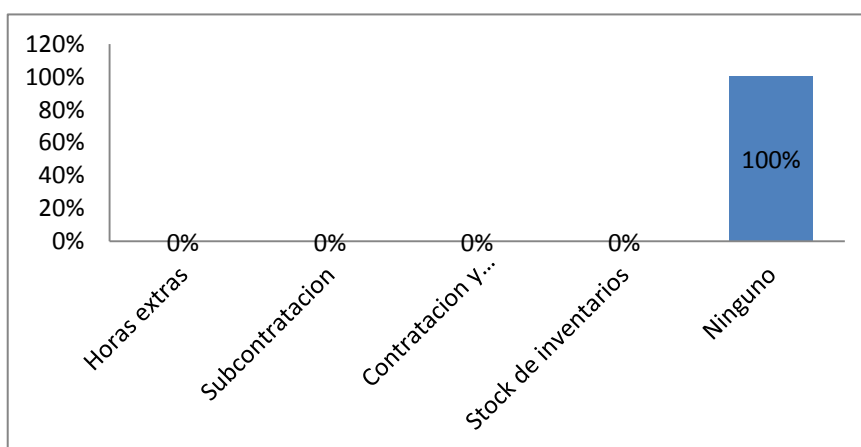


Figura N°22. Porcentaje de sistemas de planeación.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Pregunta N° 05. Manejan algún tipo de formatos para el control la producción:

Según los resultados de la encuesta manifiesta que no cuentan con ningún tipo de formato que les permita controlar la producción, dando como consecuencia una carencia de control de la producción.

Tabla N° 18. Porcentaje de formatos de control existentes.

Pregunta N° 05	N° encuestas	Porcentaje
Control de mantenimiento	0	0
Control de inventarios	0	0
Descripción del proceso	0	0
Control de producción diaria	0	0
Ninguno	7	100%
Total	7	100%

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

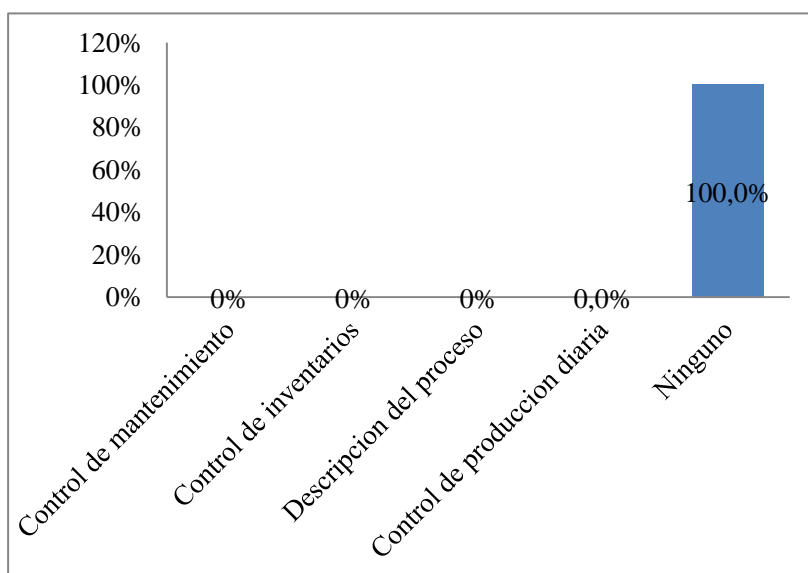


Figura N°23. Porcentaje de formatos de control existente.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Pregunta N°06. La empresa realiza alguna de estas funciones para controlar la producción.

En esta pregunta se obtuvo que la empresa que 57,1% de los trabajadores no realicen ninguna función para controlar la producción, el 28,6% revisan las cantidades de materia prima a comprar y 14,3% mira el número de existencias.

Tabla N° 19. Porcentaje de las funciones de control que realizan

Pregunta N° 06	N° encuestas	Porcentaje
Pronósticos de la demanda	0	0.0%
Cantidad de materia prima a comprar	2	28.6%
Numero de existencias	1	14.3%
Elaboración de cronogramas	0	0.0%
Ninguno	4	57.1%
Total	7	100%

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

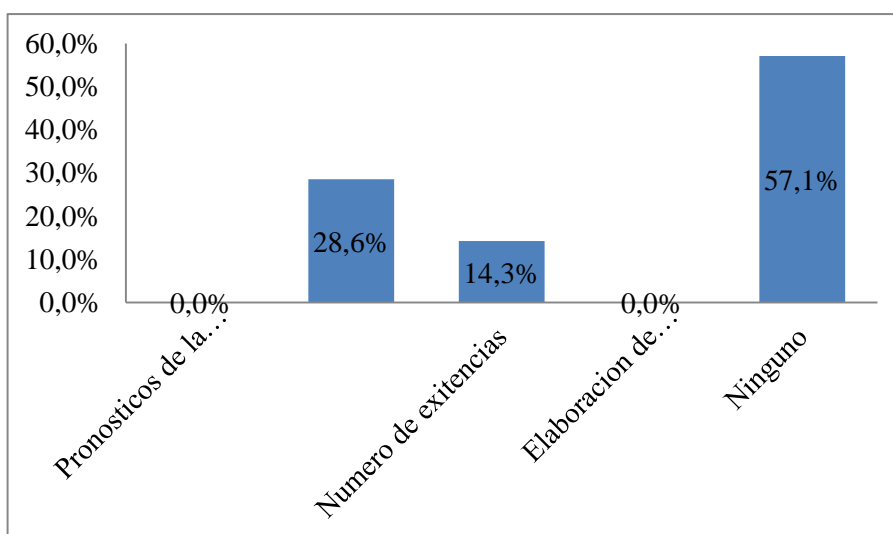


Figura N°24. Porcentaje de las funciones de control que realizan.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Pregunta N°07:Cuál de los siguientes es un problema está afectando la producción.

En la siguiente pregunta se obtuvo que el principal problema a un 100% es la falta de materia prima, esto está originando paros en la producción.

Tabla N° 20. Porcentaje de los principales problemas

Pregunta N° 07	N° encuestas	Porcentaje
Exceso de mantenimiento correctivo	0	0%
Falta de materia prima	7	100%
Falta de personal	0	0%
Problemas con la calidad	0	0%
Ninguno	0	0%
Total	7	100%

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

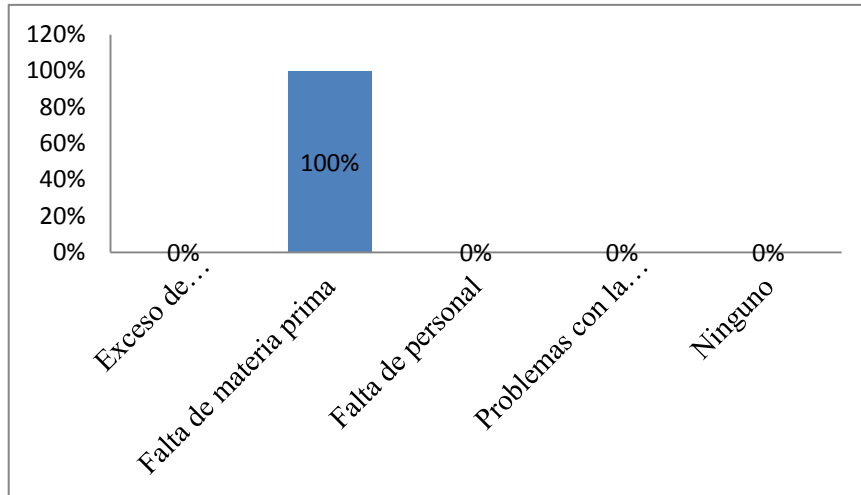


Figura N°25. Porcentaje de los principales problemas.
Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

3.2.9. Indicadores Actuales de Producción y Productividad.

Los indicadores actuales de productividad y producción se presentan a continuación, estos nos dan una idea de la situación en la que la empresa se encuentra, los datos que se utilizan se han tomado de acuerdo al diagrama de análisis de proceso de la figura N°16 y 17.

A continuación tenemos la producción acorde a los cuellos de botella actuales.

- ✓ **Producción:** La producción actual de la empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C. es de 252 sillas a la semana equivalente a 42 sillas diarias. Esta tiene un promedio de producción de 12 días para la elaboración de las sillas pandoras.

$$\mathbf{Producción} = \frac{\mathit{Tiempo\ base}}{\mathit{Tiempo\ ciclo}}$$

$$\mathit{Producción} = \frac{2\ 700 \frac{\mathit{minutos}}{\mathit{semana}}}{10,7 \frac{\mathit{minutos}}{\mathit{unidad}}}$$

$$\mathit{Producción} = 252 \frac{\mathit{unidades}}{\mathit{semana}}$$

- a. **Tiempo base:** Para calcular el tiempo base se tomó en cuenta los horas disponibles que la empresa cuenta, a ello se convirtió a minutos y luego se múltiplo por una semana

$$\mathbf{T tiempo base} = \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}} \times \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}} + \frac{60 \text{ min}}{\text{hora}} \times \frac{5 \text{ horas}}{\text{día}}$$

$$\mathbf{T tiempo base} = 2\,700 \frac{\text{minutos}}{\text{semana}}$$

- b. **Tiempo ciclo:** Es la restricción del proceso, en este caso es la etapa de soldado con 10,7 minutos, este dato nos permite ver el tiempo máximo en el que sale un producto.

- ✓ **Paros en la producción:** La empresa no cuenta con una producción fija, sino que trabaja bajo pedido y su abastecimiento de materia prima lo hacen de acuerdo a los pedidos que tienen; a consecuencia de ello los proveedores no logran cumplir con lo requerido de la empresa originando desabastecimiento de materia prima y paros en la producción, en consecuencia de que carecen de una programación de la producción que se necesita para satisfacer con la demanda del mercado, provocando a que no determinen exactamente cuánto ni cuando hacer el pedido para llegar a la producción. En la siguiente tabla N°21 se tiene el número de días de paro en la producción de la silla PVC y los motivos que han originado dicho paros, como se puede apreciar el total de días que han sido desabastecidos por falta de materia prima e insumos es de 17 días, esto es equivalente de 11,80 % de pedidos no atendidos por desabastecimiento.

$$\mathbf{Pedidos no atendidos} = \frac{17 \text{ días no atendidos/años}}{144 \text{ total de días atendidos}} \times 100\%$$

$$\mathbf{Pedidos no atendidos} = 11,80\%$$

Tabla N°21. Paro de la producción de sillas de PVC del año 2017

Meses	Paro de la producción	Producción diaria	Costo unitario	Perdida monetaria	Motivos
Ene	4	42	S/. 68,69	S/. 11 540,15	Falta de PVC
Feb	0	42	S/. 68,69	S/. -	---
Mar	1	42	S/. 68,69	S/. 2 885,04	Falta de pintura
Abr	1	42	S/. 68,69	S/. 2 885,04	Falta de PVC
May	3	42	S/. 68,69	S/. 8 655,12	Falta de regatones
Jun	2	42	S/. 68,69	S/. 5 770,08	Falta de M.P.
Jul	0	42	S/. 68,69	S/. -	---
Ago	1	42	S/. 68,69	S/. 2 885,04	Falta de pintura
Sep	0	42	S/. 68,69	S/. -	---
Oct	0	42	S/. 68,69	S/. -	---
Nov	2	42	S/. 68,69	S/. 5 770,08	Falta de tubo 5/8
Dic	3	42	S/. 68,69	S/. 8 655,12	Falta de PVC
Total	17	-	S/. 68,69	S/. 49 045,65	---

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

- ✓ **Capacidad:** La capacidad de la planta se muestra en la tabla N°22. Actualmente la empresa tiene una utilización del 21%.

Tabla N°22. Capacidades de la planta.

Producto	Capacidad de diseño	Capacidad utilizada	Capacidad ociosa	Utilización
Silla pandora o PVC	200 sillars/día	42 sillars/día	158 sillars/día	21 %

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

- ✓ **Productividad.**

- Productividad de mano de obra:** La empresa cuenta con 5 operarios en área de producción de metal. Para calcular la productividad de mano de obra es la producción entre el número de operarios.

$$Productividad_{m.o.} = \frac{42 \text{ sillars}}{5 \text{ operarios}} = 8,4 \frac{\text{sillars}}{\text{operario} \times \text{día}}$$

- Productividad de materia prima:** Para la producción de 42 sillars/día se utiliza 36 tubos de 7/8 pulgadas y 8 tubos de 5/8 pulgadas, ambos tubos tienen una longitud de

6m cada uno. Para encontrar la productividad de materia prima se ha dividido la producción obtenida entre la cantidad de recursos utilizados para la elaboración de las 42 sillas.

$$Productividad_{m.p.} = \frac{\frac{42 \text{ sillas}}{\text{día}}}{36 \text{ tubos} \times \frac{6m}{1 \text{ tubo}} + 8 \text{ tubos} \times \frac{6m}{1 \text{ tubo}}} = \frac{0,159 \text{ sillas}}{m. \text{ día}}$$

✓ **Eficiencia.**

a. Eficiencia económica:

- **Materia prima:**

Tabla N°23. Costo de la materia prima

Materia prima	Cantidad	Costo Unitario	Total
Tubo 7/8	36	10,6	S/. 381,60
Tubo 5/8	8	10	S/. 80,00
Pernos 30 x40 mm	252	0,3	S/. 75,60
Piezas de PVC	42	40,2	S/. 1 688,40
Pintura para hierro	4	23	S/. 92,00
Regatones	168	0,05	S/. 8,40
Pintura de metal	1	18	S/. 18,00
Acido industrial	1	15	S/. 15,00
Total			S/. 2 359,00

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

- **Energía:**

Tabla N°24. Costo de energía eléctrica.

Energía	KWh/día	Costo KWh	Total al día
Trozadora	13,4	0,18	2,41
Taladro de pie	5,6	0,18	1,01
Esmeril	9,6	0,18	1,73
Soldadura	40	0,18	7,20
Horno	1,76	0,18	0,32
Total	70,36	0,18	12,66

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

- **Operarios:**

Tabla N°25. Costo por operario al día

Puesto	Cantidad	Sueldo mensual	Total	Sueldo día
Gerente	1	1 800	1 800	69,23
Producción	1	1 500	1 500	57,69
Operarios	5	1 200	6 000	230,77
Administrador	1	1 600	1 600	61,54
Vendedores	2	1 200	2 400	92,31
Total	10	7 300	12 500	511,54

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- **Agua:**

Tabla N°26. Costo del agua por m3

Insumos	Cantidad (m3)	Costo (m3)	Total día
Agua	0,8	2,3	1,84

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- **Costo unitario:**

Tabla N°27. Costo unitario por silla

Descripción	Cantidad
Energía	S/. 12,66
Operarios	S/. 511,54
Insumos	S/. 1,84
Materia prima	S/. 2 359,00
Costo unitario	S/. 68,69

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Para calcular la eficiencia económica se halla mediante la división del ingresos entre la inversión que se ha realizado para la elaboración de las sillas pandoras o PVC. La empresa tiene una eficiencia económica de 1,31 lo cual indica que por cada sol invertido se está obteniendo un beneficio de 0,31 céntimos.

$$Eficiencia\ económica = \frac{90 \frac{\text{soles}}{\text{silla}} \times 42 \text{ sillas}}{\frac{68,69 \text{soles}}{\text{silla}} \times 42 \text{ sillas}} = 1,31$$

b. Eficiencia física: Es la relación existente en cuanto a los resultados obtenidos y los recursos empleados. Para la elaboración de una silla se necesitan 4 piezas de 65 cm, 2 piezas 120 cm de tubo 7/8 de pulgada y 2 piezas de 51 cm de tubo 5/8 de pulgada.

$$Eficiencia\ fisica = \frac{110,96\ m + 100,8\ m + 25,78}{264\ m}$$

$$Eficiencia\ fisica = 89,97\%$$

✓ **Pedidos no atendidos:** La empresa durante el año del 2017 ha presentado pedidos no atendidos de la sillas pandoras o PVC, el porcentaje de pedidos nos atendidos ha sido de 16,45% del total de pedidos.

$$Pedidos\ no\ atendidos = \frac{Pedidos\ no\ atendidas}{Total\ de\ pedidos}$$

$$Pedidos\ no\ atendidos = \frac{1\ 179\ unidades\ no\ atendidas}{7\ 165\ unidad\ pedidas}$$

$$Pedidos\ no\ atendidos = 16,45\%$$

Tabla N° 28. Pedidos no atendidos de sillas de PVC del año 2017

Mes	Sillas pandoras o PVC				
	Ventas	Demanda	Pedidos no atendidos	Costo de unitario	Total de la pérdida
Ene	550	750	200	S/. 68,69	S/. 13 738,28
Feb	566	650	84	S/. 68,69	S/. 5 770,08
Mar	320	320	0	S/. 68,69	S/. -
Abr	420	420	0	S/. 68,69	S/. -
May	420	420	0	S/. 68,69	S/. -
Jun	625	850	225	S/. 68,69	S/. 15 455,56
Jul	735	950	215	S/. 68,69	S/. 14 768,65
Ago	330	330	0	S/. 68,69	S/. -
Sep	445	445	0	S/. 68,69	S/. -
Oct	450	560	110	S/. 68,69	S/. 7 556,05
Nov	605	750	145	S/. 68,69	S/. 9 960,25
Dic	520	720	200	S/. 68,69	S/. 13 738,28
Total	5 980	7 165	1 185	S/. 68,69	S/. 80 987,15

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

✓ Cuadro resumen de los indicadores actuales:

Tabla N°29. Resumen de indicadores actuales.

Indicadores	Actual
Actividades productivas	74,15 %
Actividades improductivas	25,85%
Producción	42 sillas / día
Cuello de botella	10,7 minutos
Tiempo de proceso	71,94 minutos
Porcentaje de paros en la producción	11,80 %
Productividad de mano de obra	8,4 sillas / operario x día
Productividad de materia prima	0,159 sillas / m. x día
Eficiencia física	89,97 %
Eficiencia económica	0,31 soles
Capacidad utilizada	42 unid
Capacidad ociosa	158 unid
Capacidad de diseño	200 unid
Utilización	21 %
Porcentaje de pedidos no atendidos	16,45%

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

3.3. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO

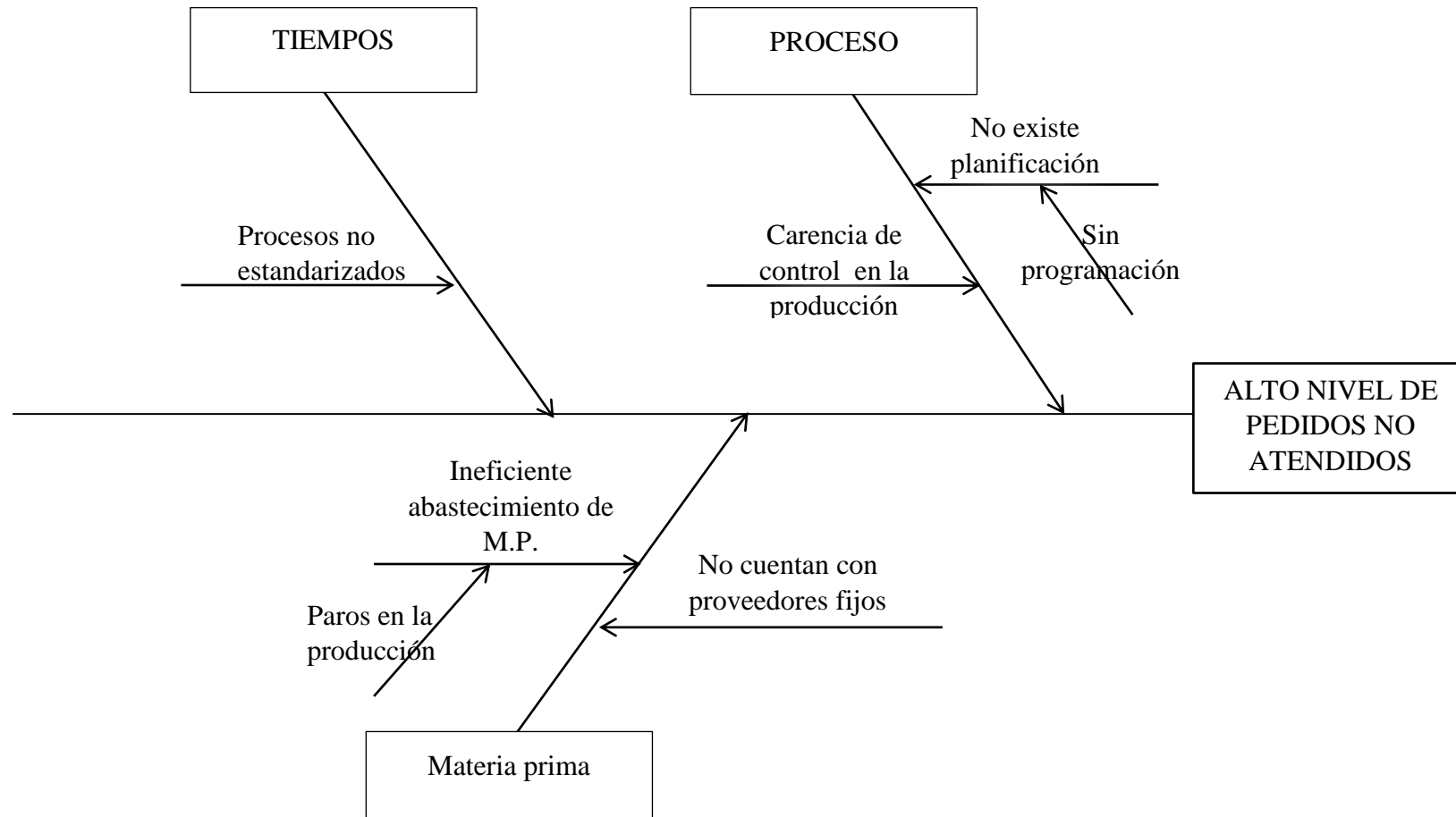


Figura N°26. Diagrama de Causa-Efecto.

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

3.4. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Tabla N°30. Matriz de operacionalización.

“PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN PARA DISMINUIR LOS PEDIDOS NO ATENDIDOS EN LA EMPRESA EDIFICACIONES METÁLICAS SAVI S.A.C.”						
Área	Problema	Causas	Metodologías	Técnicas / Herramientas	Logros	Indicadores
Producción	Pedidos no atendidos	Ineficiente abastecimiento de materia prima	Plan de requerimiento de materiales (MRP)	* El plan maestro de producción * Lista de materiales * Registro de inventarios	Nivel de servicio	$\% \text{ Pedidos no atendidos} = \frac{N^{\circ} \text{ de pedidos no atendidos}}{\text{Total de pedidos}}$ $\Delta \text{ Nivel de servicio} = \left(\frac{(\text{Pedidos atendidos 1} - \text{Pedidos atendidos 2})}{\text{Pedidos atendidos 1}} \right) * 100$
					Mejora de la Productividad	$P = \frac{\text{Producción}}{\text{Recurso utilizado}}$ $\Delta \text{ Productividad} = \left(\frac{(\text{Productividad 2} - \text{Productividad 1})}{\text{Productividad 1}} \right) * 100$
		Procesos no estandarizados	Ingeniería de métodos	Estudios de tiempos	Incremento de la producción	$\Delta \text{ Producción} = \left(\frac{(\text{Producción 2} - \text{Producción 1})}{\text{Producción 1}} \right) * 100$
					Disminución del cuello de botella	$C = \text{tiempo base/producción}$ $\% \text{Disminución del cuello de botella} = \left(\frac{(\text{Cuello de botella 1} - \text{Cuello de botella 2})}{\text{Cuello de botella 1}} \right) * 100$
				Estudio de movimientos	Disminuir los tiempos improductivos	$\% \text{Mov. improductivos} = \frac{\text{Movimiento improductivos}}{\text{total de movimientos}}$ $\Delta \text{ Disminución de Mov. improd} = \left(\frac{(\text{Mov. improd. 1} - \text{Mov. improd 2})}{\text{Mov. improd 1}} \right) * 100$
					No cuentan con un plan de producción	Planificación y control de la producción

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

3.5. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

3.5.1. Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción.

Problema de Producción N°01: Ineficiente abastecimiento de materia prima

❖ Causas Posibles:

El principal problema que causa el inadecuado abastecimiento de materias primas son los paros en la producción, que tiene como resultado la demanda insatisfecha del mercado, la causa es la inexistencia de un plan de requerimientos de materiales donde me indique las cantidades necesarias que se deben adquirir para satisfacer la demanda y la falta de un control de inventarios constante.

Propuesta de Solución:

La solución al siguiente problema es precisar la producción mediante un pronóstico de la demanda, con la finalidad de obtener un plan maestro de producción y realizar un adecuado requerimiento de materiales con el objetivo de no quedar desabastecido y evitar los paros de producción.

Problema de Producción N°02: Procesos no estandarizados.

❖ Causas Posibles:

Los operarios no tienen estandarizados sus procesos actualmente, cada uno de ellos trabaja de manera empírica, es decir de acuerdo a sus habilidades y técnicas que han adquirido en transcurso de su vida laboral.

Propuesta de Solución:

La solución que se plantea a este problema es estandarizar los tiempos de cada actividad, con la finalidad de reducir las actividades improductivas de manera que la producción incremente.

Problema de Producción N°03: Carecen de un planificación de la producción.

❖ Causas Posibles:

El problema que causa la carencia de un plan de producción son los pedidos no atendidos debidos a que esta carece de una planeación agregada que permita asegurar que hay suficientes capacidad para satisfacer la demanda.

Propuesta de Solución:

Para solucionar este problema se propone planificar la producción, ya que la empresa carece un plan de producción, con la finalidad de poder cumplir con los pedidos no atendidos y obtener beneficios para la empresa.

3.6. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Una vez desarrollado el diagnóstico de la empresa y determinado los problemas con las causas que provocan, se procedió a plantear las soluciones con su respectiva metodología a realizarla.

3.6.1 Desarrollo de Mejoras

3.6.1.1 Mejora 1. Estandarización de tiempos:

El segundo objetivo es estandarizar el proceso de producción en la empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C., lo primero a realizar fue determinar las actividades que se realizan los operarios para la obtención de una unidad (sillas pandora), luego se segregó cada actividad en tareas para determinar cuál de aquellas tareas son las que dan valor agregado al producto y cual de ella no, estas actividades han sido enumeradas y descritas acorde a la figura 16 y 17, la cual fue el DAP del producto estudiado.

El proceso productivo del producto estudiando consta de 26 actividades cada una de ellas se encuentra segregada por tareas que hacen un total de 57 tareas.

A continuación en la tabla N° 31 se detallan las actividades productivas e improductivas por cada tarea como se puede observar 38 tareas son aquellas que agregan valor a la elaboración de una silla y 19 son las que no generan ningún valor al producto. Se segregaron las actividades con la finalidad de suprimir aquellas tareas que no están generando valor al producto y evaluar con mejor atención las que generan valor.

Tabla N°31. Actividades productivas e improductivas del proceso de fabricación de sillas PVC o pandora

N°	Actividades del proceso	Descripción de la tarea	Actividades productivas	Actividades improductivas
1	Cortado de tubo 7/8 pulg	Demora		x
		Medición	x	
		Cortado	x	
2	Transporte al área de doblado	Transporte		x
3	Doblado de tubos	Doblado	x	
		Transporte	x	
4	Moldeado e inspección	Moldeado 1	x	
		Inspección 1		x
		Moldeado 2	x	
		Inspección 2	x	
5	Transporte al área de perforado	Transporte	x	
6	Perforado de tubos	Demora		x
		Perforado	x	
		Inspección		x
7	Espera	Espera		x
8	Cortado de tubo 5/8 pulg	Transporte		x
		Medición	x	
		Cortado	x	
		Inspección		x
9	Transporte al área de doblado	Transporte	x	
10	Doblado de tubos	Doblado	x	
11	Moldeado e inspección	Moldeado 1	x	
		Inspección 1		x
		Moldeado 2	x	
		Inspección 2	x	
12	Transporte al área de soldado	Transporte	x	
13	Soldado de las piezas	Demora 1		x
		Soldado 1	x	
		Transporte		x
		Soldado 2	x	
		Inspección 2	x	
		Demora		x
14	Esmerilado	Esmerilado	x	
15	Transporte al área de lavado	Transporte	x	
16	Espera del material	Espera		x
17	Lavado	Medición de la cantidades		x
		Aplicación de insumos	x	
		Lavado de la sillas	x	
		Transporte	x	

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Tabla N°31. Actividades productivas e improductivas del proceso de fabricación de sillas PVC o pandora

18	Enjuague	Demora		x
		Enjuague	x	
19	Espera del secado de las sillas	Espera		x
20	Transporte al área de pintado	Transporte	x	
21	Pintado	Inspección	x	
		Pintado	x	
		Transporte	x	
22	Hornado	Hornado	x	
23	Transporte al área de ensamble	Transporte	x	
24	Ensamble	Colocar del PVC	x	
		Ajuste de pernos	x	
		Inspección		x
		Colocar los regatones	x	
		Inspección	x	
		Transporte	x	
25	Embalaje	Aplicación de cinta	x	
26	Transporte al área de almacén	Transporte		x
Total			38	19

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

A continuación se detalla el motivo por el cual las tareas improductivas han sido suprimidas del proceso productivo:

En la actividad N°01, 08 que es la de corte se suprimió la tarea de demora ya que el operario le toma tiempo innecesario en la localización de sus instrumentos de seguridad para el uso de esta, es por ello que se propone ubicarlo en lugar cercano a su área de trabajo evitando este tiempo. Además se elimina la inspección de la actividad 08 ya que no genera ningún valor al producto.

Actividad N°02, 26: Los transportes dentro de una instalación son necesarios, sin embargo en exceso son inútiles, es por ello que pueden recortarse las distancias entre actividades de manera que se puede ganar más tiempo productivo.

Actividad N°04, 11: La actividad de moldeado e inspección se suprimió la tarea de inspección uno ya que se realiza una inspección final, donde se puede realizar la misma tarea.

Actividad N° 06 que es la perforado de tubos se suprimo la tarea de demora e inspección, puesto que en la etapa siguiente es la esmerilado donde se eliminada toda imperfección o rugosidades que han podido traer consigo de etapas anteriores.

Actividad N°13: La etapa de soldado se suprimieron las tareas de demora y transporte, ya que se consideró que no es necesario que operario este buscando los palos de soldadura, levantamiento de casco, inspecciones innecesarias sino que se realizará una al final de soldado y sus utensilios se encontraran cercanos a su centro de trabajo.

Actividad N°16 y 17: Son las actividades de espera de material se suprimió esta actividad puesto que se consideró que los insumos que serán utilizados deben estar cercanos al centro de trabajo y en lo que concierne al lavado se suprimió la tarea de medición de los insumos a utilizar una que teniendo las cantidad requeridas y determinadas esta actividad pasaría anularse.

Actividad N°18: Se suprimo la demora que existe en esta etapa ya que se considera que es innecesaria dentro del proceso debido a que no está generando ningún valor al proceso.

Actividad N° 24: Se suprimió la tarea de inspección puesto que no se considera necesaria ya que existe una segunda inspección donde se puede realizar las mismas labores que la primera, reduciéndose de dos inspecciones a una inspección final.

En la tabla N° 17 se observa sólo las actividades necesarias para el proceso, de las cuales se tomaron los tiempos u observaciones necesarios para establecer tiempos estándares en el orden que se encuentran enumeradas a continuación.

Tabla N°32. Actividades productivas del proceso de fabricación de sillas PVC

N°	Actividades del proceso	Descripción de la tarea	Actividades productivas
1	Cortado de tubo 7/8 pulg	Medición	x
		Cortado	x
2	Doblado de tubos	Doblado	x
		Transporte	x
3	Moldeado e inspección	Moldeado 1	x
		Moldeado 2	x
		Inspección 2	x
4	Transporte al área de perforado	Transporte	x
5	Perforado	Perforado	x
6	Cortado de tubo 5/8 pulg	Medición	x
		Cortado	x
7	Transporte al área de doblado	Transporte	x
8	Doblado de tubos	Doblado	x
9	Moldeado e inspección	Moldeado 1	x
		Moldeado 2	x
		Inspección 2	x
10	Transporte al área de soldado	Transporte	x
11	Soldado	Soldado 1	x
		Soldado 2	x
		Inspección 2	x
		Transporte	x
12	Esmerilado	Esmerilado	x
13	Transporte al área de lavado	Transporte	x
14	Lavado	Aplicación de insumos	x
		Lavado de la sillas	x
		Transporte	x
15	Enjuague	Enjuague	x
16	Transporte al área de pintado	Transporte	x
17	Pintado	Inspección	x
		Pintado	x
18	Hornado	Hornado	x
19	Transporte al área de ensamble	Transporte	x
20	Ensamble	Colocar del PVC	x
		Ajuste de pernos	x
		Colocar los regatones	x
		Inspección	x
		Transporte	x
21	Embalaje	Aplicación de cinta	x
Total			38

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

➤ Cálculo del número de observaciones

Mediante el método estadístico se puede tener un número de observaciones más exacto, para ello se debe determinar antes un muestreo preliminar (tabla N°12) con la finalidad de poder determinar el número de observaciones que serán necesarias para el estudio.

La fórmula estadística que se utilizó es la siguiente:

$$n = \left(\frac{\theta x t}{k \bar{x}} \right)^2$$

Dónde:

- Θ = desviación estándar
- T= distribución
- K= una fracción aceptable de x

Para obtener “n” que es el número de observaciones, lo primero que se realizó es calcular la desviación estándar para cada actividad, y de acuerdo a cada resultado se buscó en la tabla distribución (anexo 02) para obtener “t” luego se consideró un error de 0,05 y se calculó el tiempo promedio teniendo como base la muestra preliminar. Los siguientes datos se introdujeron a la fórmula proporcionada anteriormente; los resultados obtenidos fueron distintos y elevados es por ello que se utilizó el número de observaciones de la actividad más variable, en este caso es la actividad de soldado.

Los cálculos realizados se muestran a continuación, como se puede observar el resultado fue de 8 observaciones, este dato obtenido se aplicará para cada actividad.

$$n = \left(\frac{0,679 \times 2,571}{0,05 \times 12,7} \right)^2 = 7,96 \approx 8 \text{ muestras}$$

A continuación en la tabla N° 33 se muestra las observaciones realizadas para cada actividad obteniendo un tiempo promedio 72,3 minutos, una vez obtenido este dato se debe calcular el tiempo normal y agregar los suplementos necesarios para la realización de las siguientes actividades.

Tabla N°33. Tiempo promedio para la fabricación de una silla PVC.

N°	Actividades del proceso	Descripción de la tarea	Muestra (min)								Tiempo promedio (min)	Total de tiempo
			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8		
1	Cortado de tubo 7/8 pulg	Medición	1,6	1,9	2,3	1,8	2	1,9	2,3	2,2	2,00	4,10 min
		Cortado	2,1	2,2	1,9	2	2,1	2,3	1,8	2,4	2,10	
2	Doblado de tubos	Doblado	0,9	0,8	1	1,1	1,1	0,9	1,2	0,8	0,98	1,29 min
		Transporte	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,4	0,31	
3	Moldeado e inspección	Moldeado 1	0,6	0,6	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4	0,51	1,14 min
		Moldeado 2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,7	0,5	0,48	
		Inspección 2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,15	
4	Transporte área de perforado	Transporte	0,7	1,1	0,9	0,8	0,8	0,9	0,7	0,8	0,84	0,84 min
5	Perforado	Perforado	2,9	2,8	2,7	3,2	3	2,8	3,5	3,3	3,03	3,03 min
6	Cortado de tubo 5/8 pulg	Medición	1,1	0,9	0,8	0,8	0,7	0,9	1	0,9	0,89	2,36 min
		Cortado	1,6	1,3	1,5	1,4	1,4	1,7	1,4	1,5	1,48	
7	Transporte al área de doblado	Transporte	0,8	0,8	0,9	1	0,9	1,1	0,8	0,9	0,90	0,90 min
8	Doblado de tubos	Doblado	1,2	1	1,2	1,1	0,9	1,1	1,2	1,1	1,10	1,10 min
9	Moldeado e inspección	Moldeado 1	0,4	0,6	0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	0,48	1,00 min
		Moldeado 2	0,5	0,4	0,6	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,48	
		Inspección 2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,21	
10	Transporte al área de soldado	Transporte	1,6	1,2	1,2	1	1,5	1,1	0,9	1,1	1,20	1,20 min
11	Soldado de las piezas	Soldado 1	3,2	3,1	2,9	2,7	3,5	3,1	3	3,2	3,09	7,10 min
		Soldado 2	3,5	3,4	3,6	3,3	3,2	3,5	3,3	3,2	3,38	
		Inspección 2	0,8	0,5	0,6	0,7	0,8	0,6	0,4	0,7	0,64	
12	Esmerilado	Esmerilado	3,2	3,4	3,5	3,5	3,3	3,2	3,2	3,4	3,34	3,34 min

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

13	Transporte al área de lavado	Transporte	1,9	2,2	1,9	2,3	2,1	2,4	2,6	2,2	2,20	2,20 min
14	Lavado	Aplicación de insumos	0,6	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,4	0,7	0,56	2,41 min
		Lavado de la sillas	2,1	1,7	1,8	1,6	1,5	1,6	1,7	1,8	1,73	
		Transporte	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,13	
15	Enjuague	Enjuague	2,2	1,8	2,1	1,9	2	1,9	1,7	1,9	1,94	1,94 min
16	Transporte al área de pintado	Transporte	3	2,4	2,8	2,7	2,6	2,4	2,3	2,4	2,58	2,58 min
17	Pintado	Inspección	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	0,7	0,56	4,40 min
		Pintado	2,8	3,1	2,9	2,8	3	3,1	3,2	2,9	2,98	
		Transporte	0,8	0,7	0,6	0,9	1,1	1	0,7	1,1	0,86	
18	Hornado	Hornado	1,4	1,8	1,6	1,4	1,6	1,6	1,8	1,7	1,61	1,61 min
19	Transporte al área de ensamble	Transporte	2,5	1,7	2,6	2,5	2,6	3,4	2,6	2,3	2,53	2,53 min
20	Ensamble	Colocar del PVC	2,2	2,5	2,3	2,4	2,6	2,3	2,8	2,2	2,41	6,34 min
		Ajuste de pernos	1,5	1,6	1,8	1,2	1,6	1,7	1,5	1,9	1,60	
		Colocar los regatones	0,8	0,7	0,9	0,8	0,7	0,8	0,9	0,7	0,79	
		Inspección	0,4	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6	0,5	0,61	
		Transporte	0,9	0,8	1	0,8	0,9	1	1,1	0,9	0,93	
21	Embalaje	Aplicación de cinta	1,5	1,2	1	1,1	1,2	0,9	2,2	1,6	1,34	1,34 min
Total			56,5	54,3	56,1	54,1	56,1	57,3	57,4	56,6	56,05	52,75 min

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

➤ **Tiempo normal**

Para obtener el cálculo del tiempo normal se realiza la calificación de la operación mediante un método de valoración originando un factor de calificación y se calcula el tiempo normal.

$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio} \times \text{factor de calificación}$$

El factor de calificación que se usó es el de Westinghouse Electric Corporation debido a que es el más antiguo y mayor aplicación según el libro de Nievel [20]. Este método considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

- **Habilidad:** Se define con el grado de habilidad para perseguir un método de trabajo y la relación que se tiene con experiencia ganada por los años laborales. La habilidad de un operario en una actividad incrementa con el tiempo, debido que el operario realiza una actividad varias veces, generando a esta mayor rapidez, movimientos más precisos, evita errores. El sistema de calificación de Westinghouse enumera seis grados o clases de habilidades que representan un grado de competencia aceptable para la evaluación.
- **Esfuerzo:** Es la demostración de la voluntad para trabajar con efectividad. El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad y el operario puede controlar en un grado alto. El esfuerzo se califica en 6 clases.
- **Condiciones:** Las condiciones a las que se refiere este procedimiento de calificación del desempeño afectan al operario y no a la operación, la mayoría de los casos las condiciones se califican como normal o promedio en la mayoría de los casos, ya que las condiciones se evalúan como una comparación con la forma en que es usual encontrarlas en la estación de trabajo.
- **Consistencia:** La consistencia se inspecciona cuando el trabajador está ejecutando su trabajo. Los valores de tiempo elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

Las tablas de calificación de cada factor que se utilizó para cada actividad se encuentran en el anexo 03. A continuación en la tabla N° 34 se muestran los tiempos normales.

Tabla N°34. Calculo del Tiempo Normal

N°	Actividades del proceso	Tiempo promedio (min)	Factor de calificación (min)				ΣXi (min)	Tiempo Normal (min)
			Habilidades	Esfuerzo	Condiciones	consistencia		
1	Cortado de tubo 7/8 pulg	4,10	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	4,67
2	Doblado de tubos	1,29	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	1,47
3	Moldeado e inspección	1,14	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	1,30
4	Transporte al área de perforado	0,84	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	0,90
5	Perforado	3,03	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	3,45
6	Cortado de tubo 5/8 pulg	2,36	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	2,69
7	Transporte al área de doblado	0,90	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	0,97
8	Doblado de tubos	1,10	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	1,25
9	Moldeado e inspección	1,00	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	1,14
10	Transporte al área de soldado	1,20	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	1,30
11	Soldado de las piezas	7,10	0,03	0,05	0,02	0,01	1,11	8,21
12	Esmerilado	3,34	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	3,80
13	Transporte al área de lavado	2,20	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	2,38
14	Lavado	2,41	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	2,75
15	Enjuague	1,94	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	2,21
16	Transporte al área de pintado	2,58	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	2,78
17	Pintado	4,40	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	5,02
18	Hornado	1,61	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	1,84
19	Transporte al área de ensamble	2,53	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08	2,73
20	Ensamble	6,34	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	7,48
21	Embalaje	1,34	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14	1,52
Total		52,75						59,86

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

➤ **Cálculo del tiempo Estándar.**

Para calcular el tiempo estándar es la división del tiempo normal entre uno menos los suplementos, los suplementos utilizados para cada uno de las actividades fueron obtenido de la tabla de suplementos por descanso.

$$Tiempo Estándar = \frac{Tiempo normal}{1 - factor de suplementos}$$

Los suplementos por descanso se tomaron del anexo 04, sin embargo extrajimos en este cuadro los que se requieren en este proceso de producción.

Tabla N° 35. Suplementos de descanso.

suplementos por descanso	Porcentaje
Necesidades personales (NP)	5
Básicos por fatiga (F)	4
Trabajo de pie (TP)	2
Postura anormal (PA)	2
Uso de la fuerza (UF)	3
Iluminación (I)	2
Monotonía física (MF)	2

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

Por lo tanto para la primera operación que es medición y cortado del tubo 7/8 pulg el tiempo estándar es 5,43 min, como se aprecia en la tabla N° 36.

$$Tiempo Estándar = \frac{4,67}{1 - 0,14}$$

$$Tiempo Estándar = 5,43 \text{ min}$$

A continuación se muestra los tiempos estándares actuales que la empresa le toma realizar una unidad, como se puede apreciar el cuello de botella del proceso es la etapa de soldado.

Tabla N° 36. Calculo del tiempo Estándar

N°	Actividades del proceso	Tiempo Normal (min)	Suplementos de descanso (min)						$\sum X_i$ (min)	Tiempo Estándar (min)
			NP	F	TP	PA	UF	MF		
1	Cortado de tubo 7/8 pulg	4,67	0,05	0,04	0,00	0,02	0,01	0,02	0,14	5,43
2	Doblado de tubos	1,47	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	1,75
3	Moldeado e inspección	1,30	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	1,54
4	Transporte al área de perforado	0,90	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,14	1,05
5	Perforado	3,45	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	4,11
6	Cortado de tubo 5/8 pulg	2,69	0,05	0,04	0,00	0,02	0,01	0,02	0,14	3,13
7	Transporte al área de doblado	0,97	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,14	1,13
8	Doblado de tubos	1,25	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	1,49
9	Moldeado e inspección	1,14	0,05	0,04	0,02	0,00	0,01	0,02	0,14	1,33
10	Transporte al área de soldado	1,30	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,14	1,51
11	Soldado de las piezas	8,21	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	9,77
12	Esmerilado	3,80	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	4,53
13	Transporte al área de lavado	2,38	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,14	2,76
14	Lavado	2,75	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	3,27
15	Enjuague	2,21	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	2,63
16	Transporte al área de pintado	2,78	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,14	3,23
17	Pintado	5,02	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	5,97
18	Hornado	1,84	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,02	0,16	2,19
19	Transporte al área de ensamble	2,73	0,05	0,04	0,02	0,00	0,03	0,00	0,14	3,17
20	Ensamble	7,48	0,05	0,04	0,00	0,02	0,03	0,02	0,16	8,90
21	Embalaje	1,52	0,05	0,04	0,00	0,02	0,03	0,02	0,16	1,82
Total		59,86								70,71

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

Estandarizados los procesos podemos observar que el tiempo total de la producción es de 70,71 minutos lo cual es inferior al tiempo promedio siendo este 71,94 minutos, a su vez vemos que el cuello de botella ha disminuido de 10,71 a 9,77 minutos.

Con la mejora realizada podemos obtener una producción de 49 sillas a comparación de con la situación actual que son de 42 sillas se puede decir que la producción aumento en cuatro sillas más, utilizando la misma cantidad de mano de obra y tiempo disponible.

3.6.1.2 Mejora 2. Planificación y control de la producción

Partiendo de la necesidad de proponer un plan de producción, se procedió a realizar el análisis de la demanda del producto (sillas pandora), de esa manera conocer su comportamiento y poder elaborar la proyección de las demandas futuras para los próximos 5 años.

A continuación en la tabla N° 37-39 se muestran las demandas de las sillas pandoras de los años 2013-2017 el cual se basó para estudiar el comportamiento de la demanda. Así mismo se muestran las gráficas de la demanda de cada año y como se puede observar la demanda no es constante sino que varía de mes en mes.

Tabla N°37. Demanda en los años 2013-2014

Demanda de la sillas pandora					
Año	Meses	Demanda	Año	Meses	Demanda
2013	Enero	180	2014	Enero	250
	Febrero	260		Febrero	350
	Marzo	170		Marzo	220
	Abril	280		Abril	360
	Mayo	260		Mayo	340
	Junio	230		Junio	260
	Julio	270		Julio	290
	Agosto	160		Agosto	180
	Septiembre	150		Septiembre	390
	Octubre	190		Octubre	270
	Noviembre	310		Noviembre	230
	Diciembre	320		Diciembre	280
Total		2 780	Total		3 420

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

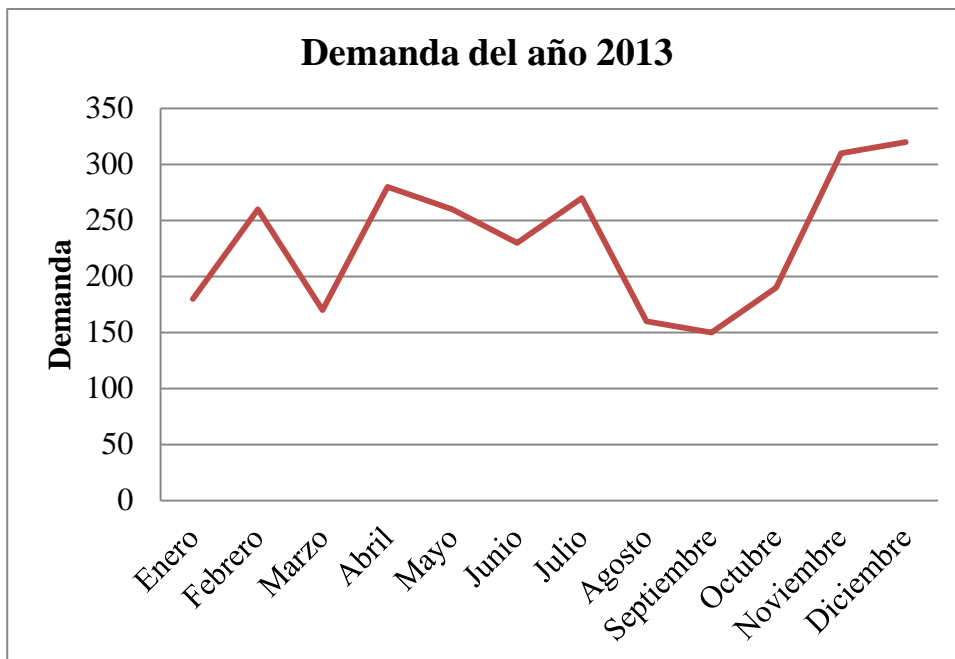


Figura N°27. Demanda del año 2013

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

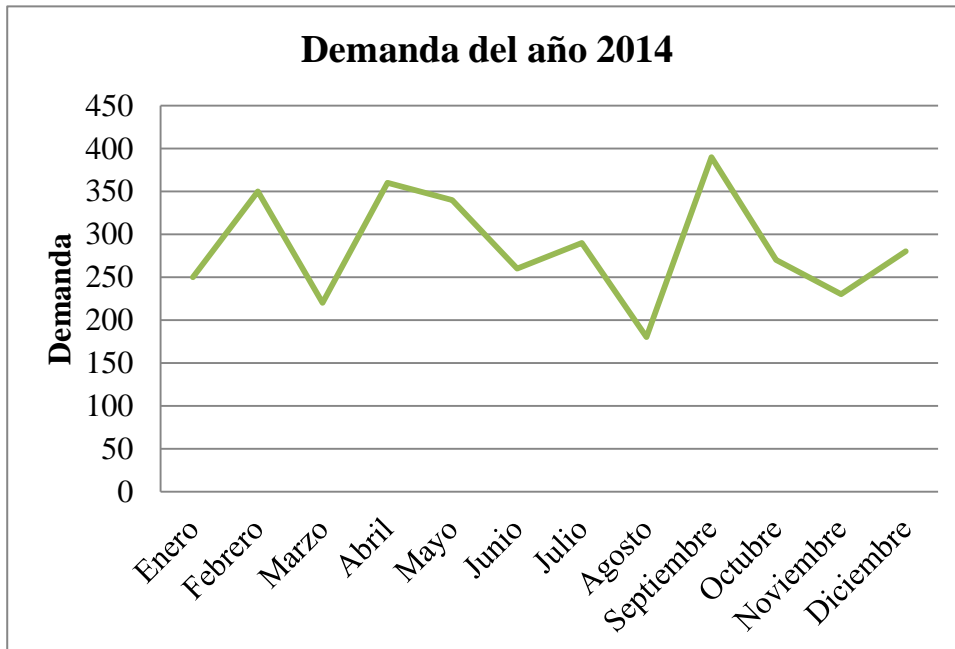


Figura N°28. Demanda del año 2014

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Tabla N°38. Demanda en los años 2015-2016.

Demanda de la sillas pandora					
Año	Meses	Demanda	Año	Meses	Demanda
2015	Enero	350	2016	Enero	460
	Febrero	410		Febrero	390
	Marzo	290		Marzo	360
	Abril	310		Abril	550
	Mayo	250		Mayo	460
	Junio	540		Junio	560
	Julio	650		Julio	640
	Agosto	420		Agosto	650
	Septiembre	360		Septiembre	385
	Octubre	340		Octubre	340
	Noviembre	570		Noviembre	460
	Diciembre	490		Diciembre	480
Total		4 980	Total		5 735

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

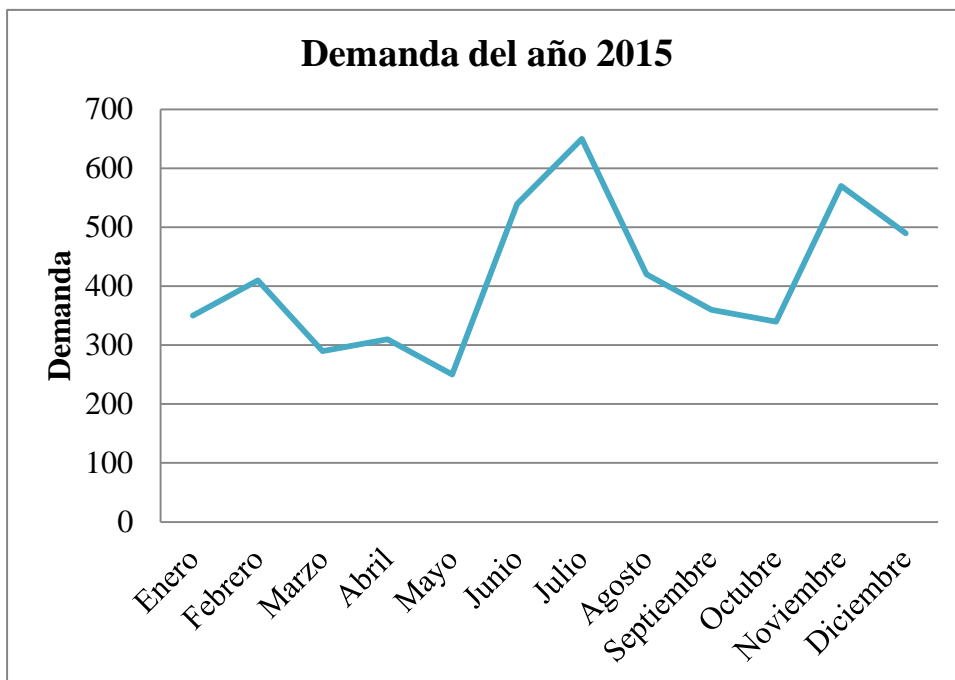


Figura N°29. Demanda del año 2015

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

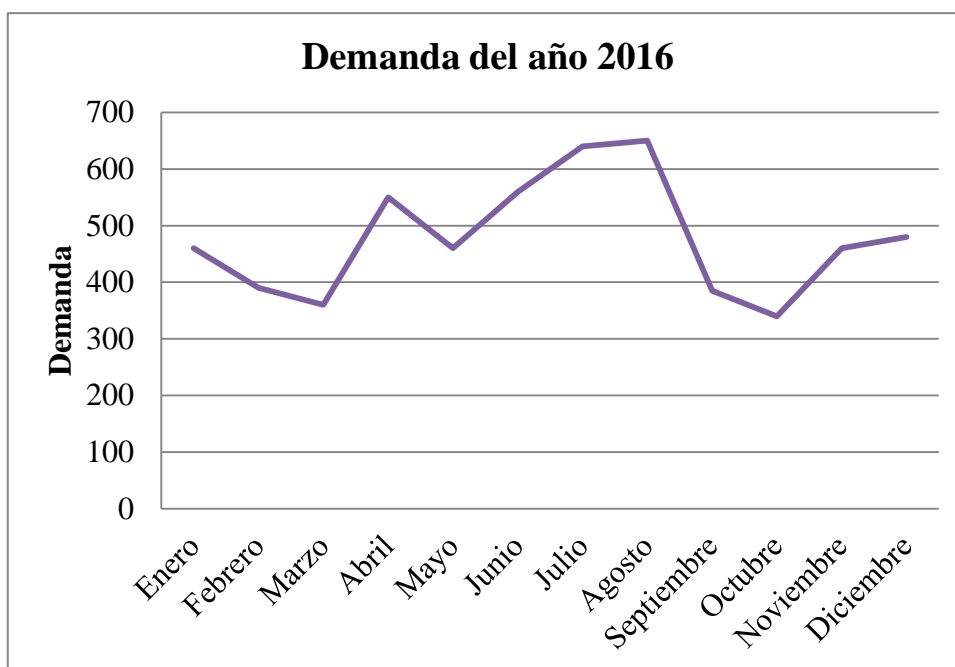


Figura N°30. Demanda del año 2016

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Tabla N°39. Demanda en el año 2017.

Demanda de la sillas pandora		
Año	Meses	Demanda
2017	Enero	750
	Febrero	650
	Marzo	320
	Abril	420
	Mayo	420
	Junio	850
	Julio	950
	Agosto	330
	Septiembre	445
	Octubre	560
	Noviembre	750
	Diciembre	720
Total		7 165

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

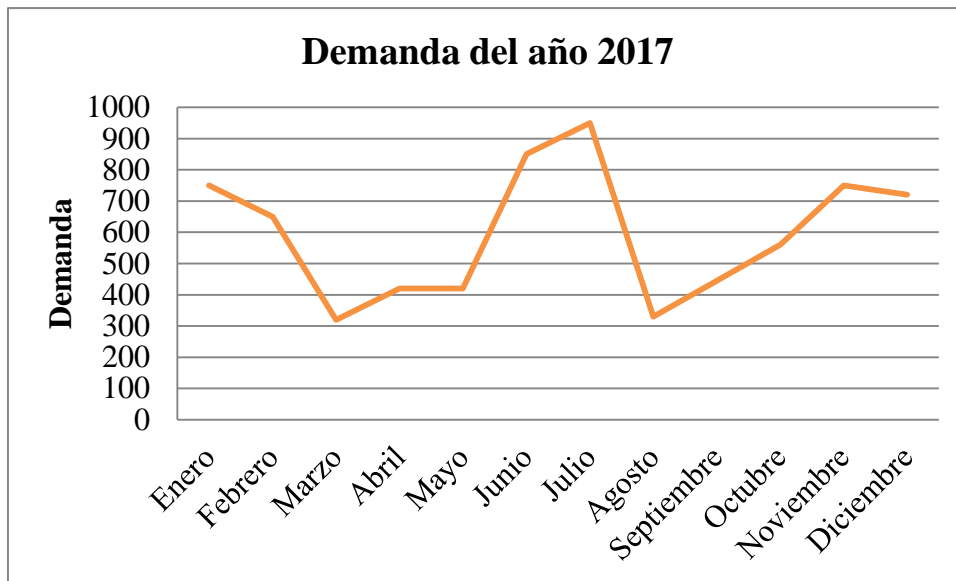


Figura N°31. Demanda del año 2017

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

El tipo de pronóstico que se utilizó para elaborar la proyección de la demanda es variación estacional, estacionaria o cíclica con tendencia, debido a que este método permite determinar las fluctuaciones periódicas de la demanda y además porque permite un comportamiento cíclico de la demanda y a su vez con tendencia tal como es presenta la demanda de la empresa. Para estimar la demanda en los próximos 5 años, se utilizó las siguientes formulas:

$$I = \frac{\bar{X}_i}{\bar{X}_g}$$

Dónde:

I= Índice o factor de estacionalidad.

\bar{X}_i = Media o promedio de las ventas del periodo i.

\bar{X}_g = Media o promedio general de las ventas

Luego de calcular el índice o factor de estacionalidad (véase en anexo 05), se procede a determinar la demanda desestacionalizada que será la información de entrada para analizar la tendencia, para ello utilizaremos regresión lineal. Según el método de regresión, el objetivo será encontrar el valor de “a” (intersección con el eje x) y el valor “b” (pendiente), para aplicar la fórmula del pronóstico de variación se utiliza las siguientes formulas:

$$a = \bar{X} - b\bar{t}$$

$$b = \frac{n \sum X_i t_i - \sum X_i \sum t_i}{n \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}$$

Como podemos observar en el anexo N° 06 podemos ver los siguientes resultados:

$$\sum t_i = 1830 \quad \sum X_i = 24\,948 \quad \sum X_i * t_i = 871\,190 \quad \sum t_i^2 = 73\,810$$

Reemplazando:

$$n = 60, \text{ datos en los 5 años.}$$

$$b = 6,128$$

$$a = 214,096$$

$$\widehat{Xt} = (214,096 + 6,128 t) \times I$$

Obtenida la ecuación, se realizó los pronósticos para los siguiente años 2019-2023, A continuación en las siguientes tablas N° 40-42 se muestra los pronósticos realizados para los cinco años siguientes.

Tabla N°40. Pronóstico de la demanda de los años 2019-2020

Año	Meses	Demanda	Año	Meses	Demanda
2019	Enero	656	2020	Enero	729
	Febrero	685		Febrero	761
	Marzo	457		Marzo	506
	Abril	650		Abril	721
	Mayo	591		Mayo	655
	Junio	842		Junio	931
	Julio	974		Julio	1077
	Agosto	611		Agosto	675
	Septiembre	613		Septiembre	676
	Octubre	607		Octubre	669
	Noviembre	836		Noviembre	921
	Diciembre	832		Diciembre	916
Total		8 353	Total		9 236

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

Tabla N°41. Pronóstico de la demanda de los años 2021-2022

Año	Meses	Demanda	Año	Meses	Demanda
2021	Enero	802	2022	Enero	875
	Febrero	836		Febrero	912
	Marzo	556		Marzo	606
	Abril	791		Abril	862
	Mayo	718		Mayo	782
	Junio	1 020		Junio	1 110
	Julio	1 179		Julio	1 282
	Agosto	738		Agosto	802
	Septiembre	739		Septiembre	803
	Octubre	732		Octubre	794
	Noviembre	1 006		Noviembre	1 091
	Diciembre	1 000		Diciembre	1 084
Total		10 118	Total		11 000

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

Tabla N°42. Pronóstico de la demanda del año 2023.

Año	Meses	Demanda
2023	Enero	948
	Febrero	987
	Marzo	656
	Abril	932
	Mayo	845
	Junio	1199
	Julio	1385
	Agosto	866
	Septiembre	866
	Octubre	856
	Noviembre	1176
	Diciembre	1167
Total		11 883

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- **Producciones:**

Determinadas las proyecciones de la demanda de las sillas pandoras se prosiguió a precisar la demanda estimada que se tendrá en el año 2019, como se puede apreciar en la siguiente tabla N° 43.

Tabla N°43. Producción del año 2019

Producción		
Año	Meses	Demanda
2019	Enero	656
	Febrero	685
	Marzo	457
	Abril	650
	Mayo	591
	Junio	842
	Julio	974
	Agosto	611
	Septiembre	613
	Octubre	607
	Noviembre	836
	Diciembre	832
Total		8 353

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- **Stock de seguridad**

Una vez obtenida la producción se debe calcular el stock de seguridad, que es la cantidad de productos que se deben tener para cubrir pedidos fortuitos o cubrir paros no planificados [22], sin embargo no se calculará el stock de seguridad debido a que la empresa realiza su producción bajo pedido teniendo esta como política, además por las especificaciones de las sillas de cliente en cliente son diversas (color).

- **Requerimiento de producción.**

Determinada la producción y definido que la empresa no contará con un stock de seguridad debido a diversas presentaciones que tiene las sillas pandoras, es decir suele cambiar de color de PVC y material en algunas ocasiones, es por ello que la producción se pasa hacer el requerimiento que se necesita para satisfacer la demanda, (véase en tabla N° 37).

Tabla N°44. Requerimiento de la producción de las sillas pandora 2019

Periodo (meses)	Inventario inicial	Pronostico	Inventario de seguridad	Requerimiento de producción	Inventario final.
Enero	0	656	0	656	0
Febrero	0	685	0	685	0
Marzo	0	457	0	457	0
Abril	0	650	0	650	0
Mayo	0	591	0	591	0
Junio	0	842	0	842	0
Julio	0	974	0	974	0
Agosto	0	611	0	611	0
Septiembre	0	613	0	613	0
Octubre	0	607	0	607	0
Noviembre	0	836	0	836	0
Diciembre	0	832	0	832	0

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- **Planeación Agregada**

Para planificar la producción en la empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C., se utiliza la Planeación agregada, tienen como dato la producción de sillas del año 2019, periodo que durante el cual se tendrán un promedio de 12 días laborables por cada mes, teniendo un número de cinco trabajadores y una jornada laboral de 8 horas por día.

Especificado el requerimiento mensual para el producto, el paso siguiente es determinar la planeación agregada de producción, para el cual es necesario considerar los costos de tal manera que se pueda escoger el plan más económico para la empresa [25].

En la tabla N° 45 se muestran los costos que se requieren para cada plan agregado que se realizará con la finalidad de ver el más conveniente para la empresa.

Tabla N°45. Costo de las actividades.

Motivos	Costo
Materiales	S/. 55,68 unidad
Costo de subcontratar	S/. 79,45 unidad
Horas de trabajo requeridas	0,16 horas/unid
Horas extra / mes x operario	S/. 7,81 por hora
Costo de tiempo regular	S/. 6,25 la hora

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

A continuación se muestra la manera como se obtuvo cada costo que se utilizara para calcular el plan más económico para la empresa.

- Materiales: Es la cantidad que cuesta para realizar una unidad.
- Costo de subcontratar: Es el costo que cobra otra entidad por brindar el servicio de producir nuestro producto.
- Horas de trabajo requeridas: Es el tiempo que se demora en realizar una unidad.
- Horas extra / mes x operario: Por ley la hora extra se paga un 25% más del pago que se da operario las dos primeras horas, las siguientes se paga 35% del pago.

$$\text{Costo de hora extra} = \frac{s/.1200}{24 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} \times 1,25 = 7,81 \text{ soles } \times \text{ hora}$$

$$\text{Costo de hora extra} = \frac{s/.1200}{24 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} \times 1,35 = 8,43 \text{ soles } \times \text{ hora}$$

- Costo del tiempo regular: Es el costo que paga por hora de trabajo.

$$\text{Costo de hora} = \frac{s/.1200}{24 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}} = 6,25 \text{ soles } \times \text{ hora}$$

La aplicación de la Planeación Agregada será de utilidad para determinar el costo en que incurrirá a la empresa para subcontratar mano de obra o realizar un pago de horas extras de manera que estas puedan cumplir con la demanda del mercado.

A. Subcontratar

Definida la demanda requerida para el año 2019, se procede a verificar cuál de las alternativas es la más conveniente para la empresa, de manera que para obtener las unidades que serán subcontratadas se necesita definir las horas disponibles que la empresa utiliza para la fabricación de sillas pandora y la producción real la empresa.

- Horas disponibles: La empresa tiene un promedio de 12 días laborales para la fabricación de las sillas y trabajan un turno de 8 horas diarias. A continuación en la tabla N° 46 se efectuó el promedio de horas mensuales para el año 2019.

Tabla N°46. Días laborables.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

$$\text{Horas disponibles} = 12 \frac{\text{días}}{\text{mes}} \times \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}}$$

$$\text{Horas disponibles} = 96 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}$$

Como se puede apreciar en la tabla N° 47 la demanda requerida para el año 2019 es de 8 353 unidades, se dispone de 1 152 horas y se obtiene una producción real de 7 075 unidades; como se muestra la producción real es menor a la demanda requerida, es por ello que se utiliza esta estrategia para poder evaluar si a la empresa le conviene subcontratar lo faltante de manera que pueda satisfacer la demanda.

La producción real se calculó mediante la división entre las horas disponibles y el tiempo que se demoran en la fabricación de una unidad como se muestra a continuación fue como se desarrolló los cálculos para cada mes como se muestra en la tabla a continuación.

$$\text{Produccion real} = \frac{\text{Horas disponibles}}{\text{Tiempo de producción}}$$

$$\text{Produccion real} = \frac{96 \text{ horas}}{0,16283 \text{ horas}}$$

$$\text{Produccion real} = 590 \text{ unidades}$$

Calculada la producción real para cada mes se procedió a calcular las unidades que serán necesarias subcontratar mediante la siguiente ecuación.

Unidades faltantes a subcontratar = Produccion Real – Requerimientos

Unidades faltantes a subcontratar = 590 unidades – 656 unidades

Unidades faltantes a subcontratar = –66 unidades

Tabla N°47. Subcontratar

Meses	Demanda	Horas disponibles	Producción Real	Subcontratar
Enero	656	96	590	-66
Febrero	685	96	590	-96
Marzo	457	96	590	133
Abril	650	96	590	-61
Mayo	591	96	590	-1
Junio	842	96	590	-252
Julio	974	96	590	-385
Agosto	611	96	590	-21
Septiembre	613	96	590	-23
Octubre	607	96	590	-18
Noviembre	836	96	590	-246
Diciembre	832	96	590	-242
Total	8 353	1 152	7 075	1 412

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

A continuación presentamos el costo que generaría el plan de subcontratar para la elaboración de las sillas pandoras en el año 2019. Obteniéndose un costo total de **S/ 542 119,4**.

- **Costo de materia prima:**

$$\text{Costo de M.P.} = 7\,075 \text{ unidad} \times 55,68 \frac{\text{soles}}{\text{unidad}} = 393\,936$$

- **Costo de las horas laborables:**

$$\text{Costo de Horas L.} = 1\,152 \text{ horas} \times 6,25 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} \times 5 \text{ operios} = 36\,000$$

- **Costo de subcontratar:**

$$\text{Costo de subcontratar} = 1\,412 \text{ unidad} \times 79,45 \frac{\text{soles}}{\text{unidad}} = 112\,183,4$$

En la tabla N°48 se muestra un resumen de todos los costos para esta estrategia de subcontratar.

Tabla N°48. Costo total subcontratar.

Costos total de subcontratar:	
Costo de materia prima	393 936
Costo de horas laborables	36 000
Costo de subcontratar	112 183,4
Total	542 119,4

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

B. Horas extras

La segunda alternativa es el pago de horas extras a los operarios con el objetivo de cubrir con la demanda para el año 2019. A continuación la tabla N° 49 se muestra las horas extras que serán necesarias utilizar para poder satisfacer con la demanda, como se aprecia se necesitan 230 horas extras durante el año 2019.

Las horas extras se calcularon mediante la multiplicación de las unidades que necesitan ser fabricadas para el cumplimiento de los pedidos y el tiempo que se necesita para la elaboración de cada unidad en este caso es de 0,162 horas/unidad.

$$\text{Horas extras} = 66 \text{ unidades} \times 0,162 \text{ horas/unidad}$$

$$\text{Horas extras} = 10,7 \text{ horas}$$

Tabla N°49. Horas extras.

Meses	Demanda	Horas disponibles	Producción Real	Unidades por producir	Horas extras
Enero	656	96	590	-66	10,7 horas
Febrero	685	96	590	-96	15,6 horas
Marzo	457	96	590	133	-
Abril	650	96	590	-61	9,9 horas
Mayo	591	96	590	-2	0,3 horas
Junio	842	96	590	-252	41,0 horas
Julio	974	96	590	-385	62,6 horas
Agosto	611	96	590	-21	3,4 horas
Septiembre	613	96	590	-23	3,7 horas
Octubre	607	96	590	-18	2,9 horas
Noviembre	836	96	590	-246	40,1 horas
Diciembre	832	96	590	-242	39,4 horas
Total	8 353	1 152	7 075	1 412	230 horas

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

A continuación presentamos el costo que generaría el plan de trabajar horas extras para la elaboración de las sillas pandoras en el año 2019. Obteniéndose un costo total de **S/ 510 346,24**

- **Costo de materia prima:**

$$\text{Costo de M.P.} = 8\,353 \text{ unidad} \times 55,68 \frac{\text{soles}}{\text{unidad}} = 465\,095,04$$

- **Costo de las horas laborables:**

$$\text{Costo de Horas L.} = 1\,152 \text{ horas} \times 6,25 \frac{\text{soles}}{\text{unidad}} \times 5 \text{ operarios} = 36\,000$$

- **Costo de horas extras:**

$$\text{Costo de horas extras} = 143 \text{ horas} \times 7,81 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} \times 5 \text{ operarios} = 5\,584,15$$

$$\text{Costo de horas extras} = 87 \text{ horas} \times 8,43 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} \times 5 \text{ operarios} = 3\,667,05$$

Tabla N°50. Costo de las horas extras.

Costos total de las horas extras:	
Costo de materia prima	465 095,04
Costo de horas laborables	36 000
Costo de horas extras	9 251,2
Total	510 346,24

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

A continuación en la tabla N° 51 se muestra la comparación de los costos de las estrategias planteadas en ellas se pueden resaltar los costos de subcontratar, el costo de trabajo de horas extras y el costo de agregarle un días de producción.

Tabla N°51. Comparación del costo de las estrategias.

Meses	SUBCONTRATACIÓN			HORAS EXTRAS		
	Costo de M.P	Costo Subcontratar	Costo horas L.	Costo de M.P	Costo horas L.	Costo de horas Extras
12	393 936	112 183,4	36 000	465 095,04	36 000	9 251,2
Total	542 119,4			510 346,24		

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

Se concluye que la alternativa más rentable para la empresa es agregar horas extras al plan de producción con la finalidad de poder atender la demanda, la diferencia entre agregar horas extras y subcontratar es de S/. 31 773,16.

- **Plan de requerimiento de materiales**

Definido la cantidad de productos a producir en la empresa para el año 2019 se procedió a definir los artículos que son necesarios para la elaboración de una silla pandora, para ello también debemos tener en cuenta la cantidad de productos que se tienen en inventario.

En la tabla N°52 se muestra los artículos que son necesarios para la obtención de una silla pandora o PVC, a su vez en la figura N°32 se hace una representación de cómo se encuentra estructurada los componentes de las sillas.

Tabla N°52. Materiales de sillas pandora.

Silla pandora o PVC	
Tubo de 7/8 de pulg	5 metros
Tubo de 5/8 de pulg	1,02 metros
Pernos	6 unid
PVC espaldar	1 unid
PVC de reposo	1 unid
Regatones	4 unid
Pintura de hierro	0,14 litros
Pintura de metal	0,18 litros
Acido industrial	0,01 litros

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

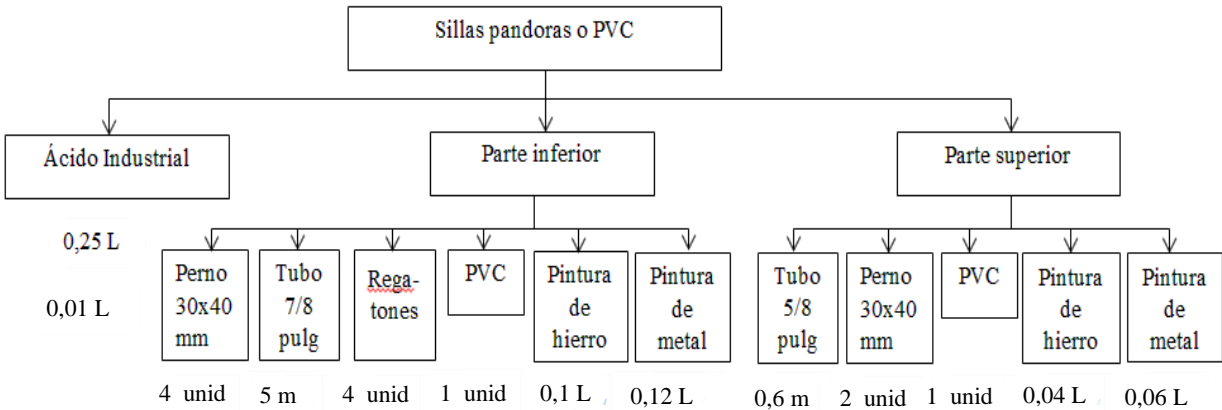


Figura N° 32. Diagrama de explosión de materiales

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

A continuación se determinó el Plan de requerimiento de materiales, como se aprecia en tabla N°52.

Tabla N°53.Plan de necesidades netas.

Tamaño del lote	Plazo	Dispon	Stock de asegurada	Asign	Código de nivel inferior	Identif del artículo	REQUERIMIENTOS PARA SILLAS PANDORAS	Periodo de tiempo: Meses																
									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
L x L 1 tubo = 6 metros	1	0	0		1	Tubos 7/8 pulg	Necesidades brutas		3 280	3 425	2 285	3 250	2 955	4 210	4 870	3 055	3 065	3 035	4 180	4 160				
							Recepción programada																	
							Disponible estimado		2	3	4	0	3	5	1	0	1	2	4	2				
							Necesidades netas		3 280	3 423	2 282	3 246	2 955	4 207	4 865	3 054	3 065	3 034	4 178	4 156				
							Recepciones de pedidos planificados		3 280	3 423	2 282	3 246	2 955	4 207	4 865	3 054	3 065	3 034	4 178	4 156				
							Emisión de pedidos planificados	3 282	3 426	2 286	3 246	2 958	4 212	4 866	3 054	3 066	3 036	4 182	4 158	0				
1 bolsa= 100 unides	1	0	0		1	Regatones	Necesidades brutas		2 624	2 740	1 828	2 600	2 364	3 368	3 896	2 444	2 452	2 428	3 344	3 328				
							Recepción programada																	
							Disponible estimado		76	36	8	8	44	76	80	36	84	56	12	84				
							Necesidades netas		2 624	2 664	1 792	2 592	2 356	3 324	3 820	2 364	2 416	2 344	3 288	3 316				
							Recepciones de pedidos planificados		2 624	2 664	1 792	2 592	2 356	3 324	3 820	2 364	2 416	2 344	3 288	3 316				
							Emisión de pedidos planificados	2 700	2700	1800	2600	2400	3400	3900	2400	2500	2400	3300	3400	0				
50 unid	1	0	0		1	PVC para asiento	Necesidades brutas		656	685	457	650	591	842	974	611	613	607	836	832				
							Recepción programada																	
							Disponible estimado		44	9	2	2	11	19	45	34	21	14	28	46				
							Necesidades netas		656	641	448	648	589	831	955	566	579	586	822	804				
							Recepciones de pedidos planificados		656	641	448	648	589	831	955	566	579	586	822	804				
							Emisión de pedidos planificados	700	650	450	650	600	850	1000	600	600	600	850	850	0				
1 balde = 5 litros	1	0	0		1	Pintura de hierro	Necesidades brutas		91,8	95,9	64,0	91,0	82,7	117,9	136,4	85,5	85,8	85,0	117,0	116,5				
							Recepción programada																	
							Disponible estimado		3,2	2,3	3,3	2,3	4,5	1,7	0,3	4,8	3,9	4,0	1,9	0,4				
							Necesidades netas		91,8	92,7	61,7	87,7	80,5	113,3	134,7	85,2	81,1	81,0	113,1	114,6				
							Recepciones de pedidos planificados		91,8	92,7	61,7	87,7	80,5	113,3	134,7	85,2	81,1	81,0	113,1	114,6				
							Emisión de pedidos planificados	95	95,0	65,0	90,0	85,0	115,0	135,0	90,0	85,0	85,0	115,0	115,0	0,0				

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

1 balde = 5 litros	1	0	0		1	Pintura de metal	Necesidades brutas		118,1	123,3	82,3	117,0	106,4	151,6	175,3	110,0	110,3	109,3	150,5	149,8						
							Recepción programada																			
							Disponible estimado		1,9	3,6	1,4	4,4	3,0	1,4	1,1	1,1	0,8	1,5	1,0	1,3						
							Necesidades netas		118,1	121,4	78,6	115,6	102,0	148,6	173,9	108,9	109,2	108,5	149,0	148,7						
							Recepciones de pedidos planificados		118,1	121,4	78,6	115,6	102,0	148,6	173,9	108,9	109,2	108,5	149,0	148,7						
							Emisión de pedidos planificados	120	125,0	80,0	120,0	105,0	150,0	175,0	110,0	110,0	110,0	150,0	150,0	0,0						
L x L 1 tubo = 6 metros	1	0	0		1	Tubos 5/8 pulg	Necesidades brutas		669	699	466	663	603	859	993	623	625	619	853	849						
							Recepción programada																			
							Disponible estimado		3	0	2	5	2	1	4	5	3	2	2	5						
							Necesidades netas		669	696	466	661	598	857	992	619	621	616	850	847						
							Recepciones de pedidos planificados		669	696	466	661	598	857	992	619	621	616	850	847						
							Emisión de pedidos planificados	672	696	468	666	600	858	996	624	624	618	852	852	0						
50 unid	1	0	0		1	PVC para respaldar	Necesidades brutas		656	685	457	650	591	842	974	611	613	607	836	832						
							Recepción programada																			
							Disponible estimado		44	9	2	2	11	19	45	34	21	14	28	46						
							Necesidades netas		656	641	448	648	589	831	955	566	579	586	822	804						
							Recepciones de pedidos planificados		656	641	448	648	589	831	955	566	579	586	822	804						
							Emisión de pedidos planificados	700	650	450	650	600	850	1000	600	600	600	850	850	0						
1 caja = 100 unidades	1	0	0		1	Pernos 30 x 40 mm	Necesidades brutas		3 936	4 110	2 742	3 900	3 546	5 052	5 844	3 666	3 678	3 642	4 992	4 992						
							Recepción programada																			
							Disponible estimado		64	54	312	412	66	14	70	4	26	84	92	0						
							Necesidades netas		3 936	4 046	2 688	3 588	3 134	4 986	5 830	3 596	3 674	3 616	4 908	4 900						
							Recepciones de pedidos planificados		3 936	4 046	2 688	3 588	3 134	4 986	5 830	3 596	3 674	3 616	4 908	4 900						
							Emisión de pedidos planificados	4 000	4 100	3 000	4 000	3 200	5 000	5 900	3 600	3 700	3 700	5 000	4 900	0						
1 balde = 5 litros	1	0	0		1	Ácido industrial	Necesidades brutas		6,56	6,85	4,57	6,5	5,91	8,42	9,74	6,11	6,13	6,07	8,36	8,32						
							Recepción programada																			
							Disponible estimado		3,4	1,6	2,0	0,5	4,6	1,2	1,5	0,3	4,2	3,1	4,8	1,5						
							Necesidades netas		6,56	3,4	3,0	4,5	5,4	3,8	8,6	4,7	5,8	1,9	5,2	3,5						
							Recepciones de pedidos planificados		6,56	3,4	3,0	4,5	5,4	3,8	8,6	4,7	5,8	1,9	5,2	3,5						
							Emisión de pedidos planificados	10	5,0	5,0	5,0	10,0	5,0	10,0	5,0	10,0	5,0	10,0	5,0	0,0						

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.

En la tabla N°54 se muestra el resumen de los requerimientos que se pedirán mensualmente para cada uno de los componentes que conforma una silla, a su vez se indica la cantidad total anual que se solicitara para poder satisfacer la demanda del año 2019.

Los pedidos de materia prima se realizarán diez días antes de iniciar cada mes, es decir que para el mes de enero se harán los pedidos en el mes de diciembre, la fecha de emisión de pedidos se realizaran los 20 de cada mes debido a que la materia prima tiene un periodo de 5 a 6 días en llegar a las instalaciones y además se está considerando 4 días más por algún imprevisto.

Tabla N°54.Requerimiento de necesidades mensuales.

Requerimiento Anuales		Requerimiento Mensuales											Unidades	
Ítems	Cantidad	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct		Nov
Tubos 7/8 pulg	6 962	547	571	381	541	493	702	811	509	511	506	697	693	unid
Tubos 5/8 pulg	8 400	112	116	78	111	100	143	166	104	104	103	142	142	unid
Regatones	326	27	27	18	26	24	34	39	24	25	24	33	34	paquetes
PVC reposo	8 400	700	650	450	650	600	850	1 000	600	600	600	850	850	unid
PVC de respaldar	8 400	700	650	450	650	600	850	1 000	600	600	600	850	850	unid
Pintura de hierro	234	19	19	13	18	17	23	27	18	17	17	23	23	balde
Pintura de metal	301	24	25	16	24	21	30	35	22	22	22	30	30	balde
Pernos	501	40	41	30	40	32	50	59	36	37	37	50	49	caja
Acido industrial	17	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	balde

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

- **Control de la Producción**

El control en este proceso se realizará inspeccionando la producción programada con las proyecciones de la demanda y las ventas que se generan, en caso de que dicha proyección se desvíen de manera notoria de los resultados obtenidos previamente, se tendrá que recalcularse dichas estimaciones, así como retroalimentar con la planificación de manera que se logre atender la mayor cantidad de pedidos y se pidan la materia prima necesaria para continuar con la producción.

A su vez se debe realizar un seguimiento a los operarios con la finalidad de que estos estén cumpliendo con los tiempos establecidos en cada actividad.

Para garantizar mantener el control de la producción en la empresa es necesario que el encargado del área de la producción tenga consigo la información detallada y ordenada de las cantidades de materia prima y los movimientos de la producción, es por ello que se deben tener registros de control; estos fueron elaborados con los trabajadores de la empresa con el fin de que sea entendible para todos y realizara con mayor control las actividades. A continuación se presentan los formatos:

Registro de Materia Prima



Encargado:

Fecha:

Producto:

Materia prima	Cantidad planificada	Cantidad Real	Fecha de entrada	Fecha de salida	Faltantes	Sobrantes

Observaciones:

Aprobado por

Registro de la producción Mensual



Encargado:

Producto: Sillas Pandoras o PVC

Periodo: Mensual

Semanas	Días	Producción planificada	Producción Real	Fecha de registro
Semana 1	Lunes			
	Martes			
	Miercoles			
	Jueves			
	Viernes			
	Sabado			
Semana 2	Lunes			
	Martes			
	Miercoles			
	Jueves			
	Viernes			
	Sabado			
Semana 3	Lunes			
	Martes			
	Miercoles			
	Jueves			
	Viernes			
	Sabado			
Semana 4	Lunes			
	Martes			
	Miercoles			
	Jueves			
	Viernes			
	Sabado			

Observaciones

Aprobado por

3.6.2 Nuevos Indicadores de Producción y Productividad

A continuación se presentan los indicadores obtenidos después de la mejora propuesta para la empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.

- **Producción mejorada:**

- a) **Tiempo ciclo:** Es la restricción del proceso, en este caso es la etapa de soldado con 9,77 minutos estandarizados.
- b) **Tiempo base:** El tiempo base diario de 8 horas llevando a minutos tenemos un tiempo base de 480 min al día.
- c) **Tiempo de proceso:** El tiempo de proceso estandarizado es de 70,71 min.

Tabla N°55. Producción mejorada.

Tiempo ciclo o cuello de botella	Tiempo base	Tiempo de proceso
9,77 min	480 min/día	70,71 min

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{Tiempo\ ciclo}$$

$$Producción = \frac{480\ min}{9,77\ min/unid}$$

$$Producción = 49\ unidades$$

- **Productividad de mano de obra:**

$$Productividad_{m.o.} = \frac{49\ sillas}{5\ operarios} = 9,8 \frac{sillas}{operario\ x\ día}$$

- **Productividad de mano de materia prima:**

$$Productividad_{m.p.} = \frac{\frac{49 \text{ sillas}}{\text{día}}}{41 \text{ tubos} \times \frac{6m}{1 \text{ tubo}} + 9 \text{ tubos} \times \frac{6m}{1 \text{ tubo}}} = \frac{0,163 \text{ sillas}}{m. \text{ día}}$$

- **Capacidad:** La capacidad de la planta con la mejora es de 24,5%.

Tabla N°56. Capacidades de la planta mejorada.

Producto	Capacidad de diseño	Capacidad utilizada	Capacidad ociosa	Utilización
Silla pandora o PVC	200 sillars/día	49 sillars/día	151 sillars/día	24,5 %

Fuente: "Edificaciones Metálicas Savi S.A.C."

- **Actividades productivas:**

$$Actividades \text{ productivas} = \frac{Actividades \text{ necesarias}}{Total \text{ de actividades}} \times 100$$

$$Actividades \text{ productivas} = \frac{57,86}{70,71} \times 100$$

$$Actividades \text{ productivas} = 81,83\%$$

- **Actividades improductivas:**

$$Actividades \text{ improductivas} = \frac{Actividades \text{ innecesarias}}{Total \text{ de actividades}} \times 100$$

$$Actividades \text{ improductivas} = \frac{12,85}{70,71} \times 100$$

$$Actividades \text{ improductivas} = 18,17 \%$$

- **Eficiencia económica.**

$$Eficiencia\ económica = \frac{90 \frac{\text{soles}}{\text{silla}} \times 49 \text{ sillas}}{\frac{65,82 \text{ soles}}{\text{silla}} \times 49 \text{ sillas}} = 1,36$$

- **Eficiencia física.**

$$Eficiencia\ física = \frac{127,4 \text{ m} + 117,6 \text{ m} + 42,8}{316 \text{ m}}$$

$$Eficiencia\ física = 91,07\%$$

3.6.2. Cuadro Comparativo de Indicadores

En la tabla N°57 se muestra el cuadro comparativo de los indicadores actuales y después de la mejora. Como se puede apreciar los indicadores tienen un porcentaje de mejora significativo, principalmente en los pedidos no atendidos tiene una reducción del 100% después de la mejora, así mismo se incrementó la productividad de mano de obra y producción en 16,67%, el cuello de botella disminuyó en 9,35%, los tiempos improductivos disminuyeron en un 29,70%, por otro lado los tiempos productivos aumentaron 10,35%, la eficiencia física aumentó en un 1,22%, la eficiencia económica aumentó en un 3,8%, la capacidad ociosa disminuye en un 4,36% obteniendo un aumento de utilización de 16,6%, y finalmente de tiene una reducción del tiempo de proceso en 1,7%.

Cabe mencionar que la comparación de dichos porcentajes se realizó con la mejora del tiempo estándar, que vendría a ser la mejora del proceso; se vio conveniente colocar el tiempo promedio mejorado para ser una comparación entre la situación actual, ya que la empresa trabaja bajo un tiempo promedio.

Tabla N°57. Cuadro comparativo de indicadores actuales y mejorados.

Indicadores	Actual	Mejorado Tiempo promedio	Mejorado Tiempo Estándar
Actividades productivas	74,15 %	74,41 %	81,83 %
Actividades improductivas	25,85 %	25,59 %	18,17 %
Producción	42 sillas / día	68 sillas / día	49 sillas / día
Productividad de mano de obra	8,4 sillas / operario x día	13,6 sillas / operario x día	9,8 sillas / operario x día
Productividad de materia prima	0,159 sillas / m. x día	0,161 sillas / m. x día	0,163 sillas / m. x día
Eficiencia física	89,97 %	93,53 %	91,07 %
Eficiencia económica	1,31	1,44	1,36
Capacidad utilizada	42 unid	68 unid	49 unid
Capacidad ociosa	158 unid	132 unid	151 unid
Capacidad de diseño	200 unid	200 unid	200 unid
Utilización	21 %	34 %	24,5 %
Cuello de botella	10,7 minutos	7,10 min	9,7 minutos
Tiempo de proceso	71,94 minutos	52,75 minutos	70,71 minutos
Pedidos no atendidos	16,45	0 %	0 %

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

3.7. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Lograr el aumento de los pedidos no atendidos en este proyecto de investigación es muy importante para los beneficios económicos de la empresa, debido que se generarían más ganancias.

A continuación se describe los costos y beneficios que incurrirá la implementación de la propuesta, a su vez de detalla el beneficio monetario que generaría dicha propuesta.

3.7.1. Beneficio de la propuesta

A continuación se detalla los beneficios que se obtienen con la implementación de la propuesta. Dicha mejora no solo tiene repercusión en lo aspecto económico, sino que también repercute de manera laboral y social.

- **Beneficio económico:** Se obtiene un ahorro por materia prima a tiempo con las necesidades de la empresa, ahorro con los tiempos estandarizados, aumento de la producción y productividad de mano de obra, todo ello permitió con el cumplimiento de los pedidos atendidos.
- **Beneficio social:** Se obtiene una identificación de los colaboradores con la empresa y aumento de la confiabilidad de los clientes.
- **Beneficio laboral:** Aumento del desempeño laboral.

En la tabla N°58 se detalla el beneficio de la propuesta en unidades monetarias con respecto a los beneficios laborales del año 2019, los cuales vendrían hacer lo nuevos ingresos de la propuesta.

Tabla N°58. Cuadro de beneficios en unidades monetarias.

Descripción	Ahorro anual	Producción	Precio V. producto	Total anual	Total mensual
Beneficio por pedido atendido	1 412 unid	49	90,0	127 080	10 590

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

3.7.2. Costos de la propuesta

a. Materia Prima:

Es el costo de la materia prima e insumos que serán necesarios para la elaboración de las sillas, de tal manera que se pueda cumplir con la demanda. Este costo viene a ser el total de unidades que no se producirán dentro de las horas de trabajo sino que se tendrán que utilizar horas extras.

b. Horas extras:

Es el costo de las horas adicionales que el operario realizaría para cumplir con la demanda fuera de las horas de trabajo, estas horas son pagadas el 25% del sueldo de operarios las dos primeras horas, a partir de la 3 hora el pago a realizar sería el 35% del sueldo.

3.7.3. Flujo de caja

A continuación se presenta el flujo de caja, donde se aprecia la relación costo- beneficio de la propuesta durante un periodo de 5 años. En esta se detalla los ingresos y egresos de la empresa, y a su vez se aprecia que existe un saldo positivo en los cinco años. Estos ingresos son el producto de la reducción de tiempo y la eliminación de los paros de la producción dando como finalidad la atención de los pedidos.

Se calculó costo-beneficio total de los cinco años y nos arrojó s/. 1,52; lo cual se infiere que por cada sol invertido que la empresa estaría ganando s/. 0,52 céntimos.

Tabla N° 59. Flujo de caja

Años		Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Total
Inversión Inicial							
Ingresos		127 080,0	201 960,0	276 930,0	353 340,0	432 720,0	1 392 030
Beneficios por pedidos atendidos		127 080,0	201 960,0	276 930,0	353 340,0	432 720,0	
Egresos		87 871,36	138 750,37	190 615,48	242 252,8	296 554,09	956 044,10
Materia prima		78 620,16	124 497,12	171 327,36	218 599,68	267 709,44	
Horas extras		9 251,20	14 253,25	19 288,12	23 653,12	28 844,65	
Saldo		39 208,64	63 209,63	86 314,52	111 087,2	136 165,91	435 985,9
Beneficio/Costo		1,45	1,46	1,45	1,46	1,46	1,46

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A.C.”

3.8.PLANES DE ACCIÓN PARA LA MEJORA

Tabla N° 60. Planes de acción para la mejora

OBJETIVO DE MEJORAMIENTO:																				
ACTIVIDAD	RESPON-SABLE	CRONOGRAMA 2018												RECURSOS			PRESU-PTO.	RESULTADO (ENTREGABLE)		
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MAT	HUM	EQU				
1.Estandarización del proceso de sillas pandoras	Ingeniero															Cronómetros, cámaras de video, formatos,	-	PC	-	Los tiempos necesarios para cada operación
2. Pronostico de ventas	Ingeniero															Formatos	-	PC	-	Obtener de la producción en los próximos 5 años
3. Planificación de la producción	Ingeniero															Formatos	-	PC	-	Plan maestro de la producción y requerimiento de materiales
4. Control de la producción	Ingeniero															Formatos	-	PC	-	Personal calificado y adiestrado para el trabajo

Fuente: “Edificaciones Metálicas Savi S.A

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- En la empresa Edificaciones Metálicas Savi S.A.C. se dedica a la fabricación de muebles de metal y melamine, actualmente no cumple con todos los pedidos teniendo un 16,45% de pedidos no atendidos, lo que representa S/ 80 987,15 soles que se han dejado de percibir durante el año 2017. Así mismo la empresa no cuenta con procesos estandarizados, presenta una ineficiente abastecimiento de materia prima y no cuenta con una planificación y control de la producción generando estos pedidos no atendidos.
- Se concluye que gracias a las herramientas ingenieriles propuestas se logró estandarizar el proceso producto mediante el uso de la ingeniería de métodos, reduciendo e incrementando un 7% en las actividades improductivas y productivas, además se logró disminuir el cuello de botella en 1 minuto, permitió tener un tiempo de proceso estandarizado de 70,71 min, todo esto se realizó para obtener la producción real de la empresa y en base a ello planificar la producción.
- El pronóstico de la demanda permitió ver el comportamiento de ella en los próximos 5 años, por otra lado con ayuda de la planeación agregada se determinó la producción para el año 2019. Para cumplir con la demanda del presente año se optará por las horas extras en un total de 230 horas en el año, esto realizará con la misma cantidad de mano de obra, logrando así satisfacer los pedidos del año 2019, teniendo una desviación estándar 83,65% en relación de los pedidos no atendidos. Gracias al requerimiento de materiales se evitará los paros en la producción debido a que se tendrán a tiempo.
- Se concluye que el análisis costo-beneficio de la propuesta es factible puesto que presenta una relación de s/. 1,46, es decir que por cada sol invertido esta tendría una ganancia de 0,46 céntimos, siendo esta el promedio de los 5 años. A su vez se calculó la relación costo-beneficio por cada año siendo esta rentable para cada año.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para realizar correctamente las actividades en los tiempo establecidos se recomienda que los puestos de trabajo deberán encontrarse limpios y ordenados, por otro lado se deberán concientizar constantemente a los operarios para que realicen sus labores en dichos tiempos.
- Se recomienda que la empresa tenga un compromiso con los trabajadores y viceversa, puesto que al tener mayor afinidad entre colaboradores mayores serán los beneficios de la organización, ya que en caso de dificultades estos sabrán responder bien a las adversidades.
- Al proceso de planeación se deberá hacer inspecciones y actualizaciones periódicas, durante todo el año de manera mensual, con la finalidad de ver el cumplimiento de estas, de tal manera en caso de que hubiera cambios imprevistos se pueden adaptar a dichos cambios.
- Se recomienda que la empresa pueda contar con proveedores estables, capaces de satisfacer con los requerimientos que se soliten en el tiempo y las cantidades adecuadas, con la finalidad de tener un producción constante y se eviten paros debido a la falta de materia prima, logrando así un mejor aprovechamiento del tiempo.
- Y finalmente se recomienda que la empresa para seguir con la mejora de su proceso productivo, será necesario un rediseño de planta con la finalidad de que los tiempo y movimientos improductivos.

V. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] S. Chapman. Planificación y control de la producción. México, 2006.
- [2] J. Rivera, E. Ortega y J. Pereyra. “Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes”, REDALYC, vol. 17, n° 2, 2014.
- [3] G. Arredondo, K. Ocampo, J. Orejuela, C. Trejos. “Medium-term production planning and control model for a textile industry in a make-to-order environment”. Vol. 16, n° 30, 2017.
- [4] D. Cáceres, J. Reyes, M. García, C. Sánchez. “Modelo de Programación Lineal para Planeación de Requerimiento de Materiales”, RETEC, vol. 28, n° 2, 2015.
- [5] R. Schultz, A. Rodrigues. “Análise de Implantação do Planejamento e Controle de produção da empresa Satiare alimentos”. Univel, [En línea]. Disponible en: http://www.univel.br/sites/default/files/conteudorelacionado/analise_de_implantacao_0.pdf. 2015. [Accedido: 02- abril -2018].
- [6] H. Güçdemir H. Selim. “Customer centric production planning and control in job shops: A simulation optimization approach”, Sore more, vol.43, n° 1, 2017.
- [7] Sánchez, J. Organización de la producción. Madrid: Editorial Pirámide, 2013.
- [8] Ríos, V. “Productividad en Serie de Estudios Económicos”. Productividad México, México 2015.
- [9] López, J. Productividad. Palilibrio, México 2012.
- [10] J. Abraham. Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos. México: Limusa, 2013.
- [11] J. Domínguez, M. Machuca, S. García, A. Ruiz, M. Álvarez. Dirección de Operación: Aspectos tácticos y operativos en la producción y servicios. Mc Graw Hill, España 1994.
- [12] D. Sipper, R. Bulfin. Planificación y control de la producción. México 1998
- [13] C. Álvarez. “Planeación de la Producción”. Revista Científica Virtual PRO, vol. 12, pp 52-55, 2010 [En línea]. Disponible en: http://www.revistavirtualpro.com/files/ed_201009.pdf. [Accedido: 06- abril -2018].

- [14] D. Muñoz. Administración de operaciones: enfoque de administración de procesos de negocios. México: Edamsa impresiones, 2010.
- [15] J. Heizer, B. Render. Dirección de la producción y de operaciones decisiones tácticas. España: Pearson, 2008.
- [16] E. Peña. Dirección de la producción. España: Centro de estudios financieros, 2011.
- [17] I. Alessio. Administración de las operaciones productivas, un enfoque en procesos para la gerencia. México: Pearson, 2013.
- [18] J. Leenders. Administración de compras y abastecimiento. México: F.T.S.A, 2012.
- [19] W. Hodson. Manual del Ingeniero Industrial. México, 2001.
- [20] B. Niebel. Ingeniería Industrial métodos Estándares y Diseño del trabajo. México, 2009.
- [21] F. Meyers. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. México, 2000.
- [22] R. Chase, R. Jacobs y N. Aquilano. Administración de operaciones: Producción y cadena de suministro. México: Mc Granw-Hill, 2009.
- [23] S. Chapman. Planificación y control de la producción. México: Person, 2009
- [24] R. Ballou. Logística: Administración de la Cadena de Suministro. México: Person Educación, 2005.
- [25] S. Ibarra, W. Sarache y M. Suarez. “La estrategia de producción: Una aproximación al nuevo paradigma en una investigación de manufacturera”. ”. Revista Científica Virtual Redalyc, 2012 [En línea]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/215/21513606.pdf>. [Accedido: 15- septiembre -2018].

VI. ANEXOS

Anexo N°01. Encuesta diagnostica.



ENCUESTA DIAGNOSTICA DIRGIDA A LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA EDIFICACIONES METALICAS SAVI S.A.C.

Realizada por: Kelly Jhoselin Fernández Fernández.

Datos de las encuestas:

Fecha: _____

Hora: _____

A continuación marque con una (x)

1. La producción de la empresa depende:

- a) Pedidos de los clientes.
- b) Personal.
- c) Financiamiento.
- d) Pronósticos.
- e) Capacidad de producción.

2. La empresa trabaja bajo indicadores establecido:

- a) Producción.
- b) Productividad de mano de obra.
- c) Productividad de materia prima.
- d) Capacidad.
- e) Eficiencia física.
- f) Eficiencia económica.
- g) Ninguno

3. La empresa maneja modelos para planificar, programar y/o controlar la producción.

- a) Si
- b) No

4. ¿La empresa maneja un sistema de planeación basado en alguno de los siguientes conceptos?

- a) Horas extras.
- b) Subcontratación.
- c) Contrato y despido del personal.
- d) Stock de inventarios

e) Ninguno.

5. Manejan algún tipo de formatos para control la producción:

- a) Control de mantenimiento.
- b) Control de inventarios.
- c) Descripción del proceso.
- d) Control de producción diaria.
- e) Ninguno.

6. La empresa realiza alguna de estas funciones para controlar la producción.

- a) Pronostica la demanda.
- b) Cantidad de materia prima a comprar.
- c) Numero de existencias.
- d) Elaboración de cronogramas.
- e) Ninguno.

7.Cuál de los siguientes es un problema está afectando la producción

- a) Exceso de mantenimientos correctivos.
- b) Falta de materia prima.
- c) Falta de personal.
- d) Problemas con la calidad.
- e) Ninguno.

Anexo 02: Puntos de distribución

Tabla A3-3 Puntos de porcentaje de la distribución t

n	Probabilidad (P)												
	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.158	0.325	0.510	0.727	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.142	0.289	0.445	0.617	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	0.137	0.277	0.424	0.584	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	0.134	0.271	0.414	0.569	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.132	0.267	0.408	0.559	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	0.131	0.265	0.404	0.553	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.130	0.263	0.402	0.549	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405
8	0.130	0.262	0.399	0.546	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.129	0.261	0.398	0.543	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.129	0.260	0.397	0.542	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.129	0.260	0.396	0.540	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.128	0.259	0.395	0.539	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.128	0.259	0.394	0.538	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.128	0.258	0.393	0.537	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.128	0.258	0.393	0.536	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.128	0.258	0.392	0.535	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.128	0.257	0.392	0.534	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.127	0.257	0.392	0.534	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.127	0.257	0.391	0.533	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.127	0.257	0.391	0.533	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.127	0.257	0.391	0.532	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.127	0.256	0.390	0.532	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.127	0.256	0.390	0.532	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768
24	0.127	0.256	0.390	0.531	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.127	0.256	0.390	0.531	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.127	0.256	0.390	0.531	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.127	0.256	0.389	0.531	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.689
28	0.127	0.256	0.389	0.530	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.127	0.256	0.389	0.530	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.660
30	0.127	0.256	0.389	0.530	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	0.126	0.255	0.388	0.529	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	0.126	0.254	0.387	0.527	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	0.126	0.254	0.386	0.526	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
∞	0.126	0.253	0.385	0.524	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291

Reproducido de la Tabla III de R. A. Fisher y F. Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural, and Medical Research* (Edinburgh: Oliver & Boyd, Ltd.), con permiso de los autores y editores.

Nota: las probabilidades se refieren a la suma de las dos áreas de cola; para una sola cola, divida la probabilidad entre 2.

Anexo 03: Factor de calificación.

Tabla 10-2 Sistema de calificación de habilidades de Westinghouse

+ 0.15	A1	Superior
+ 0.13	A2	Superior
+ 0.11	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo
-0.22	F2	Malo

Tabla 10-3 Sistema de calificación de esfuerzo de Westinghouse

+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.18	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Tabla 10-4 Sistema de calificación de condiciones de Westinghouse

+ 0.06	A	Ideal
+ 0.04	B	Excelente
+ 0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Tabla 10-5 Sistema de calificación de consistencia de Westinghouse

+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.03	B	Excelente
+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Anexo 04: Sistema de suplementos por descanso.

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO						
Suplementos constantes	Hombre	Mujer	Suplementos variables	Hombre	Mujer	
Necesidades personales	5	7	e.- Condiciones atmosféricas	Hombre	Mujer	
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm ² /segundo)			
Suplementos variables	Hombre	Mujer				
a.- Trabajo de pie	Hombre	Mujer	16	0		
Trabajo de pie	2	4	14	0		
b.- Postura anormal	Hombre	Mujer	12	0		
Ligeramente incómoda	0	1	10	3		
Incómoda (Inclinado)	2	3	8	10		
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	6	21		
			5	31		
c.- Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)	Hombre	Mujer	4	45		
			3	64		
			2	100		
Peso levantado por Kilogramo			f.- Tensión visual	Hombre	Mujer	
			Trabajos de cierta precisión	0	0	
	2,5	0	1	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
	5	1	2	Trabajos de gran precisión	5	5
7,5	2	3	g.- Ruido	Hombre	Mujer	
10	3	4	Continuo	0	0	
12,5	4	6	Intermitente y fuerte	2	2	
15	5	8	Intermitente y muy fuerte	5	5	
17,5	7	10	Estridente y muy fuerte	7	7	
20	9	13	h.- Tensión mental	Hombre	Mujer	
22,5	11	16	Proceso algo complejo	1	1	
25	13	20 (máx.)	Proceso complejo o atención dividida	4	4	
30	17	-	Proceso muy complejo	8	8	
33,5	22	-	i.- Monotonía mental	Hombre	Mujer	
d.- Iluminación	Hombre	Mujer	Trabajo algo monótono	0	0	
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1	
			Trabajo muy monótono	4	4	
Bastante por debajo	2	2	j.- Monotonía física	Hombre	Mujer	
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo aburrido	0	0	
			Trabajo aburrido	2	1	
			Trabajo muy aburrido	5	2	

Anexo N°05. Factor de índice estacionario.

Año	2013	2014	2015	2016	2017	Promedio Xi	I
Enero	180	250	350	460	750	398	0,99
Febrero	260	350	410	390	650	412	1,03
Marzo	170	220	290	360	320	272	0,68
Abril	280	360	310	550	420	384	0,96
Mayo	260	340	250	460	420	346	0,86
Junio	230	260	540	560	850	488	1,22
Julio	270	290	650	640	950	560	1,40
Agosto	160	180	420	650	330	348	0,87
Septiembre	150	390	360	385	445	346	0,86
Octubre	190	270	340	340	560	340	0,85
Noviembre	310	230	570	460	750	464	1,16
Diciembre	320	280	490	480	720	458	1,14
Total	2 780	3 420	4 980	5 735	7 165	401	

Anexo N°06. Tabla de pronósticos

t_i	Demanda	I	D. desestacionalizada	$X_i * t_i$	$t_i * t_i$
1	180	0,99	179	180	1
2	260	1,03	267	520	4
3	170	0,68	115	510	9
4	280	0,96	268	1120	16
5	260	0,86	224	1300	25
6	230	1,22	280	1380	36
7	270	1,40	377	1890	49
8	160	0,87	139	1280	64
9	150	0,86	129	1350	81
10	190	0,85	161	1900	100
11	310	1,16	358	3410	121
12	320	1,14	365	3840	144
13	250	0,99	248	3250	169
14	350	1,03	359	4900	196
15	220	0,68	149	3300	225
16	360	0,96	344	5760	256
17	340	0,86	293	5780	289
18	260	1,22	316	4680	324
19	290	1,40	405	5510	361
20	180	0,87	156	3600	400
21	390	0,86	336	8190	441
22	270	0,85	229	5940	484
23	230	1,16	266	5290	529

24	280	1,14	320	6720	576
25	350	0,99	347	8750	625
26	410	1,03	421	10660	676
27	290	0,68	197	7830	729
28	310	0,96	297	8680	784
29	250	0,86	216	7250	841
30	540	1,22	657	16200	900
31	650	1,40	907	20150	961
32	420	0,87	364	13440	1024
33	360	0,86	310	11880	1089
34	340	0,85	288	11560	1156
35	570	1,16	659	19950	1225
36	490	1,14	559	17640	1296
37	460	0,99	456	17020	1369
38	390	1,03	400	14820	1444
39	360	0,68	244	14040	1521
40	550	0,96	526	22000	1600
41	460	0,86	397	18860	1681
42	560	1,22	681	23520	1764
43	640	1,40	893	27520	1849
44	650	0,87	564	28600	1936
45	385	0,86	332	17325	2025
46	340	0,85	288	15640	2116
47	460	1,16	532	21620	2209
48	480	1,14	548	23040	2304
49	750	0,99	744	36750	2401
50	650	1,03	667	32500	2500
51	320	0,68	217	16320	2601
52	420	0,96	402	21840	2704
53	420	0,86	362	22260	2809
54	850	1,22	1034	45900	2916
55	950	1,40	1326	52250	3025
56	330	0,87	286	18480	3136
57	445	0,86	384	25365	3249
58	560	0,85	474	32480	3364
59	750	1,16	867	44250	3481
60	720	1,14	822	43200	3600
1830			24948	871190	73810

Anexo N°07. RESULTADOS CON TIEMPO ESTANDAR:

- **Nivel de servicio (Materia Prima):**

$$\Delta \text{ Nivel de servicio} = \frac{\text{Pedidos no atendidos 1} - \text{Pedidos atendidos 2}}{\text{Pedidos no atendidos}}$$

$$\Delta \text{ Nivel de servicio} = \frac{17 \text{ días} - 0 \text{ días}}{17 \text{ días}} \times 100\%$$

$$\Delta \text{ Nivel de servicio} = 100\%$$

- **Mejora de la productividad de mano de obra:**

$$\Delta \text{ Productividad} = \frac{\text{Productividad 2} - \text{Productividad 1}}{\text{Productividad 1}} \times 100\%$$

$$\Delta \text{ Productividad} = \frac{9,8 \frac{\text{operario}}{\text{día}} - 8,4 \frac{\text{operario}}{\text{día}}}{8,4 \frac{\text{operario}}{\text{día}}} \times 100\%$$

$$\Delta \text{ Productividad} = 16,67\%$$

- **Incremento de la producción:**

$$\Delta \text{ Producción} = \frac{\text{Producción 2} - \text{Producción 1}}{\text{Producción 1}} \times 100 \%$$

$$\Delta \text{ Producción} = \frac{49 \text{ unid} - 42 \text{ unid}}{42 \text{ unid}} \times 100 \%$$

$$\Delta \text{ Producción} = 16,67 \%$$

- **Disminución del cuello de botella:**

$$\Delta \text{ Cuello de botella} = \frac{\text{Cuello de botella 1} - \text{ccuello de botella 2}}{\text{Cuello de botella 1}} \times 100\%$$

$$\Delta \text{ Cuello de botella} = \frac{10,7 \text{ min} - 9,7 \text{ min}}{10,7 \text{ mi}} \times 100\%$$

$$\Delta \text{ Cuello de botella} = 9,35 \%$$

- **Disminuir los tiempos improductivos:**

$$\Delta \text{Movimiento improductivos} = \frac{\text{Mov. improd. 2} - \text{Mov. improd. 1}}{\text{Mov. improd. 1}} \times 100\%$$

$$\Delta \text{Movimiento improductivos} = \frac{25,85 \text{ min} - 18,17 \text{ min}}{28,85} \times 100\%$$

$$\Delta \text{Movimiento improductivos} = 29,70\%$$

- **Satisfacer la demanda:**

$$\Delta \text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Pedidos no atendidos 1} - \text{Pedidos atendidos 2}}{\text{Pedidos no atendidos}} \times 100\%$$

$$\Delta \text{Pedidos atendidos} = \frac{1\ 179 \text{ unid} - 0 \text{ unid}}{1\ 179} \times 100\%$$

$$\Delta \text{Pedidos atendidos} = 100\%$$