



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE MATERIALES (MRP) EN LA LINEA DE CALZADO SPORT PARA DAMAS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA CALZADOS HIRBIN”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Jesús Martín Medina Mendoza

Asesor:

Ing. Oscar Goicochea Ramírez

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

A dios, por darme la vida, la oportunidad de realizar mis metas y guiar mis pasos.
A mis padres y hermanos, por acompañarme en el camino y confiar siempre en mí.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que son mi soporte, agradezco también a mi familia que me dio la fortaleza necesaria para seguir adelante.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ECUACIONES	viii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	50
METODOLOGÍA	50
CAPÍTULO III.....	57
RESULTADOS	57
CAPÍTULO IV.....	134
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	134
REFERENCIAS.....	140
ANEXOS	144

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. La producción mundial de calzado en 2017	2
Tabla 2. El consumo mundial de calzado en 2017	3
Tabla 3. La exportación mundial de calzado en 2017	4
Tabla 4. Estadísticas del calzado de los principales países de América Latina	5
Tabla 5. Principales clientes de la empresa Calzados Hirbin	7
Tabla 6. Principales proveedores Calzados Hirbin	7
Tabla 7. Distribución de personal administrativo y operativo.....	8
Tabla 8. Principales maquinarias y equipos de trabajo	8
Tabla 9. Aplicaciones industriales y beneficios esperados del MRP.....	17
Tabla 10. Secuencia del proceso de explosión del MRP.....	18
Tabla 11. Costos relevantes al plan agregado de producción.....	20
Tabla 12. Segmentos de información del registro de inventarios.....	26
Tabla 13. Número recomendado de ciclos de observación.....	33
Tabla 14. Modelo de pronósticos de series de tiempo.....	36
Tabla 15. Pasos para la realización de pronósticos.....	37
Tabla 16. Los tres niveles de análisis para detectar necesidades de capacitación	46
Tabla 17. Operacionalización de las variables.....	52
Tabla 18. Encuesta de satisfacción de los empleados	54
Tabla 19. Hoja de estudio de tiempos.....	55
Tabla 20. Herramientas aplicadas en las etapas de estudio	56
Tabla 21. Distribución detallada de trabajadores en el área de producción en Calzados Hirbin	59
Tabla 22. Resumen de tiempos en el proceso de cortado	68
Tabla 23. Resumen de tiempos en el proceso de perfilado.....	68
Tabla 24. Resumen de tiempos en el proceso de armado	68
Tabla 25. Resumen de tiempos en el proceso de alistado	69
Tabla 26. Cálculo de Tiempo estándar	69
Tabla 27. Cálculo de la producción teórica	69
Tabla 28. Cálculo de la productividad teórica	70
Tabla 29. Costos de materiales en el proceso de fabricación de calzado.....	70
Tabla 30. Cuadro resumen de ishikawa del área de producción.....	72
Tabla 31. Encuesta de priorización de causas raíces.....	73
Tabla 32. Matriz de causas raíces	74
Tabla 33. Pareto 80-20 de las causas raíces.....	75
Tabla 34. Matriz de indicadores	77
Tabla 35. Costos de las causas raíces	78
Tabla 36. Datos generales para el cálculo de costos	81
Tabla 37. Costo generado por mermas en el área de producción.....	82
Tabla 38. Costo perdido por botines no vendidos.....	83
Tabla 39. Costo por mano de obra extra utilizada	84
Tabla 40. Costo por compras urgentes – no programadas	85
Tabla 41. Costo por retraso en la entrega de pedidos registrados según política de contrato	86
Tabla 42. Resumen del costo por la falta de planificación de la producción	87
Tabla 43. Historial en pares de calzado sport para damas.....	87
Tabla 44. Datos para el pronóstico estacional.....	88
Tabla 45. Indica estacional de la demanda a pronosticar.....	89
Tabla 46. Demanda pronosticada de los años 2018, 2019 y 2020.....	89
Tabla 47. Demanda histórica trimestral de los años 2017, 2018, 2019 y 2020	91
Tabla 48. Cálculo del grado de correlación según regresión lineal	92

Tabla 49. Datos de costos para hacer el plan agregado	93
Tabla 50. Días hábiles del plan agregado.....	94
Tabla 51. Requerimiento de producción del plan agregado	94
Tabla 52. Datos de costos para hacer el plan agregado	95
Tabla 53. Plan maestro de producción mensual histórico	96
Tabla 54. Venta semanal abril 2019 del plan maestro de producción	97
Tabla 55. Porcentaje semanal de participación SKU, mes abril 2019	97
Tabla 56. Requerimiento de producción semanal en el trimestre I.....	99
Tabla 57. Requerimiento de producción semanal en el trimestre II.....	99
Tabla 58. Requerimiento de producción semanal en el trimestre III.....	100
Tabla 59. Requerimiento de producción semanal en el trimestre III.....	100
Tabla 60. Medidas de materiales usados para el proceso productivo.....	101
Tabla 61. Lista estructurada de materiales en Calzados Hirbin	102
Tabla 62. Niveles de los artículos de la BOM	104
Tabla 63. Órdenes de producción y aprovisionamiento derivados en artículos y materiales.....	110
Tabla 64. Explosión de órdenes de producción y aprovisionamiento. Mes de enero 2020.....	111
Tabla 65. Costo total de materiales en el periodo entre Julio 2020 a Diciembre 2020	112
Tabla 66. Consolidado del estudio de tiempos	114
Tabla 67. Relación de capacidad producción estándar vs actual.....	115
Tabla 68. Resumen costos por falta de estudio de tiempos	115
Tabla 69. Diferencia en el tiempo de ciclo en la estación armado.....	117
Tabla 70. Producción perdida por falta de Gestión por procesos.....	119
Tabla 71. Resumen de costos por falta de Gestión por procesos	119
Tabla 72. Pares rechazados por tipo de defecto	121
Tabla 73. Resumen de costos por falta de capacitación laboral	122
Tabla 74. Conocimientos necesarios del perfil del puesto.....	123
Tabla 75. Habilidades necesarias del perfil de puestos.....	123
Tabla 76. Presupuesto del plan de capacitación	126
Tabla 77. Resumen de inversiones para propuestas.....	127
Tabla 78. Beneficio de la causa raíz CR9.....	127
Tabla 79. Beneficio de la causa raíz CR4.....	127
Tabla 80. Beneficio de la causa raíz CR7	128
Tabla 81. Beneficio de la causa raíz CR3.....	128
Tabla 82. Beneficio de la causa raíz CR1	128
Tabla 83. Flujo de caja 2019.....	129
Tabla 84. Flujo de caja 2020.....	130
Tabla 85. Estado de ganancias y pérdidas consolidado.....	131
Tabla 86. Resumen costos perdidos, actuales y beneficio de propuesta de mejora.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de calzado en millones de pares.....	2
Figura 2. Consumo mundial de calzado en millones de pares	3
Figura 3. Exportación mundial de calzado en millones de pares.....	4
Figura 4. Diagrama de Ishikawa del área de producción.....	10
Figura 5. Entradas para el plan de requerimiento de materiales	15
Figura 6. Estructura del sistema de planeación de requerimientos de materiales	16
Figura 7. Elementos que componen el MRP estándar	18
Figura 8. Requerimientos del sistema de planificación de producción	21
Figura 9. El programa maestro de producción en relación con el plan agregado	22
Figura 10. Proceso de un programa maestro de producción.....	23
Figura 11. Desglosamiento del plan agregado de producción en el plan maestro.....	24
Figura 12. Lista de materiales	25
Figura 13. Codificación del nivel inferior	25
Figura 14. Modelo de inventario de seguridad para el sub ensamble de una pieza inventariada...	28
Figura 15. Modelo de registro de inventario para el sub ensamble de una pieza inventariada	29
Figura 16. Modelo de registro del estado de una pieza inventariada	29
Figura 17. Diagrama de proceso de preparación de un ítem en Inventario	31
Figura 18. Resumen de los pasos para realizar y calcular un estudio de tiempos.....	32
Figura 19. Esquema simplificado de los factores de análisis	42
Figura 20. Tipos de cambio de conducta por medio de la capacitación	44
Figura 21. Proceso de capacitación.....	45
Figura 22. Los puntos principales de un programa de capacitación.....	47
Figura 23. Organigrama de Calzados Hirbin.....	61
Figura 24. Proceso productivo de Calzados Hirbin.....	62
Figura 25. Proceso detallado de la estación de cortado	63
Figura 26. Proceso detallado de la estación de perfilado	64
Figura 27. Proceso detallado de la estación de armado.....	65
Figura 28. Proceso detallado de la estación de alistado	66
Figura 29. Diagrama de operaciones para línea de calzado sport	67
Figura 30. Pareto 80-20 de las causas raíces	76
Figura 31. Esquema de propuestas	79
Figura 32. Secuencia básica del desarrollo del MRP	87
Figura 33. Demanda histórica en Calzados Hirbin.....	88
Figura 34. Demanda pronosticada de los años 2018, 2019 y 2020	91
Figura 35. Demanda histórica en los años 2017, 2018, 2019 y 2020.....	91
Figura 36. Gráfica de pronósticos por regresión lineal con estacionalidad	92
Figura 37. BOM de la producción de 1 zapato sport código Z22.....	105
Figura 38. BOM de la producción de 1 zapato sport código Y025	106
Figura 39. BOM de la producción de 1 zapato sport código A510	107
Figura 40. BOM de la producción de 1 zapato sport código R505	108
Figura 41. Diferencia en el tiempo de ciclo en la estación armado	117
Figura 42. Evaluación de los resultados de la capacitación	124
Figura 43. Cronograma de capacitación	125
Figura 44. Evaluación del programa de capacitación	126
Figura 45. Costo perdido actual vs costo perdido meta.....	132
Figura 46. Relación costo perdidos actuales vs costos metas por causas raíces.....	133
Figura 47. Relación valores actuales vs valores metas por causas raíces	133
Figura 48. Relación inversión-beneficio por cada causa raíz	133

Figura 49. Valores actuales y meta de las causas raíces de la propuesta del sistema MRP	135
Figura 50. Costo actual y mejorado con el desarrollo del sistema MRP	135
Figura 51. Valores actuales y meta de las causas raíces de la propuesta de gestión por procesos	136
Figura 52. Costo actual y mejorado con el desarrollo de la gestión por procesos	136
Figura 53. Valores actuales y meta de las causas raíces de la propuesta del programa de capacitación. Fuente: Elaboración propia	137
Figura 54. Costo actual y mejorado con el desarrollo del programa de capacitación	137

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Saldo disponible proyectado	30
Ecuación 2. Tiempo normal.....	33
Ecuación 3. Tiempo estándar.....	34
Ecuación 4. Tiempo estándar alternativo.....	34
Ecuación 5. Modelo matemático de una línea recta	38
Ecuación 6. Modelo matemático de promedios móviles.....	38
Ecuación 7. Modelo matemático de promedios móviles ponderado.....	39
Ecuación 8. Modelo matemático suavización exponencial.....	39
Ecuación 9. Error de pronóstico.....	39
Ecuación 10. Desviación absoluta media	40
Ecuación 11. Error cuadrático medio	40
Ecuación 12. Error porcentual absoluto medio	40
Ecuación 13. Cálculo del índice estacional.....	89
Ecuación 14. Cálculo de la regresión lineal	92
Ecuación 15 Cálculo del requerimiento de producción semanal	98
Ecuación 16. Cálculo del número de planchas de anti transpirante	103
Ecuación 17. Cálculo del número de planchas de organza laminada marrón.....	103
Ecuación 18. Cálculo de las necesidades netas.....	109

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo general el desarrollo e implementación de un sistema de planificación de materiales (MRP) en la línea de calzado sport para damas para aumentar la productividad de la empresa Calzados Hirbin. En primer lugar se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa en el área de producción. Se seleccionó esta área ya que se diagnosticó como el área de mayor criticidad en la empresa, debido a la cantidad de productos defectuosos que originan retrasos y reprocesos, asimismo se consideró el alto nivel de fabricación del calzado para damas. Se realizó cálculos para determinar el impacto económico que genera en la empresa estas problemáticas representando en pérdidas monetarias de S/. 23 388 nuevos soles anual. Finalmente, y con toda la información analizada y recolectada, y a partir del diagnóstico que ha sido elaborado, se presentará un análisis de los resultados para poder corroborar con datos cuantitativos las evidencias presentadas y así lograr con la propuesta de mejora en el área de producción incrementar la productividad para la empresa. Dando como resultado un VAN de S/. 77 861, un TIR de 80% y un Beneficio/Costo de S/. 3,17.

Palabras clave: MRP, Calzados Hirbin, Productividad

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En 2017 la producción mundial de calzado alcanzó los 23 500 000 de pares, un 2 por ciento más que en el año anterior. La fabricación de zapatos se concentró precisamente en Asia, donde se elaboró el 87 por ciento de todos los pares de calzado del mundo. De esta forma, los cuatro principales países productores son asiáticos: China, India, Vietnam e Indonesia, en este orden. En el quinto lugar se encuentra Brasil, el mayor productor de calzado no asiático. Por su parte, Italia es el único país europeo que forma parte del top 10.

Tabla 1. *La producción mundial de calzado en 2017*

PARES (MILLONES)	PORCENTAJE MUNDIAL (%)	2017/2016 (%)
13 523	57,5	+3,2
2 409	10,2	+6,7
1 100	4,7	-7,2
1 083	4,6	-1,5
909	3,9	-4,7
428	1,8	+13,2
400	1,7	-20
398	1,7	-0,3
259	1,1	+2
191	0,8	+1,6

Fuente: World Footwear Yearbook edición 2017

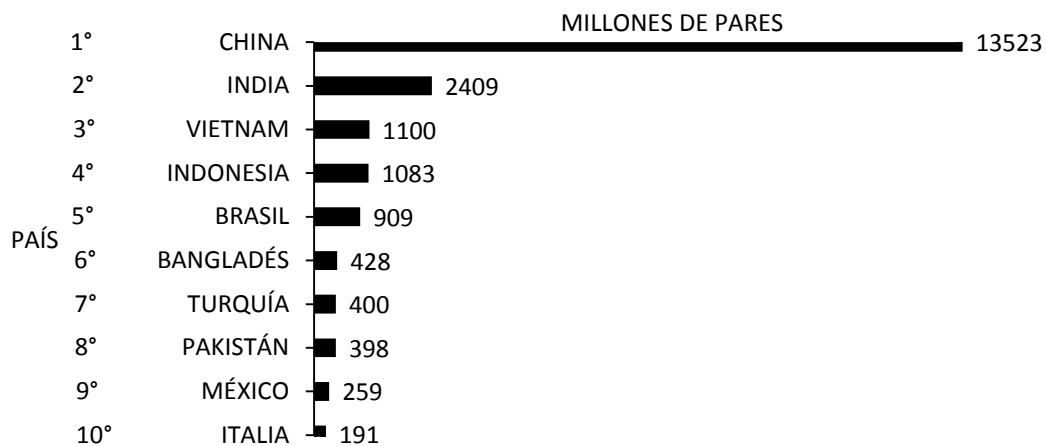


Figura 1. Producción mundial de calzado en millones de pares

Fuente: World Footwear Yearbook edición 2017

Asia compró el 54 por ciento de todos los zapatos comercializados el pasado año en el mundo. A Asia le siguieron Europa, con una cuota del 16 por ciento, y América del Norte, con un 15 por ciento. Por países, destaca el crecimiento del consumo de zapatos de la India, el cual superó a los Estados Unidos como segundo mayor consumidor mundial del calzado.

Reino Unido, Alemania y Francia, por este orden, son los tres únicos países europeos en la lista de los 10 primeros consumidores mundiales de zapatos.

Tabla 2. *El consumo mundial de calzado en 2017*

PARES (MILLONES)	PORCENTAJE MUNDIAL (%)	2017/2016
3 985	18,4	+2,9
2 491	11,5	+10,7
2 342	10,8	+2,3
886	4,1	+1,3
805	3,7	-5,4
704	3,3	+6,8
489	2,3	-8,6
450	2,1	+2,8
416	1,9	+7,5
409	1,9	+1,5

Fuente: World Footwear Yearbook edición 2017

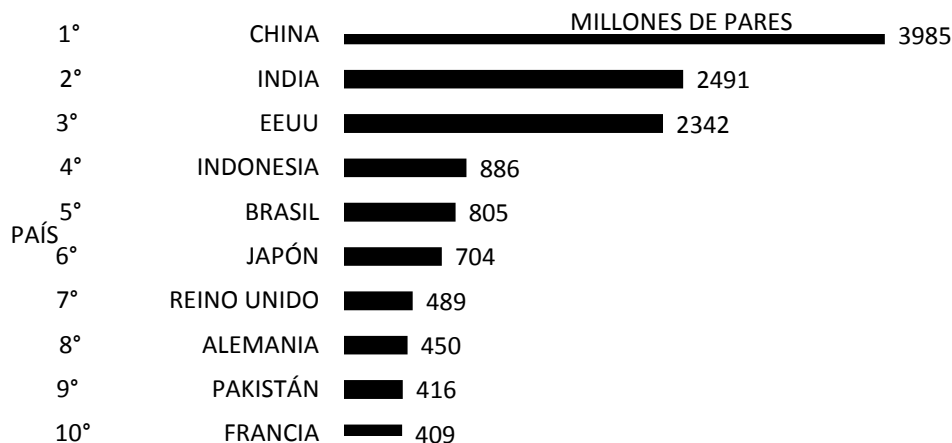


Figura 2. Consumo mundial de calzado en millones de pares

Fuente: World Footwear Yearbook edición 2017

Durante la última década, Europa ha sido el único continente que ha aumentado sus exportaciones de calzado. De cualquier modo, Europa tan solo realiza el 13,8 por ciento de las ventas de calzado al exterior, mientras que de Asia parten un 83,3 por ciento. El resto de continentes solo representa un 3 por ciento del total. Por países, dos de cada tres zapatos exportados en todo el mundo se venden desde China. De Europa encontramos cinco países: Alemania Bélgica, Italia, Reino Unido y Países Bajos, en muchos casos gracias a su modelo comercial de importación y reexportación.

Tabla 3. La exportación mundial de calzado en 2017

PARES (MILLONES)	2017/2016 (%)	VALOR (MILLONES \$)	2017/2016 (valor)
9 678	+3,9	45 897	+2,3
1 018	-0,3	18 018	+18
281	+11,1	7 013	+29,2
252	+5,9	6 578	+10,6
222	+3,7	729	+9,8
217	-16,2	4 784	+5,7
216	+4,9	10 388	+5,7
196	-8,8	2 135	-1
183	-22,5	1 810	-26
180	+22,4	3 607	+23,9

Fuente: World Footwear Yearbook edición 2017

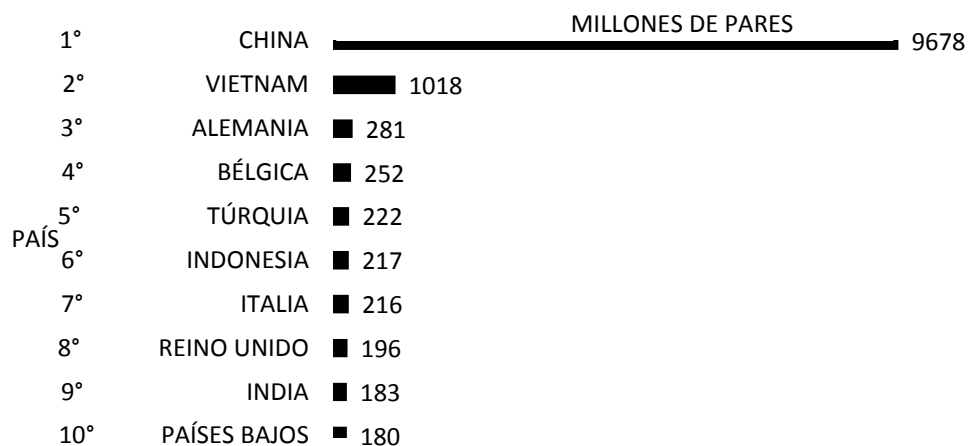


Figura 3. Exportación mundial de calzado en millones de pares

Fuente: World Footwear Yearbook edición 2017

Desde 2016, hasta el último dato disponible de 2017, este orden no ha cambiado, lo que sí ha cambiado es el volumen de producción de calzado, teniendo Brasil la mejor producción de pares anual de 992 000 000 de pares en el año 2017. Seguido muy de cerca México no ha sufrido cambio alguno, con una producción anual de 260 000 000 de pares, en tanto Argentina y Colombia ha visto disminuir su volumen de producción con 100 000 000 y 91 850 000 de pares, respectivamente. Perú aumentó significativamente su volumen de producción al registrar, un volumen de 60 650 000 de pares en el año 2017. El mercado del calzado en Brasil representa un fenómeno que se ha venido produciendo durante los últimos años, ha sido el crecimiento de las importaciones. Tratándose de un sector tradicionalmente superavitario en Brasil, el país ha experimentado en los últimos años un aumento de las exportaciones a la vez que las importaciones han alcanzado su máximo histórico. La cantidad de habitantes en el periodo (2016 - 2017), según las cifras publicadas por SERMA en base a datos de entidades sectoriales, oficiales y privadas de cada país, Brasil alcanzó los 207.7

millones de habitantes, representando un aumento en el consumo anual por habitante de 4.2 en el año 2017. El análisis en el nivel de PBI per cápita, percibe que los volúmenes producidos de calzado, genera un aumento de 8.736 por ciento en el año 2017.

Tabla 4. *Estadísticas del calzado de los principales países de América Latina*

PAÍS	AÑO	PRODUCCIÓN DE PARES	EXPORTACIÓN DE PARES	IMPORTACIÓN DE PARES	CONSUMO ANUAL P/HAB.	PBI U\$S PER CÁPITA
ARGENTINA 43 590 000 hab.	2016	110 000 000	600 000	27 600 000	3,1	12 449
	2017	100 000 000	642 000	34 500 000	3,1	12 800
BOLIVIA 11 460 000 hab.	2016	13 600 000	100 000	21 200 000	3	3 105
	2017	14 400 000	100 000	19 200 000	3	3 217
BRASIL 207 700 000 hab.	2016	954 000 000	125 600 000	22 700 000	4	8 650
	2017	992 000 000	127 100 000	23 800 000	4,2	8 736
CHILE 17 900 000 hab.	2016	7 000 000	308 840	105 400 000	6,2	13 793
	2017	7 200 000	317 980	114 473 000	6,7	13 990
COLOMBIA 49 982 000 hab.	2016	92 500 000	760 000	61 400 000	3	5 806
	2017	91 850 000	890 000	64 470 000	3,1	5 910
ECUADOR 126 550 000 hab.	2016	39 200 000	550 000	18 000 000	3,4	5 969
	2017	37 200 000	520 000	18 900 000	3,3	6 058
MÉXICO 126 350 000 hab.	2016	260 000 000	25 300 000	64 500 000	2,3	8 201
	2017	260 000 000	26 300 000	88 000 000	2,5	8 363
PARAGUAY 7 042 000 hab.	2016	5 300 000	700 000	25 300 000	4,1	4 080
	2017	5 150 000	680 000	28 900 000	4,7	4 243
PERÚ 31 826 018 hab.	2016	51 400 000	2 310 000	49 500 000	3,1	6 046
	2017	60 650 000	2 472 000	43 430 000	3,2	6 197
URUGUAY 3 427 000 hab.	2016	1 450 000	12 000	14 800 000	4,6	15 221
	2017	1 400 000	11 000	16 280 000	5,1	15 630
VENEZUELA 31 811 000 hab.	2016	20 700 000	-	52 200 000	2,3	-
	2017	23 800 000	40 000	56 376 000	2,5	7 125

Fuente: Elaborado por SERMA en base a datos publicados de entidades sectoriales, oficiales y privadas de cada país

Perú cerró en 2017 con incrementos de 7 por ciento en sus exportaciones y se consolida como el cuarto productor de calzado en el continente, según informó la Sociedad Nacional de Industrias (SIN). El país produce más de 50 000 000 de pares de calzado al año trabajando al 90 por ciento de su capacidad productiva. La balanza comercial del calzado se

estableció en 355 000 000 de dólares con veredicto deficitario en 2017 por segundo año consecutivo. El país exportó poco menos de 50 000 000 de dólares en calzado este año, al tiempo que importó mercancías cerca de 300 000 000 de dólares. Sin embargo, el aumento en las exportaciones acorta el desequilibrio comercial desde finales de 2016 y se prevé una balanza comercial “sana” para antes del 2022. En el ámbito nacional, la producción de calzado se destina principalmente al mercado de los uniformes, siendo los principales clientes, el sector de la construcción, la jardinería y el aseo, además del consumo de la industria de artículos de moda, calzado infantil y prendas de temporada. Los principales destino de las exportaciones peruanas de calzado son Chile, Estados Unidos, Colombia, Ecuador y México. Por su parte, las importaciones de calzado provienen fundamentalmente de China, Vietnam, Brasil, Indonesia e India.

La producción de calzado en el distrito de El porvenir, cuyas ventas se hacen a otras regiones, está en una severa crisis que ha causado paralización de algunos talleres con la desocupación de centenas de operarios. El presidente de la Cámara de Cuero y Calzado de Trujillo, Esmundo Blas Zegarra reveló que la venta y producción de zapatos ha caído en 70 por ciento debido a la competencia de calzado chino, brasileño y colombiano. El dirigente, enfatizó que los agremiados no quieren dinero del Estado, pero sí que haya un apalancamiento en el programa Cómprale a Myperú, respecto al calzado escolar. Para el presidente, la crisis del sector cuero y calzado se va agudizar peor con el tema de enfrentamiento político y la corrupción en las instituciones del Estado. Agregó que la situación es muy grave por la desocupación en el sector y que traería consecuencias sociales negativas.

El distrito zapatero de El Porvenir solo exporta entre el 2 por ciento y 3 por ciento al extranjero. La mayoría del calzado, es vendido solo a nivel nacional, afirmó el subdirector de la Unidad Operativa de Trujillo (CEFOP), Elvis Pasache Pinillos. Agregó que los principales países a donde llega el calzado trujillano son México, Bolivia y Ecuador. Pasache advirtió que eso sucede debido a la falta de estándares de calidad que permitan que sus productos lleguen a países como Italia o la China. Por esta razón, el CEFOP Trujillo realizó un desfile de calzado en el que alumnos demostraron su creatividad e innovación en diseño y calidad de zapatos. Asimismo, el evento tiene la finalidad de exponer a sus alumnos ante los empresarios locales y nacionales para que puedan apoyar, sobre todo, con maquinaria moderna que permita la elaboración de mejores calzados.

Calzados Hirbin, es una empresa dedicada a la elaboración y procesamiento del calzado, comenzando sus actividades por decidir formar la empresa con la iniciativa de crear una empresa que fabrique calzado de calidad, con originales diseños y accesible al cliente en cuanto a precio. La empresa comenzó sus operaciones en un pequeño local del porvenir pero debido a su crecimiento y gran demanda es que se traslada a su fábrica propia para satisfacer sus demandas de producción propia y de sus clientes. Con esfuerzo y sacrificio y con los años

de experiencia la historia de Calzados Hirbin se ha visto recompensada con grandes logros y su consolidación como empresa líder en el calzado del norte del Perú.

La empresa se encuentra actualmente ubicada en la calle Barcelona N° 1944 – A.H. Miguel Grau en el distrito del Porvenir y se encuentra en proceso de crecimiento y estandarización de la calidad de sus productos, para ello está buscando mejorar sus procesos y actualizar sus métodos de trabajo para lograr la satisfacción del cliente y de sus trabajadores. A continuación se presenta dos cuadros con los principales clientes y proveedores de la empresa.

Tabla 5. *Principales clientes de la empresa Calzados Hirbin*

RAZÓN SOCIAL	RUC
PLAMEZ S.A.C.	20493440557
LUPE LUCIANA MAMON ANCALLA	10296615493
REGINA CODEN HUANCA	10024015217
INVERSIONES GENERALES TADELY	20494782597
JHON PEÑAFIEL LLANCAY	10411767855
MARISOL MICHEL CALLEJAS S.A.C	10670666255

Fuente. Elaboración propia

Tabla 6. *Principales proveedores Calzados Hirbin*

RAZÓN SOCIAL	R.U.C.
F&N ISAIAS	10402976590
CALZALLANOS E.I.R.L.	20559875130
GRUPO G&C INVERSIONES S.A.C.	20481487863
LA NUEVA PIEL S.A.C.	20440169318
EXPRESION PLASTIC	10483567281
ALMACENES DEMELIZ	10424344511
IMPRESA GRAFICA BENDICION	10178392242
INMOBILIARIA FAIRFIELD S.A.C.	20506203440

Fuente. Elaboración propia.

La empresa cuenta con una planilla de empleados entre personal administrativo y operativo. El horario de trabajo en la empresa Calzados Hirbin es de lunes a domingo con un día de descanso en dos turnos, el primero es de 8:00 am hasta 13:00 pm y el segundo de 15:00 pm hasta 20:00 pm.

Tabla 7. *Distribución de personal administrativo y operativo*

DISTRIBUCIÓN DE PERSONAL EN CALZADOS HIRBIN		
Personal operativo	Almacén	Cevallos Paredes
	Cortadores	Esteban Condori
		Carlos Medina
	Perfilado	Elvis Nazario
		Wilfredo Melchor
		Miler Melchor
		Bogner Melchor
		Hugo Zapata
		Maicol Otiniano
	Armado	Santiago Orbegoso
		Alexander Castillo
		Smith Jara
		Omar León
Omero Olivares		
Alistado	Zoila Paredes	
	Gladis Benites	
	Santos Prudencio	
Personal administrativo	Gerente general	Gabriela Vergara
	Supervisor producción	Manuel Quispe
	Contador	

Fuente. Elaboración propia

La maquinaria con la que cuenta la empresa fue aumentando cada vez más con el aumento de la demanda, de esta forma se fue adquiriendo máquinas y equipos con los cuales la empresa pueda responder a la demanda de sus clientes. En el cuadro inferior se muestra las principales maquinarias y equipos con las que cuenta la empresa (ver tabla 8).

Tabla 8. *Principales maquinarias y equipos de trabajo*

Nombre	Cantidad
Troqueladora	2
Desbastadora	3
Selladora	2
Perfiladora	16
Máquina de Conformado	2
Armado de puntera	2
Armado de talón	2

Máquina de Horneado	1
Cardado	1
Máquina de reactivado	1
Máquina sorbetera	2
Máquina de enfriado	1

Fuente: Elaboración propia

Actualmente, se estima que la producción de la empresa es muy variable, tiende a tener muchos inconvenientes en los tiempos de los procesos por lo que se generan los retrasos y paradas de máquinas involuntariamente, la gestión de producción no se encuentra estandarizada y la mano de obra es rotativa de acuerdo a la demanda.

Respecto al abastecimiento de materiales para las áreas de la empresa, se observa que no se gestiona adecuadamente, principalmente porque no se tiene disponible el stock actual para abastecer generando demoras en la entrega de materiales a las diferentes áreas.

A continuación se presenta el diagrama de ishikawa exponiendo las principales causas de la baja productividad en los procesos productivos en la empresa Calzados Hirbin (ver figura 4).

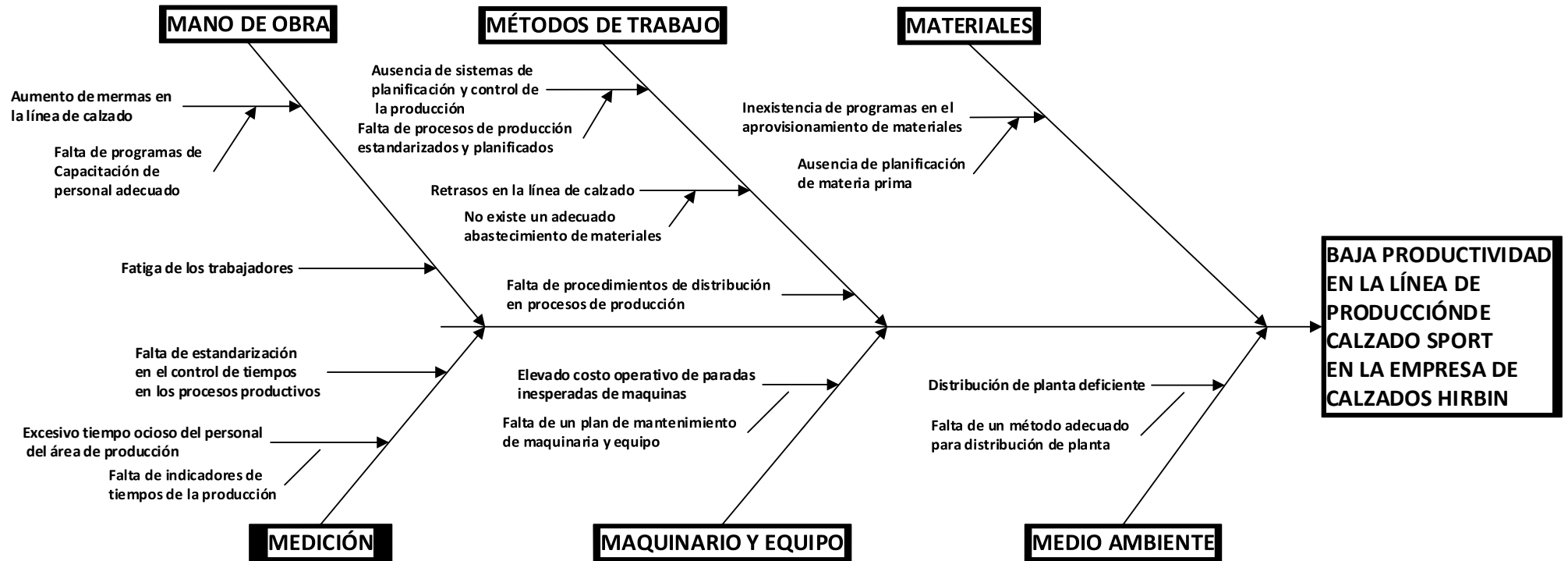


Figura 4. Diagrama de Ishikawa del área de producción
Fuente: Elaboración propia

Se tendrá en cuenta estudios realizados para la mejora de procesos, para lo cual se ha buscado fuentes de diversa índole relacionados con el tema; las cuales se muestra a continuación:

La presente investigación cuenta con los siguientes antecedentes de estudio.

A nivel Internacional

Pinzón, M. (2016). Diseño del Plan de Requerimiento de Materiales para el proceso productivo en industria de Carrocerías Logos. (Tesis de Ingeniero). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Boyacá, Colombia. El presente trabajo tuvo como su objetivo de estudio el diseñar un sistema MRP que sirva como apoyo a la empresa e incrementar la productividad, verificando y determinando las fuentes de datos del modelo MRP. La investigación pretende el diseño de un plan de requerimiento que permita analizar la implementación de la propuesta, a su vez el diseño permite lograr organizar la producción de la empresa en estudio, para una de las carrocerías con mayor demanda en esta empresa en Carrocerías Logos. El diseño de un plan de requerimiento de materiales facilitará a la organización la planificación de la producción, y de esta manera obtener una mayor organización dentro de su proceso productivo, con el fin de reducir falencias detectadas. Lo ideal es que se pueda establecer, estandarizar y agilizar procesos y requerimientos de material, con anterioridad para tener los materiales en el momento justo, sin generar demoras ni entregas tardías.

A nivel Nacional

Flores, M. (2013). Propuesta de implementación de un MRP II para una planta de confecciones textiles. (Tesis de Magister). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. En esta investigación su objetivo tratar de optimizar su planificación y control de la producción, mediante la implementación de un sistema MRP II que permitirá el mejor manejo de sus recursos y así mejorar sus operaciones en los próximos años. En el presente trabajo se efectúa una evaluación y diagnóstico del proceso de planificación y control de la producción de la empresa, de acuerdo a esto se propone el funcionamiento del MRP II describiendo a detalle los componentes del sistema y la organización de los mismos respecto a las diferentes áreas de la empresa, también se propone un plan de implementación donde se detalla los diferentes pasos a seguir para la puesta en marcha. Los resultados fueron que el proceso de planeación y control de la producción tuvo deficiencias, existencia de pérdidas de horas hombre por paradas de máquina. Se concluyó que es necesario implantar el uso de un sistema informático MRP II como apoyo a la gestión de planificación y control de la producción en la empresa APOLO, entre otras conclusiones.

A nivel local

Aliaga, A. y Infante, E. (2016). Propuesta de mejora en las áreas de producción y calidad de la línea de calzado Hawaii para incrementar la rentabilidad de la empresa Calzado Gretty. (Tesis Ingeniero). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. El presente trabajo tuvo como objetivo general el desarrollo de la propuesta de mejora en las áreas de producción y calidad para la

línea de Calzado Hawai; para incrementar la rentabilidad en una empresa de calzado. Se seleccionó el área de Producción y Calidad ya que se diagnosticó que eran las de mayor criticidad en la empresa, debido a la cantidad de productos con defectos que originaban y la generación de altos niveles de fabricación del calzado Hawai. Una vez que culminó la etapa de identificación de los problemas, se procedió a redactar el diagnóstico de la empresa, en el cual se tomó en cuenta todas las evidencias para demostrar lo mencionado anteriormente. Asimismo, se realizó cálculos para determinar el impacto económico que genera en la empresa estas problemáticas representado en pérdidas monetarias de S/ 10 541,99 nuevos soles mensuales. En la empresa estudiada se presentan algunos de los problemas que están influenciando negativamente en su rentabilidad como mala distribución de planta, retrasos en la producción, falta de una planificación de la producción, entrega inoportuna de materiales, materiales de mala calidad, ausencia de inspección y trabajo empírico. Estos tipos de metodologías y herramientas que permiten controlar los procesos que se utilizan para desarrollar y fabricar el modelo Hawai para las áreas de producción y calidad se fundamentan en la idea de tener un bajo control, con el fin de garantizar que los productos se fabriquen en forma consistente y a tiempo, evitando los defectos y sus costos. Logrando así de esta manera un beneficio mensual de S/.7 972,28. Dando como resultado un VAN de S/4 211,74, un TIR 38.28% y un Beneficio/Costo de 1.027.

Avalos, S. y Gonzales, K. (2013). Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de calzado de niños para incrementar la productividad de la empresa Bambini Shoes – Trujillo. (Tesis Ingeniero). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Esta investigación tuvo como objetivo implementar una propuesta de mejora en el proceso productivo, para incrementar la productividad de la línea de calzado infantil de niño en la empresa productora y comercializadora de calzado “BAMBINI SHOES”. Para lo cual se aplicó las herramientas de ingeniería industrial tales como estudio de tiempos y métodos de trabajo, gestión de almacén y distribución de planta. La recolección de datos se basó en la observación directa, entrevistas no estructuradas y consultas de diversas fuentes de información. La investigación concluyó que se aplicó las herramientas: aplicación de estudio de tiempos y métodos de trabajo con el fin de estandarizar cada estación del proceso productivo y tener una base para hacer mejoras continuas, gestión de almacén las cuales incluyen: Clasificación ABC, codificación y estandarización de los diferentes materiales y herramientas el cual permite disminuir tiempos innecesarios de búsqueda y verificación de materiales complementándose con el Plan de Requerimiento de Materiales y finalmente la aplicación de la mejora de distribución de planta para evitar tiempos de traslado innecesarios y contribuir al mejor flujo del producto. Concluyendo la aplicación satisfactoriamente de la metodología seleccionada y se interrelacionan adecuadamente cada uno de los elementos con el fin de incrementar la productividad del proceso productivo, obteniendo un incremento de la productividad del 81,7%.

Céspedes, D. y Rojas, F. (2014). Diseño de un Plan de Requerimiento de Materiales y Sistema de Gestión de Inventarios para reducir los costos operativos en la línea de producción de

abrazaderas de la Factoría Sánchez S.A.C. (Tesis de Ingeniero). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú. Esta investigación tuvo como propósito el diseño de un Plan de Requerimiento de Materiales y Sistema de Gestión de Inventarios para minimizar los costos operativos en la línea de producción de abrazaderas de la Factoría Sánchez S.A.C. Habiendo identificado las oportunidades de mejora, se emplearon distintas herramientas y metodologías pertenecientes a la ingeniería industrial como Estudio de Tiempos, Clasificación ABC, Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), Perfiles de puesto y diversos elementos para establecer un Sistema de Inventarios. El resultado de la investigación al aplicar el MRP y el Sistema de Gestión de Inventarios propuestos se logra reducir los costos operacionales. Los investigadores concluyeron que la propuesta es evaluada a través de la ingeniería económica obteniendo un VAN de S/.50 979 y una TIR mensual de 29%.

En el presente trabajo la propuesta de mejora se basa en los siguientes conceptos.

Encontramos que según Chase y Jacobs (2014) el análisis de series de tiempo es el tipo de pronóstico en que se anticipa la demanda futura con datos relacionados con la demanda anterior. Por otro lado detalla el inventario como las existencias de una pieza o recurso que una organización utiliza. De otra forma aclara, la medición del trabajo como el análisis del trabajo con el fin de establecer estándares de tiempo. Mientras que aclara, el programa maestro de Producción (PMP) como el plan con fases de tiempo que especifica cuánto y cuando piensa crear la empresa de cada pieza final.

En cuanto Avalos y Gonzales (2013) aclara sobre sistema de planificación de la producción y de gestión de stocks que responde a las preguntas: ¿qué?, ¿cuánto? y ¿cuándo?, consiste en un cálculo de necesidades netas de los artículos. De otra forma, la planificación de necesidades de materiales (MRP) es un sistema de planificación de la producción y de gestión de stocks que responde a las preguntas: ¿qué?, ¿cuánto? y ¿cuándo?, consiste en un cálculo de necesidades netas de los artículos.

En el aporte de Céspedes y Rojas (2014) define el BOM como la lista de materiales, recopilación de todo componente y SKU, detallando la estructura y respectiva composición. Por otro lado define el plan agregado de la producción como la planeación de la producción en el mediano plazo, juntando la producción por clases de productos. De otra forma, manifiesta que el pronóstico de la demanda es el proceso de estimación de incertidumbre de la demanda.

En el caso de Render y Heizer (2014) el muestreo del trabajo es una estimación, a través del muestreo, del porcentaje de tiempo que un trabajador dedica a diferentes tareas. Por otro lado, aclaran el tiempo de ciclo como el tiempo máximo que está disponible un producto en cada estación de trabajo. De otro lado, el tiempo estándar es un ajuste al tiempo normal total; el ajuste proporciona las holguras por necesidades personales, demoras inevitables del trabajo y fatiga.

La presente investigación cuenta con la siguiente base teórica en estudio.

A. PLANIFICACIÓN DE RECURSOS DE MATERIALES

Sistema de Planeación y Requerimiento de Materiales (MRP)

Según Pinzón (2016) es un método lógico y fácil de entender para abordar el problema de determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir cada pieza final. MRP también proporciona un programa para especificar cuándo hay que producir o pedir estos materiales, piezas y componentes. El MRP se basa en la demanda dependiente, la que es resultado de artículos de varios niveles para suplir los procesos productivos. Inicialmente se explica el estudio del diseño de un sistema MRP para la planificación y control de la producción de una empresa que elabora carrocerías, de forma que se comparará el sistema MRP con otros sistemas de planificación existentes para definir cuál sería el más adecuado. Comercialmente hay variabilidad de sistemas MRP que le permiten a las organizaciones llevar un manejo adecuado de sus materiales e insumos por cada producto que elaboran.

Según Flores (2013) el MRP es un conjunto de técnicas que utilizan conocimiento de datos de material, datos de inventario y el plan maestro de producción para calcular los requerimientos de materiales, también la posibilidad de recomendar órdenes de reposición de material. Es un sistema de planificación de componentes de fabricación que mediante un conjunto de procedimientos lógicamente relacionados, traducen un Programa Maestro de Producción, PMP, en necesidades reales de componentes, con fechas y cantidades. La limitación de este sistema es que no permite conocer qué actividad desarrolla cada unidad productiva en cada momento de tiempo para fabricar los pedidos planificados en el orden establecido, ni tampoco si se cuenta o no con la capacidad suficiente de hacerlo.

Según Krajewski L, Ritzman L. y Malhotra M. (2008) la planeación de requerimientos de materiales es un sistema de información computarizado, desarrollado específicamente para ayudar al fabricante a administrar inventarios de demanda dependiente y las órdenes programadas de reabastecimiento. Las entradas claves de un sistema MRP son una base de datos de listas de materiales, un programa maestro de producción y una base de datos de registros de inventario. Con esta información, el sistema MRP identifica las acciones que toman quienes planean para cumplir la programación, como liberar nuevas órdenes de producción, ajustando cantidades en las órdenes y acelerando las órdenes atrasadas. Un sistema MRP traduce el programa maestro de producción en otras fuentes de demanda, como la demanda independiente de refacciones y artículos de mantenimiento, en los requerimientos de todos los subsistemas, componentes y materias primas necesarios para fabricar los productos finales.

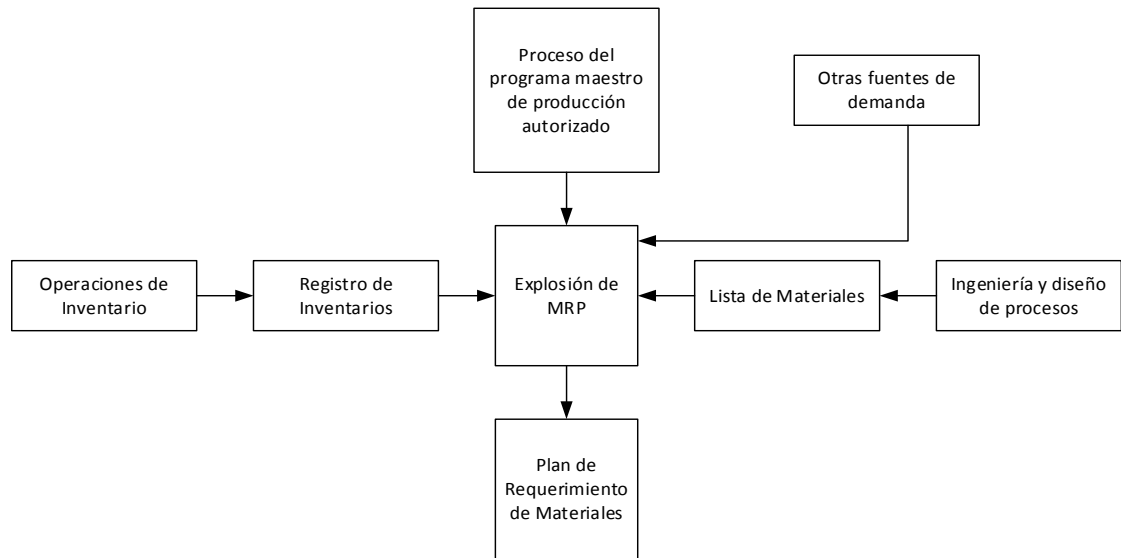


Figura 5. Entradas para el plan de requerimiento de materiales
Fuente. Administración de operaciones. (Krajewski L. et. al. 2008)

Según Render y Heizer (2014) la técnica de demanda dependiente que se aplica en los ambientes de producción se llama planeación de los requerimientos de materiales (MRP). Debido a que un sistema MRP proporciona una estructura muy clara para la demanda dependiente, evolucionado hasta construir la base de lo que se conoce como planeación de los recursos de la empresa. Una de las principales fortalezas de los programas MRP es su capacidad para determinar con exactitud la factibilidad de un programa dentro las restricciones de capacidad agregada. Sólo con la información correcta de compras, el administrador puede preparar buenos planes de producción y ejecutar de manera efectiva un sistema MRP.

Estructura MRP

Aunque la mayoría de los sistemas MRP son computarizados, su procedimiento es directo y puede hacerse en forma manual. Los ingredientes de un sistema de planeación de los requerimientos de materiales son un programa de producción maestro, una lista estructurada de materiales, los registros de compras e inventarios, y los tiempos de entrega para cada artículo. Una vez que se tienen estos ingredientes precisos, el siguiente paso es elaborar el plan de requerimientos brutos de materiales. El plan de requerimiento bruto de materiales es un programa que combina el programa de maestro de producción con el programa escalonado e indica cuando debe ordenarse un artículo a los proveedores si no hay artículos en el inventario, o cuando debe iniciar la producción de un artículo para satisfacer la demanda del producto terminado en una fecha particular.

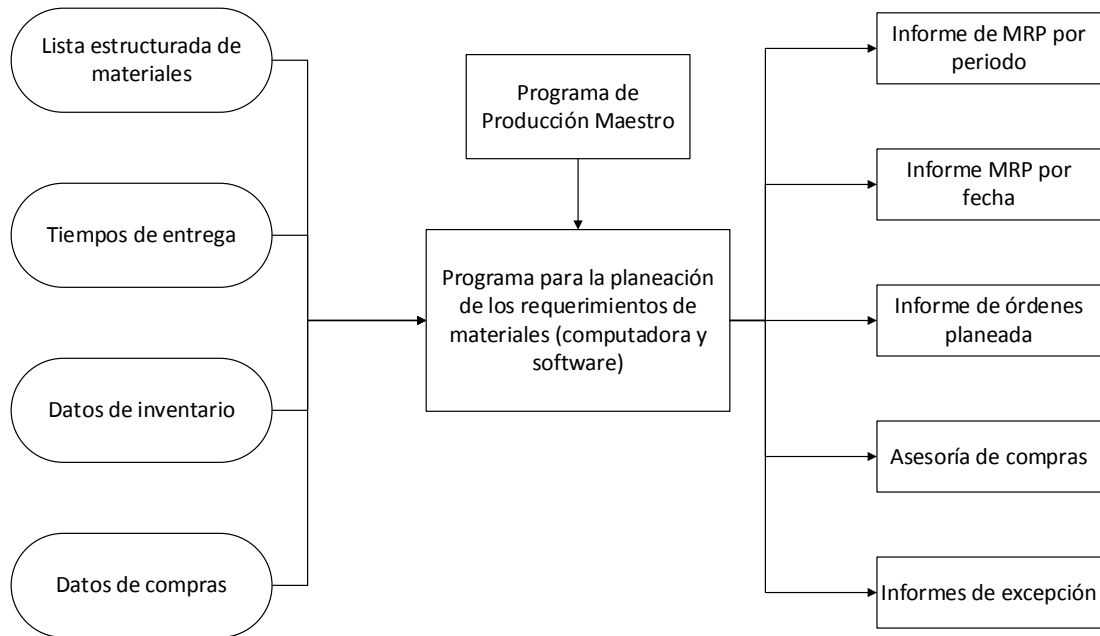


Figura 6. Estructura del sistema de planeación de requerimientos de materiales
Fuente: Principios de administración de operaciones. (Render y Heizer, 2014)

Según Chase y Jacobs (2014) la planificación de requerimiento de materiales, es un método lógico que enlaza las funciones de producción desde el punto de vista de control y planificación de materiales, que ayuda a resolver el problema concerniente a determinar el número de pizzas, componentes y materiales necesarios para producir todo el artículo final. Asimismo, también proporciona el programa que especifica cuándo debe pedirse o producirse cada uno de estos artículos. La MRP se basa en la demanda dependiente, que es el resultado de la demanda de artículos de nivel superior. La MRP se aprovecha más en las industrias, donde su producción es por lotes y con el mismo equipo de producción. El programa MRP se adaptará mejor a las compañías que realizan operaciones de ensamble que a las de fabricación, no funcionará bien en compañías de baja producción, y en las compañías que venden productos complicados a un elevado precio. A continuación, se especifican de manera detallada los beneficios esperados de la aplicación de un MRP en diferentes industrias (ver tabla 9). La estructura de la planificación de requerimiento de materiales de las actividades de manufactura guarda relación directa con el programa maestro de producción, el archivo de la lista de materiales y los informes de producción. El programa se elabora mediante la siguiente secuencia, el programa maestro indica el número de piezas que se van a producir en tiempos específicos. En el archivo de la lista de materiales se especifican los materiales que consta cada pieza y en qué cantidades. El archivo con el registro de inventarios proporciona información como el número de unidades disponibles y pedidas.

Tabla 9. Aplicaciones industriales y beneficios esperados del MRP

TIPO DE INDUSTRIA	EJEMPLOS	BENEFICIOS ESPERADOS
Ensamblar para existencias	Combina múltiples partes componentes en un producto terminado, que se guarda en inventario para satisfacer la demanda de los clientes. Ejm: relojes, herramientas, electrodomésticos.	Grandes
Fabricar para existencias	Los artículos se maquinan, más que armarse y las existencias se guardan anticipando la demanda. Ejm: anillos de pistones, alternadores eléctricos.	Escasos
Ensamblar por pedido	Se hace un ensamble final de opciones estándares que escoge el cliente. Ejm: camiones, generadores, motores.	Grandes
Fabricar por pedido	Las piezas se maquinan sobre pedido del cliente. Ejm: cojinetes, engranajes, cinturones.	Escasos
Manufactura por pedido	Las piezas se maquinan o arman completamente según especificaciones del cliente. Ejm: máquinas, herramientas pesadas.	Grandes
Proceso	Incluye industrias como fundiciones, caucho y plásticos, papel especial, productos químicos, pintura, medicina y procesadora de alimentos.	Escasos

Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros (Chase y Jacobs, 2014).

Estas tres fuentes se convierten en las fuentes principales del programa de requerimiento de materiales, el cual despliega el programa de producción en un plan detallado de programación de pedidos para toda la secuencia de la producción. El programa de planificación de requerimiento de materiales opera con la información de los registros de inventarios, el programa maestro y la lista de materiales.

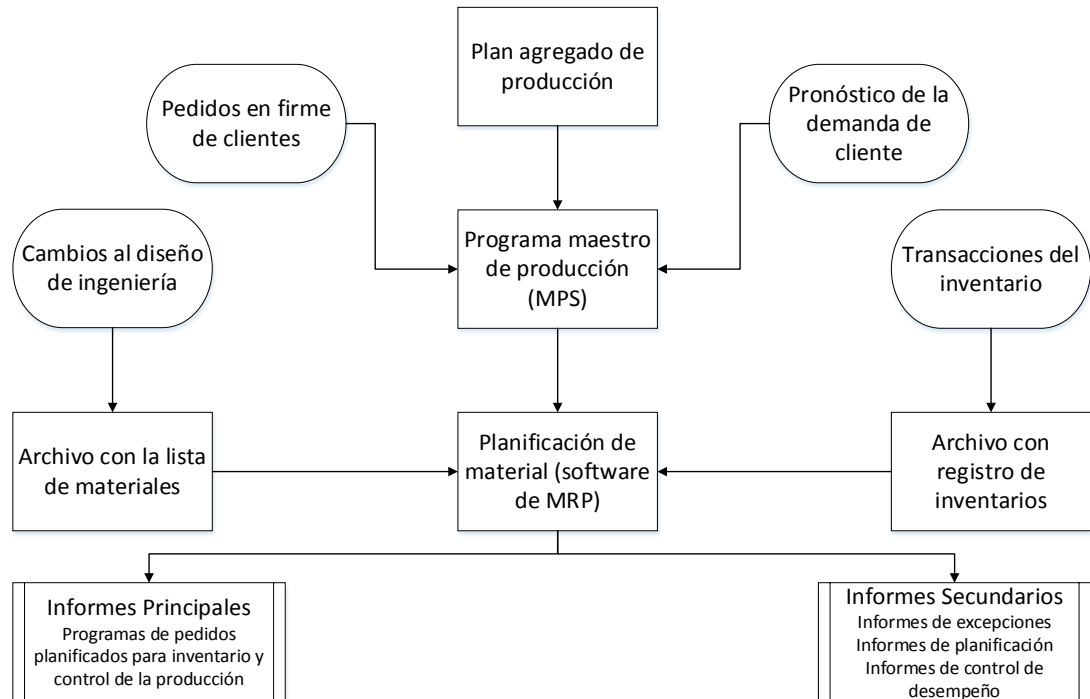


Figura 7. Elementos que componen el MRP estándar

Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros (Chase y Jacobs, 2014)

El proceso de calcular las necesidades exactas de cada pieza que maneja el sistema se conoce como proceso de “explosión”. La lista de materiales se revisará en forma descendente para usar las necesidades de piezas antecedentes y calcular las necesidades de componentes. A continuación se presenta la secuencia que sigue el proceso de explosión de la MRP.

Tabla 10. Secuencia del proceso de explosión del MRP

PASO	DESCRIPCIÓN
1	Se determina del programa maestro las necesidades de piezas del nivel 0 (piezas finales), conocidas también como necesidades brutas
2	El programa toma los saldos actuales junto con el programa de pedidos que se van a recibir para calcular las “necesidades netas”.
3	Teniendo las necesidades netas, el programa calcula cuándo deben recibirse los pedidos para satisfacerlas.
4	Calcular un programa para cuando los pedidos se expidan, esto se consigue al compensar las entradas de pedidos planificados con los márgenes de tiempo necesarios.
5	Concluidos los 4 pasos anteriores, el programa pasa a trabajar con las piezas de nivel 1.
6	Calcular las necesidades brutas de las piezas de nivel 1 a partir del programa de expedición de pedidos planificados para las antecesoras de las piezas de

-
- nivel 1. La demanda adicional independiente también se incluye en las necesidades brutas.
- 7 Teniendo las necesidades brutas, se calcula las necesidades netas, entradas de pedidos planificados y expedición de pedidos planificados según lo descrito en los pasos 2 y 4.
- 8 Este proceso se repite en cada uno de los niveles de la lista de materiales.
-

Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros (Chase y Jacobs, 2014)

Entradas elementales al sistema MRP

a. Plan agregado de producción (PAP)

Según Céspedes y Rojas (2014) el Plan Agregado de Producción se ocupa de determinar los niveles necesarios de producción, inventarios y mano de obra para satisfacer las necesidades de las previsiones de la demanda total o agregada. El término de demanda agregada se refiere a la demanda total de todos los productos con los que pueda contar una empresa. Esto se realiza con la finalidad de emplear una medida global de producción o medición.

Según Render y Heizer (2014): El plan agregado busca determinar la cantidad y los tiempos de producción necesarios para el futuro intermedio, a menudo con un adelanto de 3 a 18 meses. Los planes agregados utilizan información sobre las familias o líneas de productos en lugar de los productos individuales. Estos planes abordan el total, o agregado, de las líneas de productos individuales. Una ventaja adicional de un plan agregado es que puede ser una herramienta efectiva para involucrar a los miembros de la cadena de suministro en el logro de los objetivos de la empresa. Con independencia de la empresa, por lo general, el objetivo de la planeación agregada, es satisfacer la demanda pronosticada mientras se disminuye al mínimo el costo durante el periodo de planeación. Sin embargo, puede haber otros aspectos estratégicos más importantes que el bajo costo. Estas estrategias pueden ser el suavizamiento del empleo, la reducción de los niveles de inventario, o el cumplimiento de un alto nivel de servicio, sin importar el costo. En el entorno de la manufactura, el proceso de desglosar el plan agregado en detalles específicos se llama desagregación. Ésta da como resultado un programa de producción maestro que proporciona información a los sistemas de planeación sobre los requerimientos de materiales (MRP). La programación detallada del trabajo de las personas y la programación de prioridades para los productos son el resultado de la etapa final del sistema de planeación de la producción.

Según Nahmias (2014) la planeación agregada, también llamada planeación macro de la producción se enfoca en decidir cuantos empleados debe ocupar la empresa y para una empresa manufacturera, la cantidad y mezcla de productos que debe producir. El planeación macro comienza con el pronóstico de la demanda independientemente de que proporcione un servicio o fabrique un producto. Implica objetivos, como reaccionar con rapidez a cambios anticipados en la demanda para lo que se requiere cambios frecuentes y grandes en el tamaño

de fuerza laboral. El objetivo de este método es traducir los pronósticos de la demanda a un esquema de planeación para los niveles de personal y de producción en la empresa, durante un horizonte de tiempo determinado. El objetivo de este análisis es elegir el plan agregado que minimice costos, aspecto importante a identificar y medir aquellos costos que se vean afectados por la decisión de la planeación, los costos involucrados en la planeación son los siguientes (ver tabla 11).

Tabla 11. *Costos relevantes al plan agregado de producción*

COSTOS	DESCRIPCIÓN
Costos de suavización	Costos incurridos por cambiar el nivel de producción de un periodo a otro, cambiar el tamaño de la fuerza de trabajo (indemnizaciones por despidos, contratos)
Costos de mantener inventarios	Es el costo por tener capital invertido en los inventarios.
Costos de faltantes	Se incurre cuando hay faltantes en el inventario por un nivel negativo de inventario por existir una demanda mayor que la capacidad instalada de producción.
Costos de tiempo normal	Son los costos por producir una unidad de producto durante horas normales de trabajo. Se incluye el costo real de la plantilla de empleados trabajando a tiempo normal, costos de materiales directos e indirectos y otros costos de manufactura.
Costos de tiempo extra y de subcontratación	Costos de producción de las unidades que no se producen en tiempo normal. El tiempo extra es la producción más allá del horario normal, y subcontratación es la producción por parte de un proveedor externo.
Costo de tiempo muerto	Costo incurrido por subutilización de la fuerza de trabajo o tiempo muerto.

Fuente: Análisis de la producción y las operaciones (Nahmias, 2014)

Según Chase y Jacobs (2014) el plan agregado de operaciones se ocupa de establecer los índices de producción por grupo de productos u otras categorías para el mediano plazo (3 a 18 meses). El plan agregado es el que precede al programa maestro. El propósito principal del plan agregado es especificar la combinación óptima del índice de producción, nivel de mano de obra e inventario a la mano. El índice de producción se refiere al número de unidades terminadas por unidad de tiempo (hora o día). El nivel de mano de obra es el número de trabajadores necesarios para la producción (producción = índice de producción x nivel de mano de obra). El inventario a la mano es inventario no utilizado que quedó del periodo anterior. La forma del plan agregado varía en cada empresa. En algunas empresas, se trata de un reporte que contiene los objetivos de planificación y las premisas de planificación en los que se fundamenta. En otras compañías, sobre todo las empresas pequeñas, el propietario puede

realizar cálculos sencillos de las necesidades de mano de obra que reflejen una estrategia de contratación general.

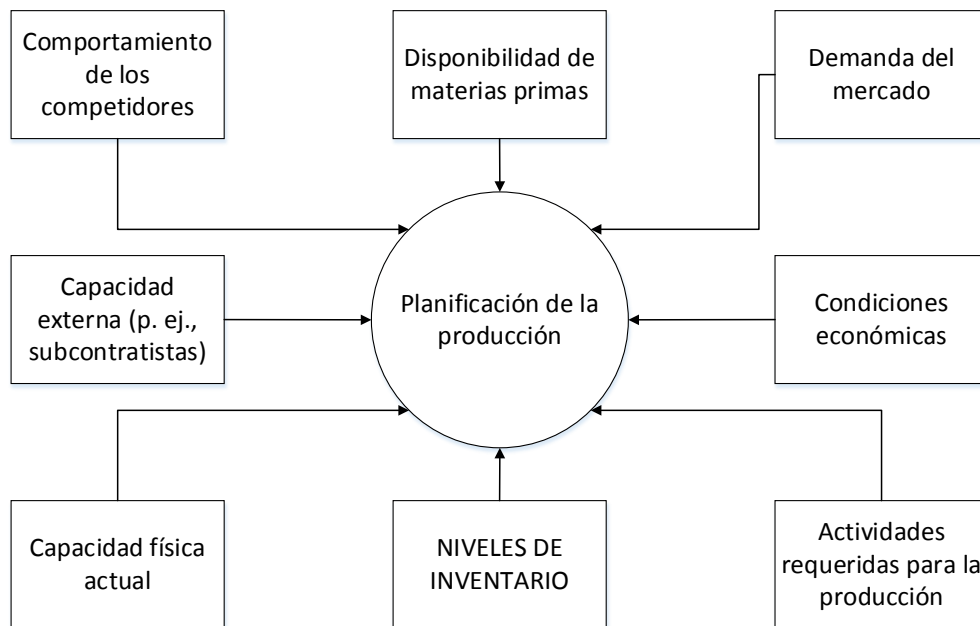


Figura 8. Requerimientos del sistema de planificación de producción

Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros (Chase y Jacobs, 2014)

Estrategia de ajuste (Estrategia de seguimiento)

También llamada Adaptación a la demanda, se trata de igualar el índice de producción con el índice de pedidos contratados y despedir empleados conforme varía el índice de pedidos. El éxito de esta estrategia depende de tener un grupo de candidatos a los que se les pueda capacitar con rapidez y de dónde tomar empleados cuando aumente el volumen de pedidos. Existen impactos emocionales. Cuando la acumulación de pedidos es baja, es probable que los empleados quieran reducir el ritmo de trabajo por el temor de ser despedidos tan pronto como se cubran. El objetivo del plan agregado es reducir los costos asociados con la producción para determinar la combinación óptima de niveles de mano de obra e inventario. El plan agregado justifica la cantidad de presupuesto solicitada. La planificación precisa de mediano plazo aumenta la probabilidad de recibir el presupuesto solicitado y operar dentro de los límites del presupuesto.

b. Programa maestro de producción (PMP)

Según Aliaga y Infante (2016) las compañías comenzaron a utilizar el sistema MRP, se calculaba el requerimiento de materiales a partir de la multiplicación de las órdenes de demanda por las cantidades indicadas en la lista de materiales, sin considerar, como se ha mencionado anteriormente, la disponibilidad de los recursos de manufactura para fabricarlo. Pero éste problema fue identificado por los creadores del sistema MRP, al igual que el hecho de dejar que la computadora tome algunas decisiones importantes. El programa maestro de producción

es el punto central en el negocio de manufactura, donde la demanda del mercado está balanceada con la habilidad y capacidad de la empresa. Para obtener este programa se debe enlazar con otros dos planes: El plan de negocios, que contiene información del tipo económico-financiero acerca del proyecto; la introducción de nuevos productos al mercado en caso lo haya, y el monto destinado para la inversión. Es de utilidad para empresas con fines de lucro.

Según Céspedes y Rojas (2014) el Plan Maestro de Producción es un vínculo entre las estrategias generales de la empresa y los planes tácticos mediante los cuales esta alcanza sus metas. Proporciona información esencial para áreas funcionales como: operaciones, marketing y finanzas.

Según Render y Heizer (2014) el programa de producción maestro especifica qué hacer y cuándo. Este programa debe estar en concordancia con el plan agregado. El plan agregado establece el nivel global de producción en términos generales. El plan, que por lo regular desarrolla el equipo de planeación de ventas y operaciones, incluye una variedad de entradas, como planes financieros, demanda del cliente, capacidad de ingeniería, disponibilidad de mano de obra, fluctuaciones del inventario, desempeño del proveedor y otras consideraciones. Cada una de estas entradas contribuye a su manera con el plan agregado.



Figura 9. El programa maestro de producción en relación con el plan agregado
Fuente: Principios de la administración de operaciones (Render y Heizer, 2014)

El plan agregado establece los límites superior e inferior para el programa de producción maestro. El programa de producción maestro nos dice como satisfacer la demanda al especificar qué artículos hacer y cuándo hacerlos, desagrega el plan agregado. El programa de producción maestro se establece en términos de productos específicos. Los administradores deben apegarse al programa por un tiempo razonable. Muchas organizaciones establecen un programa de producción maestro junto con una política de no cambiar la sección a corto plazo

del plan. A esta sección a corto plazo se le conoce entonces como programa “fijo”, “firme” o “congelado”. Solo se permite hacer cambios a las partes del plan no incluidas en el programa fijo. El programa de producción maestro es un programa de producción “rodante”. El programa de producción maestro es un enunciado de lo que debe producirse y no un pronóstico.

Según Krajewski et al. (2008) la segunda entrada para un plan de requerimientos de materiales es el programa maestro de producción, que detalla cuantos artículos se producirán dentro de los periodos específicos. Desglosa el plan de ventas y operaciones en la programación de productos. A continuación se muestra el proceso de programación maestro de la producción. Operaciones debe primero crear un MPS prospectivo para probar si se cumple el programa con los recursos (esto es, capacidades de máquinas, fuerza de trabajo, tiempo extra y subcontratación) proporcionados en el plan de ventas y operaciones. Después, el departamento de operaciones revisa el MPS hasta desarrollar un programa que satisfaga todas las limitaciones de recursos o hasta que se determine que no se puede desarrollar un programa viable. En este caso, el plan de producción debe revisar para ajustar los requerimientos de producción o incrementar los recursos autorizados. Una vez que los administradores de la empresa aceptan el proyecto de MPS, operaciones entonces determinaría la programación específica para la producción de componentes y ensamble. Los datos de desempeño real, como niveles de inventario y faltantes, son entradas para preparar el proyecto de MPS para el siguiente periodo, de manera que el proceso del programa maestro de producción se repite de n periodo a otro.

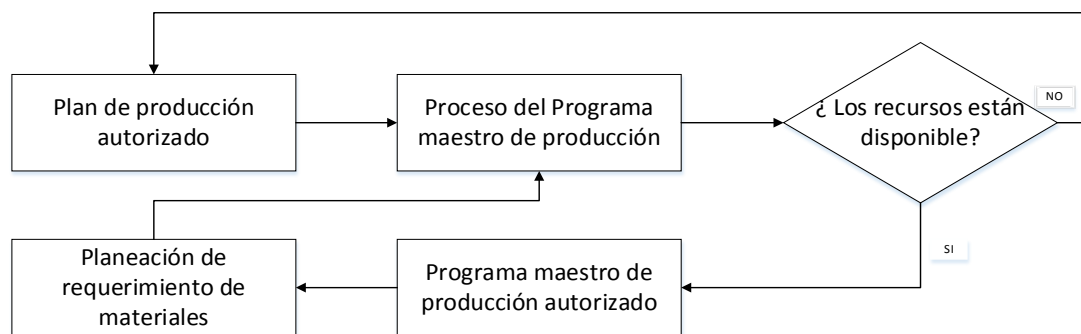


Figura 10. Proceso de un programa maestro de producción
Fuente: Administración de operaciones. (Krajewski et.al., 2008)

Según Chase y Jacobs (2014) el programa maestro se ocupa de piezas finales y es un insumo importante del proceso de MRP. Pero si la pieza final es grande o cara, el programa puede organizar ensambles o componentes parciales. Todos los sistemas de producción tienen capacidad y recursos limitados. Esto lleva a plantear un trabajo más difícil para el programador maestro. Aunque el plan total proporciona un marco general operativo, el programador tiene que especificar exactamente qué se va a producir. Estas decisiones se toman al tiempo que se reacciona a las presiones de diversas áreas funcionales, como el departamento de ventas (cumplir el plazo prometido al cliente), finanzas (reducir al mínimo el inventario), administración (maximizar la productividad y el servicio a clientes, reducir las necesidades de recursos) y

manufactura (tener programas uniformes y abreviar los tiempos de preparación). Para determinar un programa viable y aceptable que se ponga en marcha en la planta, se ejecutan programas de producción de prueba mediante un programa de MRP, que se describe en la siguiente sección. Se verifican las expediciones resultantes de pedidos (programas de producción detallados) para asegurarse de que se tengan los recursos y los tiempos de terminación sean razonables. Pueden suceder que un programa maestro que parezca viable al final requiera demasiados recursos en momentos de auge del producto y se determinen las necesidades de materiales, piezas y componentes de niveles inferiores. En este caso (que es lo común), el programa maestro de producción se modifica según estas limitaciones y se ejecuta de nuevo el programa de MRP.

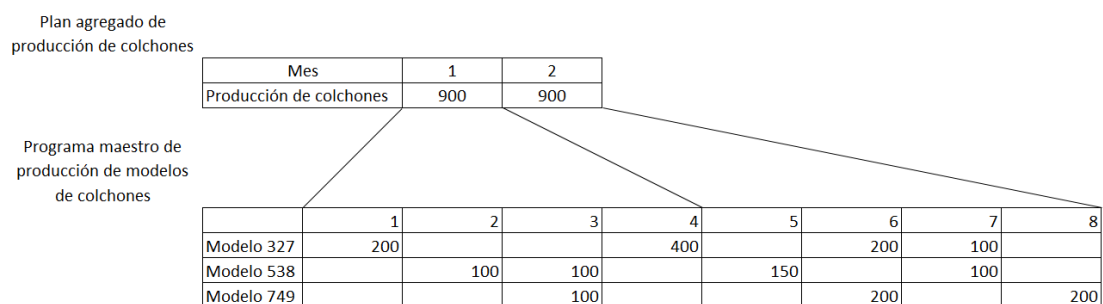


Figura 11. Desglosamiento del plan agregado de producción en el plan maestro

Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros. (Chase y Jacobs, 2014)

c. Lista de materiales (BOM)

Según Céspedes y Rojas (2014) una lista de materiales es una lista de las materias primas, subconjuntos, conjuntos intermedios, sub-componentes, componentes, partes y las cantidades necesarias para fabricar un producto final. Las dimensiones físicas no se describen en una lista de materiales.

Según Render y Heizer (2014) es una lista de las cantidades de los componentes, ingredientes y materiales requeridos para hacer un producto. Los dibujos individuales, además de escribir las dimensiones físicas, detallan cualquier proceso especial y la materia prima necesaria para producir cada parte. Una forma de definir el producto en una lista estructurada de materiales es proporcionar la estructura del producto. Los artículos ubicados arriba de cualquier nivel se denominan padres; los artículos ubicados debajo de cualquier nivel se llaman componentes o hijos. Por convención, en una BOM el nivel superior es el nivel 0. Las listas estructuradas de materiales no sólo especifican los requerimientos sino que también son útiles para determinar costos, y pueden servir como listas de artículos que deben enviarse a producción o al personal de ensamble. Cuando las listas estructuradas de materiales se emplean de esta manera suele llamarse lista por recoger.

Según Chase y Jacobs (2014) el archivo con la lista de materiales (BOM) contiene la descripción de los materiales, componentes y piezas de los productos y la secuencia en que

se elaboran los productos, asimismo es uno de los elementos principales del programa MRP. La BOM también es llamada archivo de estructura del producto o árbol del producto, porque muestra cómo se arma el producto. Contiene información para identificar cada artículo y la cantidad usada por unidad de la pieza de la que forma parte.

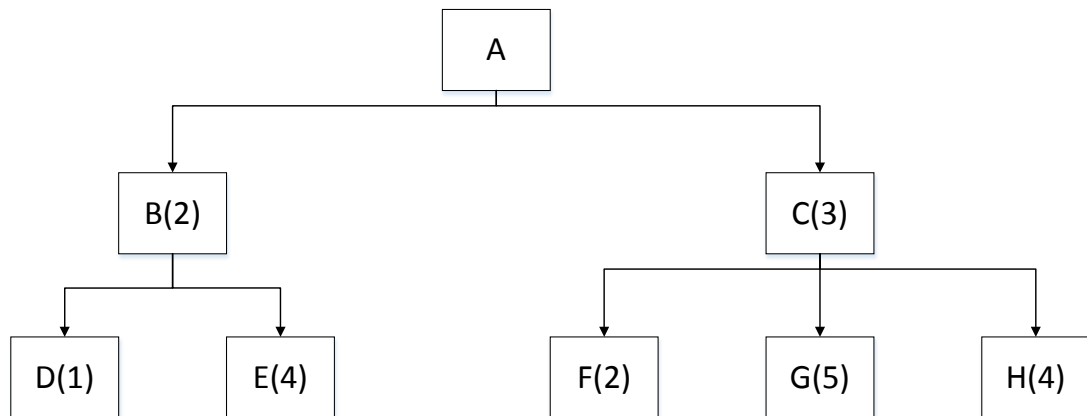


Figura 12. Lista de materiales

Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros. (Chase y Jacobs, 2014)

Si las piezas idénticas están en el mismo nivel de los productos finales, el cálculo del número total de piezas y materiales necesarios para un producto será fácil, solo será cuestión de revisar los niveles y determinar el número de unidades que se requiere de cada pieza.

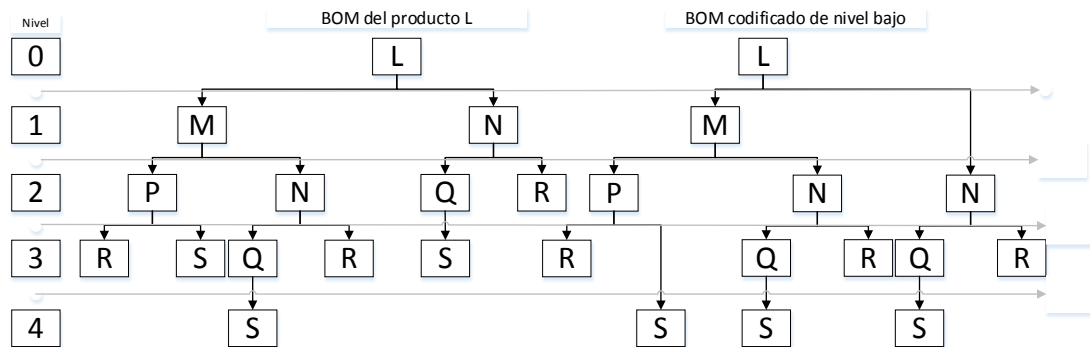


Figura 13. Codificación del nivel inferior

Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros (Chase y Jacobs, 2014)

d. Exactitud en los registros de inventario

Según Render y Heizer (2014) el conocimiento de lo que hay en el inventario es el resultado de una buena administración de inventarios. Si la empresa aun no logra un 99 por ciento de exactitud en sus registros, la planeación de los requerimientos de materiales no funcionará.

Según Flores (2013) el fichero de registro de inventarios es la fuente de información para el MRP y contiene tres segmentos básicos para uno de los ítems en stock.

Tabla 12. Segmentos de información del registro de inventarios

SEGMENTOS	DESCRIPCIÓN
Segmento maestro de datos	Contiene información necesaria para la programación, como identificación de los distintos ítems, tiempo de suministro, stock de seguridad
Segmento de estado de inventarios	Incluye información sobre: <ul style="list-style-type: none"> - Necesidades brutas - Disponibilidad en almacén de los artículos - Cantidades prometidas para elaborar pedidos planificados - Necesidades netas - Recepción de pedidos planificados - Lanzamiento de pedidos planificados
Segmento de datos subsidiarios	Contiene información sobre órdenes especiales, cambios solicitados y otros aspectos.

Fuente: Propuesta de implementación de un MRP II para una planta de confecciones textiles (Flores, 2013).

Salidas elementales al sistema MRP

Según Aliaga y Infante (2016) las salidas que componen el sistema de planeación de requerimiento de materiales son las siguientes.

a. El plan de materiales

Contiene los pedidos planificados de todos los ítems que lo conforman. Beneficiando al departamento de operaciones, al igual que al de compras, ya que se puede reducir el tiempo de pedidos para proveedores.

b. Los informes de acción

Representan la necesidad de emitir un nuevo pedido o tratar de coincidir la fecha de llegada de un producto o algún pedido pendiente.

c. Mensajes individuales excepcionales

En caso el sistema presente algún error, se detecta para poder mantener los datos correctos.

d. Informes de materiales en exceso

El sistema se encarga de verificar las existencias que no serán utilizadas y las convierte a unidades monetarias para conocer su representación económica.

e. Informes de análisis de proveedores

Ayuda a tener una historia de la evaluación del comportamiento de los proveedores basado en el cumplimiento de los pedidos, precios de los insumos, etc. Que nos ayude a poder elegir un buen proveedor en el futuro.

Elementos relacionados al proceso MRP

a. Tamaño de lote en el sistema MRP

Según Chase y Jacobs (2014) los tamaños de lote son las cantidades de piezas emitidas en la entrada de pedidos planificados y las secciones de expedición planificados de un programa MRP. En el caso de las piezas producidas internamente, los tamaños de lote son las cantidades de producción de los tamaños de lote. En cuanto a las piezas compradas, se refiere a las cantidades pedidas al proveedor. Los tamaños de lote por lo común cumplen con los requisitos de las piezas durante uno o más periodos. La mayoría de técnicas para determinar tamaños de lotes buscan equilibrar los costos de preparación o los costos de pedidos y mantener los costos de cumplimiento de requisitos por el buen manejo del MRP. En un esfuerzo por ahorrar costos de preparación se debe almacenar el inventario generado con las necesidades de tamaño de lote más grandes, lo que complica mucho más a la logística de la planta.

Lote por Lote (L4L)

Según Render y Heizer (2014) es una técnica para la determinación de un lote, la cual produce exactamente lo que se requiere. Esta decisión es congruente con el objetivo de un sistema MRP, que consiste en satisfacer los requerimientos de la demanda dependiente. Por lo tanto, el sistema MRP debe producir unidades solamente cuando se necesitan, sin mantener inventario de seguridad y sin previsión para otros pedidos. Cuando resulta económico ordenar con frecuencia y se implementan técnicas de inventario con entregas justo a tiempo, el lote por lote puede resultar muy eficiente. Sin embargo, cuando los costos de preparación son significativos, el lote por lote puede resultar costoso.

b. Utilización de Stocks de Seguridad

Según Krajewski et al. (2008) el inventario de seguridad es más compleja para artículos de demanda dependiente que para artículos de demanda independiente. El inventario de seguridad para artículos de demanda dependiente con demanda irregular (requerimientos brutos) es útil solo cuando los requerimientos brutos, el tiempo o el tamaño de lote de las recepciones programadas y la cantidad de desperdicio que se producirá son inciertos. Conforme se resuelva las incertidumbres, el inventario de seguridad debe reducirse y al final eliminarse. La política usual es utilizar el inventario de seguridad para artículos finales y artículos comprados como protección contra fluctuaciones en las órdenes de los clientes y proveedores no confiables de componentes, pero evitar usarlo todo lo posible para artículos intermedios. Los inventarios de seguridad se pueden incorporar en la lógica del MRP utilizando la siguiente regla: programar una recepción planeada siempre que el inventario disponible proyectado baje del nivel deseado de inventario de seguridad. El objetivo es mantener un nivel mínimo de inventarios planeados igual a la cantidad de inventario de seguridad.

Regla FOQ		Tamaño de lote: 230 unidades						
		Tiempo de entrega: 2 semanas						
		Inventario de seguridad: 80 unidades						
	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos brutos	150	0	0	120	0	150	120	0
Recepciones programadas	230	0	0	0	0	0	0	0
Inventario disponible proyectado	37	117	117	117	227	227	307	187
Recepciones planeadas	0	0	0	230	0	230	0	0
Liberaciones de órdenes planeadas	0	250	0	230	0	0	0	0

Figura 14. Modelo de inventario de seguridad para el sub ensamble de una pieza inventariada
Fuente: Administración de operaciones. (Krajewski et.al., 2008)

B. REGISTRO DE INVENTARIOS

Según Krajewski et al. (2008) son la tercera entrada más importante para la construcción de registros actualizados. Estas transacciones incluyen liberar nuevas órdenes, recibir los recibos programados, ajustar las fechas de entrega para las recepciones programadas, retirar inventario, cancelar órdenes, corregir errores de inventario, rechazar envíos y verificar las pérdidas por desperdicio y devoluciones. Registrar las transacciones con precisión es esencial si se quiere que los saldos del inventario disponible de una empresa sean correctos y que un sistema MRP opere con efectividad. El registro de inventario divide el futuro en periodos llamados cubos de tiempo. El registro de inventario muestra la política de tamaño de lote de un artículo, el tiempo de entrega y varios datos referidos al tiempo. El propósito del registro del inventario es dar seguimiento a los niveles de inventario que consiste en lo siguiente.

1. Requerimientos brutos
2. Recepciones programadas
3. Inventario disponible proyectado
4. Recepciones planeadas
5. Liberación de órdenes planeadas

Artículo: C		Tamaño de lote: 230 unidades						
Descripción: subensamble de asiento		Tiempo de entrega: 2 semanas						
	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos brutos	150	0	0	120	0	150	120	0
Recepciones programadas	230	0	0	0	0	0	0	0
Inventario disponible proyectado	37 117	117	117	227	227	227	187	187
Recepciones planeadas				230			230	
Liberaciones de órdenes planeadas		230			230	230		

Figura 15. Modelo de registro de inventario para el sub ensamble de una pieza inventariada
Fuente: Administración de operaciones. (Krajewski et.al., 2008)

Según Chase y Jacobs (2014) el archivo de registro de inventario puede ser muy grande. El programa de MRP abre el segmento del registro de acuerdo con periodos específicos (llamados racimos de tiempos en la jerga de MRP). Estos registros se consultan según se necesite durante la ejecución del programa. El programa MRP realiza su análisis de la estructura del producto en forma descendente y calcula las necesidades nivel por nivel. Sin embargo, hay ocasiones en que se desea identificar la pieza antecesora que generó la necesidad del material. El programa MRP permite la creación de registros indexados, ya sea en forma separada o como parte del archivo de registro de inventarios. Indexar las necesidades permite rastrearlas en la estructura de productos por cada nivel ascendente e identificar las piezas antecesoras que generaron la demanda.

Segmento maestro de datos de piezas	Núm. Pieza	Descripción	Tiempo de entrega	Costo estándar	Inventario de seguridad							
	Volumen del pedido		Preparación	Ciclo	Uso del año pasado	Clase						
	Margen de desperdicio		Datos de corte	Apuntadores		Etc.						
Segmento de estado del inventario	Num. Pieza	Saldo de control	Periodo								Totales	
			1	2	3	4	5	6	7	8		
	Necesidades brutas											
	Entradas programadas											
	Saldo disponible proyectado											
Envíos pedidos planificados												
Segmento de datos filiales	Datos de pedidos											
	Acciones pendientes											
	Contadores											
	Seguimiento											

Figura 16. Modelo de registro del estado de una pieza inventariada
Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros. (Chase y Jacobs, 2014)

Se lleva un registro de la MRP de cada pieza que se maneja en el sistema. El registro contiene necesidades brutas, entradas programadas, saldo disponible proyectado, necesidades netas, entradas de pedidos planificados y datos sobre expedición de pedidos planificados.

Las necesidades brutas son el volumen total necesario para una pieza en particular. Estos requisitos provienen de la demanda de clientes externos y también de la demanda calculada por las necesidades de manufactura.

Las entradas programadas representan pedidos que ya se hicieron y que está previsto que lleguen a comienzos del periodo. Cuando se libera la papelería de un pedido, lo que antes era un pedido planificado se convierte en una entrada programada.

Una necesidad neta es el monto que se requiere cuando el saldo disponible proyectado más las entradas programadas en un periodo no basta para cubrir las necesidades brutas.

La entrada de pedidos planificados es el monto de un periodo que se requiere para satisfacer una necesidad neta en el periodo.

La expedición de pedidos planificados es la entrada de pedidos planificados compensada por el tiempo de entrega.

El saldo disponible proyectado es el monto del inventario que se espera tener a finales del periodo y una vez que se han cumplido los requerimientos brutos y se calcula de la siguiente manera.

Ecuación 1. Saldo disponible proyectado

<i>Saldo</i>		<i>Saldo</i>		<i>Necesidades</i>		<i>Entradas</i>		<i>Entradas</i>		<i>Inventario</i>
<i>disponible</i>	=	<i>disponible</i>	-	<i>brutas</i>	+	<i>planificadas</i>	+	<i>de pedidos</i>	-	<i>de</i>
<i>proyectado</i>		<i>Proyectado</i>						<i>planificados</i>		<i>seguridad</i>
		<i>(t-1)</i>								

C. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Según Render y Heizer (2014) los diagramas de proceso usan símbolos, tiempo y distancia para proporcionar una forma objetiva y estructurada sobre como analizar y registrar las actividades que conforman un proceso. Permite enfocar la atención en las actividades que agregan valor. Incluye una línea de valor agregado para distinguir entre las actividades que agregas valor y el desperdicio. La identificación de todas las operaciones que agregan valor nos permite determinar el porcentaje de valor agregado correspondiente a todas las actividades. El trabajo del administrador de operaciones es reducir el desperdicio e incrementar el porcentaje de valor agregado. Los elementos sin valor agregado son desperdicio; son recursos que la empresa y la sociedad pierden por siempre.

Método actual <input checked="" type="checkbox"/>		DIAGRAMA DEL PROCESO		Método propuesto <input type="checkbox"/>	
MATERIA DEL DIAGRAMA <i>Proceso de preparación de una hamburguesa</i>				FECHA <i>8/1/07</i>	
DEPARTAMENTO _____			ELABORADO POR <i>KH</i>		HOJA NÚM. <i>1</i> DE <i>1</i>
DIST. EN PIES	TIEMPO EN MINUTOS	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
	—	○ → □ ▢ ▽	<i>Piezas de carne almacenadas</i>		
<i>1.5</i>	<i>.05</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Transferir a la parrilla</i>		
	<i>2.50</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Parrilla</i>		
	<i>.05</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Inspección visual</i>		
<i>1.0</i>	<i>.05</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Transferir al anaquel</i>		
	<i>.15</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Almacenamiento temporal</i>		
<i>.5</i>	<i>.10</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Obtener panes, lechuga, etc.</i>		
	<i>.20</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Reunir el pedido</i>		
<i>.5</i>	<i>.05</i>	○ → □ ▢ ▽	<i>Colocar en el anaquel final</i>		
		○ → □ ▢ ▽			
<i>3.5</i>	<i>3.15</i>	<i>2 4 1 - 2</i>	TOTALES		
Tiempo con valor agregado = Tiempo de operación y tiempo total = $(2.50 + .20)/3.15 = 85.7\%$.					
○ = operación; → = transporte; □ = inspección; ▢ = demora; ▽ = almacenamiento.					

Figura 17. Diagrama de proceso de preparación de un ítem en Inventario
Fuente: Principios de administración de operaciones. (Render y Heizer, 2014)

D. REGISTRO DE ESTUDIO DE TIEMPOS

Según Freivalds y Niebel (2014) el séptimo paso en el proceso sistemático para desarrollar el centro de trabajo eficiente es el establecimiento de estándares de tiempo. Éstos pueden determinarse mediante el uso de estimaciones, registros históricos y procedimientos de medición del trabajo. Algunos trabajos incluyen retrasos personales, inevitables y evitables en un grado mucho mayor que lo que deben, mientras que otros no incluyen proporciones adecuadas de tiempos de retraso. Los datos históricos contienen desviaciones consistentes hasta de 50% en la misma operación del mismo trabajo.

Formas para el estudio de tiempos

La operación en estudio se identifica mediante información como nombre y número del operario, descripción y número de la operación, nombre y número de la máquina, herramientas especiales usadas y sus números respectivos, el departamento donde se realiza la operación y las condiciones de trabajo prevalecientes.

Inicio del estudio

Al inicio del estudio se registra la hora del día (en minutos completos) de un reloj “maestro” al mismo tiempo que se inicia el cronómetro. Éste es el tiempo de inicio, como se muestra a continuación (ver figura 18).

Forma para observación de estudio de tiempos																
Estudio n.º 1-3																
Operación: MÁQUINADO																
Fecha: 3-22-																
Página: 1 de 1																
Operador: J. J. HITH																
Observador: A. F.																
Núm. de elemento y descripción	1 ALIMENTAR LA BARRA HASTA EL TOPE				2 COLOCAR LA HERRA-HIENITA DE CORRE EN LA BARRA				3 GIRAR 1/2 A 5/8 RPM				4 RETIRAR LA HERRA-HIENITA Y DEJAR LA BARRA			
	Ciclo	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN	C	LC	TO	TN
1	05	19	162	105	12	126	100	60	600	90	17	153				
2	90	21	198	105	13	137	100	60	600	100	16	160				
3	100	17	170	105	11	116	100	60	600	105	17	179				
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
Resumen																
TO total	.58				.36				1.80				.50			
Calificación	③ →				-				-				-			
TN total	.530				.379				1.800				.492			
Núm. de observaciones	3				3				3				3			
TN promedio	.177				.126				.600				.164			
% de holgura	10				10				10				10			
Tiempo estándar elemental	.195				.139				.660				.180			
Núm. de ocurrencias	1				1				1				1			
Tiempo estándar	.195				.139				.660				.180			
Tiempo estándar total (suma del tiempo estándar para todos los elementos):													1.174			
Elementos extraños				Verificación de tiempos				Resumen de holguras								
Sim	LC1	LC2	TO	Descripción				Tiempo de terminación				Necesidades personales				
A	0	35	35	VERIFICAR DIMENSIONES				① → 9:22.00				5				
B								② → 9:16.00				Fatiga básica				
C								Tiempo transcurrido ③ → 6.00				1				
D								TTAE ④ → 1.86				Especial				
E								TTDE ⑤ → .60				10				
F								Tiempo verificado total 2.46 → ⑧				Observaciones: CICLO DE MÁQUINA				
G								Tiempo electivo 3.24 → ⑫				(ELEMENTO # 3) TIEMPO = 60 MIN				
								Tiempo inefectivo .35 → ⑬								
								Tiempo registrado total ⑮ → 6.05								
								Tiempo no contabilizado ⑰ → .05								
								Tiempo observado				%				
								%				⑱ → .8%				

Figura 18. Resumen de los pasos para realizar y calcular un estudio de tiempos
Fuente: Ingeniería industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo. (Freivalds y Niebel, 2014).

Al registrar las lecturas del cronómetro, anote sólo los dígitos necesarios y omita los puntos decimales, con lo que se tendrá mayor tiempo posible para observar el desempeño del operario.

Ciclos de estudio

Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar completamente gobernado por la práctica estadística común que demanda cierto tamaño de muestra basado en la distribución de las lecturas individuales del elemento. General Electric Company estableció una guía aproximada para el número de ciclos que se deben observar (ver tabla 13).

Tabla 13. *Número recomendado de ciclos de observación*

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 o más	3

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño de trabajo (Freivalds y Niebel, 2014).

Calificación del desempeño del operario

Como el tiempo real requerido para ejecutar cada elemento del estudio depende en un alto grado de la habilidad y esfuerzo del operario, es necesario ajustar hacia arriba el tiempo normal del operario bueno y hacia abajo el del operario deficiente hasta un nivel estándar. Por lo tanto, antes de dejar la estación de trabajo, los analistas deben dar una calificación justa e imparcial al desempeño en el estudio. Sin embargo, cuando los elementos son largos e incluyen movimientos manuales diversificados, resulta más práctico evaluar el desempeño de cada elemento conforme ocurre. Un operario calificado se define como un operario completamente experimentado que trabaje en las condiciones acostumbradas en la estación de trabajo, a un paso ni demasiado rápido ni demasiado lento, pero representativo de un paso que se puede mantener a lo largo del día.

El principio básico al calificar el desempeño es ajustar el tiempo medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al *tiempo normal* (TN) que requeriría un operario calificado para realizar el mismo trabajo.

Ecuación 2. Tiempo normal

$$TN = TO \times C/100$$

Donde C es la calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje y el 100% corresponde al desempeño estándar de un operario calificado. Para realizar trabajo justo al calificar, el analista del estudio debe ser capaz de ignorar las personalidades y otros factores variables y considerar sólo la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo, en comparación con la cantidad de trabajo que produciría el operario calificado.

Adición de suplementos u holguras

Ningún operario puede mantener un paso estándar todos los minutos del día de trabajo. Pueden ocurrir tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo extra. La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y tomar agua; la segunda es la fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros. La tercera son los retrasos inevitables, como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material: todos ellos requieren la adición de una holgura. Como el estudio de tiempos se realiza durante un periodo relativamente corto y como los elementos extraños se deben retirar al determinar el tiempo normal, debe añadirse una holgura al tiempo normal a fin de llegar a un estándar justo que un trabajador pueda lograr de manera razonable. El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar una operación se llama *tiempo estándar* (TE) de esa operación. Por lo general, el suplemento u holgura se da como una fracción del tiempo normal y se usa como un multiplicador a 1 + holgura.

Ecuación 3. Tiempo estándar

$$TE = TN \times \text{holgura} = TN \times (1 + \text{holgura})$$

Un enfoque alternativo consiste en formular las holguras como una fracción del día de trabajo total, pues el tiempo de producción real podría no conocerse. En caso, la expresión para el tiempo estándar es:

Ecuación 4. Tiempo estándar alternativo

$$TE = TN / (1 - \text{holgura})$$

E. PRONÓSTICOS

Según Céspedes y Rojas (2014) un pronóstico es una predicción de eventos futuros que se utiliza con propósito de planificación. Permiten que los programadores utilicen en forma eficiente la capacidad de las máquinas, reduzcan los tiempos de producción y recorten los inventarios. Los pronósticos de los niveles de demanda son vitales para la empresa, ya que proporcionan los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, marketing, producción y finanzas.

Según Chase y Jacobs (2014) el pronóstico es la base de la planificación corporativa de largo plazo. En las áreas funcionales y de finanzas y contabilidad, los pronósticos

representan el fundamento para realizar presupuestos y controlar costos. El marketing depende del pronóstico de ventas para planifica productos nuevos, compensar al personal de ventas y tomar otras decisiones periódicas que comprenden la selección de procesos, planificación de capacidades y distribución de instalaciones, además de decisiones continuas acerca de la planificación de la producción, programación e inventarios. Hacer pronósticos es necesario en estos puntos de desacoplamiento para establecer niveles apropiados de inventario para estos espacios de amortiguamiento. Un elemento esencial en estas decisiones es un pronóstico de demanda esperada y el error esperado que se asocia a la demanda. Por ejemplo, se puede pronosticar demanda con muy buena precisión, si los niveles de inventario se establecen de manera precisa según la demanda esperada del cliente. Por otra parte, si es muy difícil pronosticar la demanda a corto plazo, será necesario contar con inventario adicional para cubrir esta incertidumbre. El propósito del manejo de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de la demanda, con el fin de usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo. Existen dos fuentes básicas de demanda: dependiente e independiente.

- La demanda dependiente, es la demanda o servicio provocada por la demanda de otros productos o servicios.
- La demanda independiente, es la demanda que no se deriva directamente de otros productos.
- Los pronósticos se clasifican en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación.
- Las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en estimados y opiniones.
- El análisis de series de tiempo, se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura.
- El pronóstico causal, se analiza mediante la técnica de regresión lineal, supone que la demanda se relaciona con algún factor subyacente en el ambiente.
- Los modelos de simulación permiten al encargado del pronóstico manejar varias suposiciones acerca de la condición del pronóstico.

Los modelos de pronósticos de series de tiempo tratan de predecir el futuro con base en información anterior.

Los términos como corto, mediano y largo plazo son relativos al contexto en que se emplean. Sin embargo, en el pronóstico de negocios, corto plazo casi siempre se refiere al menos de tres meses; mediano plazo, a un periodo de tres meses a dos años y largo plazo, a un término mayor de dos años.

Generalmente se usarían pronósticos de corto plazo para decisiones tácticas, como reponer inventario o programar empleados en fechas cercanas, y pronósticos de mediano plazo para planificar una estrategia con la cual satisfacer la demanda de los siguientes seis meses a un año y medio. En general los modelos de corto plazo compensan la variación aleatoria y se ajustan a los cambios de corto plazo. Son especialmente buenos para medir la actual variabilidad en demanda, lo cual es útil para establecer niveles de seguridad de existencia o

estimar cargas pico en una situación de servicio. Los pronósticos de mediano plazo son útiles para efectos estacionarios, y los modelos de largo plazo detectan las tendencias generales y son muy útiles para identificar los cambios más importantes.

El modelo de pronóstico que una empresa debe elegir depende de:

1. El horizonte de tiempo que se va a pronosticar.
2. La disponibilidad de los datos.
3. La precisión requerida.
4. El tamaño del presupuesto para el pronóstico.
5. La disponibilidad de personal calificado.

Al seleccionar un modelo de pronóstico adecuado existen otros aspectos, como el grado de flexibilidad de la empresa (mientras mayor sea su habilidad para reaccionar con rapidez a los cambios, menos preciso necesita ser el pronóstico. Si una decisión importante sobre la inversión de capital se basa en un pronóstico, este debe ser bueno.

Tabla 14. *Modelo de pronósticos de series de tiempo*

MÉTODO DE PRONOSTICO	CANTIDAD DE DATOS HISTÓRICOS	PATRÓN DE LOS DATOS	HORIZON DE PRONÓSTICO
Regresión líneas	De 10 a 20 observaciones para la temporalidad, al menos cinco observaciones por temporada	Estacionarios, tendencias y temporalidad.	Corte a mediano plazo
Promedio móvil simple	6 a 12 meses; a menudo se utilizan datos semanales	Los datos deben ser estacionarios (es decir, sin tendencia no temporalidad)	Corto plazo
Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Los datos deben ser estacionarios.	Corto plazo
Suavización exponencial con tendencia	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Estacionarios y tendencias	Corto plazo

Fuente: Administración de operaciones, producción y cadena de suministros. (Chase y Jacobs, 2014).

Según Render y Heizer (2014) el propósito principal de los pronósticos es hacer buenas estimaciones. Los buenos pronósticos representan una parte esencial de las operaciones de servicios y manufactura eficientes. Pronosticar es el arte y la ciencia de predecir los eventos futuros. Puede implicar el empleo de datos históricos y su proyección hacia el futuro mediante algún tipo de modelo matemático. Puede ser una predicción subjetiva o intuitiva. Puede basarse en información de la demanda, como los planes de compra de un cliente o su proyección hacia

el futuro. O bien, el pronóstico puede involucrar una combinación de estas opciones, es decir, un modelo matemático ajustado mediante el buen juicio del administrador.

Los pronósticos pueden recibir la influencia de la posición del producto en su ciclo de vida (las ventas pueden encontrarse en cualquiera de las etapas de introducción, crecimiento, madurez o declinación). Otros productos pueden estar influenciados por la demanda de un producto relacionado. Debido a que hay límites en cuanto lo que se espera de los pronósticos, se desarrollan medidas del error. La preparación y el monitoreo de los pronósticos también pueden ser costosos y consumir tiempo.

El pronóstico sigue siete pasos básicos que presentan una forma sistemática de iniciar, diseñar e implementar un sistema de pronósticos. Cuando el sistema se va a usar para generar pronósticos de manera regular a lo largo del tiempo, la recopilación de datos debe ser rutinaria.

Tabla 15. *Pasos para la realización de pronósticos*

PASO	DESCRIPCIÓN
1	Determinar el uso pronóstico. Para pronosticar las ventas y para dirigir la producción.
2	Seleccionar los aspectos que se deben pronosticar. Por SKU (Stock Keeping Unit) o por familia de SKU.
3	Determinar el horizonte de tiempo del pronóstico. Corto, mediano o largo plazo.
4	Seleccionar los datos necesarios para elaborar el pronóstico: cualitativos, cuantitativos o causales
5	Recopilar los datos necesarios para elaborar el pronóstico. Encuestas, base de datos, correlaciones.
6	Realizar el pronóstico, Tabular, calcular.
7	Validar e implementar los resultados. Controlar los pronósticos en las diferentes áreas y calcular el error.

Fuente: Principios de administración de operaciones. (Render y Heizer, 2014).

En los enfoques de pronósticos hay dos enfoques generales para pronosticar, de la misma forma que existen dos maneras de abordar todos los modelos de decisión. Uno es el análisis cuantitativo, el otro es el enfoque cualitativo. Los pronósticos cuantitativos utilizan una variedad de modelos matemáticos que se apoyan en datos históricos y en variables asociativas para pronosticar la demanda. Los pronósticos cualitativos o subjetivos incorporan factores como la intuición, las emociones, las experiencias personales y el sistema de valores de quien toma las decisiones para llegar a un pronóstico. Algunas empresas emplean el primer enfoque y otras el segundo. En la práctica, la combinación de ambos suele resultar más efectiva.

En el panorama de los métodos cuantitativos se describen cinco métodos de pronósticos que emplean datos históricos. Los métodos caen en dos categorías.

Modelos asociativos, como la regresión lineal, incorporan las variables o los factores que pueden influir en la cantidad que se va a pronosticar.

Modelos de series de tiempo, predicen bajo el supuesto de que el futuro es una función del pasado. En otras palabras, observan lo que ha ocurrido durante un periodo y usan una serie de datos históricos para hacer un pronóstico.

a. Análisis de la Regresión Lineal

Un modelo matemático de línea recta usado para describir las relaciones funcionales que hay entre las variables dependiente e independiente. Para un análisis de regresión lineal se puede usar el mismo modelo matemático empleado con el método de mínimos cuadrados para efectuar la proyección de tendencias. Las variables dependientes que deseamos pronosticar seguirán siendo (y). Pero la variable independiente, (x), ya no necesita ser el tiempo. Se usa la ecuación.

Ecuación 5. Modelo matemático de una línea recta

$$y = a + bx$$

Donde:

y = valor de la variable dependiente

a = intersección con el eje y

b = pendiente de la recta de regresión

x = variable independiente

b. Promedio móvil simple

El pronóstico de promedios móviles usa un número de valores de datos históricos reales para generar un pronóstico. Los promedios móviles son útiles si podemos suponer que la demanda del mercado permanecerá relativamente estable en el tiempo. Un promedio móvil de 4 meses se encuentra tan sólo al sumar la demanda medida durante los últimos 4 meses y dividiéndola entre cuatro. Al concluir cada mes, los datos del mes más reciente se agregan a la suma de los 3 meses previos y se elimina el dato del mes más antiguo. Esta práctica tiende a suavizar las irregularidades del corto plazo en las series de datos. Matemáticamente el promedio móvil simple sirve como estimación de la demanda del periodo siguiente, se expresa como sigue a continuación.

Ecuación 6. Modelo matemático de promedios móviles

$$\text{Promedio móvil simple} = \frac{\text{Suma de demanda de los } n \text{ periodos previos}}{n}$$

Donde:

n = es el número de periodos incluidos en el promedio móvil

c. Promedio móvil ponderado

Cuando se presenta una tendencia o un patrón localizable, pueden utilizarse ponderaciones para dar más énfasis a los valores recientes. Esta práctica permite que las técnicas de pronóstico respondan más rápido a los cambios, puesto que puede darse mayor peso a los periodos más recientes. La elección de las ponderaciones es un tanto arbitraria porque no existe una fórmula establecida para determinarlas. Por tanto, la decisión de qué ponderaciones emplear requiere cierta experiencia. Un promedio móvil ponderado puede expresarse de manera matemática como se muestra a continuación (ver ecuación n.º 7).

Ecuación 7. Modelo matemático de promedios móviles ponderado

$$\text{Promedio móvil ponderado} = \frac{\text{Suma (ponderación al periodo } n)(\text{demanda en el periodo } n)}{\text{Suma de ponderaciones}}$$

Donde:

n = es el número de periodos incluidos en el promedio móvil ponderador

d. Suavización exponencial

Es otro método de pronóstico de promedios móviles ponderados que sigue siendo bastante fácil de usar. Requiere mantener muy pocos registros de datos históricos. La fórmula básica para la suavización exponencial es como se muestra a continuación.

Ecuación 8. Modelo matemático suavización exponencial

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

F_t = nuevo pronóstico

F_{t-1} = pronóstico del periodo anterior

Alfa (α) = constante de suavización (o ponderación) ($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = demanda real en el periodo anterior

La última estimación de la demanda es igual a la estimación de la anterior ajustada por una fracción de la diferencia entre la demanda real del último periodo y la estimación anterior.

e. Medición del error del pronóstico

La exactitud general de cualquier modelo de pronóstico (pronóstico móvil, suavización exponencial u otro) puede determinarse al comparar los valores pronosticados con los valores reales u observados. Si F_t indica el pronóstico en el periodo t, y A_t indica la demanda real del periodo t, el error de pronóstico (o desviación) se define como sigue a continuación.

Ecuación 9. Error de pronóstico

$$\text{Error de pronóstico} = \text{Demanda real} - \text{Valor pronosticado} = A_t - F_t$$

En la práctica se usan varias medidas para calcular el error global de pronóstico. Estas medidas pueden usarse para comparar distintos modelos de pronóstico. Así como para vigilar los pronósticos y asegurar su buen desempeño. Las tres medidas más populares se describen a continuación.

La primera medición del error global de pronóstico para un modelo es la desviación absoluta media (MAD). Su valor se calcula sumando los valores absolutos de los errores individuales del pronóstico y dividiendo el resultado entre el número de periodos con datos (n).

Ecuación 10. Desviación absoluta media

$$MAD = \frac{\sum |Real - Pronóstico|}{n}$$

El error cuadrático medio (MSE) es una segunda forma de medir el error global de pronóstico. El MSE es el promedio de los cuadrados de las diferencias encontradas entre los valores pronosticados y los observados. Su fórmula es como sigue a continuación.

Ecuación 11. Error cuadrático medio

$$ECM = \frac{\sum (errores\ de\ pronóstico)^2}{n}$$

Un problema tanto con la MAD como con el MSE es que sus valores dependen de la magnitud del elemento que se pronostica. Si el elemento pronosticado se mide en millares, los valores de la MAD y del MSE pueden ser muy grandes. Para evitar ese problema, se usa el error porcentual absoluto medio (MAPE). Éste se calcula como el promedio de las diferencias absolutas de los valores reales. Es decir, si hemos pronosticado n periodos y los valores reales corresponden a esa misma cantidad de periodos, el MAPE se calcula como sigue a continuación.

Ecuación 12. Error porcentual absoluto medio

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100|Real_i - Pronóstico_i|/Real_i}{n}$$

F. ANÁLISIS DE PERFIL DE PUESTO

Según Chiavenato (2011) el análisis de puestos estudia y determina todos los requisitos, responsabilidades y condiciones que el puesto exige para su adecuado desempeño. Por medio del análisis se valoran los puestos posteriormente y se clasifican para efectos de comparación. El análisis de perfil de puesto es la revisión comparativa de las exigencias (requisitos) que imponen esas tareas o responsabilidades; es decir, cuáles son los requisitos intelectuales y físicos que debe tener el ocupante para desempeñar exitosamente el puesto, cuáles son las responsabilidades que el puesto le impone y en qué condiciones debe desempeñarse. Por lo general, el análisis de puestos se concentra en cuatro tipos de requisitos que se aplican a todo tipo o nivel de puesto.

i. Requisitos intelectuales

Comprenden las exigencias del puesto en lo referente a los requisitos intelectuales que debe tener el ocupante para desempeñar adecuadamente el puesto. Entre los requisitos intelectuales están los siguientes factores de especificaciones.

1. Escolaridad indispensable.
2. Experiencia indispensable.
3. Adaptabilidad al puesto.
4. Iniciativa requerida.
5. Aptitudes requeridas.

ii. Requisitos físicos

Comprenden la cantidad y la continuidad de la energía y del esfuerzo físico e intelectual que se requieren y la fatiga que ocasionan. Consideran también la complexión física que debe tener el ocupante para el buen desempeño. Entre los requisitos físicos se encuentran los siguientes factores de especificaciones.

1. Esfuerzo físico requerido.
2. Concentración visual.
3. Destrezas o habilidades.
4. Complexión física requerida.

iii. Responsabilidades que adquiere

Consideran las responsabilidades que, además del desempeño normal de sus atribuciones, tiene el ocupante del puesto en relación con la supervisión directa de sus subordinados, del material, de las herramientas o equipo, el patrimonio de la empresa, dinero, títulos o documentos, pérdidas o ganancias de la empresa, relaciones internas o externas e información confidencial.

iv. Condiciones de trabajo

Comprenden las condiciones del ambiente en que se realiza el trabajo, si lo hace desagradable, adverso o sujeto a riesgos, o si exige del ocupante una sólida adaptación para mantener la productividad y el rendimiento en sus funciones. Evalúan el grado de adaptación de la persona al ambiente y al equipo de trabajo para facilitarle su desempeño. Comprenden los siguientes factores de especificación.

1. Ambiente de trabajo.
2. Riesgos de trabajo.

Desde el punto de vista de los factores de especificaciones, el análisis de puestos puede colocarse en un esquema de estandarización que facilite al máximo la obtención de información y que ofrezca una base aceptable para las comparaciones de puestos.

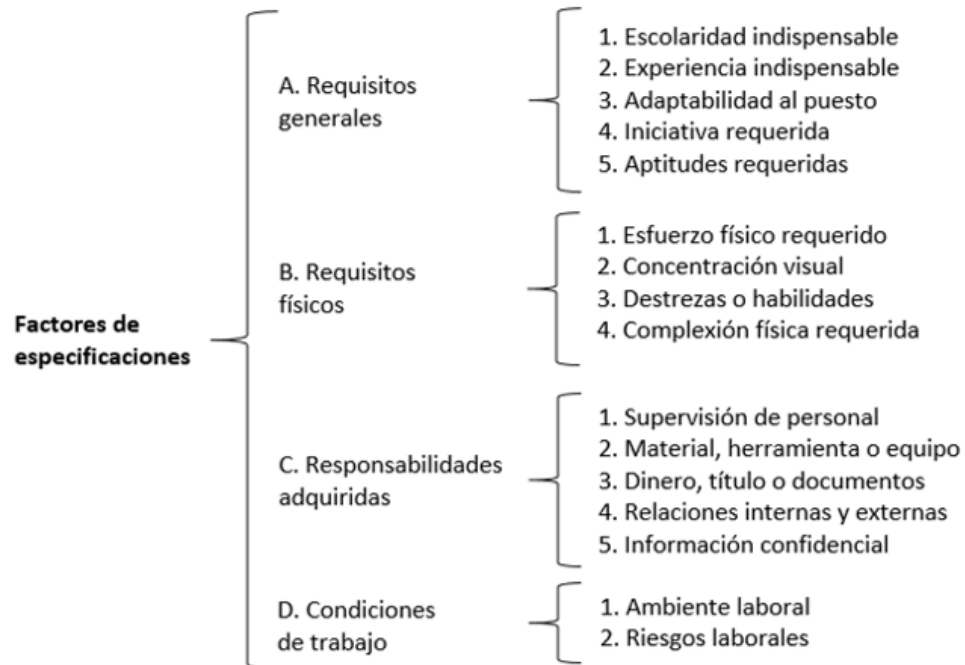


Figura 19. Esquema simplificado de los factores de análisis

Fuente: Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones (Chiavenato, 2011).

G. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO

Según Chiavenato (2011) la evaluación de desempeño es una apreciación sistemática de cómo se desempeña una persona en un puesto y su potencial desarrollo. Toda evaluación es un proceso para estimular o juzgar el valor, excelencia y cualidades de una persona. Para evaluar a los individuos que trabajan en una organización se aplican varios procedimientos que se conocen por distintos nombres, como evaluación del desempeño, evaluación de méritos, evaluación de los empleados, informes de avance, evaluación de la eficiencia en las funciones, etc. En resumen, la evaluación del desempeño es un concepto dinámico, porque las organizaciones siempre evalúan a los empleados, formal o informalmente, con cierta continuidad. Además, la evaluación del desempeño representa una técnica de administración imprescindible en la actividad administrativa. Es un medio que permite detectar problemas en la supervisión del personal y en la integración del empleado a la organización o al puesto que ocupa, así como discordancias, desaprovechamiento de empleados que tienen más potencial que el exigido por el puesto, problemas de motivación, etc. De acuerdo con los tipos de problemas identificados, la evaluación del desempeño sirve para definir y desarrollar una política de RH acorde con las necesidades de la organización.

La responsabilidad de la evaluación del desempeño de acuerdo con la política de RH que adopte la organización, se atribuye al gerente, al propio individuo, al individuo y a su gerente, al equipo de trabajo, al área encargada de la administración de recursos humanos o a una comisión de evaluación del desempeño. Cada una de estas seis opciones implica una filosofía de acción.

Objetivos de la evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño no es un fin en sí, sino un instrumento, un medio, una herramienta para mejorar los resultados de los recursos humanos de la organización. Para alcanzar ese objetivo básico, la evaluación de desempeño pretende alcanzar diversos objetivos intermedios. Puede tener los siguientes objetivos intermedios.

1. Adecuación del individuo
2. Capacitación.
3. Promoción.
4. Incentivo salarial por buen desempeño.
5. Mejora de las relaciones humanas entre superiores y subordinados.
6. Auto perfeccionamiento del empleo.
7. Información básica para la investigación de recursos humanos.
8. Estimación del potencial de desarrollo de los empleados.
9. Estímulo para una mayor productividad.
10. Conocimiento de los indicadores de desempeño de la organización.
11. Realimentación (feedback) de información al individuo evaluado.
12. Otras decisiones de personal, como transferencias, contrataciones, etc.

En resumen, los objetivos fundamentales de la evaluación del desempeño se pueden presentar en tres fases:

1. Permitir condiciones de medición del potencial humano para determinar su plena utilización.
2. Permitir que los recursos humanos se traten como una importante ventaja competitiva de la organización, cuya productividad puede desarrollarse, obviamente, según la forma de administración.
3. Ofrecer oportunidades de crecimiento y condiciones de participación efectiva a todos los miembros de la organización, sin olvidar tanto los objetivos organizacionales como los objetivos de los individuos.

H. CAPACITACIÓN

Según Chiavenato (2011) la capacitación es el proceso educativo de corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, por medio del cual las personas adquieren conocimientos, desarrollan habilidades y competencias en función de objetivos definidos. La capacitación entraña la transmisión de conocimientos específicos relacionados al trabajo, actitudes frente a los aspectos de la organización, de la tarea y del ambiente, así como

desarrollo de habilidades y competencias. Una tarea cualquiera, compleja o simple, implica estos tres aspectos. Dentro de una concepción más limitada. La finalidad de la capacitación es ayudar a los empleados de todos los niveles a alcanzar los objetivos de la empresa al proporcionarles la posibilidad de adquirir el conocimiento, la práctica y la conducta requeridos por ella. El contenido de la capacitación abarca cuatro formas de cambio en la conducta:

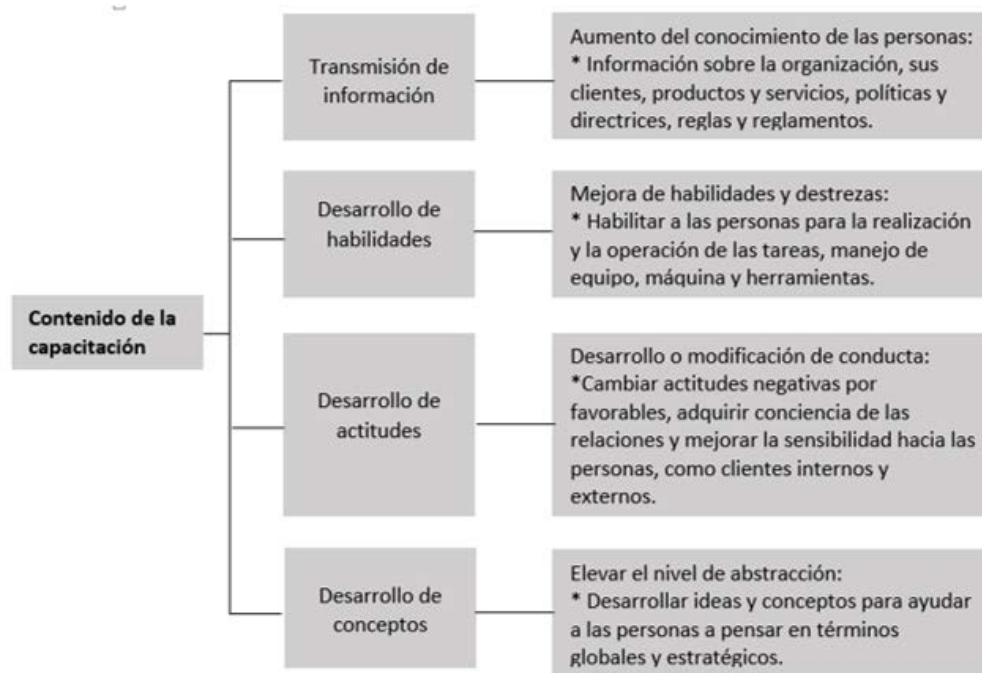


Figura 20. Tipos de cambio de conducta por medio de la capacitación

Fuente: Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones (Chiavenato, 2011)

Objetivos de la capacitación

Los principales objetivos de la capacitación son los siguientes.

- Preparar a las personas para la realización inmediata de sus diversas tareas.
- Brindar oportunidades para el desarrollo personal continuo y no sólo en sus puestos actuales, sino también para otras funciones más complejas y elevadas.
- Cambiar la actitud de las personas, sea para crear un clima más satisfactorio entre ellas o para aumentarles la motivación y volverlas más receptivas a las nuevas tendencias de la administración.

Ciclo de la capacitación

La capacitación debe tratar de orientar esas experiencias de aprendizaje en un sentido positivo y benéfico, completarlas y reforzarlas con una actividad planeada, para que los individuos de todos los niveles de la empresa desarrollen más rápido sus conocimientos y las actitudes y habilidades que les beneficiarán a ellos y a la empresa. Así la capacitación cubre una secuencia programada de hechos visualizables como un proceso continuo, cuyo ciclo se renueva cada

vez que se repite. El proceso de capacitación se asemeja a un modelo de sistema abierto, cuyos componentes son los siguientes.

1. Insumos (entradas o inputs): como educandos, recursos de la organización, información, conocimientos, etc.
2. Proceso u operación (throughputs): como procesos de enseñanza, aprendizaje individual, programas de capacitación, entre otros.
3. Productos (salida u outputs): como personal capacitado, conocimientos, competencias, éxito eficacia organizacional, etc.
4. Realimentación (feedback): como evaluación de los procedimientos y resultados de la capacitación, ya sea con medios formales o procedimientos sistemáticos.

En términos amplios, la capacitación implica un proceso de cuatro etapas.

1. Detección de las necesidades
2. Programa de capacitación para entender las necesidades.
3. Implantación y ejecución del programa de capacitación.
4. Evaluación de los resultados.

A continuación veremos cada etapa que forma el proceso de capacitación (ver figura 22).

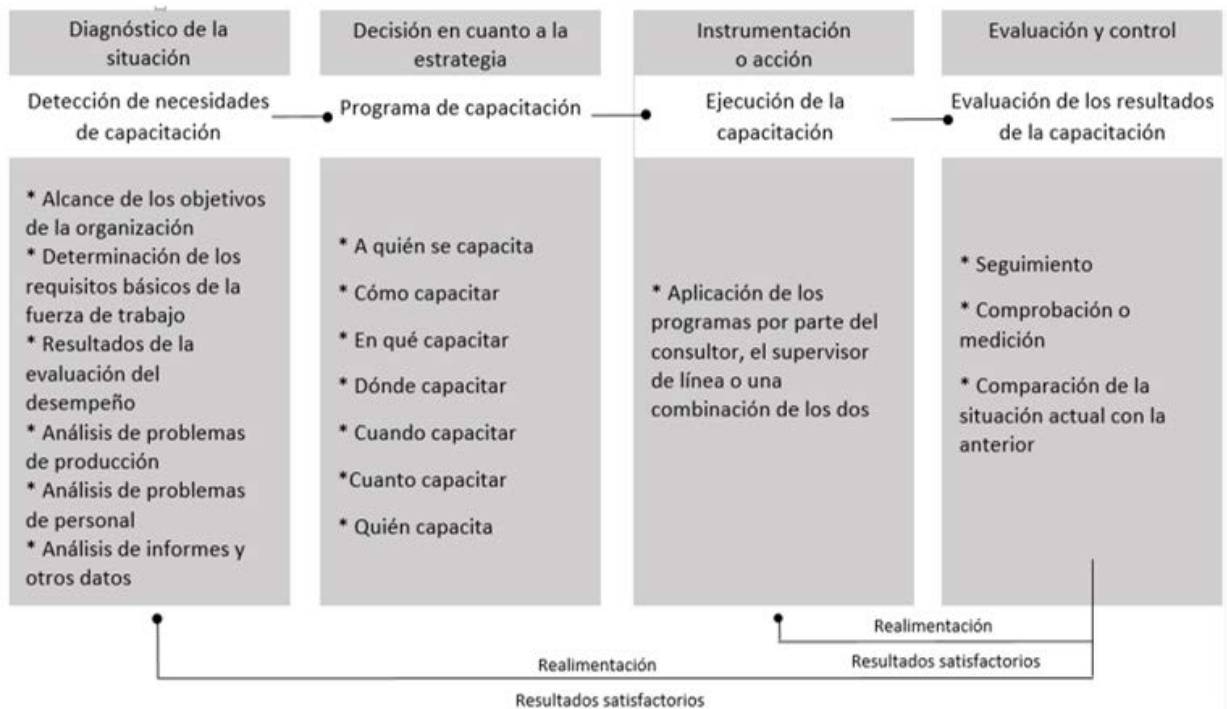


Figura 21. Proceso de capacitación

Fuente: Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones (Chiavenato, 2011)

a. Detección de las necesidades de capacitación

Es la primera etapa de la capacitación y se refiere al diagnóstico preliminar necesario. Para la detección de las necesidades de capacitación se consideran tres niveles de análisis.

1. Sistema organizacional: nivel de análisis de toda la organización.
2. Sistema de capacitación: nivel de análisis de los recursos humanos.
3. Sistema de adquisición de habilidades: nivel de análisis de las operaciones y tareas.

Tabla 16. *Los tres niveles de análisis para detectar necesidades de capacitación*

Nivel de análisis	Sistema implicado	Información básica
Análisis organizacional	Sistema organizacional	Objetivos de la organización y filosofía de la capacitación
Análisis de recursos humanos	Sistema de capacitación	de Análisis de la fuerza de trabajo (análisis de las personas)
Análisis de operaciones y tareas	Sistema de adquisición de habilidades	de Análisis de las habilidades, experiencias, actitudes, conductas y características personales exigidos por los puestos (análisis de puestos)

Fuente: Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones. (Chiavenato, 2011).

b. Planes y programas de capacitación

Una vez efectuado el diagnóstico de la capacitación, se sigue con la terapéutica, es decir, la elección y prescripción de los medios de tratamiento para sanar las necesidades señaladas o percibidas. En otras palabras, una vez se prepara su programa. En el programa de capacitación se sistematiza y sustenta en los siguientes aspectos, que deben identificarse durante la detección.

- ¿Cuál es la necesidad?
- ¿Dónde se determinó en primer lugar?
- ¿Ocurre en otra área o división?
- ¿Cuál es su causa?
- ¿Es parte de una necesidad mayor?
- ¿Cómo resolverla: por separado o en combinación con otras?
- ¿Es necesario tomar alguna medida inicial antes de resolverla?
- ¿La necesidad es inmediata? ¿Cuál es su prioridad en la relación con las demás?
- ¿Le necesidad es permanente o temporal?
- ¿Cuántas personas y cuantos servicios se atenderán?
- ¿Cuánto tiempo hay disponible para la capacitación?
- ¿Cuál es el costo probable de la capacitación?
- ¿Quién realizará la capacitación?

La detección de las necesidades de capacitación debe proporcionar la información siguiente para trazar el programa de capacitación.

- ¿Qué se debe enseñar?
- ¿Quién debe aprender?
- ¿Cuándo se debe enseñar?
- ¿Dónde se debe enseñar?
- ¿Cómo se debe enseñar?
- ¿Quién lo debe enseñar?

El programa de capacitación requiere un plan con los siguientes puntos (ver figura 23).

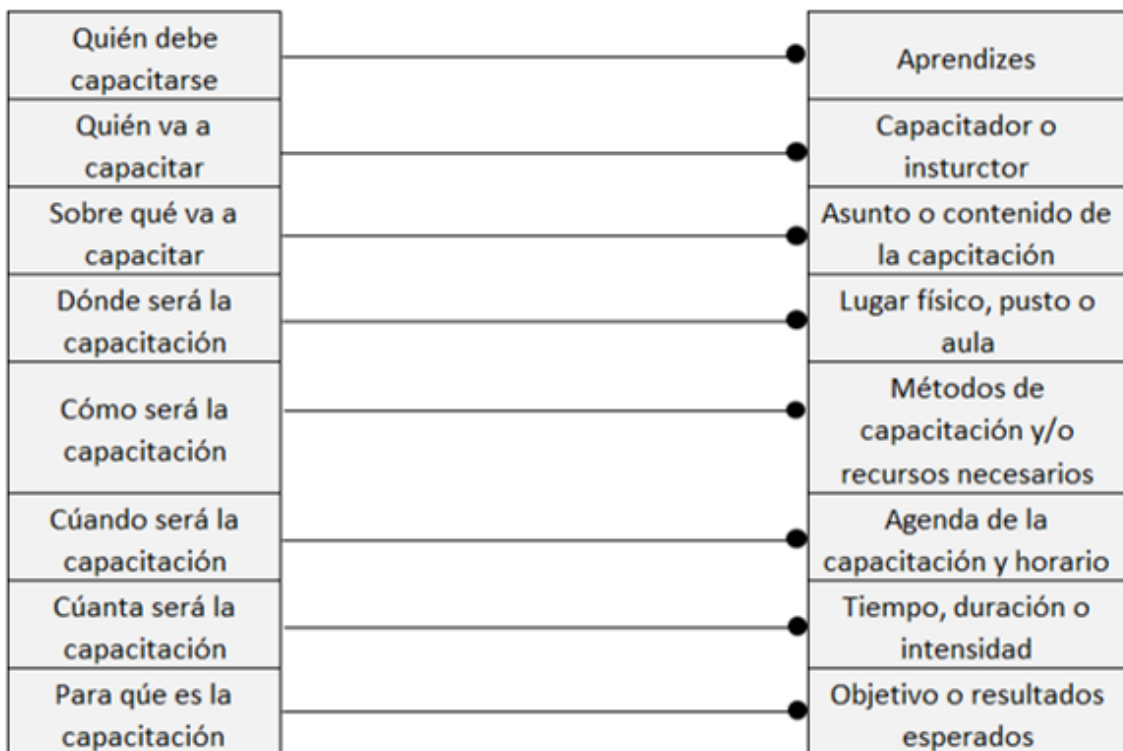


Figura 22. Los puntos principales de un programa de capacitación

Fuente: Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones (Chiavenato, 2011).

c. Ejecución de la capacitación

Es la tercera etapa del proceso de capacitación. Una vez diagnosticadas las necesidades y elaborado el programa de capacitación, el siguiente paso es su instrumentación. La ejecución o realización de la capacitación supone el binomio formado por el instructor y el aprendiz. Los aprendices son las personas situadas en un nivel jerárquico cualquiera de la empresa que necesitan aprender o mejorar sus conocimientos sobre alguna actividad o labor. Los instructores son las personas situada en un nivel jerárquico cualquiera de la empresa que cuentan con experiencia o están especializadas en determinada actividad o labor, y transmiten sus conocimientos a los aprendices. Así, los aprendices pueden ser trainees, auxiliares, jefes

o gerentes, y, por otra parte, los instructores también pueden ser auxiliares, jefes o gerentes, incluso, personal del área de capacitación o consultores/especialistas contratados.

d. Evaluación de los resultados de la capacitación

La etapa final del proceso de capacitación es la evaluación de los resultados. El programa de capacitación debe incluir la evaluación de su eficiencia, la cual debe considerar dos aspectos.

- Constatar si la capacitación produjo las modificaciones deseadas en la conducta de los empleados.
- Verificar si los resultados de la capacitación tienen relación con la consecución de las metas de la empresa.

Además de estas dos cuestiones, se debe constatar si las técnicas de capacitación son eficaces para alcanzar los objetivos propuestos. Desde un punto de vista más amplio, la capacitación parece una respuesta lógica a un cuadro de condiciones ambientales cambiantes y a los nuevos requisitos para la supervivencia y crecimiento de las organizaciones. Los criterios de eficacia de la capacitación se vuelven significativos cuando se consideran en conjunto con los cambios en el ambiente organizacional y en las demandas sobre la organización.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye en la productividad, la propuesta de implementación de un sistema de planificación de materiales MRP en la línea de calzado sport para damas en la empresa Calzados Hirbin?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar cómo influye la propuesta de implementación de un sistema de planificación de materiales MRP en la productividad en la línea de calzado sport para damas en la empresa Calzados Hirbin.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar un diagnóstico y analizar el proceso actual de planificación y control de materiales para la fabricación de calzado en la línea de producción sport para damas de la empresa Calzados Hirbin, determinando cuáles son sus principales diferencias y diseñando indicadores de la realidad actual.
- ✓ Proponer y desarrollar metodologías, técnicas y/o herramientas propuestas al proceso de planificación y control de materiales que permita aumentar la productividad en la línea de producción de calzado sport para damas, y así aumentar la eficiencia y eficacia de la empresa Calzados Hirbin.

- ✓ Realizar un diseño e implementar un modelo MRP para el área de producción de la empresa Calzados Hirbin, que permita el desarrollo de un sistema de control de stock de insumos y materiales, el cual planifique una adecuada gestión administrativa.
- ✓ Medir el impacto que tiene la implementación de las metodologías, técnicas y/o herramientas en optimizar el proceso de planificación de materiales y control del área de producción para la fabricación de calzado en la empresa Calzados Hirbin.
- ✓ Realizar una evaluación económica-financiera de la implementación de las metodologías, técnicas y/o herramientas aplicadas a través del VAN, TIR y B/C.

1.4. Hipótesis

La propuesta de implementación de un sistema de planificación de materiales MRP en la línea de calzado sport para damas en el área de producción incrementará la productividad de la empresa de Calzados Hirbin.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Metodología de la investigación

Tipo de investigación

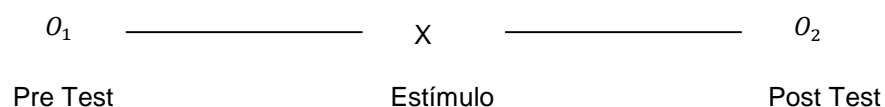
Posteriormente al haber revisado la presente investigación, es momento de visualizar el alcance del estudio que se efectuará. Existen diversos tipos de investigación sobre los cuales podemos comenzar a pensar. Para el estudio que se realizará en la empresa Calzados Hirbin, se realizará una investigación descriptiva - aplicada porque permite solucionar una realidad concreta en la empresa, a la vez que se busca descubrir la situación actual del sistema de producción con el que cuenta dicha empresa, para poder ser comparados con la mejora por la implementación de un sistema de planificación de materiales. Teniendo como objetivo la descripción, registro, análisis e interpretación de un fenómeno a investigar.

Debido a que el objetivo de esta tesis es llevar a cabo un diagnóstico organizacional para realizar una propuesta para la implementación de un sistema de planificación de necesidades de materiales y gestión de stocks de la producción, por lo tanto su puesta en práctica queda a consideración de la dirección general.

Diseño de la investigación

El enfoque de nuestra investigación es cuantitativo. Debido a que el objeto de la tesis es realizar una propuesta de implementación de un sistema de planificación de materiales en el sistema de producción, nuestro estudio pretende manipular variables para analizar las consecuencias de esta acción.

Por el nivel de la investigación en estudio, se pretende realizar una investigación del diseño experimental debido a que estas investigaciones generalmente responden la pregunta si existe una relación causal entre dos variables, Además este tipo de diseños se utilizan dentro del enfoque cuantitativo. El diseño de la presente investigación será un diseño pre experimental, el cual pretende conocer el estado actual del sistema de producción de la empresa y compararlo con los cambios que se generen por la implementación de un sistema de planificación de materiales MRP. Por esta razón los diseños pre experimentales son los adecuados pues presentan un panorama general de las variables.



Donde:

O_1 = Medición en la productividad de la empresa Calzados Hirbin

X = Aplicación de las técnicas de ingeniería de métodos en el estudio

O_2 = Evaluación en el incremento de la productividad de la empresa Calzados Hirbin

Tabla 17. Operacionalización de las variables

Problema	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Fórmula	
¿Cómo influye en la productividad, la propuesta de implementación de un sistema de planificación de materiales MRP en la línea de calzado sport para damas de la empresa Calzados Hirbin?	La propuesta de implementación de un sistema de planificación de materiales (MRP) en la línea de calzado sport para damas aumentará la productividad de la empresa Calzados Hirbin	Variable independiente	Sistema que integra las actividades de producción y compras para programar las adquisiciones a proveedores en función de la producción programada	Planeación de requerimiento de material de acuerdo a la demanda pronosticada, plan maestro, programa de producción, compras de materia prima, gestión de stocks.	Producción	$P = \frac{Tb}{c}$	
		Sistema MRP			Productividad	$Pr = \frac{P}{I}$	
					Eficiencia	$E = \frac{Salidas}{Entradas}$	
						Tiempo Estándar	$TE = \frac{TN}{(1 - Tolerancias)}$
		Variable dependiente	Es la capacidad de lograr objetivos con la menor cantidad de recursos	Es el número de pares de calzado producidos con el óptimo uso de los recursos	Tiempo de ciclo	$c = \frac{Tb}{P}$	
		Productividad			Costo de Oportunidad	$CO = TM \times Tb \times Px \times Pv$	
					Tiempo Muerto	$TM = (N^{\circ} est * c) - \sum Tiempos de tareas$	
	Eficiencia de Línea	$E = \frac{\sum Tiempos de tareas}{N^{\circ} de est * c}$					

Fuente: Elaboración propia

Donde:

c = Tiempo de ciclo

Tb = Tiempo base

P = Producción

CO = Costo de Oportunidad

TM = Tiempo Muerto

Pv = Precio de venta

I = Insumos

TN = Tiempo Normal

2.1. Población y muestra

Población de estudio

La población objetivo de la presente investigación en estudio está conformada por el personal del área de producción involucrado en la fabricación del calzado sport para damas en la empresa Calzados Hirbin.

Para nuestro estudio se consideran como la población de la investigación en estudio el personal administrativo, operativo y de supervisión de operaciones del área de producción de la empresa Calzados Hirbin.

Muestra de estudio

La muestra de la investigación en estudio corresponde tanto para la población de personal operativo como administrativo en la medida que se consideran como estratos de la empresa donde se desarrolló las actividades de la presente investigación, que en total son diecinueve personas.

- Personal operativo de la empresa: 15
- Personal administrativo de la empresa: 3
- Personal de Logística: 1

2.2. Técnica de captura (Materiales, instrumentos y métodos)

Para el desarrollo del presente trabajo las técnicas para la recopilación de datos que se emplea son tres procedimientos metodológicos, cuantitativo, cualitativo y la observación directa.

En donde se utilizó como fuentes de investigación, encuestas a los empleados, libros de consulta, tesis, hojas de estudio de tiempos, etc. Principalmente se realizará la recolección de información a través de un registro de datos históricos de ventas, precio de venta de cada modelo y el costo de materiales. Así mismo, la recolección de datos fue mediante el contacto directo y la colaboración del personal administrativo y operativo del área de producción de la empresa Calzados Hirbin.

Para realizar el proceso de recopilación de información se determinó hacer mediante encuestas programadas para los trabajadores de la empresa Calzados Hirbin para reconocer los principales problemas en los procesos y en cuanto a sus tiempos utilizados se utilizó hojas de estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar de cada proceso. Cabe mencionar que para el estudio de tiempos se utilizó un cronómetro y también una cámara para realizar las fotografías de las áreas y procesos. Esta recolección de información se mostrará evidenciada tal como se muestra en las siguientes plantillas.

Tabla 18. Encuesta de satisfacción de los empleados

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE LOS EMPLEADOS

Área de aplicación:

Problemas:

Nombre del encuestado:

Fecha de la encuesta:

Nombre de la empresa:

Valor	Puntaje
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Observe las siguientes problemáticas considerando el nivel de prioridad de las deficiencias en la línea de calzado sport para damas en la empresa. Luego, marque con una "x" según su criterio de significancia de causa en el problema: () Alto () Medio () Bajo

Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación		
		Alto	Medio	Bajo
1	Aumento de mermas en la línea de calzado			
2	Fatiga de los trabajadores			
3	Retrasos en la línea de calzado			
4	Ausencia de sistemas de planificación y control de producción			
5	Falta de procedimientos e distribución de los procesos de producción			
6	Distribución de planta ineficiente			
7	Inexistencia de programas en el aprovisionamiento de materiales			
8	Falta de estandarización en el control de tiempos en los procesos productivos			
9	Excesivo tiempo ocioso del personal del área de producción			
10	Elevado costo operativo de paradas inesperadas de máquinas			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Hoja de estudio de tiempos

TOMA DE TIEMPOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

Operación:

Producto :

Elementos **Elemento 1** **Elemento 2** **Elemento 3** **Elemento 4** **Elemento 5** **Elemento 6** **Elemento 7**

Muestras

Muestra 1
Muestra 2
Muestra 3
Muestra 4
Muestra 5
Muestra 6
Muestra 7
Muestra 8
Muestra 9
Muestra 10
Muestra 11
Muestra 12
Muestra 13
Muestra 14
Muestra 15
Muestra 16
Muestra 17
Muestra 18
Muestra 19
Muestra 20

Promedio

Total	
Factor de valoración	
Habilidad	C2
Esfuerzo	C1
Condiciones	F
Resistencia	C
Tiempo Normal	
Suplementos %	
Necesidades personales	
Fatiga	
Tedio	
Tiempo Estándar	

Fuente: Elaboración propia

2.3. Técnica de análisis (Materiales, instrumentos y métodos)

Para el procesamiento y análisis de la información se determinó mediante el programa Microsoft Excel. Las técnicas y análisis de datos se realizaron mediante la lista siguiente.

- Encuesta y Hoja de estudio de tiempos programados llevados a cabo con el personal directamente involucrado en el desarrollo y pruebas del sistema de la empresa.
- Análisis de la información obtenida de datos históricos mediante cuadros.
- Pronósticos, plan maestro de producción, MRP, productividad.
- Observación directa.
- Recolección de información mediante entrevistas.

Con respecto a los instrumentos de validación, estos fueron realizados por el especialista de la facultad de ingeniería y de la Universidad Privada del Norte de la sede.

2.4. Procedimiento

Para el procesamiento y análisis de la información se aplicará los siguientes procedimientos (ver tabla 20).

Tabla 20. *Herramientas aplicadas en las etapas de estudio*

ETAPA	PROCEDIMIENTO
I. Diagnóstico de la realidad actual	<p>Ishikawa del Área de Producción</p> <p>Hoja de estudio de tiempos</p> <p>Encuesta de Matriz de Priorización</p> <p>Matriz de Priorización de Causas Raíces</p> <p>Pareto de las Causas Raíces</p> <p>Matriz de indicadores</p>
II. Solución propuesta	<p>En esta etapa se desarrollan las propuestas de mejora para determinar un beneficio económico por la propuesta.</p>
III. Evaluación Económica – Financiera	<p>Presupuesto de la propuesta tomando en cuenta todas las herramientas, materiales y apoyo de personal un total de S/. 35,861</p> <p>El beneficio total de las propuestas establecidas ascienden a S/. 1,194,761</p> <p>El Valor Actual Neto para el año 2020 con las propuestas de mejora es S/. 77,861.</p> <p>La Tasa Interna de Retorno para el año 2020 con las propuestas de mejora es 80%</p> <p>El Beneficio/Costo para el año 2020 con las propuestas de mejora es 3.17</p>

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la realidad actual

3.1.1 Descripción general de la empresa

Calzados Hirbin es una empresa que se encuentra actualmente en un proceso de crecimiento y expansión, se encuentra mejorando sus procesos y actualizando sus métodos de trabajo para lograr la satisfacción del cliente y de sus trabajadores. Con 10 años en el mercado trujillano; el principal compromiso de esta empresa de calzado, es satisfacer las necesidades del mercado a través de diseños eficientemente elaborados, superando los parámetros de calidad que el cliente exige. Su planta cuenta con las siguientes áreas.

- Gerente general
- Contabilidad
- Administración
- Departamento de producción

Razón social de la empresa

Calzados Hirbin

Reseña histórica de la empresa

La empresa comenzó sus operaciones en un pequeño local del porvenir en 1988 pero debido a su crecimiento y gran demanda es que se traslada a su fábrica propia para satisfacer sus demandas de producción propia y de sus clientes. Con esfuerzo y sacrificio y con los años de experiencia la historia de Calzados Hirbin se ha visto recompensada con grandes logros y su consolidación como empresa líder en el calzado del norte del Perú.

Actividad en sector económico

La demanda por calzados en el Perú difícilmente decrecerá, más bien tenderá a aumento, debido al uso diario de estos y al aumento de los estándares de vida, se trata de una economía que mantiene un crecimiento sostenido y uno de los mayores en la región. Un estudio de la Asociación Brasileña de Empresas de Componentes para Cuero y Calzado (ASSINTECAL) predice que cada peruano consume 2,2 pares de zapatos al año, 0,5 unidad más que en el año 2005, cuando se consumía en promedio 1,7 pares anuales. Así, el mercado alcanza los 61.6 millones de pares de zapatos al año. Adicionalmente, una encuesta de Trabajando.com a más de 2 800 personas revela que para los peruanos es relevante vestir de manera adecuada en el trabajo, razón por lo cual, un 33% de los peruanos gastan hasta 30% de su sueldo en vestuario y calzado para ir a trabajar, otro 33% invierte hasta un 20% de su salario; el 22%, hasta un 10%; y finalmente el 12% gasta más de un 30% en vestimenta de trabajo.

Ubicación de la empresa

Calzados Hirbin, se encuentra actualmente ubicada en la calle Barcelona N° 1944 – A.H. Miguel Grau en el distrito del Porvenir

Misión de la empresa

Somos una empresa sólida, competitiva y confiable que se dedica a la producción de calzado para damas con la finalidad de satisfacer las necesidades de nuestros clientes, siendo así una empresa integral en la que nuestros clientes podrán encontrar lo que buscan.

Visión de la empresa

Ser reconocidos como la empresa de calzado para damas más grande del país. En su totalidad dedicada a sus clientes y/o consumidores tanto a nivel regional como nacional, convirtiéndonos en la mejor opción del cliente a la hora de escoger donde comprarán sus calzados.

Número de personal operativo en la empresa

La empresa cuenta con un área de producción definida en tareas administrativas y operativas. En la siguiente tabla (ver tabla 21), se encuentra la cantidad de colaboradores operativos que involucran la elaboración de la línea de calzado sport para damas en el área de producción.

Tabla 21. *Distribución detallada de trabajadores en el área de producción en Calzados Hirbin*

AREA	EMPLEADOS OPERATIVOS	CANTIDAD OPERARIOS
Almacén	Cevallos Paredes	1
Cortado	Esteban Condori	2
	Carlos Medina	
Perfilado	Elvis Nazario	5
	Wilfredo Melchor	
	Miler Melchor	
	Bogner Melchor	
	Hugo Zapata	
Armado	Maicol Otiniano	6
	Santiago Orbegoso	
	Alexander Castillo	
	Smith Jara	
	Omar León	
	Omero Olivares	
Alistado	Zoila Paredes	2
	Gladis Benites	
TOTAL		16

Fuente: Elaboración propia

Principales productos

Modelo Sport

- **Modelo de calzado sport Código Y025.** Sandalia sport color marrón, numero de taco 05, 07 y 09. Número de talla 35, 36 y 37.



- **Modelo de calzado sport Código Z22.** Sandalia sport color marrón, numero de taco 05, 07 y 09. Número de talla 35, 36 y 37.



- **Modelo de calzado sport Código A510.** Botín sport color marrón, numero de taco 05, 07 y 09. Número de talla 35, 36 y 37.



- **Modelo de calzado sport Código R505.** Botín sport color azul, numero de taco 05, 07 y 09. Número de talla 35, 36 y 37.



Modelo Capellada

Modelo Pañuelo

Modelo Zueco

Modelo Pablito Ruiz

Modelo Reina

Modelo 2 tiras

Modelo 120

Modelo Cruzado

Proveedores

F&N ISAIAS

CALZALLANOS E.I.R.L.

GRUPO G&C INVERSIONES S.A.C.

LA NUEVA PIEL S.A.C.

EXPRESION PLASTIC

ALMACENES DEMELIZ

IMPRESA GRÁFICA BENDICION

INMOBILIARIA FAIRFIELD S.A.C

3.1.2 Organigrama de la empresa

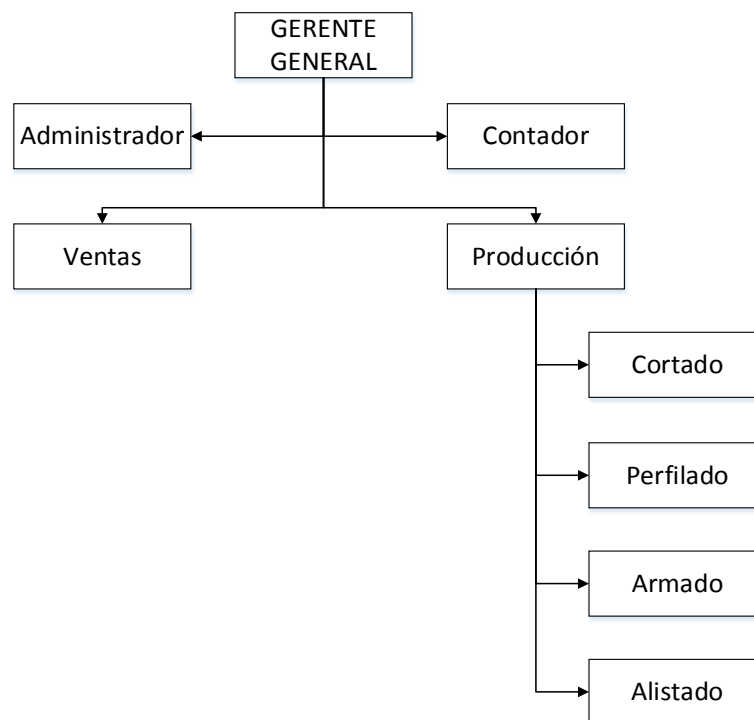


Figura 23. Organigrama de Calzados Hirbin

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Descripción del proceso productivo del calzado

Esta área de producción de la empresa de calzados Hirbin no se encuentra totalmente implementada con respecto al proceso productivo, también presenta problemas de aprovisionamiento de material, debido a que a veces no se encuentran los materiales necesarios en el momento en que se requiere. Las funciones primordiales de esta área consisten en planificar la producción durante el año, para que cumplan con la demanda solicitada por ventas.

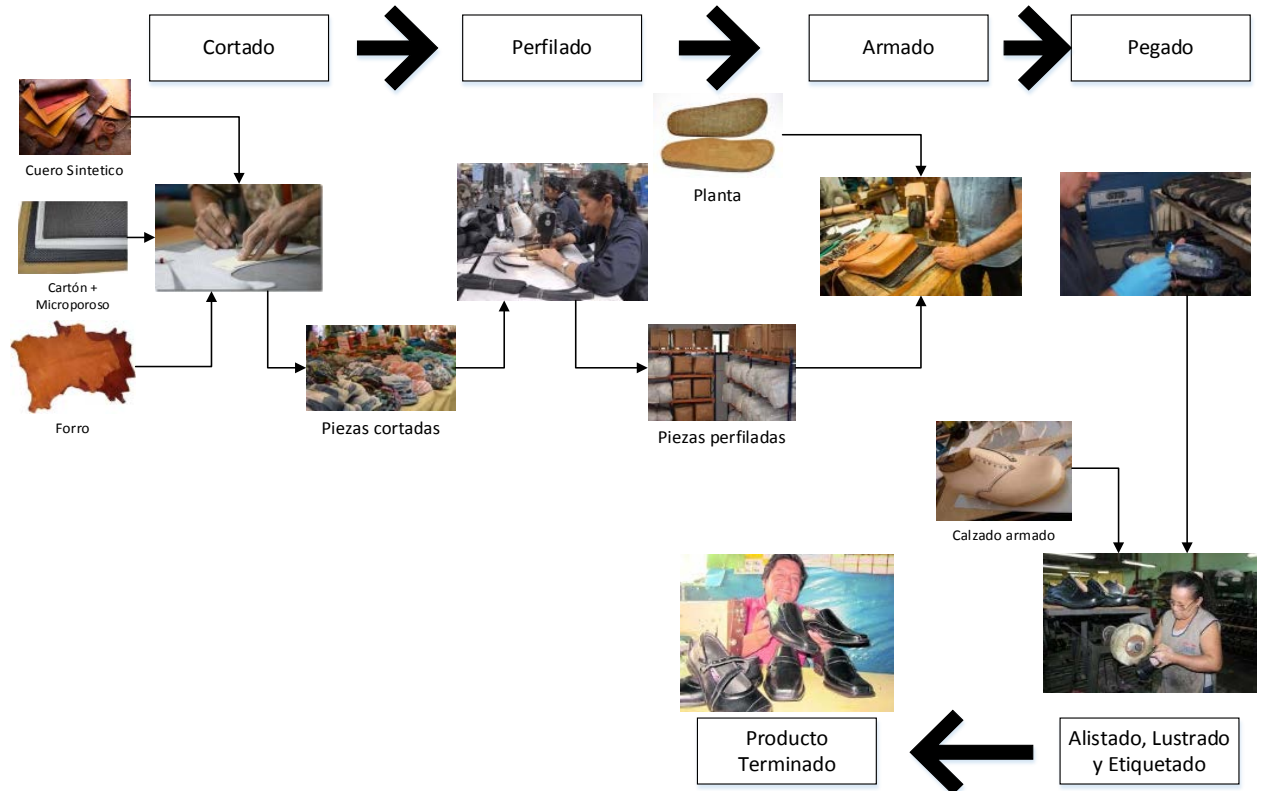


Figura 24. Proceso productivo de Calzados Hirbin
Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Esquema de producción en las estaciones de trabajo

A continuación, se mostrarán la descripción de cada una de las estaciones que comprenden el proceso productivo de la empresa Calzados Hirbin.

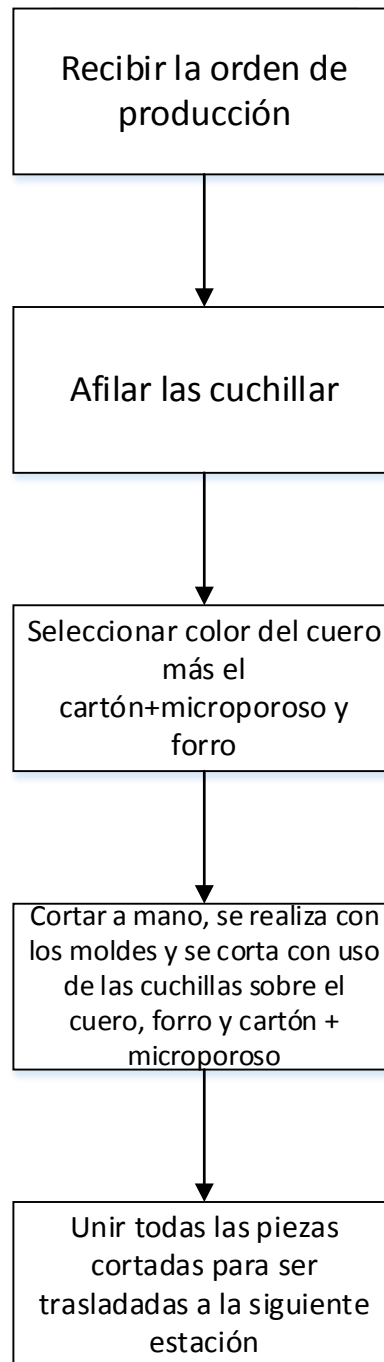


Figura 25. Proceso detallado de la estación de cortado
Fuente: Elaboración propia

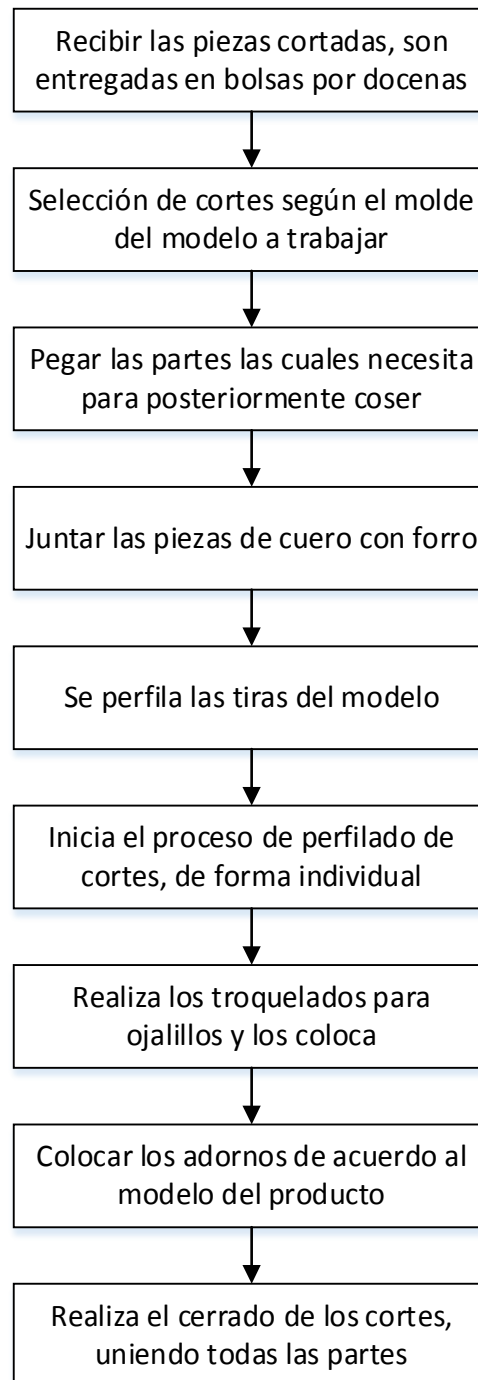


Figura 26. Proceso detallado de la estación de perfilado
Fuente: Elaboración propia

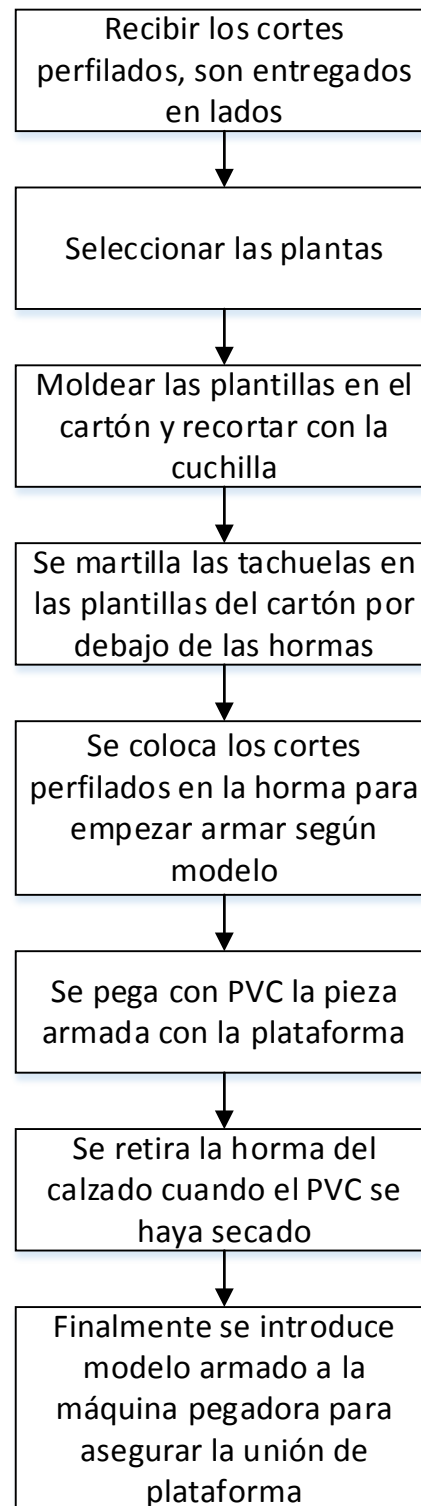


Figura 27. Proceso detallado de la estación de armado
Fuente: Elaboración propia

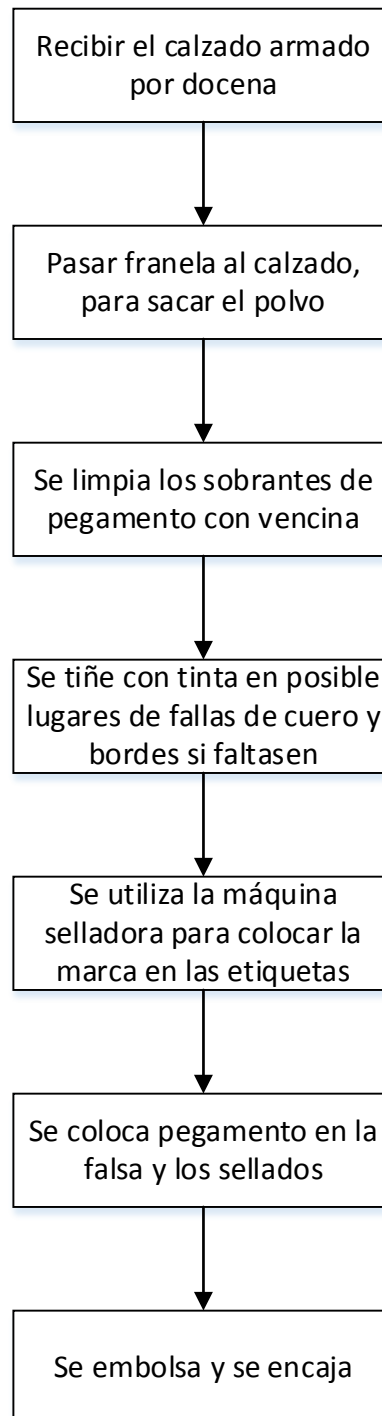


Figura 28. Proceso detallado de la estación de alistado
Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Diagrama de operaciones y actividades

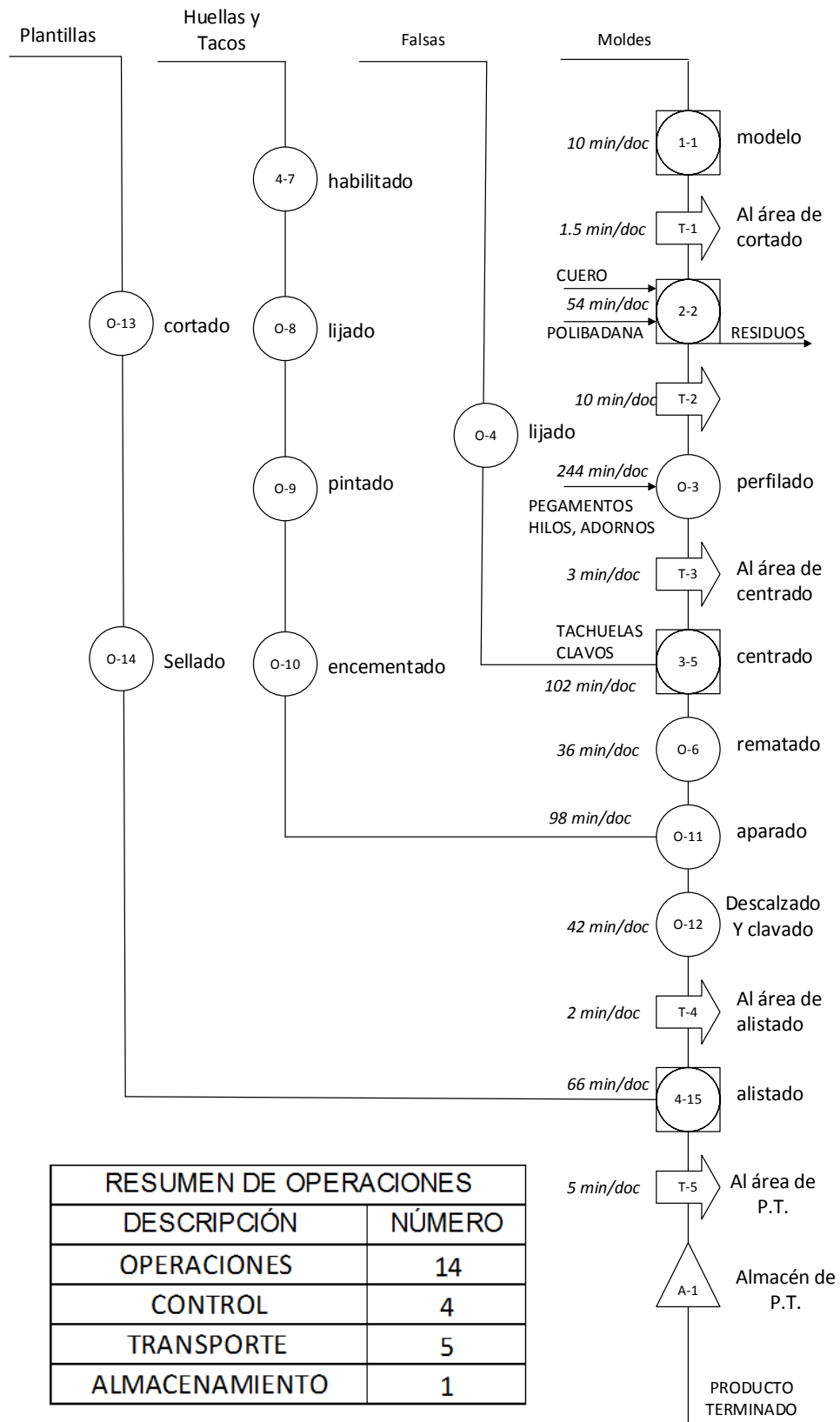


Figura 29. Diagrama de operaciones para línea de calzado sport
Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Resumen de tiempos en el proceso de cortado

Estación	Pasos	Flujos	Productivo (min)
Cortado	Almacenaje	▽	0.00
	Inspección	□	0.00
	Demora	D	0.00
	Operación	○	54.00
	Transporte	⇒	10.00
		Total	64.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Resumen de tiempos en el proceso de perfilado

Estación	Pasos	Flujos	Productivo (min)
Perfilado	Almacenaje	▽	0.00
	Inspección	□	0.00
	Demora	D	0.00
	Operación	○	244.00
	Transporte	⇒	3.00
		Total	247.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Resumen de tiempos en el proceso de armado

Estación	Pasos	Flujos	Productivo (min)
Perfilado	Almacenaje	▽	0.00
	Inspección	□	0.00
	Demora	D	0.00
	Operación	○	278.00
	Transporte	⇒	2.00
		Total	280.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Resumen de tiempos en el proceso de alistado

Estación	Pasos	Flujos	Productivo (min)
Alistado	Almacenaje	▽	0.00
	Inspección	□	0.00
	Demora	D	0.00
	Operación	○	0.00
	Operación combinada	◼	66.00
	Transporte	➡	5.00
	Total		71.00

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del Tiempo Estándar

Después de haber realizado el estudio de tiempos, se va a continuar a calcular el tiempo estándar de cada estación de trabajo habiendo calculado previamente el Factor de valoración y la tolerancia para cada estación.

Tabla 26. Cálculo de Tiempo estándar

Estación	Tiempo total (min)	FV	% Tolerancia	TN (min)	TE (min)
Cortado	4,5	1,08	9%	4,86	5,30
Perfilado	20,33	1,09	10%	22,16	24,38
Armado	23,16	1,02	11%	23,62	26,22
Alistado	5,50	1,02	9%	5,61	6,12

Fuente: Elaboración propia

Después de haber calculado los tiempos estándar y haber identificado que la estación de tiempo de ciclo es el armado, se procede a calcular la producción y productividad teórica.

Tabla 27. Cálculo de la producción teórica

Ítem	Hora	Día	Semana	Mes
Ciclo (min/par)	26,22	26,22	26,22	26,22
Tiempo base (min/h)	60	600	3360	13440
Producción (par/h)	2	23	128	512

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. *Cálculo de la productividad teórica*

Estación de trabajo	Productividad múltiple (S/.)	Productividad M.O (par-oper/día)
Cortado	0,30	13
Perfilado	0,07	2
Armado	0,03	2
Alistado	0,19	13

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de la determinación sobre la productividad inicial se tuvo en cuenta los costos de los materiales los cuales se detallan (ver anexo 14) y cuyo resumen se detalla a continuación.

Tabla 29. *Costos de materiales en el proceso de fabricación de calzado*

Material	Unidad de medida	C.U (S/.)	Cantidad por docena	C.T (S/.)
Cuero Craizy marrón	metro	22	9,26	203
Cuero graso color marrón	metro	22	9,26	203
Cuero graso color azul	metro	22	9,26	203
Badana	metro	18	1,42	25,56
Gamuzón	metro	15	1,315	19,73
Antitranspirante	plancha	10	1	10
Organza laminada marrón	plancha	15	1	15
Celastick (contrafuerte)	metro	4,5	0,3	1,35
Falsa (Fibra zebra)	metro	15	0,9	13,5
Planta TR-23	docena	120	1	120
Pasadores	docena	5	1	5
Hilo	cono	6,5	0,2	1,30
Toalla (Plantilla)	plancha	7	1,29	9
Esponja (Espuma)	tira	5	0,05	0,25
Esponja (Refuerzo)	plancha	4	0,3	1,20
Sellos de transfer	docena	5,5	1	5,5
Caja de zapatos	docena	15	1	15

Fuente: Elaboración propia

Determinación de la productividad inicial

La productividad que se halla es del año 2019 del mes de julio a diciembre.

Según los costos destacados en la presente investigación, el costo de materia prima promedio por docena era de S/. 843,765.

Costo de Materiales semestral = Ventas (semestrales) x Costo total de materiales (docena)

Costo de Materiales semestral = 387 x 843,765 = 326 537,05 soles de materiales.

$$\text{Productividad} = \frac{387 \text{ docenas/semestrales}}{326537,05 \text{ soles semestrales}} \times 1000$$

Productividad = 1.17 docenas / miles de soles

Por cada 1000 soles invertidos se produce 1.18 docenas de calzado.

3.1.6 Identificación de las causas raíces

La problemática está en la baja productividad que presenta Calzados Hirbin, al área de producción se logró identificar las causas con las 6 M: Mano de obra, Maquinaria, Materiales, Método, Medio Ambiente y Medición, de esta manera las causas raíces, las cuales son las siguientes: Falta de indicadores de control de tiempos de la producción, falta de procesos de producción estandarizados y planificados, ausencia de una planificación de materia prima, ausencia de un adecuado abastecimiento de materiales, falta de programas de capacitación del personal, falta de un plan de mantenimiento para las máquinas y equipos, falta de un método adecuado para distribución de planta, como se muestra a continuación (ver tabla 30).

Tabla 30. Cuadro resumen de Ishikawa del área de producción

Entorno	Problema	Causa raíz	Dato	Descripción
Mano de obra	Aumento de mermas en la línea de calzado	Falta de programas de capacitación del personal	15	Debido a la falta de programas de personal capacitado en labores de la producción se pierde un promedio de 15 minutos en el proceso productivo.
	Fatiga de los trabajadores			
Maquinaria	Elevado costo operativo de paradas inesperadas de máquinas	Falta de un plan de mantenimiento de maquinaria y equipos	19	La falta de un plan de mantenimiento de maquinaria y equipos provoca un tiempo perdido de 19 minutos.
Materiales	Inexistencia de programas en el aprovisionamiento de materiales	Ausencia de planificación de materia prima	35	La ausencia de una planificación de materia prima ocasiona un tiempo perdido mínimo de 35 minutos. (15% merma)
Método	Ausencia de sistemas de planificación y control de la producción	Falta de procesos de producción estandarizados y planificados.	33	La falta de una planificación y estandarización de la producción genera un exceso mínimo de 33 docenas (20% de retraso de la producción).
	Retrasos en la línea de calzado	No existe un adecuado abastecimiento de materiales.	30	La inexistencia de un adecuado abastecimiento de materiales genera una pérdida de 30 minutos (7% productos no vendidos)
	Falta de procedimientos de distribución en procesos de producción			
Medio ambiente	Distribución de planta deficiente	Falta de un método adecuado para distribución de planta	50	La falta de un método adecuado de distribución de planta se pierde un tiempo aproximado de 42 minutos.
Medición	Falta de estandarización en el control de tiempos en los procesos productivos			
	Excesivo tiempo ocioso del personal del área de producción	Falta de indicadores de control de tiempo de la producción	25	Por la falta de indicadores de producción puede consumirse en promedio 25 unidades de materiales.

Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Encuesta de priorización de causas raíces

Tabla 31. Encuesta de priorización de causas raíces

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE LOS EMPLEADOS				
Área de aplicación:	Producción (Enfocado a la calidad del proceso y producto)			
Problemas:	Baja productividad en el sistema de producción de la empresa Calzados Hirbin			
Nombre del encuestado:				
Fecha de la encuesta:				
Nombre de la empresa:	Calzados Hirbin			
Valor	Puntaje			
Alto	3			
Medio	2			
Bajo	1			
En las siguientes causas considere el nivel de prioridad de los defectos en la línea de calzado sport. Marque con una "x" según su criterio de significancia de causa en el problema: () Alto () Medio () Bajo				
Causa	Preguntas con respecto a las principales causas	Calificación		
		Alto	Medio	Bajo
1	Aumento de mermas en la línea de calzado			
2	Fatiga de los trabajadores			
3	Retrasos en la línea de calzado			
4	Ausencia de sistemas de planificación y control de producción			
5	Falta de procedimientos e distribución de los procesos de producción			
6	Distribución de planta ineficiente			
7	Inexistencia de programas en el aprovisionamiento de materiales			
8	Falta de estandarización en el control de tiempos en los procesos productivos			
9	Excesivo tiempo ocioso del personal del área de producción			
10	Elevado costo operativo de paradas inesperadas de máquinas			

Fuente: Elaboración propia

3.1.8 Matriz de priorización de causa raíces

Tabla 32. *Matriz de causas raíces*

ÍTEM	CAUSAS	Σ (Impacto según encuesta)	% Impacto	Acumulado
CR1	Aumento de mermas en la línea de calzado.	32	14%	14%
CR2	Fatiga de los trabajadores.	10	4%	19%
CR3	Retrasos en la línea de calzado.	35	16%	35%
CR4	Ausencia de sistemas de planificación y control de la producción.	33	15%	49%
CR5	Falta de procedimientos de distribución de los procesos de producción.	12	5%	55%
CR6	Distribución de planta deficiente.	14	6%	61%
CR7	Inexistencia de programas en el aprovisionamiento de materiales	34	15%	76%
CR8	Falta de estandarización en el control de tiempos en los procesos productivos.	8	4%	80%
CR9	Excesivo tiempo ocioso del personal del área de producción.	34	15%	95%
CR10	Elevado costo operativo de paradas inesperadas de máquinas.	11	5%	100%
	TOTAL	223	100%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Pareto 80-20 de las causas raíces

ÍTEM	CAUSAS	Σ (Impacto según encuesta)	% Impacto	Acum.	80-20
CR3	Retrasos en la línea de calzado	35	16%	16%	80%
CR7	Inexistencia de programas en el aprovisionamiento de materiales	34	15%	31%	80%
CR9	Excesivo tiempo ocioso del personal del área de producción	34	15%	46%	80%
CR4	Ausencia de sistemas de planificación y control de la producción	33	15%	61%	80%
CR1	Aumento de mermas en la línea de producción	32	14%	75%	80%
CR6	Distribución de planta deficiente	14	6%	82%	20%
CR5	Falta de procedimientos de distribución de los procesos de producción	12	5%	87%	20%
CR10	Elevado costo operativo de paradas inesperadas de máquinas	11	5%	92%	20%
CR2	Fatiga de los trabajadores	10	4%	96%	20%
CR8	Falta de estandarización en el control de tiempos en los procesos productivos	8	4%	100%	20%
	TOTAL	223	100%		

Fuente: Elaboración propia

3.1.9 Diagrama de Pareto

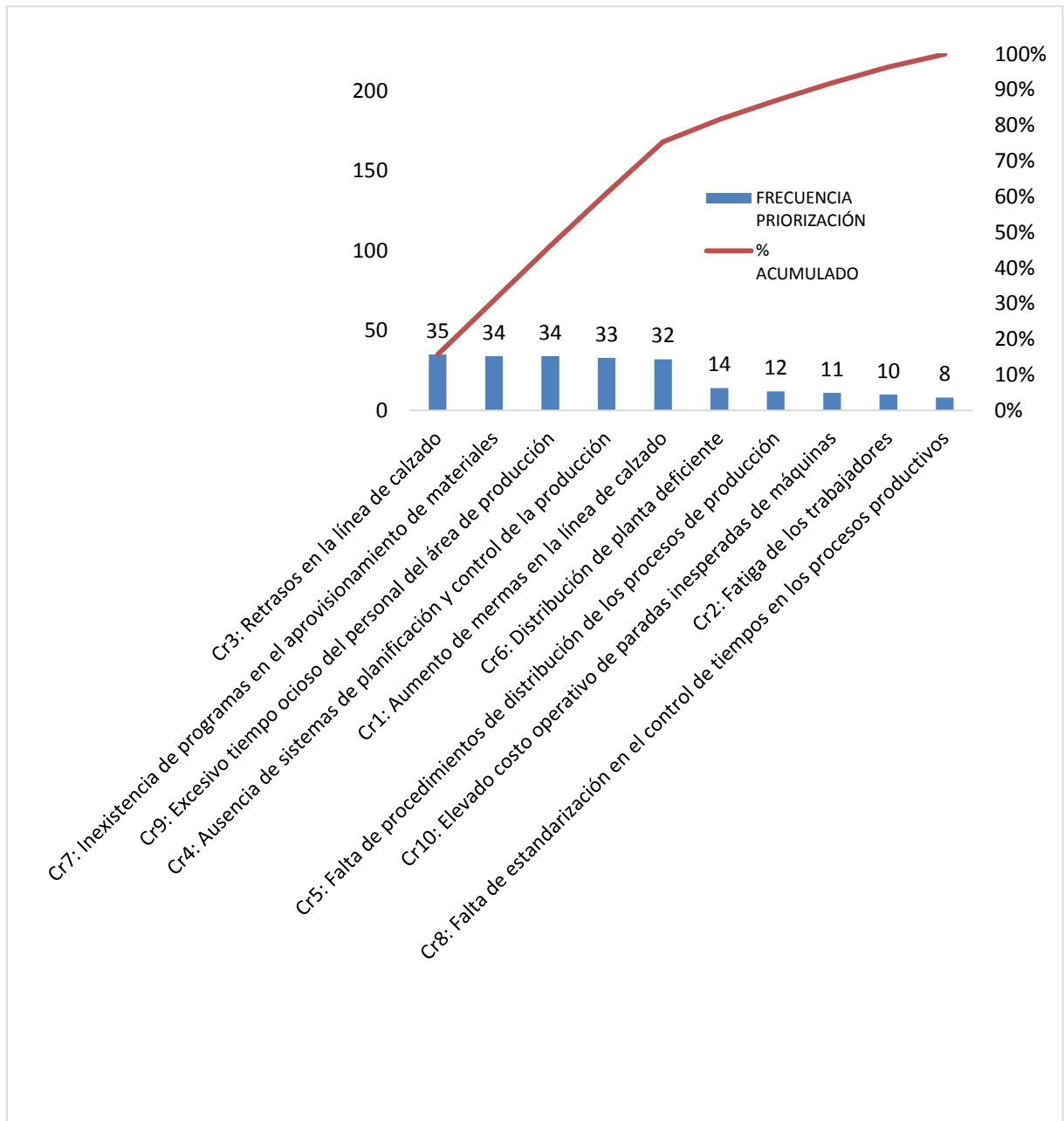


Figura 30. Pareto 80-20 de las causas raíces

Fuente: Elaboración propia

Con la aplicación del gráfico de Pareto 80-20 se puede observar que el 75% del total de las problemáticas presentadas durante la evaluación del diagnóstico son las siguientes:

Cr3: Retrasos en la línea de calzado (16%)

Cr7: Inexistencia de programas en el aprovisionamiento de materiales. (15%)

Cr9: Excesivo tiempo ocioso del personal del área de producción. (15%)

Cr4: Ausencia de sistemas de planificación de la producción. (15%)

Cr1: Aumento de mermas en la línea de calzado. (14%)

3.1.10 Identificación de los indicadores

En la tabla siguiente (ver tabla 34) se enlistan las causas raíces que han sido escogidas por el resultado de una priorización de los problemas hallados en esta área. Estas causas se medirán a través de indicadores y así decidir la herramienta de mejora que servirá como propuesta para la empresa y finalmente la inversión que representará estas herramientas de mejora en Calzados Hirbin.

Tabla 34. *Matriz de indicadores*

CRi	CAUSA RAIZ	INDICADOR	FORMULA	DESCRIPCIÓN
CR9	Falta de indicadores de control de tiempos de la producción	% de procesos estandarizados	$\frac{\text{Procesos Estándar}}{\text{Total de procesos}} \times 100\%$	Evidencia la cantidad de procesos que son medidos
CR4	Falta de procesos de producción estandarizados y planificados	% de producción planificada	$\frac{\text{Producción estandarizada}}{\text{Producción total}} \times 100\%$	Presenta el porcentaje de la producción que está planificada y controlada.
CR7	Ausencia de planificación de materia prima	% de consumo efectivo de M.P	$\frac{\text{Cantidad de MP consumida}}{\text{Total de MP}} \times 100\%$	Indica el porcentaje de MP utilizada efectivamente
CR3	No existe un adecuado abastecimiento de materiales	% de abastecimiento efectivo de materiales	$\frac{\text{Nº de abastecimientos a tiempo}}{\text{Total de abastecimiento de materiales programados}} \times 100\%$	Indica el porcentaje de abastecimientos programados que son planificados
CR1	Falta de programas de capacitación del personal	% de trabajadores capacitados	$\frac{\text{Trabajadores capacitados}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100\%$	Expone la proporción de trabajadores capacitados

Fuente: Elaboración propia

Análisis de los costos de las causas raíces

Tabla 35. *Costos de las causas raíces*

CRi	CAUSA RAÍZ	INDICADOR	FÓRMULA	VA	Pérdida Actuales	VM	Pérdida Mejoradas	Beneficio	Herramienta de mejora	Inversión
CR9	Falta de indicadores de control de tiempos de la producción	% de procesos estandarizados	$\frac{\text{Procesos Estándar}}{\text{Total de procesos}} \times 100\%$	0%	S/. 691 596	100%	S/.0	S/. 691 596	Gestión por procesos: DAP/ Procedimiento/ Documentación/ Manuales	S/. 10 800
CR4	Falta de procesos de producción estandarizados y planificados	% de producción planificada	$\frac{\text{Producción estandarizada}}{\text{Producción total}} \times 100\%$	80%	S/.436 228	95%	S/.0	S/. 436 228		
CR7	Ausencia de planificación de materia prima	% de consumo efectivo de M.P	$\frac{\text{Cantidad de MP consumida}}{\text{Total de MP}} \times 100\%$	85%	S/. 22 315	98%	S/.2 975	S/. 19 340	MRP	S/. 14 185
CR3	No existe un adecuado abastecimiento de materiales	% de abastecimiento efectivo de materiales	$\frac{\text{N° de Abast a tiempo}}{\text{Total de Abast de materiales prog}} \times 100\%$	93%	S/. 29 992	98%	S/.9 880	S/. 20 112		
CR1	Falta de programas de capacitación del personal	% de trabajadores capacitados	$\frac{\text{Trabajadores capacitados}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100\%$	0%	S/. 38 018	100%	S/.10,533	S/. 27 485	Programa de Capacitación	S/. 10 876
TOTAL					S/.1 218 149		S/. 23 388	S/.1 194 761		S/. 35 861

Fuente: Elaboración propia

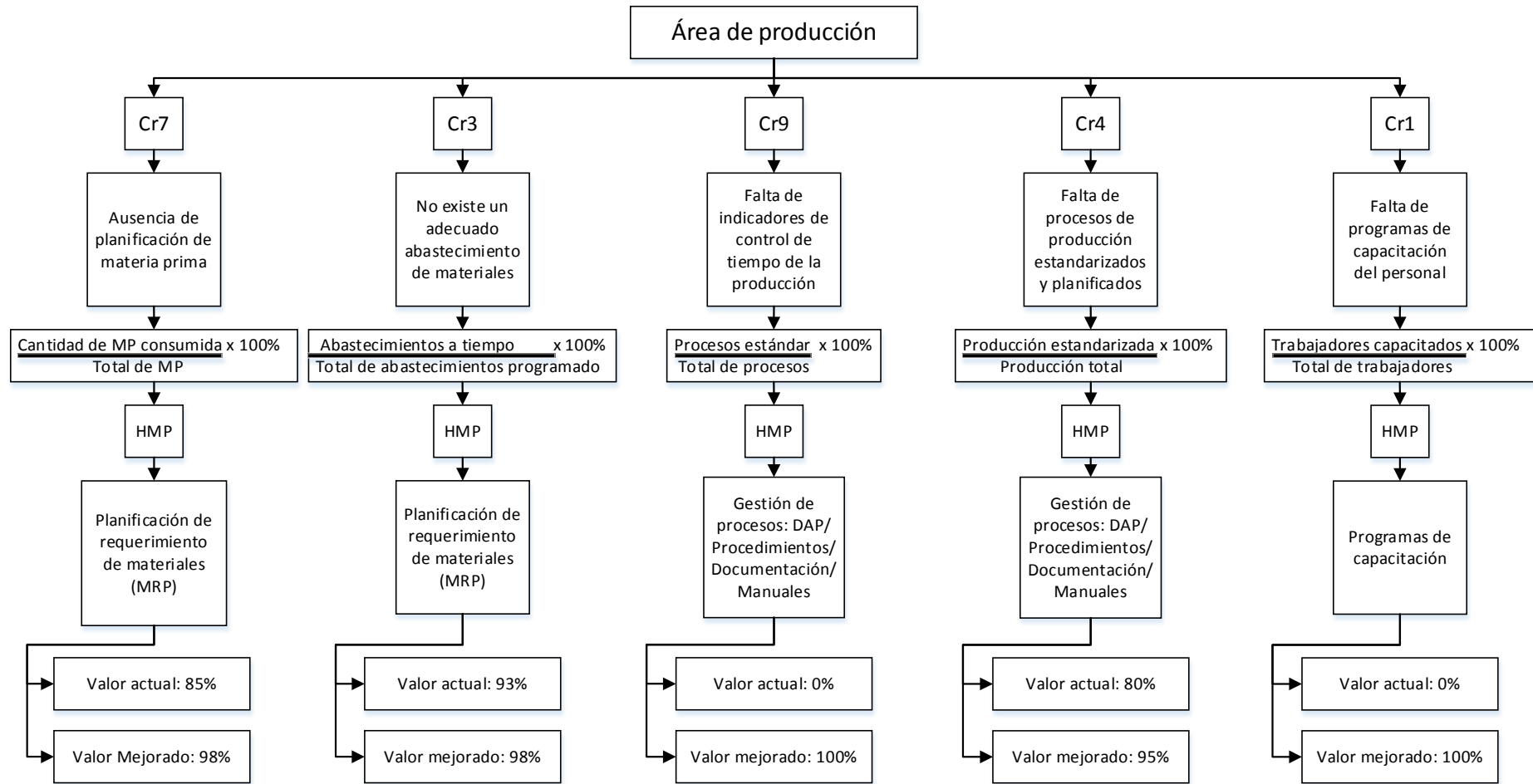


Figura 31. Esquema de propuestas
 Fuente: Elaboración propia

3.2 Solución de las propuestas

3.2.1 SISTEMA MRP

Se desarrolló un sistema MRP para la empresa Calzados Hirbin, en vista que no cuentan con una planificación de producción, requerimientos óptimos de materiales, conocimiento de la capacidad de producción, horas hombre y horas máquina que se requieren para la producción planeada y de ser necesario para los pedidos adicionales de los clientes, en especial para campañas publicitarias. Cabe mencionar que actualmente la empresa tiene un escaso control en el uso de la materia prima y en registrar y conocer el stock de los mismos, lo que genera hacer una sobre producción y en muchos casos llegar a sobre stock o tener la necesidad de adquirir los materiales de manera urgente a mayor precio. Esta herramienta se desarrolló teniendo cuenta las ventas históricas de los últimos 3 años, así también se determinó la cantidad de materiales que corresponden a la producción de 1 par de zapatos sport como también sus costos, lo que nos permitió la explosión del MRP. Las causas que tienen como propuesta el sistema MRP I son las siguientes.

Causa Raíz 07: Ausencia de planificación de materia prima

En el área de producción, se cuenta con personal que hace el trabajo de procesar el cuero, los cuales no se encuentran capacitados y por lo tanto no optimizan el uso del cuero, generando 15% de mermas del total de los metros de cuero que son procesados.

Causa Raíz 03: No existe un adecuado abastecimiento de materiales

No cuentan con requerimientos óptimos de materiales, ni son lanzados a tiempo según programa de necesidad, lo que va ocasionar es que los materiales no sean atendidos en las fechas que se requieren y se tenga que esperar que el proveedor realicen el despacho o buscar alternativas de proveedores para compras urgentes no programadas y a las finales incurrir costos por mano de obra extra y retraso en la entrega del pedido. Acumulando metros de cuero por semanas así como botines no vendidos que terminan en costo perdido por botines no vendidos.

Explicación de costos perdidos por las causas 07 y 03

Costo para la CR7: Ausencia de planificación de materia prima

Para el cálculo que genera el 15% de mermas se contempló información como los metros de cuero en una unidad de un Zapato Sport Código Z22 en análisis, la cantidad de merma que sale por metro de cuero, el precio del cuero y el precio de venta de la merma en cero soles, debido a que en la empresa Calzados Hirbin la merma que genera no se recupera, sino es considerada como desperdicio. Si por cada metro de cuero procesado, se obtiene 0.1341 metros de merma que en el año esto viene a ser apropiadamente 1014.3 metros y teniendo en cuenta el precio de venta de merma que es de 0.0 soles, no se tiene una recuperación anual y por último el costo generado por mermas en el proceso de producción es de S/. 22,315 al año.

Tabla 36. *Datos generales para el cálculo de costos*

Datos generales para el cálculo de costos		
Metros de cuero sintético en 1 Par	0,894	Metros
Merma x metro de cuero	0,1341	Metros
Venta de retrasos (merma)	0,00	S/. / metro
% de mermas	15	%
Costo de cuero sintético	22,00	S/. / metro

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Costo generado por mermas en el área de producción

Producto	Mes	Producción (PAR / MES)	Productos defectuosos (PAR / MES)	Metros de merma (METRO / MES)	Costos de cuero mal usado (S/. / MES)	Recuperación por venta de merma (S/. / MES)	Costo perdido por merma (S/. / MES)
Calzado sport para damas	Ene-17	840	23	100,7	2 215,7	0,00	2 215,7
	Feb-17	612	18	73,4	1 614,3	0,00	1 614,3
	Mar-17	660	23	79,1	1 740,9	0,00	1 740,9
	Abr-17	612	21	73,4	1 614,3	0,00	1 614,3
	May-17	624	19	74,8	1 645,9	0,00	1 645,9
	Jun-17	900	21	107,9	2 374,0	0,00	2 374,0
	Jul-17	732	19	87,8	1 930,8	0,00	1 930,8
	Ago-17	600	23	71,9	1 582,6	0,00	1 582,6
	Sep-17	612	20	73,4	1 614,3	0,00	1 614,3
	Oct-17	672	18	80,6	1 772,6	0,00	1 772,6
	Nov-17	828	18	99,3	2 184,0	0,00	2 184,0
	Dic-17	768	19	92,1	2 025,8	0,00	2 025,8
Total (S/. / AÑO)		8 460	242	1014,3	22 315,2	0,00	22 315,2

Fuente: Elaboración propia

Costo para la CR3: No existe un adecuado abastecimiento de materiales

Para determinar el costo de esta causa y la consecuencia que genera el inadecuado abastecimiento de materiales, se tomó en cuenta la información de los retrasos registrados en el 2017 de algunos de los importantes y más frecuentes clientes para calzados sport para dama como son: Plamez S.A.C, Regina Coden Huanca, Inversiones Generales Tadely y Marisol Michel Callejas S.A.C, contemplando la penalidad según contrato que establece cada cliente por la cantidad de zapatos sport que se entregan fuera de tiempo, teniendo como resultado de costo falta de planificación de la producción la suma de S/ .29,992 anuales.

Tabla 38. *Costo perdido por botines no vendidos*

Costo por pérdida de botines no vendidos	
N° botines pedidos (par/año)	8460
N° botines vendidos (par/año)	7848
% botines vendidos	93%
% botines no vendidos	7.23%
Botines no vendidos (par/año)	612
Utilidad venta	35,45
Pérdida (S./año)	21 697

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Costo por mano de obra extra utilizada

Producto	Mes	Botines retrasados (doc/mes)	Costo MOD normal (S./mes)	Costo MDO urgente (S./mes)	Costo MDO utilizada urgente (S./mes)	Costo MOI (S./mes)	Costo Total MO (S./año)
Calzado sport para damas	Ene-17	0	0	0	0	0	0
	Feb-17	0	0	0	0	0	0
	Mar-17	9	5 859	6 722	863	0	863
	Abr-17	0	0	0	0	0	0
	May-17	0	0	0	0	0	0
	Jun-17	12	7 812	8 962	1 150	0	1 150
	Jul-17	7	4 557	5 228	671	0	671
	Ago-17	0	0	0	0	0	0
	Sep-17	0	0	0	0	0	0
	Oct-17	0	0	0	0	0	0
	Nov-17	10	6 510	7 469	959	0	959
	Dic-17	13	8 463	9 709	1 246	0	1 246
Costo total							4 888

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Costo por compras urgentes – no programadas

Producto	Material	Material programado	Material de emergencia	Total	Costo compra programada (S/. / año)	Costo compra de emergencia (S/. / año)	Costo total compra urgente (S/. / año)	
Calzado sport para damas	Cuero sintético (m2)	7 982	547	8530	187 650	189 456	1 806	
	Antitranspirante (planchas)	744	51	795	7 950	8 052	102	
	Organza Laminada Marrón (planchas)	744	51	795	11 925	12 040	115	
	Hilo (cono)	149	10	159	1 034	1 050	17	
	Pegamento (lote)	30	2	32	234	238	4	
	PVC (lote)	30	2	32	271	276	4	
	Total					209 064	211 111	2 047

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Costo por retraso en la entrega de pedidos registrados según política de contrato

Mes	Penalidad según contrato	Numero de retrasos	Retraso N° 1 / cantidad botines		Retraso N° 2 / cantidad botines		Retraso N° 3 / cantidad botines		Retraso N° 4 / cantidad botines		Cantidad botines	Utilidad percibida sin retraso	Utilidad percibida con retraso	Costo percibido por penalidad
			Doc/mes	docenas	pares	docenas	pares	docenas	pares	docenas				
Mar-17	2,5% y 3,5%	9	5	60	3	36	1	12	0	0	108	3 828,9	3 637,5	191,4
Jun-17	2,5%, 3,5%, 5% y 8%	12	5	60	3	36	4	48	0	0	144	5 105,2	4 696,8	408,4
Jul-17	2,5%, 3,5%, 5% y 8%	7	5	60	2	24	0	0	0	0	84	2 978,0	2 873,8	104,2
Nov-17	2,5%, 3,5% y 5%	10	5	60	3	36	2	24	0	0	120	4 254,4	4 041,6	212,7
Dic-17	2,5%, 3,5%, 5% y 8%	13	5	60	3	36	4	48	1	12	156	5 530,7	5 088,2	442,5
Total											612	21 697,2	20 337,9	1 359,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Resumen del costo por la falta de planificación de la producción

COSTOS	S / AÑO
Costo perdido de botín no vendido	21 697
Costo por retraso en la entrega del pedido	1 359
Costo por compras urgentes – no programadas	2 047
Costo por mano de obra extra	4 888
Total	29 992

Fuente: Elaboración propia

Solución propuesta: Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)

El Plan de Requerimiento de Materiales a desarrollar es para los productos en que se enfoca esta investigación y tomó en cuenta la data histórica de los años 2017, 2018 y 2019.

La secuencia básica que seguirá el desarrollo de este programa será el siguiente.

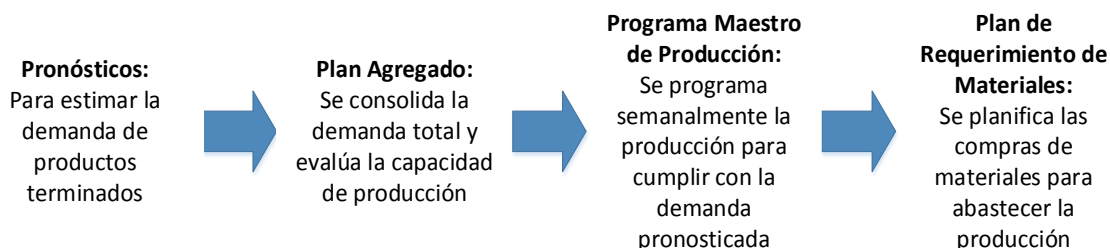


Figura 32. Secuencia básica del desarrollo del MRP

Fuente: Elaboración propia

Se debe considerar que se realizará un MRP proyectado para el año 2020 cuyos resultados serán comparados con los datos reales del año 2019, para evaluar con mayor precisión y efectividad la propuesta.

A. Pronóstico Estacional o Cíclico

La empresa nos brindó el historial de ventas de los periodos de enero 2017 a diciembre 2017, organizado por semestres como se muestra en la siguiente tabla (ver tabla 43).

Tabla 43. Historial en pares de calzado sport para damas

Historial (pares)	1	2	3	4	5	6
2017 – I	840	612	660	612	624	900
2017 – II	732	600	612	672	824	768

Fuente: Elaboración propia

Debido que el comportamiento de la demanda es estacional como se puede observar en el gráfico inferior, se aplica la herramienta de pronóstico estacional o también llamado cíclico para pronosticar el semestre 2020 – I y 2020 – II.

DEMANDA HISTÓRICA AÑO 2017(en pares)

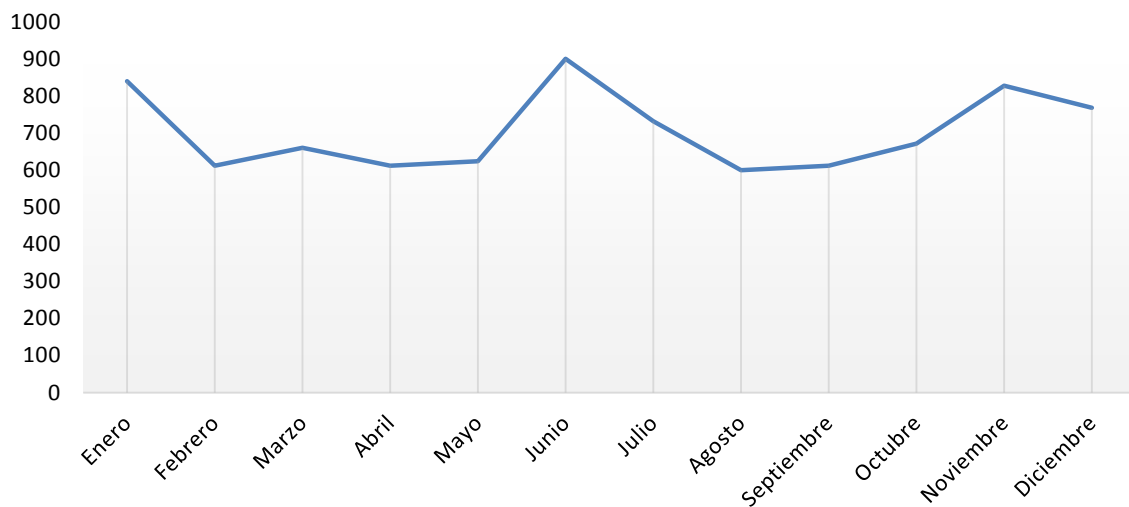


Figura 33. Demanda histórica en Calzados Hirbin
Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra una demanda estacional siendo más elevado en los meses de enero, junio, julio, noviembre y diciembre. Para desarrollar este método se debe identificar el índice estacional y será necesario calcular parámetros iniciales como los siguientes.

- X_g es la demanda promedio general o total
- X_i es la demanda promedio mensual
- K es la constante de incremento de demanda

Tabla 44. Datos para el pronóstico estacional

Mes	Ventas (pares)	X_g (pares)	X_i (pares)	2018	2019	2020
Ene-17	840	705	840	740	777	816
Feb-17	612		612	740	777	816
Mar-17	660		660	740	777	816
Abr-17	612		612	740	777	816
May-17	624		624	740	777	816
Jun-17	900		900	740	777	816
Jul-17	732		732	740	777	816
Ago-17	600		600	740	777	816
Sep-17	612		612	740	777	816
Oct-17	672		672	740	777	816
Noc-17	828		828	740	777	816
Dic-17	768		768	740	777	816
Total	8 460			8 883	9 327	9 794

Fuente: Elaboración propia

Consciente de la situación creciente de la empresa Calzados Hirbin en los últimos años se considera una tasa de crecimiento de la demanda de 5% ($k=5\%$), dado los nuevos clientes adquiridos, la mayor seguridad de los proveedores y el aumento de personal operativo para alcanzar la capacidad de producción exigida por la demanda.

Para determinar el cálculo de índice estacional (I) es necesario utilizar la siguiente fórmula.

Ecuación 13. Cálculo del índice estacional

$$I = \frac{X_i}{X_g}$$

Los índices estacionales mensuales para cada mes de la data histórica son los siguientes (ver tabla 45).

Tabla 45. *Índice estacional de la demanda a pronosticar*

Mes	Índice Estacional
Ene-17	1.19
Feb-17	0.87
Mar-17	0.94
Abr-17	0.87
May-17	0.89
Jun-17	1.28
Jul-17	1.04
Ago-17	0.85
Sep-17	0.87
Oct-17	0.95
Noc-17	1.17
Dic-17	1.09

Fuente: Elaboración propia

A continuación (ver tabla 46) se muestra el desarrollo del pronóstico estacional para los años 2018, 2019 y 2020 respectivamente.

Tabla 46. *Demanda pronosticada de los años 2018, 2019 y 2020*

Año	Mes	DD pronosticada (pares)
2018	Enero	882
	Febrero	643
	Marzo	693
	Abril	643
	Mayo	655
	Junio	945

	Julio	769
	Agosto	630
	Septiembre	643
	Octubre	706
	Noviembre	869
	Diciembre	806
2019	Enero	926
	Febrero	675
	Marzo	728
	Abril	675
	Mayo	688
	Junio	992
	Julio	807
	Agosto	662
	Septiembre	675
	Octubre	741
	Noviembre	913
	Diciembre	847
2020	Enero	972
	Febrero	708
	Marzo	764
	Abril	708
	Mayo	722
	Junio	1,042
	Julio	847
	Agosto	695
	Septiembre	708
	Octubre	778
	Noviembre	959
	Diciembre	889

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de la demanda durante los años pronosticados sigue una tendencia estacional como lo planificado y como se muestra en el gráfico siguiente (ver figura 34).

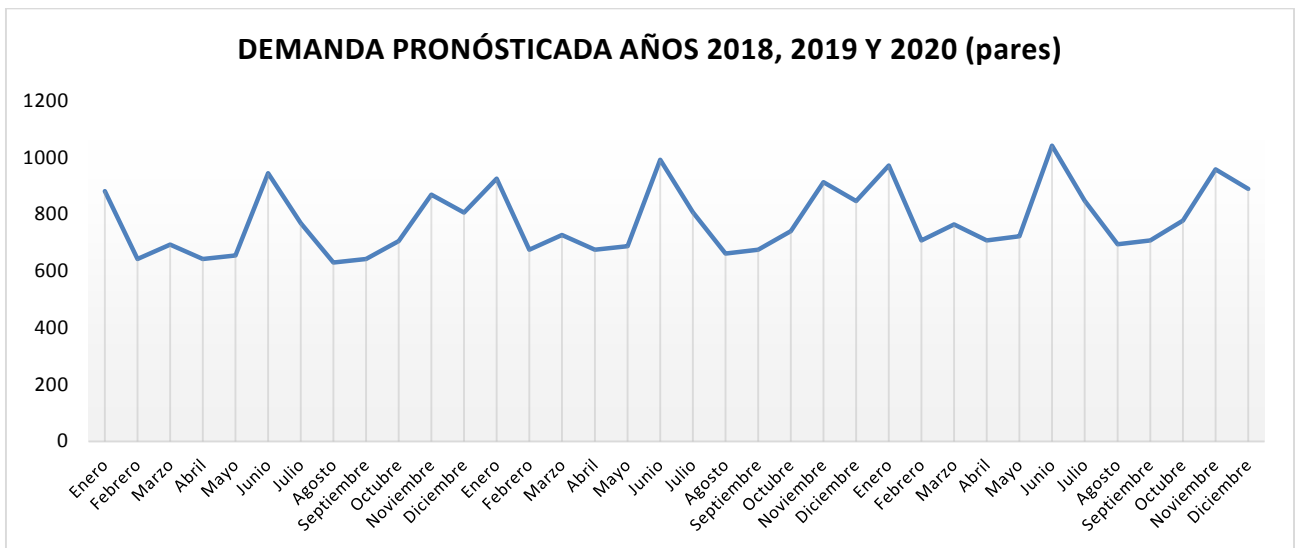


Figura 34. Demanda pronosticada de los años 2018, 2019 y 2020

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla (ver tabla 47) se detalla la demanda histórica trimestral de la fabricación de calzados en el periodo de tiempo en los años 2017, 2018, 2019 y 2020.

Tabla 47. Demanda histórica trimestral de los años 2017, 2018, 2019 y 2020

Ciclo años	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Total
2017	2112	2136	1944	2268	8460
2018	2218	2243	2041	2381	8883
2019	2328	2355	2143	2500	9327
2020	2445	2473	2250	2625	9794

Fuente: Elaboración propia

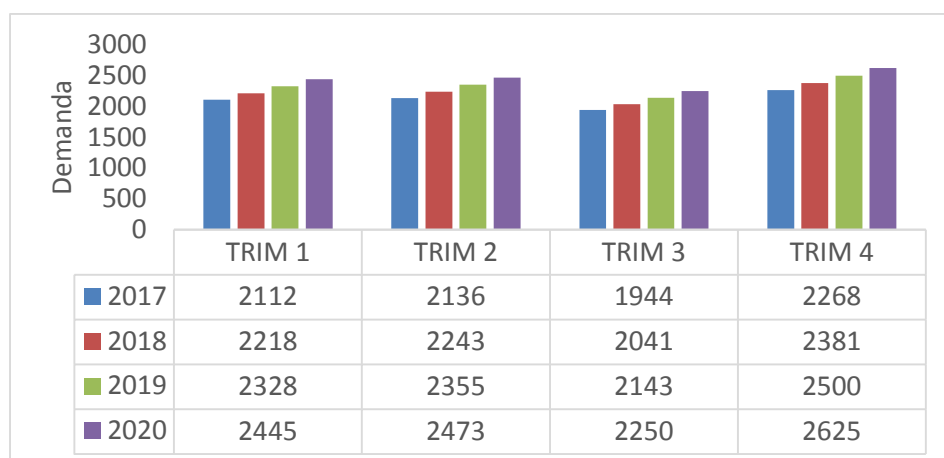


Figura 35. Demanda histórica en los años 2017, 2018, 2019 y 2020

Fuente: Elaboración propia

A continuación se detalla el cálculo del grado de correlación en el modelo de regresión lineal según el pronóstico de ventas en base a los datos históricos 2017 y la demanda pronosticada en los años 2018, 2019 y 2020, cuyos datos se muestran en la tabla a continuación (ver tabla 48).

Tabla 48. Cálculo del grado de correlación según regresión lineal

N	x (años)	y (producción)	xy	x2	Total
1	1	8 460	8 460	1	71 571 600
2	2	8 883	17 766	4	78 907 689
3	3	9 327	27 981	9	86 995 727
4	4	9 794	39 174	16	95 912 789

Fuente: Elaboración propia

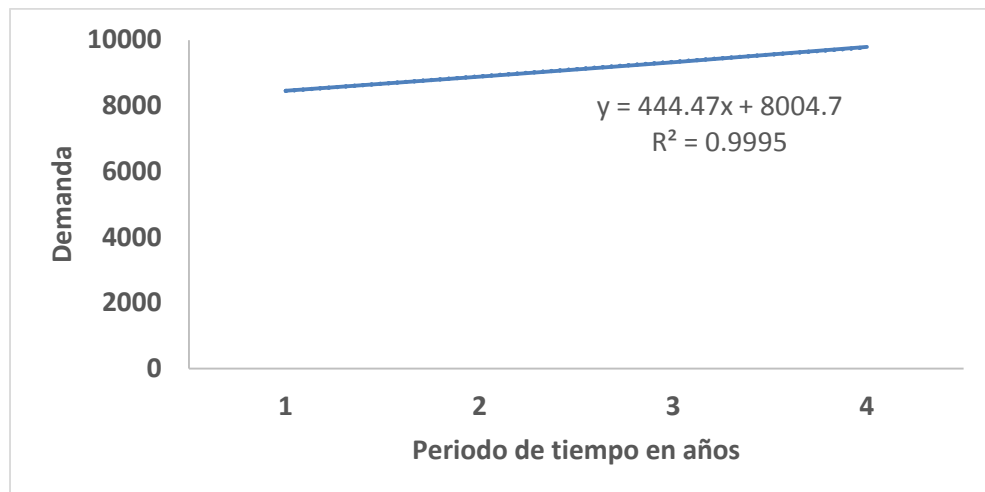


Figura 36. Gráfica de pronósticos por regresión lineal con estacionalidad
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el pronóstico al método de regresión lineal da como resultado una ecuación a continuación.

Ecuación 14. Calculo de la regresión lineal

$$Y = 444.47X + 8004.7$$

En la ecuación se verifica que la pendiente tiene un valor de 444.47 y el intercepto figura en 8004.7. Así mismo, el grado de correlación del modelo estacional es de 0.9995, lo que implica que el grado relación de las variables en la relación lineal es perfecta.

B. Plan Agregado de Producción – PAP

Considerando el pronóstico realizado y conociendo la demanda futura pronosticada, a continuación se evaluará la planeación agregada en el corto plazo para los cuatro tipos de calzado en estudio y para los cuales se elegirá el de menor costo, se evaluará la planeación con el método de adaptación a la demanda ya que la rotación de personal es muy alta en la empresa y su mano de obra varía de acuerdo al nivel de ventas de la empresa. El plan agregado que involucre tiempo extra no será evaluado en esta investigación ya que los empleados laboran bajo un régimen de salario a destajo y por lo que tienen libertad de tiempo para trabajar sin incurrir en tiempos extra para cubrir pedidos elevados o urgentes.

Cabe mencionar que el planeamiento se realizará para cada estación de trabajo, siendo estas: corte, perfilado, armado y alistado y se determinará la producción, la fuerza de mano de obra y el nivel de inventario para cada estación.

A continuación (ver tabla 49) se muestran algunos costos relevantes a la planeación agregada, como datos importantes a considerar.

Tabla 49. *Datos de costos para hacer el plan agregado*

MATERIALES	AREA CORTE	ÁREA PERFILADO	ÁREA ARMADO	AREA ALISTADO
COSTO DE MANT. DEL INV. (s/. / par)	0,71			
COSTO DE INV. AGOTADO (s/. / par)	35,45			
COSTO DE SUBCONTRATACION (s/. / par)	3,33	37,50	65,00	2,67
COSTO DE CONTRATACION (s/. / par)	38,46			
Tiempo Sup. De Producción (s/. / par)	28,85			
Tiempo de Administración (s/. / par)	9,62			
COSTO DE DESPIDO (s/. / par)	200,00			
HRS LABORALES REQUERIDAS (hr / PAR)	0,09	0,406	0,437	0,102
HORARIO LABORAL (hr / día)	8,00			
COSTO TIEMPO NORMAL (s/. / par)	1,67	18,75	32,50	1,33

Fuente: Elaboración propia

Asimismo para poder calcular la producción mensual se requiere determinar los días hábiles disponibles de cada mes para alcanzar dicha producción, y tener en cuenta el stock inicial y el inventario de seguridad para comenzar con la producción.

Tabla 50. *Días hábiles del plan agregado*

	2020 - I						2020 - II					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	972	708	764	722	1 042	847	847	695	708	778	959	889
N° DE DIAS HÁBILES	26	24	27	25	27	26	26	27	26	26	26	26

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. *Requerimiento de producción del plan agregado*

	2020 - I						2020 - II					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
INVENTARIO INICIAL	60	97	71	76	71	72	104	85	69	71	78	96
PRONÓSTICO	972	708	764	708	772	1 042	847	695	708	778	959	889
INVENTARIO DE SEGURIDAD 10%	97	71	76	71	72	104	85	69	71	78	96	89
REQUERIMIENTO DE PRODUCCIÓN	1 010	682	770	703	724	1 074	828	679	710	785	977	882
INVENTARIO FINAL	60	97	71	76	71	72	104	85	69	71	78	96

Fuente: Elaboración propia

El plan agregado por adaptación a la demanda muestra los siguientes costos obtenidos para las estaciones de producción, siendo la estación más costosa armado con S/. 320 505 y representando el 59.89% del costo total de las estaciones de producción.

Tabla 52. *Datos de costos para hacer el plan agregado*

ESTACIÓN	MÉTODO DE PLAN AGREGADO	
	ADAPTACIÓN A LA DEMANDA	
	S/.	%
CORTE	16 371	3,06
PERFILADO	185 009	34,57
ARMADO	320 505	59,89
ALISTADO	13 297	2,48
TOTAL	535 181	100,00

Fuente: Elaboración propia

Para mayor detalle del cálculo y realización de los planes agregados consultar el archivo Excel de la presente investigación.

C. Plan Maestro de Producción (PMP)

Para determinar adecuadamente el programa maestro de producción, se elabora de manera mensual y posteriormente semanal. Debido a que no se puede pronosticar semanalmente la producción (insuficientes datos y no se observa tendencia semanal), se desarrollará un promedio de cada SKU por cada semana del mes. A continuación (ver tabla 53) se muestra el programa maestro de producción obtenido a base de los pronósticos mensuales.

Tabla 53. *Plan maestro de producción mensual histórico*

	2019											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Zapato Sport Código Y025	508	314	0	0	0	0	291	0	0	0	0	0
Zapato Sport Código Z22	418	361	293	333	688	992	516	662	344	741	913	847
Zapato Sport Código A510	0	0	315	174	0	0	0	0	176	0	0	0
Zapato Sport Código R505	0	0	120	168	0	0	0	0	155	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es determinar un porcentaje promedio de participación según el número de semanas en el mes. Para efectos representativos se realiza este desarrollo para el SKU Zapato Sport Código Z22. La información base para estos cálculos es el historial de producción semanal del año 2019. A continuación los datos del SKU mencionado (ver tabla 54).

Tabla 54. *Venta semanal abril 2019 del plan maestro de producción*

MES	ABRIL			
	675			
SEMANA	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18
Zapato Sport Código Y025	0	0	0	0
Zapato Sport Código Z22	168	165	0	0
Zapato Sport Código A510	0	0	0	174
Zapato Sport Código R505	0	168	0	0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla superior se aprecia que en cada mes se considera semanas con numeración de 1 hasta 4 o 5. Siendo la semana 15, la que empieza el mes y la 18 la que termina. De igual manera, se enumera las semanas hasta diciembre – 2019 y para todos los SKU.

Estas cantidades de cada semana se evaluarán con su correspondiente mes, siendo cada cantidad de pedido semanal dividido entre la cantidad total de pedido al mes.

Por ejemplo, para obtener el porcentaje de participación promedio del Zapato Sport Código Z22 en la semana 15 del mes de Abril será de 25% (168/675) es el resultado de la división de 168 pares entre el pedido mensual de 675 pares. A continuación se muestran los porcentajes de participación para cada semana del mes de Abril – 2019 (ver tabla 55).

Tabla 55. *Porcentaje semanal de participación SKU, mes abril 2019*

MES	ABRIL			
	100%			
SEMANA	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18
Zapato Sport Código Y025	0	0	0	0
Zapato Sport Código Z22	25%	24%	0	0
Zapato Sport Código A510	0	0	0	26%
Zapato Sport Código R505	0	25%	0	0

Fuente: Elaboración propia

El mismo procedimiento se sigue para las demás semanas y demás SKU. De manera que se obtienen los porcentajes de participación semanal para todo el año y en base a estos porcentajes se determinará la demanda para el próximo año (enero 2020 a diciembre 2020). Los porcentajes de participación se muestran en la sección de Anexos.

Teniendo los porcentajes de participación semanal calculados se proyecta la demanda para el año próximo (enero – 2020 a diciembre – 2020) teniendo en cuenta la demanda del año pasado como información histórica y los porcentajes de participación semanal calculados, se realiza el siguiente cálculo para determinar el requerimiento de producción semanal del año próximo.

Ecuación 15 Cálculo del requerimiento de producción semanal

$$R.P = DD_{2018} \times \%Par$$

Donde:

R.P = Requerimiento de producción semanal

DD₂₀₁₈ = Demanda pronosticada mensual año 2018

% Par = Porcentaje participación semanal por SKU año 2017

Por ejemplo, para obtener el requerimiento de producción semanal del SKU Zapato Sport Código Z22 en la semana 16 del mes de Abril/2020 será de 172 pares (703*24%) resultado del producto de 675 pares mensuales pronosticados para el mes de Abril/2019 y el porcentaje de participación en la semana 16 del mismo mes siendo el SKU Zapato Sport Código Z22. A continuación se muestra los requerimientos de producción semanal para el año próximo (enero – 2020 a diciembre – 2020).

Tabla 56. *Requerimiento de producción semanal en el trimestre I*

MES	ENERO					FEBRERO				MARZO			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13
Zapato Sport Código Y025	144	0	153	137	81	0	168	0	169	0	0	0	0
Zapato Sport Código Z22	0	155	144	157	0	172	0	193	0	146	0	165	0
Zapato Sport Código A510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	0	158
Zapato Sport Código R505	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. *Requerimiento de producción semanal en el trimestre II*

MES	ABRIL					MAYO					JUNIO			
	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22	SEM 23	SEM 24	SEM 25	SEM 26	
Zapato Sport Código Y025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zapato Sport Código Z22	0	175	172	0	0	167	173	188	290	210	234	194	233	
Zapato Sport Código A510	0	0	0	0	187	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zapato Sport Código R505	116	0	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. *Requerimiento de producción semanal en el trimestre III*

MES	JULIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE			
	SEM 27	SEM 28	SEM 29	SEM 30	SEM 31	SEM 32	SEM 33	SEM 34	SEM 35	SEM 36	SEM 37	SEM 38	SEM 39	
Zapato Sport Código Y025	0	0	138	0	131	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zapato Sport Código Z22	157	123	111	148	121	148	187	173	173	0	185	0	0	
Zapato Sport Código A510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185	0	177	
Zapato Sport Código R505	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. *Requerimiento de producción semanal en el trimestre III*

MES	OCTUBRE					NOVIEMBRE					DICIEMBRE			
	SEM 40	SEM 41	SEM 42	SEM 43	SEM 44	SEM 45	SEM 46	SEM 47	SEM 48	SEM 49	SEM 50	SEM 51	SEM 52	
Zapato Sport Código Y025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zapato Sport Código Z22	0	179	203	189	266	297	290	205	184	163	209	198	163	
Zapato Sport Código A510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Zapato Sport Código R505	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente al redondeo de todos los PMP semanal se deben tener las siguientes consideraciones para concluir con el programa maestro de producción:

- Inventario de seguridad: 0 unidades
- Producción mensual
- Capacidad de producción
- Lotes de producción: 12 par/O.P (Orden de producción)
- Tiempo de producción/espera: 1 semana

D. Lista estructurada de Materiales – BOM

Para la realización de la BOM, fue requerido determinar las cantidades necesarias o unidades de medida para la producción de un par de calzado y posteriormente el de una O.P (orden de producción). Se realizó mediciones de los materiales que se utilizan en el proceso productivo, como: cuero sintético, anti transpirante, organza laminada marrón, etc. Estas medidas se muestran a continuación (ver tabla 60).

Tabla 60. Medidas de materiales usados para el proceso productivo

	CANTIDAD BASE	LARGO (m)	ANCHO (m)
Anti transpirante	Rollo	50,00	1,50
Organza laminada marrón	Rollo	45,00	1,40
Celastic (Contrafuertes)	Rollo	45,00	0,915
Falsa (fibra zebra)	Rollo	45,00	1,50
Toalla (plantilla)	Rollo	45,00	1,50
España (espuma)	Plancha	2,50	1,50
España (refuerzo) - Plantilla	Plancha	2,50	1,50

Fuente: Elaboración propia

En base a esta información se determinó las cantidades necesarias de material para una O.P y para un par de zapatos sport. En caso de anti transpirante se calculó en planchas que conforman un rollo de pedido, al igual que en la organza laminada marrón.

Tabla 61. Lista estructurada de materiales en Calzados Hirbin

SKU	Descripción	Ctd Base: 12		Par / O.P		Ctd Base: 1 PAR		Tamaño Lote	U.M	Medida Lote	U.M	Lead Time	U.M
		Cantidad Requerida	U.M	Descripción largo (m)	ancho (m)	Cant. Unit	U.M						
SKU1	Zapato Sport Código Y025							LFT	O.P	12	par / O.P	1	sem
SKU2	Zapato Sport Código Z22							LFT	O.P	12	par / O.P	1	sem
SKU3	Zapato Sport Código A510							LFT	O.P	12	par / O.P	1	sem
SKU4	Zapato Sport Código R505							LFT	O.P	12	par / O.P	1	sem
Mat 1	CUERO CRAIZY MARRÓN	35,20	pies / O.P			2,93	pies / PAR	LFT	pies	-		2	sem
Mat 2	CUERO GRASO MARRÓN	35,20	pies / O.P			2,93	pies / PAR	LFT	pies	-		2	sem
Mat 3	CUERO GRASO AZUL	35,20	pies / O.P			2,93	pies / PAR	LFT	pies	-		2	sem
Mat 4	BADANA	5.40	pies / O.P			0,45	pies / PAR	LFT	pies	-		2	sem
Mat 5	GAMUZÓN	5.00	pies / O.P			0,42	pies / PAR	LFT	pies	-		2	sem
Mat 6	ANTITRANSPIRANTE	1,00	plancha / O.P	0,20	1,50	0,025	m2 / PAR	LFT	rollo	-		Inmediato	
Mat 7	ORGANZA LAMINADA MARRÓN	1,00	plancha / O.P	0,15	1,40	0,018	m2 / PAR	LFT	rollo	-		1	día(s)
Mat 8	CELASTIC	1,00	plancha / O.P	0,32	0,92			LFT	rollo	-		1	día(s)
Mat 9	FALSA (FIBRA ZEBRA)	1,00	plancha / O.P	0,60	1,50			LFT	rollo	-		1	día(s)
Mat 10	PLANTA TR-23	12,00	par / O.P			1,0	par / PAR	LFT	par	-		2	día(s)
Mat 11	PASADORES	12,00	par / O.P			1,0	par / PAR	LFT	bolsa	20	par	3	día(s)
Mat 12	HILO	0,20	cono / O.P					LFT	cono	-		Inmediato	
Mat 13	TOALLA (PLANTILLA)	1,00	plancha / O.P	0,86	1,50			LFT	rollo	-		1	sem
Mat 14	ESPONJA (ESPUMA)	1,00	tira / O.P	2,50	0,02			LFT	bolsa	10	plancha	1	sem
Mat 15	ESPONJA (REFUERZO)	1,00	plancha / O.P	0,20	1,50			LFT	bolsa	10	plancha	1	sem
Mat 16	SELLOS DE TRANSFER	24,00	und / O.P			2,0	und /PAR	LFT	tira	15	und / tira	3	día(s)
Mat 17	CAJA DE ZAPATOS	12,00	und / O.P			1,0	und /PAR	LFT	paquete	25	und / paquete	Inmediato	

Fuente: Elaboración propia

Para la determinación de estas medidas fue necesario calcular las cantidades unitarias de materiales necesarias para una O.P. A continuación se muestra las medidas unitarias calculadas del micro poroso y de forro para un pedido por lote.

Ecuación 16. Cálculo del número de planchas de anti transpirante

$$R.P = \frac{5,000 \frac{cm (largo)}{rollo}}{20 \frac{cm (largo)}{plancha}} = 250 \frac{planchas}{rollo}$$

Ecuación 17. Cálculo del número de planchas de organza laminada marrón

$$R.P = \frac{4,500 \frac{cm (largo)}{rollo}}{15 \frac{cm (largo)}{plancha}} = 300 \frac{planchas}{rollo}$$

Cabe mencionar que la determinación realizada de las mediciones unitarias fue necesario para poder determinar los órdenes de producción en la planificación final. A continuación, teniendo las mediciones unitarias se realizó la lista de materiales en base a dos niveles; 0 y 1, ya que el proceso de producción de este calzado no requiere de muchas uniones sino más de materiales independientes. De esta forma se consideró como elemento padre los Zapatos Sport código Y025, Z22, A510 y R505 en estudio y como materiales el resto de artículos, como se muestra en la siguiente tabla (ver tabla 62).

Tabla 62. Niveles de los artículos de la BOM

NIVEL	CÓDIGO	ARTÍCULO
0	SKU 1	Zapato Sport Código Y025
0	SKU 2	Zapato Sport Código Z22
0	SKU 3	Zapato Sport Código A510
0	SKU 4	Zapato Sport Código R505
1	Mat 1	CUERO CRAIZY MARRÓN
1	Mat 2	CUERO GRASO MARRÓN
1	Mat 3	CUERO GRASO AZÚL
1	Mat 4	BADANA
1	Mat 5	GAMUZÓN
1	Mat 6	ANTITRANSPIRANTE
1	Mat 7	ORGANZA LAMINADA MARRÓN
1	Mat 8	CELASTIC (CONTRAFUERTE)
1	Mat 9	PLANTA TR-23
1	Mat 10	PASADORES
1	Mat 11	HILO
1	Mat 12	TOALLA (PLANTILLA)
1	Mat 13	ESPONJA (ESPUMA)
1	Mat 15	ESPONJA (REFUERZO) – PLANTILLA
1	Mat 16	SELLOS DE TRANSFER
1	Mat 17	CAJA DE ZAPATOS

Fuente: Elaboración propia

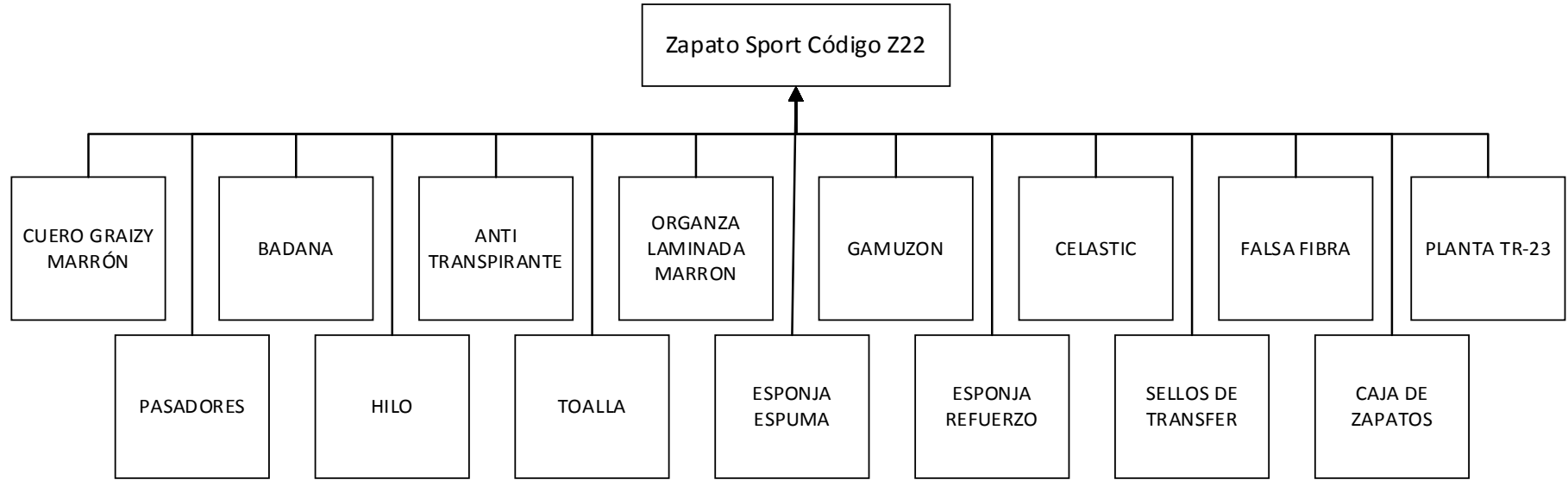


Figura 37. BOM de la producción de 1 zapato sport código Z22
 Fuente: Elaboración propia

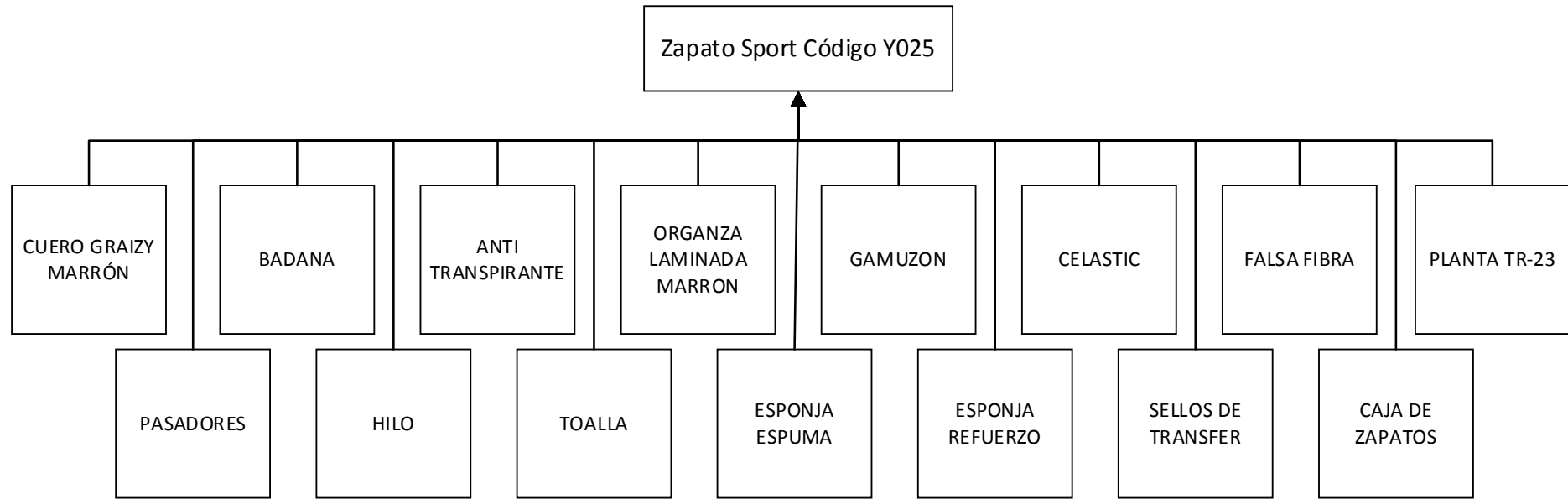


Figura 38. BOM de la producción de 1 zapato sport código Y025
Fuente: Elaboración propia

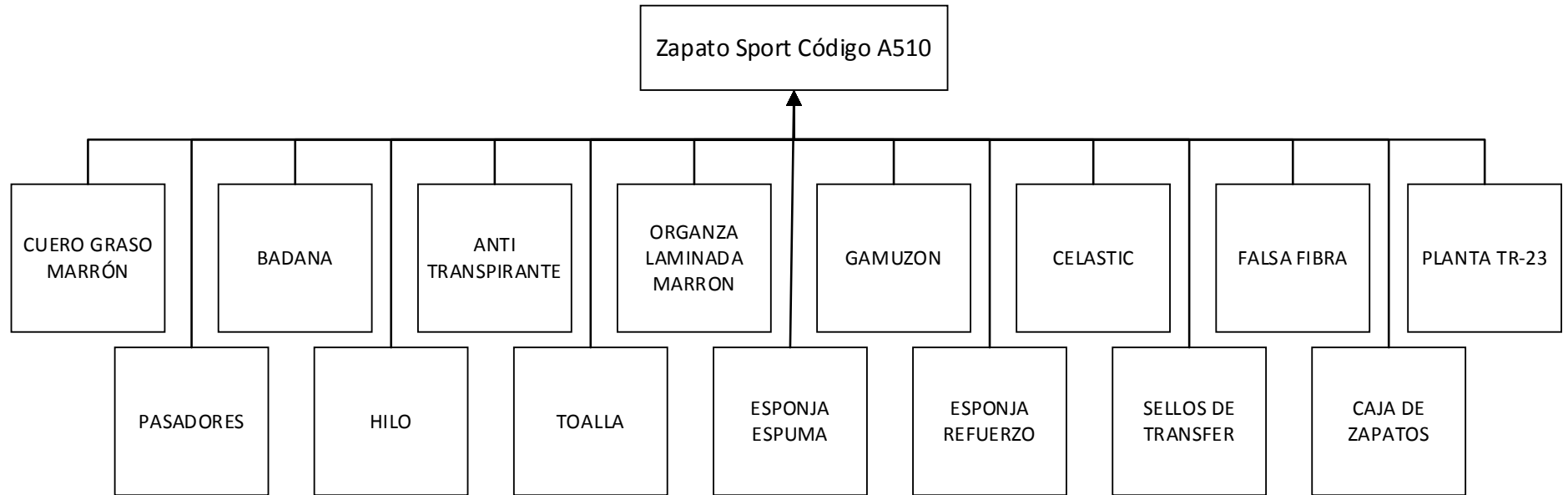


Figura 39. BOM de la producción de 1 zapato sport código A510
 Fuente: Elaboración propia

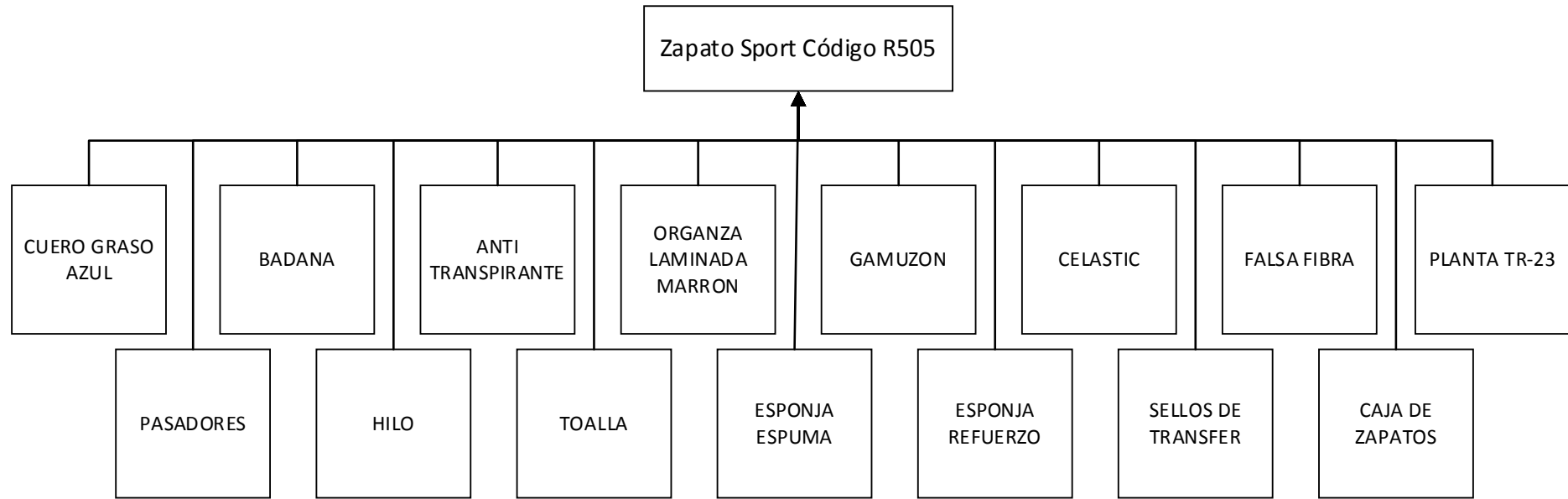


Figura 40. BOM de la producción de 1 zapato sport código R505
Fuente: Elaboración propia

E. Registro de Inventarios

La empresa no cuenta con ningún formato sistemático de registro de compras, control de inventario, pedidos existentes, fechas de pedido, etc. más que un control empírico llevado en un cuaderno poco confiable del correcto control de inventario, por este motivo esta investigación propone implementar un sistema de registro de inventarios.

Para realizar el registro de los materiales existentes y las órdenes de compras eventuales (registro de inventarios), se realizó un registro que permitirá almacenar la información de las cantidades de inventario de materiales así como también las órdenes de compra que se realicen en el periodo respectivo para realizar la planeación de los requerimientos de materiales. Este formato se puede visualizar en la sección de Anexos, donde se utilizaron datos expuestos ahí como base para realizar la planeación final.

F. Planificación del Programa MRP

Desarrollados los componentes del MRP anteriores: pronóstico, plan agregado, plan maestro, lista de materiales y registro de inventarios, se culmina con el desarrollo de la planificación de requerimiento de materiales (MRP).

En esta sección, la planificación tiene como fin proveer datos numéricos (las cantidades y fechas) en que las órdenes de producción y aprovisionamiento son necesarias para cumplir con los requerimientos de producción, considerando los siguientes aspectos para la producción y aprovisionamiento.

- Lead Time (tiempo de espera)
- Inventario de seguridad
- Recepciones programadas (entradas previstas)
- Tamaño de lote
- Stock final

Es necesario considerar y entender las fórmulas utilizadas de manera constante durante toda la planificación, para el cálculo de los requerimientos netos (necesidades netas) y el inventario final (stock final), como se muestra a continuación (ver ecuación 18).

Ecuación 18. *Cálculo de las necesidades netas*

$$Necesidades = Necesidades + Inventario - Stock - Entradas$$

$$Netas \quad \quad \quad Brutas \quad \quad \quad Seguridad \quad \quad \quad Final \quad \quad \quad Previstas$$

$$Stock = Stock + Pedidos + Entradas - Necesidades$$

$$Final \quad \quad \quad Inicial \quad \quad \quad Planificados \quad \quad \quad Previstas \quad \quad \quad Brutas$$

Como ya se sabe, la planificación de los requerimientos de materiales (MRP) desembocará con las órdenes de producción y aprovisionamiento, para esto es necesario determinar los artículos, componentes y materiales que serán ordenados en órdenes de producción y los que serán ordenados en órdenes de aprovisionamiento. A continuación se muestra los

artículos y materiales divididos en órdenes de producción y aprovisionamiento con sus respectivas unidades de medidas (ver tabla 63).

Tabla 63. Órdenes de producción y aprovisionamiento derivados en artículos y materiales

ORDENES DE APROVISIONAMIENTO			ORDENES DE PRODUCCIÓN		
Código	Artículo y/o Material	U.M	Código	Artículo y/o Material	U.M
Mat 1	CUERO CARIZY MARRÓN	Pies	SKU1	ZAPATO SPORT CÓDIGO Y025	O.P
Mat 2	CUERO GRASO MARRÓN	Pies	SKU2	ZAPATO SPORT CÓDIGO YZ22	O.P
Mat 3	CUERO GRASO AZÚL	Pies	SKU3	ZAPATO SPORT CÓDIGO A510	O.P
Mat 4	BADANA	Pies	SKU4	ZAPATO SPORT CÓDIGO R505	O.P
Mat 6	ANTITRANSPIRANTE	Rollos	Mat 6	ANTITRANSPIRANTE	planchas
Mat 7	ORGANZA LAMINADA MARRÓN	Rollos	Mat 7	ORGANZA LAMINADA MARRÓN	planchas
Mat 5	GAMUZÓN	Pies	Mat 8	CELASTIC (CONTRAFUERTE)	planchas
Mat 8	CELASTIC (CONTRAFUERTE)	Rollos	Mat 9	FALSA (FIBRA ZEBRA)	planchas
Mat 9	FALSA (FIBRA ZEBRA)	Rollos	Mat 13	TOALLA (PLANTILLA)	planchas
Mat 10	PLANTA TR-23	Par	Mat 14	ESPONJA (ESPUMA)	tiras
Mat 11	PASADORES	Bolsas	Mat 15	ESPONJA (REFUERZO) - PLANTILLA	planchas
Mat 12	HILO	Cono			
Mat 13	TOALLA (PLANTILLA)	Rollos			
Mat 14	ESPONJA (ESPUMA)	Bolsas			
Mat 15	ESPONJA (REFUERZO) – PLANTILLA	Bolsas			
Mat 16	SELLOS DE TRANSFER	Tira			
Mat 17	CAJA DE ZAPATOS	Paquete			

Fuente: Elaboración propia

De esta forma se realizó el desarrollo de la planificación del MRP culminando con las órdenes de producción y aprovisionamiento para los materiales mencionados. La planificación de todos los artículos y materiales se puede visualizar en el archivo Excel de la presente investigación. A continuación se presenta la tabla de órdenes de producción y aprovisionamiento para el mes de Enero-2020 (ver tabla 64) y la tabla completa se encuentra en el archivo Excel.

Tabla 64. Explosión de órdenes de producción y aprovisionamiento. Mes de enero 2020

Código	Artículo y/o Material	U.M	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4		
SKU1	Zapato Sport Código Y025	O.P	0	13	11	7	ÓRDENES DE PRODUCCIÓN	
		par	0	156	132	84		
SKU2	Zapato Sport Código Z22	O.P	12	12	13	0		
		par	144	144	156	0		
SKU3	Zapato Sport Código A510	O.P	0	0	0	0		
		par	0	0	0	0		
SKU4	Zapato Sport Código R505	O.P	0	0	0	0		
		par	0	0	0	0		
Mat 6	ANTITRANSPIRANTE	planchas	0	19	24	7		
Mat 7	ORGANZA LAMINADA MARRÓN	planchas	0	17	24	7		
Mat 8	CELASTIC (CONTRAFUERTE)	planchas	0	24	7	15		
Mat 9	FALSA (FIBRA ZEBRA)	planchas	0	12	24	7		
Mat 13	TOALLA (PLANTILLA)	planchas	2	25	24	7		
Mat 14	ESPONJA (ESPUMA)	Tiras	0	22	21	7		
Mat 15	ESPONJA (REFUERZO) - PLANTILLA	planchas	7	25	21	7		
Mat 1	CUERO CARIZY MARRÓN	Pies	669	246	528	493		ÓRDENES DE APROVISIONAMIENTO
Mat 2	CUERO GRASO MARRÓN	Pies	0	0	0	0		
Mat 3	CUERO GRASO AZÚL	Pies	0	0	0	0		
Mat 4	BADANA	Pies	103	38	81	76		
Mat 5	GAMUZÓN	Pies	120	35	75	70		
Mat 6	ANTITRANSPIRANTE	Rollos		1				
Mat 7	ORGANZA LAMINADA MARRÓN	Rollos		1				
Mat 8	CELASTIC (CONTRAFUERTE)	Rollos		1				
Mat 9	FALSA (FIBRA ZEBRA)	Rollos		1				
Mat 10	PLANTA TR-23	Par	288	84	180	168		
Mat 11	PASADORES	Bolsas	3	3	1	2		
Mat 12	HILO	Conos	0	0	11	1		
Mat 13	TOALLA (PLANTILLA)	Rollos			1			
Mat 14	ESPONJA (ESPUMA)	Bolsas	1					
Mat 15	ESPONJA (REFUERZO) – PLANTILLA	Bolsas						
Mat 16	SELLOS DE TRANSFER	Tiras	40	38	12	24		
Mat 17	CAJA DE ZAPATOS	Paquete	6	12	11	3		

Fuente: Elaboración propia

Para describir el resultado de los objetivos específicos, se calculará la productividad usando el plan de requerimiento de materiales (MRP). Realizando los siguiente.

Tabla 65. Costo total de materiales en el periodo entre Julio 2020 a Diciembre 2020

Material	Unidad de medida	Cantidad de material	Unidad de medida	Cantidad de material	C.U	C.T
Cuero crazy marrón	pies	11 685	metros	3 561,4	22	78 350,82
Cuero graso color marrón	pies	528	metros	160,93	22	3 540,46
Cuero graso color azul	pies	493	metros	150,26	22	3 305,72
Badana	pies	1 949	metros	594,03	18	10 693,62
Gamuzón	pies	1 805	metros	550,14	15	8 252,1
Antitranspirante	rollos	2	planchas	393	10	3 930,00
Organza Laminada	rollos	1	planchas	393	15	5 895,00
Celastc (Contrafuerte)	rollos	3	metros	113,97	4,5	512,865
Falsa (Fibra zebra)	rollos	5	metros	353,7	15	5 305,52
Planta TR-23	par	4 332			20	86 640,00
Pasadores	bolsas	44			25	1 100,00
Hilo	cono	78			6,5	507,00
Toalla (Plantilla)	rollos	8	planchas	393	7	2 751,00
Esponja (Espuma)	bolsas	1	tiras	393	5	1 965,00
Esponja (Refuerzo)	bolsas	3	planchas	393	4	1 572,00
Sellos de transfer	tiras	613	unidad	9 195	0,4583	4 214,00
Caja de zapatos	paquetes	189	unidad	4 725	1,25	5 906,25
		Total				224 441,31

Fuente: Elaboración propia

Determinación del incremento de la productividad con el MRP

Con la propuesta del sistema de planeación de requerimiento de materiales se obtiene:

Costo total de materiales semestral = S/. 224 441.31 soles.

Demanda semestral total = 4876 pares = 407 docenas

$$\text{Productividad} = \frac{407 \text{ docenas/semestrales}}{224 441.31 \text{ soles semestrales}} \times 1000$$

Productividad = 1.81 docenas / miles de soles

Por cada 1000 soles invertidos se produce 1.81 docenas de calzado.

Incremento de la productividad:

$$\text{Incremento de la productividad} = \frac{1.81 - 1.18}{1.18} \times 100 = 34.81\%$$

3.2.2 gestión por procesos: DAP / Procedimiento / Documentación / Manuales

El desarrollo de la gestión por procesos en la empresa Calzados Hirbin tuvo como objetivo la reducción del tiempo perdido en cada estación del área de producción, tomando como referencia el tiempo promedio empleado de cada empleado para la producción de pares de zapato sport y seguidamente una comparación del tiempo real con el tiempo estándar que les toma en el proceso de producción. Las causas que tienen como propuesta la gestión por procesos son las siguientes.

Causa Raíz 09: Falta de indicadores de control de tiempo de la producción

En la empresa Calzados Hirbin no hay un correcto método para la supervisión entre los procesos que tiene que pasar para la elaboración del calzado, el cual no cuenta con indicadores para controlar los tiempos de producción necesarios para la fabricación de calzado con los materiales a usar. Por lo que se plantea usar la herramienta gestión por procesos para que se pueda manejar de una manera más estandarizada los diversos tiempos que se toma en producir calzado hasta la entrega al cliente final, y para el presente trabajo de investigación se verá reflejado en la línea de calzado sport para damas. La producción se realiza por medio de los pedidos entrantes por los clientes de la empresa y gracias a la herramienta gestión por procesos esta será la señal del cliente cuando necesitará abastecerse con más producto terminado.

Causa Raíz 04: Falta de procesos de producción estandarizados y planificados

El encargado de planificar la producción del modelo sport para damas, lo realiza de forma empírica, teniendo en cuenta la capacidad de la planta y los meses con mayor demanda. La empresa no cuenta con ninguna metodología de planificación provocando una de producción perdida durante el año, generando así costos perdidos mensuales.

Explicación de costos perdidos por las causas 09 y 04

Costo para la CR9: Falta de indicadores de control de tiempos de la producción

La empresa no cuenta con sistema alguno para garantizar la estandarización de sus procesos, estos se desarrollan de manera empírica en base a su experiencia en la empresa Calzados Hirbin y en otras empresas. Los procesos que se realizan en las diferentes áreas, se llevan a cabo sin ningún tipo de control, esto lleva a que la producción tenga una alta variabilidad en relación al tiempo estándar de cada proceso. Los procesos actuales tienen tiempos muy variables, esto se debe también a la participación de los trabajadores, en la mayoría de casos se ha visto estos pueden perder tiempo en conversaciones, distracciones, interrupciones, etc. Debido a estos factores se crea la necesidad de realizar un estudio de tiempos para los diferentes procesos de producción. El registro del estudio de tiempos tomados se puede visualizar en el capítulo de anexos, de cada estación de trabajo con su factor de valoración y tolerancia considerada para cada caso, como a continuación se muestra el consolidado de estudio de tiempos (ver tabla 66).

Tabla 66. Consolidado del estudio de tiempos

ESTACIÓN	TIEMPO TOTAL (min/par)	FV	% TOLERANCIA	TN (min/par)	TE (min/par)
Cortado	4,50	1,08	9%	4,85	5,29
Perfilado	20,33	1,09	10%	22,16	24,37
Armado	23,16	1,02	11%	23,62	26,22
Alistado	5,50	1,02	9%	5,61	6,2

Fuente: Elaboración propia

Concluido el estudio de tiempos se determinó un tiempo perdido del tiempo actual de los procesos respecto al tiempo estándar calculado, y como efecto la producción se ve afectada en una reducción considerable.

Como resultado del estudio de tiempos se logró determinar el tiempo estándar para cada estación de trabajo y con esto la capacidad de producción estándar, esto permitió poder calcular la producción perdida como producto de la diferencia entre la capacidad de producción estándar y la capacidad de producción actual.

Esta relación entre capacidades estándar y actual con sus respectivos costos incurridos por la producción perdida se detalla en el cuadro a continuación (ver tabla 67).

Tabla 67. *Relación de capacidad producción estándar vs actual*

Estación de trabajo	Tiempo Estándar (min / par)	Producción Estándar/Estación (par / día)	Producción Estándar (par / día)	T. O sin experiencia (min / par)	Producción Real/Estación (par / día)	Producción Real (par / día)	Tiempo Perdido x Estación (min / par)	Producción Perdida (par / día)
Est. Cortado	2,65	181	98	2.95	162	94	0.31	4
Est. Perfilado	4,87	98		5.07	94		0.19	
Est. Armado	4,37	109		4.88	98		0.51	
Est. Alistado	3,06	156		4.74	101		1.68	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. *Resumen costos por falta de estudio de tiempos*

COSTOS	S/. Mes
Costo de Oportunidad	12 479
Costo MOD Ociosa	43 718
Costo CIF	1 435
TOTAL	57 663

Fuente: Elaboración propia

Se calculó, por falta de control en los tiempos de los procesos de producción, la empresa incurre en costo perdido mensual de S/. 57 663 Para mayor detalle del cálculo de los costos efectuados ir al archivo de Excel en la pestaña Cr9.

Costo para la CR4: Falta de procesos de producción estandarizados y planificados

La empresa Calzados Hirbin actualmente no cuenta con ningún programa que planifique su producción en relación con los pedidos, esto a su vez tiene repercusiones económicas en las operaciones de producción, generando retrasos y tiempos perdidos que podrían utilizarse para aumentar la producción y cumplir con el tiempo de entrega establecido.

Esta actividad genera actividades imprevistas que implica utilizar tiempos de operarios para poder cubrir otras actividades dejando de lado sus actividades rutinarias y afectando el tiempo de ciclo de la línea de producción. A continuación en la tabla inferior (ver tabla n.º 67), se muestra la diferencia considerable entre los tiempos de ciclo del proceso de armado haciendo una comparación del mismo proceso con las mismas estaciones pero con la diferencia en la estación de empastado cuando esta tiene 1 operario ya que el otro es llamado para cubrir actividades de corte de organza laminada y antitranspirante.

Tabla 69. Diferencia en el tiempo de ciclo en la estación armado

ÁREA	PROCESO	OPERACIÓN	CICLO CON 2 OPERARIOS EN EMPASTADO			CICLO CON 1 OPERARIO EN EMPASTADO	
			TIEMPO OPERACIÓN (min / par)	TIEMPO OPERACIÓN (min / par)	TIEMPO DE CICLO (min / par)	TIEMPO OPERACIÓN (min / par)	TIEMPO DE CICLO (min / par)
PRODUCCIÓN	ARMADO	Cortado y pegado de Antitranspirante y Organza laminada	2.17	2.17		2.17	
		Empastado (unión de piezas)	16.36	8.18		16.36	
		Empastado (unión de piezas)	16.36		8.18	-	16.36
		Descalzado	4.30	4.30		4.30	
		Pegado de PVC	2.33	2.33		2.33	
		Pegado de planta (maquina pegadora)	4.10	4.10		4.10	

Fuente: Elaboración propia

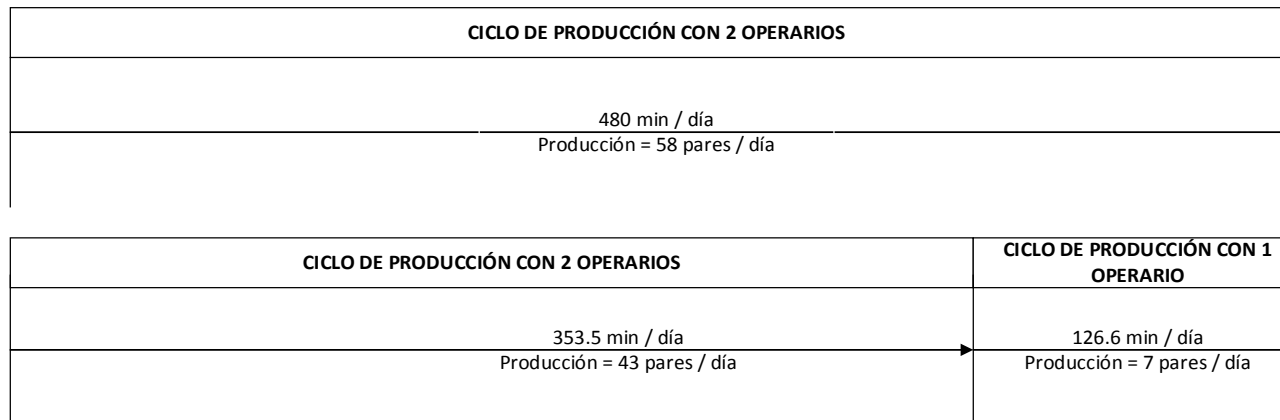


Figura 41. Diferencia en el tiempo de ciclo en la estación armado

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el respectivo costeo se midió el tiempo en que el operario seleccionado lleva a cabo las operaciones de contingencia y la diferencia entre los tiempos de operación de empastado entre emplear a 2 operarios de manera regular con un tiempo de ciclo de 8.18 min/par y una producción de 58 par/día y el tiempo de emplear a 1 operario en la misma operación con un tiempo de 16.36 min/par y producción de 50 par/día.

El tiempo en que se incurre emplear al operario es de 126.54 min/día para las operaciones mencionadas, reduciendo la producción estándar en 8 par/día. De esta forma se muestra las tablas correspondientes del tiempo y producción perdida, como también los costos asociados a esta pérdida transmitidos en costo de oportunidad, mano de obra e indirectos de fabricación.

Tabla 70. *Producción perdida por falta de Gestión por procesos*

ÁREA	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Tiempo Operación (min / par)	Tiempo Total (min / par)	Producción Promedio (par / día)	Tiempo Utilizado (min / par)	Producción Perdida (par / día)
PRODUCCIÓN	CORTADO DE ANTITRANSPIRANTE	El operario tiene que cortar el material Antitranspirante para continuar con la operación la unión de piezas (empastado) de forma manual en el proceso de armado.	1.821	3.95	32.00	126.54	8.00
	CORTADO DE ORGANZA LAMINADA	El operario tiene que cortar el material Organza laminada para poder continuar con la operación de empastado (unión de piezas) en el proceso de armado.	2.134				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. *Resumen de costos por falta de Gestión por procesos*

COSTOS	S/ / mes
Costo de Oportunidad	24 959
Costo de Mano de Obra	11 062
Costo CIF	332
Total	36 352

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, por ausencia de sistemas de planificación y control de la producción se tiene un costo perdido mensual de S/. 36 352. Para mayor detalle del cálculo de los costos por falta de MRP, ir al archivo de Excel en la pestaña CR4.

Solución propuesta: Gestión por Procesos – DAP / Registro estudio de tiempos / Procedimientos / Documentación / Manuales

3.2.3 Programa de capacitación

Para el desarrollo de esta propuesta se diagnosticó los problemas que se presentan por la falta de capacitación, para posteriormente pasar al cálculo de las pérdidas que se genera por no contar con esta herramienta. En la empresa Calzados Hirbin se pudo evidenciar que el personal operario de las estaciones de corte, perfilado, armado, y alistado no se encuentran capacitados y al realizar la encuesta al personal nos demuestra lo comentado, lo que hace que en el área de corte no se optimice el uso del cuero, no se use técnicas para colocar los moldes y el posterior proceso de cortado, de la misma manera para en el área de armado, perfilado y alistado reflejando en el 2017 un total de 197 pares defectuosos, así también las reparaciones que se realizan a las diferentes maquinas por una inadecuada manipulación por parte de los operarios, adicional a ello se evidenció los accidentes de trabajo por falta de conocimiento del uso correcto de los equipos que se deben manipular de acuerdo a las especificaciones técnicas. La causa que tienen como propuesta esta herramienta es la siguiente.

Causa Raíz 01: Falta de programas de capacitación del personal

Esta causa hace referencia a los problemas identificados por la ausencia de capacitación para el personal involucrados en la producción de la empresa, ya que la persona encargada del área, no tiene conocimiento de los pares rechazados por falta de programas de capacitación, lo que dificulta el control de los procesos y no existe técnicas adecuadas para solucionar cualquier irregularidad.

Explicación de costos perdidos por la causa 01

Costo para la CR1: Falta de programas de capacitación de personal

La empresa Calzados Hirbin no proporciona capacitaciones para enriquecer el conocimiento técnico de sus trabajadores y que estos puedan mejorar su desempeño dentro de la empresa. Por lo que se cree esto puede ser el motivo de diferentes obstáculos presentados en la empresa reflejados en el área de producción e influyendo directamente en el proceso productivo. Se ha presenciado con anterioridad casos particulares donde productos son calificados como defectuosos o no conformes por los clientes y reprocesados nuevamente, generando pérdidas de tiempo como dinero. Durante el proceso de producción, los operarios tienden a fallar en cuanto al desarrollo de sus actividades, debido a esa anormalidad se creó un registro con los materiales y/o productos separados por estar mal procesados o eran inservibles. Estas fallas presentadas eran causadas por el desconocimiento del operario para solucionar problemas no ocasionales que se presentan durante el proceso. Los principales defectos presentados en el producto y que fueron motivo de rechazo por el cliente y reprocesados a continuación, fueron los siguientes.

- Despegado de detalles
- Despegado de etiqueta de marca
- Insatisfecho por color de cuero

A continuación se muestra el registro del número de pares rechazados por tipo de defecto registrados desde Enero 2017 hasta Diciembre 2017 (ver tabla 72).

Tabla 72. Pares rechazados por tipo de defecto

Mes	Despegado de detalles	Despegado de etiquetas de marca	Insatisfecho por color de cuero	
Enero	5 pares	5 pares	12 pares	
Febrero	4 pares	3 pares	0 pares	
Marzo	3 pares	4 pares	24 pares	
Abril	5 pares	3 pares	12 pares	
Mayo	3 pares	5 pares	12 pares	
Junio	4 pares	3 pares	0 pares	
Julio	5 pares	3 pares	18 pares	
Agosto	2 pares	4 pares	12 pares	
Septiembre	4 pares	3 pares	0 pares	
Octubre	5 pares	5 pares	0 pares	
Noviembre	4 pares	3 pares	12 pares	
Diciembre	6 pares	4 pares	0 pares	
Total	50 pares	45 pares	102 pares	197 pares
Promedio	5 pares	4 pares	9 pares	18 pares

Fuente: Elaboración propia

En conclusión estos defectos en los productos transmitidos en productos rechazados y reprocesados a su vez afectan indirectamente las ganancias de la empresa incurriendo en costo de oportunidad, dado las ventas que no fueron concretadas y creando el riesgo de perder la oportunidad de vender el producto, asimismo se presentan costos de materiales, de mano de obra y costos indirectos de fabricación detallados a continuación (ver tabla 73).

Tabla 73. *Resumen de costos por falta de capacitación laboral*

COSTOS	S/. / mes
Costo de Oportunidad	2 553
Costo de Materiales	422
Costo MO	130
Costo CIF	64
Total	3 168

Fuente: Elaboración propia

En conclusión se calculó, por ausencia de programas de capacitación laboral para los trabajadores, se incurre en un costo mensual de S/. 3 168. Para mayor detalle del cálculo de los costos efectuados ir al archivo de Excel en la pestaña CR1.

Solución propuesta: Programas de capacitación

Basado en el diagnóstico realizado a la empresa, se propone la realización de un programa de capacitación a los trabajadores en la empresa, permitiendo el aporte y motivación de generar mayor rentabilidad y crear un ciclo de mejora continua.

En la propuesta, el programa constituirá los siguientes puntos, teniendo en cuenta que el proceso de capacitación es proceso cíclico y continuo que pasa por cuatro etapas.

A. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Para poder realizar un eficiente diagnóstico es necesario levantar un inventario de las necesidades de capacitación que presenta la empresa. Uno de los métodos consiste en evaluar el proceso productivo, localizar factores críticos como los productos rechazados, barreras, puntos débiles en el desempeño de las personas, costos elevados, etc.

La realización de un inventario de necesidades de capacitación se puede hacer en razón de cuatro niveles de análisis.

Análisis organizacional

Se realiza a partir del diagnóstico de toda la organización, para comprobar cuáles aspectos de la misión, visión y objetivos estratégicos debe abordar el programa de capacitación.

El principal problema detectado actualmente involucra reprocesos de productos defectuosos y altos costos de productos o materiales defectuosos, ascendiendo este costo a S/. 3 168 mensuales, siendo tema de prioridad a evaluar.

Misión de la empresa

Somos una empresa sólida, competitiva y confiable que se dedica a la producción de calzado sport para damas con la finalidad de satisfacer las necesidades de nuestros clientes, siendo así una empresa integral en la que nuestros clientes podrán encontrar lo que buscan.

Visión de la empresa

Ser reconocidos como la empresa de calzado para damas más grande del país.

En su totalidad dedicada a sus clientes y/o consumidores tanto a nivel regional como nacional, convirtiéndonos de esta manera en la mejor opción del cliente a la hora de escoger donde comprarán sus calzados.

Análisis de recursos humanos

A partir del perfil de las personas, para determinar cuáles son los comportamientos, las actitudes, los conocimientos y las competencias necesarias para que las personas puedan contribuir a alcanzar los objetivos estratégicos de la organización.

Tabla 74. *Conocimientos necesarios del perfil del puesto*

Perfilador	Armador	Alistado
Costura de cortes teniendo en cuenta procedimientos básicos para los procesos.	Realización de actividades, conformado, enmarcado, descalzado.	Encargado de revisar y realizar últimos acabados del calzado terminado.

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la estructura de los puestos

Análisis del estudio de los requisitos y las especificaciones de los puestos, para saber cuáles son las habilidades, destrezas y competencias que las personas deben desarrollar para desempeñar adecuadamente su trabajo.

Tabla 75. *Habilidades necesarias del perfil de puestos*

Perfilador	Armador	Alistador
Destreza manual en costura de diferentes modelos de calzado.	Destreza para trabajar de manera rápida y con ruido de máquinas.	Contar con habilidad para identificar y analizar productos inconformes de la línea de producción.

Fuente: Elaboración propia

Análisis de la capacitación

A partir de los objetivos y metas que se deberían utilizar como criterios para evaluar la eficiencia y eficacia del programa de capacitación.

Objetivo General

Capacitar al personal sobre el programa de capacitación para la integración de un sistema de calidad y planeación de la producción y mejorar el nivel de desempeño del personal capacitado.

Objetivos Específicos

- Proporcionar orientación y desarrollar habilidades a los objetivos de la empresa, su organización, funcionamiento, normas y políticas.
- Proveer conocimientos y desarrollar habilidades que cubran la totalidad de requerimientos para el desempeño de puestos específicos.
- Actualizar y ampliar los conocimientos requeridos en áreas especializadas de actividad.
- Contribuir a elevar y mantener un buen nivel de eficiencia individual y rendimiento colectivo.
- Ayudar en la preparación de personal calificado, acorde con los planes, objetivos y requerimientos de la empresa.

B. Diseño del programa de capacitación

En esta etapa se realiza la planificación de las acciones de capacitación teniendo en cuenta un objetivo específico, para poder atender las necesidades de capacitación planteadas en el diagnóstico. Para programar las acciones de capacitación se tiene que definir los siete puntos básicos.

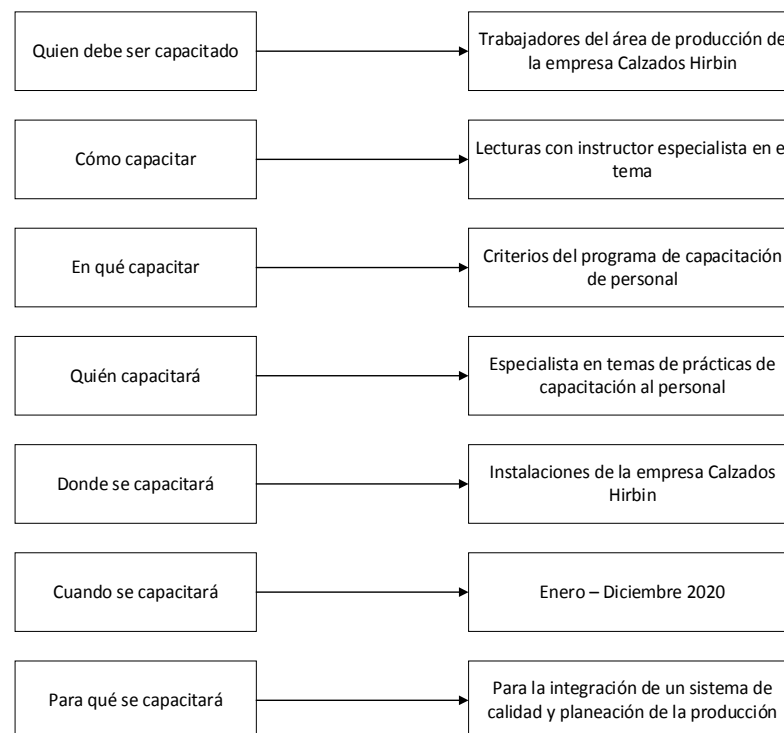


Figura 42. Evaluación de los resultados de la capacitación

Fuente: Elaboración propia

C. Ejecución del programa de capacitación

La conducción, implantación y ejecución del programa de capacitación seguirá una capacitación en el puesto y se realizará siguiendo el siguiente cronograma de capacitación (ver figura 43).

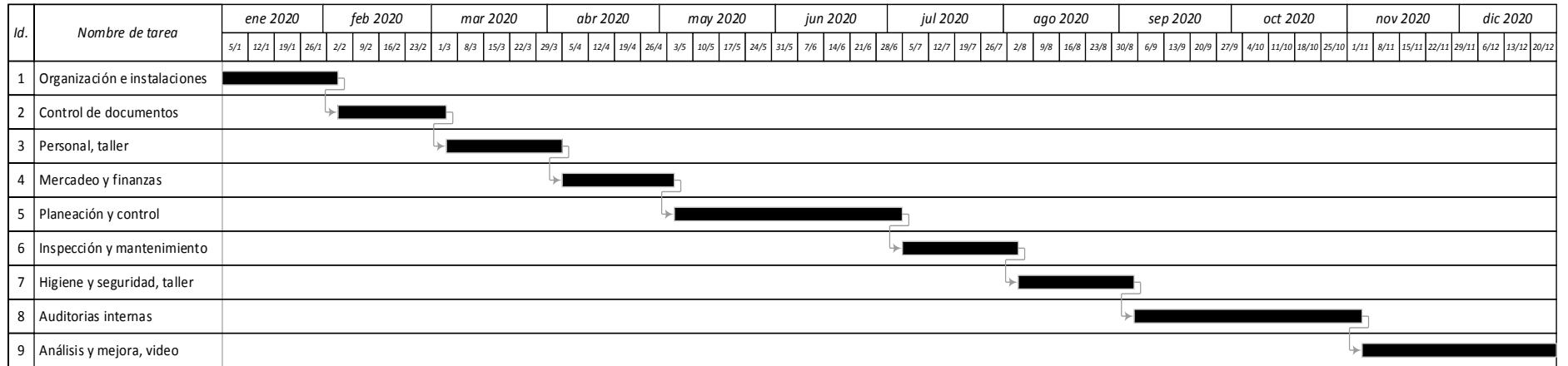


Figura 43. Cronograma de capacitación
Fuente: Elaboración propia

Tabla 76. Presupuesto del plan de capacitación

Descripción	Unid	Cantidad	Costo Unit. (S/.)	Costo Total (S/.)
Pasajes Terrestres	Psje	16	10,00	160
Viáticos	h/día	9	5,00	45
Plumones de colores	und	6	2,50	15
Alquiler retroproyector	Und	1	20,00	20
Alquiler Datashow	Und	1	10,00	10
Folder	Und	60	0,60	36
Separatas anilladas	Und	60	2,18	131
Certificados	Und	60	4,00	240
Lapiceros tinta seca	Und	65	0,40	26
Papel A4 – 80 gramos	Millar	1	34,00	34
Refrigerios	Und	70	3,00	210
Honorarios de expositor	Global	1	800,00	9 600
Imprevistos	%	2		210
Total de presupuesto				10,738

Fuente: Elaboración propia

D. Evaluación de los resultados del programa de capacitación

Para poder saber si el programa de capacitación alcanzó los objetivos propuestos, satisfizo las necesidades de la organización, las personas y los clientes, es necesario establecer parámetros que indiquen en qué medida se cumplió los objetivos, para esto seguiremos cinco niveles de resultados en la evaluación de la capacitación.

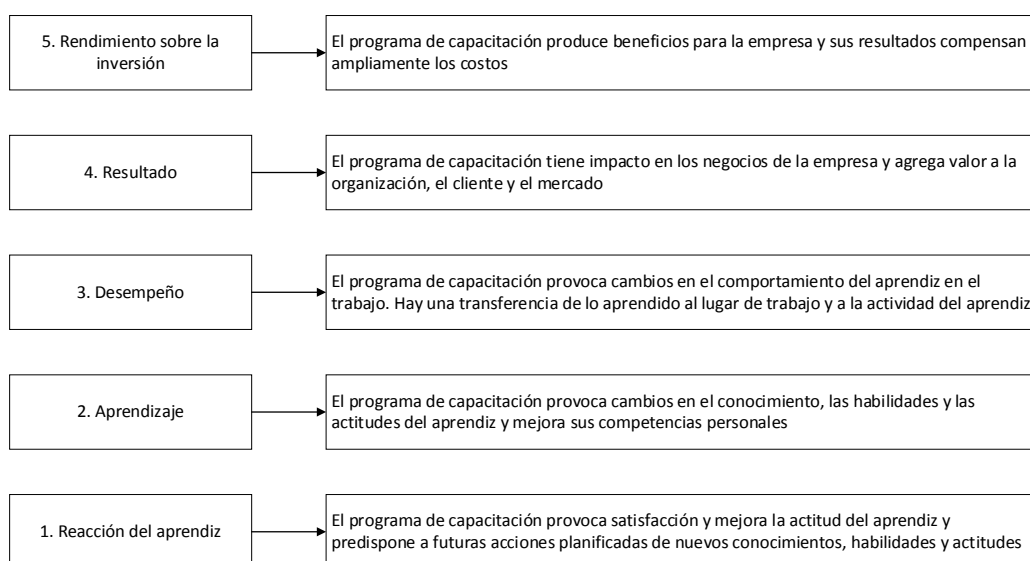


Figura 44. Evaluación del programa de capacitación

Fuente: Elaboración propia

Con la implementación del programa de capacitación se pretende reducir la cantidad de pares rechazados y reprocesados por falta de capacitación laboral en 28% disminuyendo así los pares defectuosos desde 18 pares/mes hasta la cantidad de 5 pares/mes. Asimismo el costo perdido mensual se reducirá hasta S/. 878 generando de esta manera un beneficio para la empresa de S/. 2 290 mensual.

3.3 Inversión de la propuesta

Para poder implementar las mejoras de cada causa raíz, se elaboró un presupuesto, tomando en cuenta todas las herramientas, materiales de oficina y apoyo del personal para que todo funcione correctamente. En la tabla siguiente se detalla el costo de inversión para reducir las causas raíces (ver tabla 77).

Tabla 77. Resumen de inversiones para propuestas

TOTAL INVERSIONES	TOTAL (S/.AÑO)
P-CR7, PCR3: MRP I	14 185
P-CR1: Programa de Capacitación	10 876
P-CR9, P-CR4: Gestión por procesos	10 800
Total	35 861

Fuente: Elaboración propia

3.4 Beneficios de la propuesta

El beneficio total de las propuestas establecidas ascienden a S/. 1 194 761 anuales.

3.4.1 Beneficio de la causa raíz CR9: Propuesta de gestión por procesos

Tabla 78. Beneficio de la causa raíz CR9

ÍTEM	VALOR ACTUAL	VALOR MEJORADO	AHORRO
Producción planificada (%)	0%	100%	100%
Total soles perdidos al año (S/.)	691 596	0	661 596

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Beneficio de la causa raíz CR4: Propuesta de gestión por procesos

Tabla 79. Beneficio de la causa raíz CR4

ÍTEM	VALOR ACTUAL	VALOR MEJORADO	AHORRO
Producción planificada (%)	80%	95%	15%
Total soles perdidos al año (S/.)	436 228	0	436 228

Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Beneficio de la causa raíz CR7: Propuesta del sistema MRP

Tabla 80. Beneficio de la causa raíz CR7

ÍTEM	VALOR ACTUAL	VALOR MEJORADO	AHORRO
Producción planificada (%)	85%	98%	13%
Total soles perdidos al año (S/.)	22 315	2 975	19 340

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Beneficio de la causa raíz CR3: Propuesta del sistema MRP

Tabla 81. Beneficio de la causa raíz CR3

ÍTEM	VALOR ACTUAL	VALOR MEJORADO	AHORRO
Producción planificada (%)	93%	98%	5%
Total soles perdidos al año (S/.)	29 992	9 880	20 112

Fuente: Elaboración propia

3.4.5 Beneficio de la causa raíz CR1: Propuesta de programa de capacitación

Tabla 82. Beneficio de la causa raíz CR1

ÍTEM	VALOR ACTUAL	VALOR MEJORADO	AHORRO
Producción planificada (%)	0%	100%	100%
Total soles perdidos al año (S/.)	38 018	10 533	27 485

Fuente: Elaboración propia

3.5 Evaluación económica

A continuación, se desarrolla el flujo de caja (inversión, egresos vs ingresos) proyectado para el siguiente año. Se considera que en el presente año se realiza la inversión y a partir del próximo se perciben los ingresos y egresos que genera la propuesta.

Flujo de caja

Luego de haber determinado la inversión inicial, los beneficios y costos anuales propios de las propuestas se continúan con la evaluación económica y financiera para determinar si es rentable o no las propuestas. Esta evaluación se realizará a través de 3 indicadores de ingeniería económica: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), y la relación Beneficio/Costo (B/C). La tasa (%) a emplearse para la evaluación económica será del 20% anual, representando la tasa de oportunidad, la cual se obtiene del portal de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS). La evaluación se realizará tanto para los valores del año 2019 así como para el proyectado 2020. La finalidad de evaluar el 2019, es para validar o verificar que tan efectiva hubiese sido la propuesta en caso se haya implementado anticipadamente. Habiendo validado la propuesta 2019, se evalúa la proyección del 2020 ya que representa la propuesta a implementar.

Tabla 83. Flujo de caja 2019

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Saldo de caja inicial (S/.)												
Ventas presupuestadas (S/.)	111 746	81 457	87 852	81 457	83 025	119 711	97 386	79 888	81 457	89 421	110 178	102 213
Ingresos financieros gravados (S/.)												
Efectivo total disponible (S/.)	111 746	81 457	87 852	81 457	83 025	119 711	97 386	79 888	81 457	89 421	110 178	102 213
Materiales Directos (S/.)	20 454	14 910	16 081	14 910	15 197	21 912	17 826	14 623	14 910	16 368	20 167	18 709
Depreciación (S/.)	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628
Mano de obra directa (S/.)	50 236	36 619	39 494	36 619	37 324	53 816	43 780	35 914	36 619	40 199	49 530	45 950
Costos Indirectos de Fabricación (S/.)	1058	771	832	771	786	1 134	922	756	771	847	1 043	968
Gastos de venta y administrativos (S/.)	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200
Gastos financieros (S/.)												
Inversión (S/.)	35 861											
Total desembolsos de efectivo (S/.)	35 861	82 576	63 128	67 234	63 128	64 135	87690	73 355	62 121	63 128	68 242	81 568
Saldo de caja antes de impuestos (S/.)	-35 861	29 171	18 329	20 618	18 329	18 890	32 021	24 030	17 767	18 329	21 180	28 609
Impuesto a la renta (S/.)	-8 751	-5 499	-6 185	-5 499	-5 667	-9 606	-7 209	-5 330	-5 499	-6 354	-8 583	-7 727
Depreciación (S/.)	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628	6 628
Saldo de caja (S/.)	-35 861	27 047	19 458	21 060	19 458	19 851	29 043	23 449	19 065	19 458	21 453	24 659

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84. Flujo de caja 2020

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Saldo de caja inicial (S/.)												
Ventas presupuestadas (S/.)	117 334	85 529	92 245	85 529	87 177	125 697	102 255	83 882	85 529	93 892	115 686	107 324
Ingresos financieros gravados (S/.)												
Efectivo total disponible (S/.)	117 334	85 529	92 245	85 529	87 177	125 697	102 255	83 882	85 529	93 892	115 686	107 324
Materiales Directos (S/.)	18 025	15 639	16 169	15 639	22 796	18 025	17 229	15 109	15 639	18 555	21 470	16 169
Depreciación (S/.)	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947
Mano de obra directa (S/.)	44 268	38 409	39 711	38 409	55 986	44 268	42 315	37 107	38 409	45 570	52 731	39 711
Costos Indirectos de Fabricación (S/.)	932	809	836	809	1 179	932	891	782	809	960	1 111	836
Gastos de venta y administrativos (S/.)	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200	4 200
Gastos financieros												
Inversión (S/.)	35 861											
Total desembolsos de efectivo (S/.)	35 861	76 372	68 004	69 864	68 004	93 108	76 372	73 583	66 145	68 004	78 232	88 460
Saldo de caja antes de impuestos (S/.)	-35 861	40 961	17 525	22 381	17 525	-5 932	49 324	28 672	17 737	15 660	27 227	37 460
Impuesto a la renta (S/.)	-12 288	-5 257	-6 714	-5 257	-1 780	-14 797	-8 602	-5 321	-5 257	-4 698	-8 168	-11 238
Depreciación (S/.)	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947	8 947
Saldo de caja (S/.)	-35 861	37 620	21 215	24 614	21 215	1 236	43 474	29 018	21 364	21 215	19 910	35 169

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el VAN se utilizó "VNA" del programa MS Excel. Se llevó a valor presente los valores de flujo de los periodos 1 al 12 (Enero a Diciembre). Este valor se suma/resta con el valor de la inversión en el periodo 0. En este caso debe restar con la inversión de S/. -35 861.

El Valor Actual Neto para el año 2019 es de S/. 64 033.

El Valor Actual Neto para el año 2020 es de S/. 77 861

Para determinar la relación B/C se calculó el VAN de beneficios 2019 siendo el valor de S/. 99 894 y la inversión de S/. 35 861. El resultado B/C es la división de ambos resultando en un valor numérico de 2,79. Para el 2020 se obtuvo un VAN de los beneficios de S/. 113 722 generando una relación B/C de 3,17.

3.6 Estado de resultados

Para el análisis de la viabilidad económica de la empresa, se muestra dos situaciones donde la primera es la empresa en estado actual, donde se presentan los ingresos y egresos propios de la empresa y una segunda situación es cuando la empresa está sujeta a las mejoras propuestas. Estos dos escenarios son comparados con el año 2019, con propósito de contrastar incremento o decremento en indicadores de margen bruto de utilidad y margen neto de utilidad.

Tabla 85. *Estado de ganancias y pérdidas consolidado*

	2019	Año 2020 Real	Año 2020 Propuesto
Ventas netas (S/.)	1 125 790	1 182 080	1 182 080
Beneficio del proyecto (S/.)	0	0	1 194 761
Total ingresos (S/.)	1 125 790	1 182 080	2 376 841
Costo de ventas (S/.)	722 826	738 245	738 245
Costo inversión proyecto (S/.)	0	0	35 861
Total egresos (S/.)	722 826	738 245	774 106
Utilidad bruta (S/.)	402 964	443 835	1 602 735
Gastos operativos (S/.)			
Gastos de administración y de ventas (S/.)	50,400	50,400	50,400
Utilidad operativa (S/.)	354 564	393 435	1 552 335
Gastos financieros (S/.)	2,032	5 161	5 161
Ingresos financieros gravados (S/.)	0	0	0
Utilidad antes de Imp. y participaciones (S/.)	350 532	388 274	1 547 173
IR (30%)	105 160	116 482	464 152
Utilidad neta	245 373	271 792	1 083 021

Fuente: Elaboración propia

En comparación al año 2019, la empresa presentará una utilidad bruta mayor debido al aumento de ingresos por el considerable beneficio de la empresa en el año 2020.

En consecuencia, el incremento de la utilidad neta en el año 2020 propuesto sería positivo a comparación del año 2019 real en S/. 811 230 representado un aumento en 298% al 2020 pero sin propuesta.

Se puede concluir que el área de producción tuvo un costo perdido actual que se detalla a continuación anexado con el costo perdido meta y el beneficio que implica la inversión que fue realizada (ver tabla 86).

Tabla 86. Resumen costos perdidos, actuales y beneficio de propuesta de mejora

ÁREA		COSTO PERDIDO ACTUAL	COSTO PERDIDO META	BENEFICIO
Producción	S/.	1 218 149	23 388	1 194 761
	%	98%	2%	

Fuente: Elaboración propia

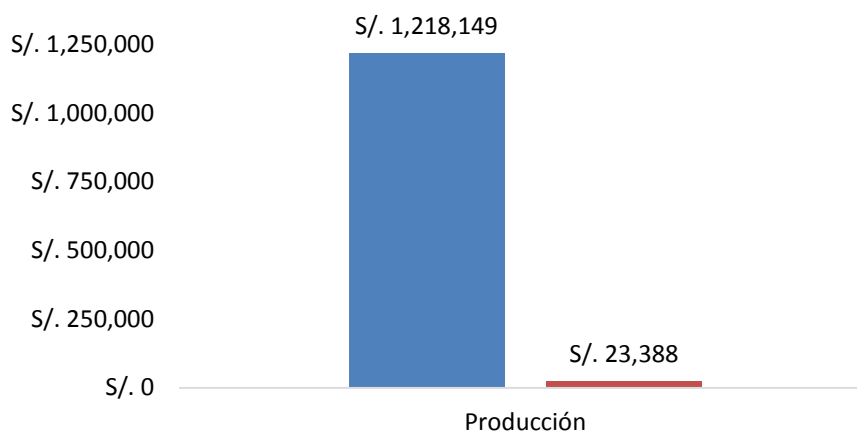


Figura 45. Costo perdido actual vs costo perdido meta

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior, los costos perdidos actuales porcentualmente son de 98% y los costos perdidos metas representan el 2% lo que quiere decir que se reducirían los costos en más del 91%. Asimismo se presenta de manera gráfica los costos perdidos actuales en relación con los costos perdidos metas por cada causa raíz, se muestra a continuación (ver figura 46).

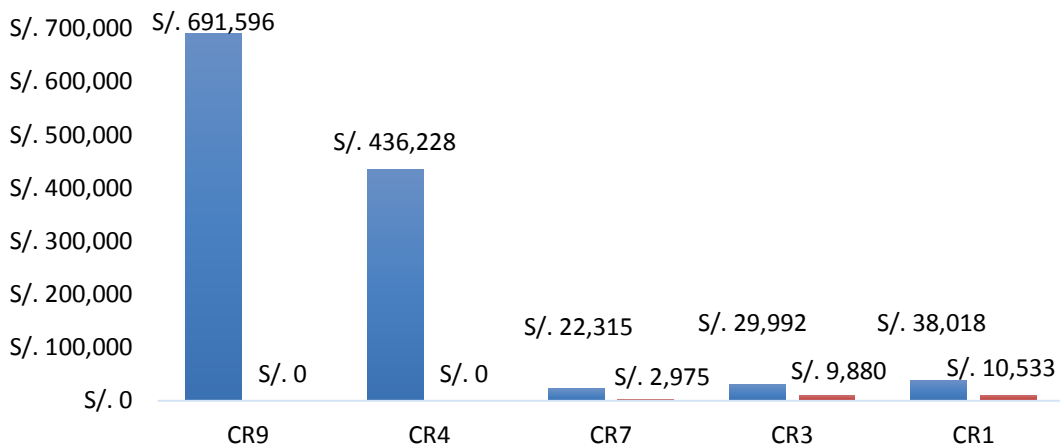


Figura 46. Relación costo perdidos actuales vs costos metas por causas raíces
Fuente: Elaboración propia

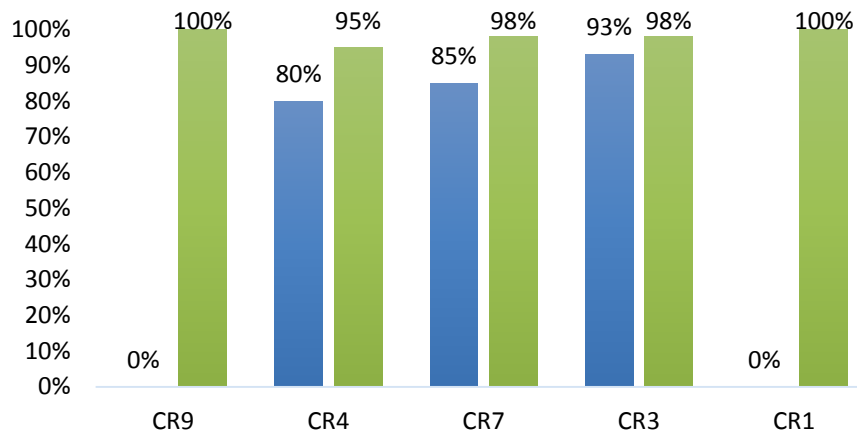


Figura 47. Relación valores actuales vs valores metas por causas raíces
Fuente: Elaboración propia

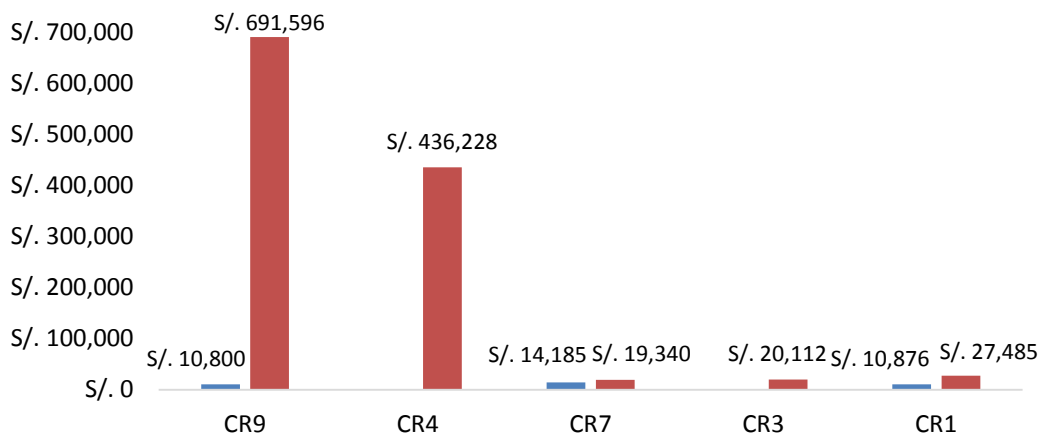


Figura 48. Relación inversión-beneficio por cada causa raíz
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

4.1.1 Propuesta del sistema de planificación de materiales MRP

En la siguiente figura (ver figura 49), podemos apreciar los valores actuales y meta de cada una de las causas raíces tienen como herramienta de mejora el desarrollo del sistema MRP, en donde la causa raíz CR7: Ausencia de planificación de materia prima tiene un valor actual de 85% y con la herramienta se logra llegar al 98%, como también se puede apreciar en la causa raíz CR03: No existe un adecuado abastecimiento de materiales, la herramienta ayuda significativamente en el incremento del indicador para el beneficio de Calzados Hirbin.

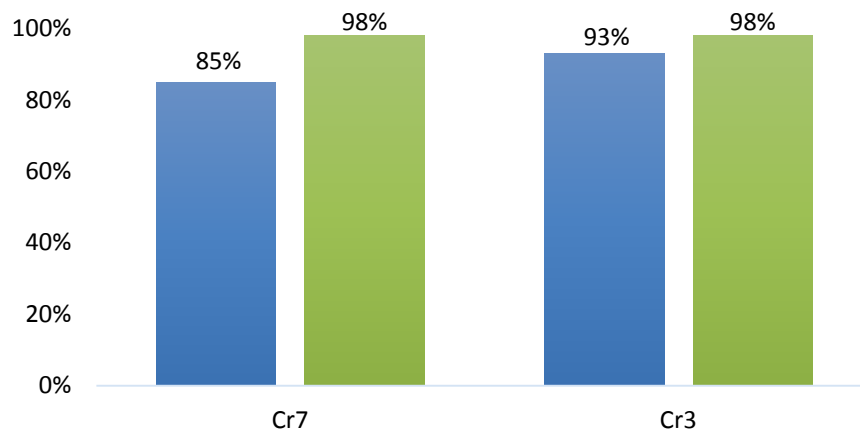


Figura 49. Valores actuales y meta de las causas raíces de la propuesta del sistema MRP
Fuente: Elaboración propia

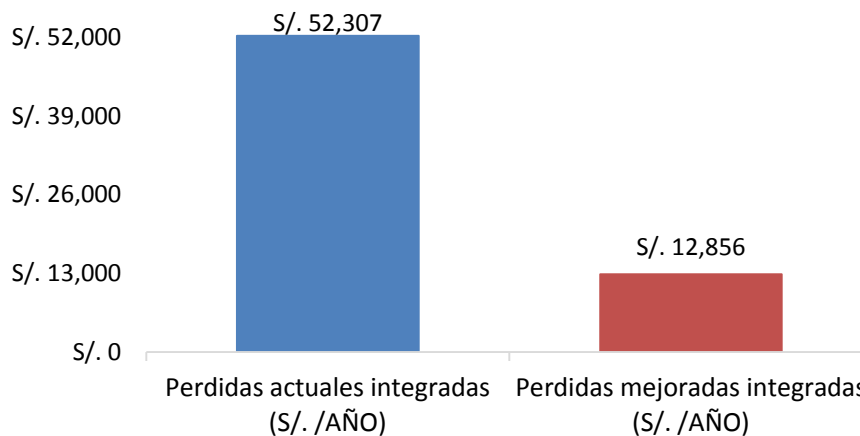


Figura 50. Costo actual y mejorado con el desarrollo del sistema MRP
Fuente: Elaboración propia

El desarrollo del sistema MRP nos permite conocer y tomar decisiones en beneficio del área de producción referente a las fechas de lanzamientos de pedidos, la cantidad de materiales que voy a requerir para cierta cantidad de producción, como también si la cantidad de mano de obra y maquinaria es suficiente de acuerdo a las horas de trabajo, de tal modo que se compre lo necesario y evitar compras excedentes que generan costos de almacenamiento o también el caso de las roturas de stock que terminan afectando a los costos, debido a que se

tienen que realizar compras urgentes pagando mayor precio. En la figura anterior (ver figura 50) observamos que el costo perdido inicialmente es de S/. 52 307 y con el desarrollo de la herramienta es de S/. 12 856 reafirmando lo beneficioso que es para Calzados Hirbin que considere la propuesta.

4.1.2 Propuesta de Gestión por procesos

En la figura siguiente (ver figura 51) muestra los valores actuales de la causas raíces que tienen como herramienta la gestión por procesos, como se puede ver hay 2 causas que tienen valor actual de 0% y 80% respectivamente, estas son: Falta de indicadores de control de tiempos de producción y falta de procesos de producción estandarizados y planificados, en el desarrollo de la propuesta, los valores ascienden a 100% y 95% respectivamente, evidencia el beneficio con la herramienta en la empresa de Calzados Hirbin.

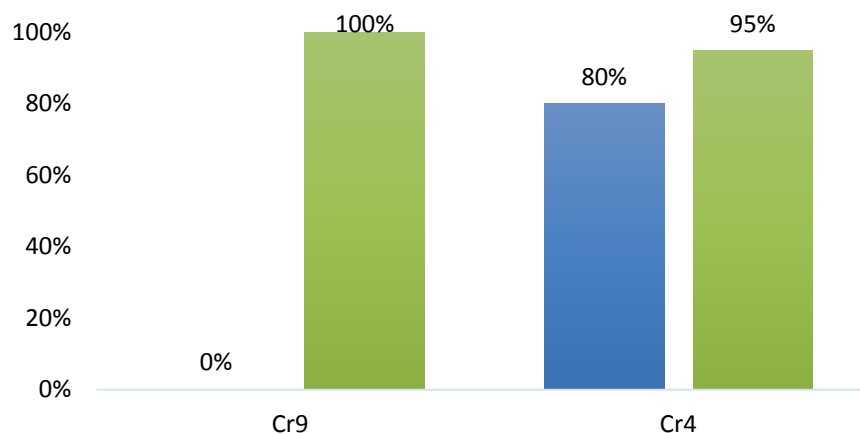


Figura 51. Valores actuales y meta de las causas raíces de la propuesta de gestión por procesos

Fuente: Elaboración propia

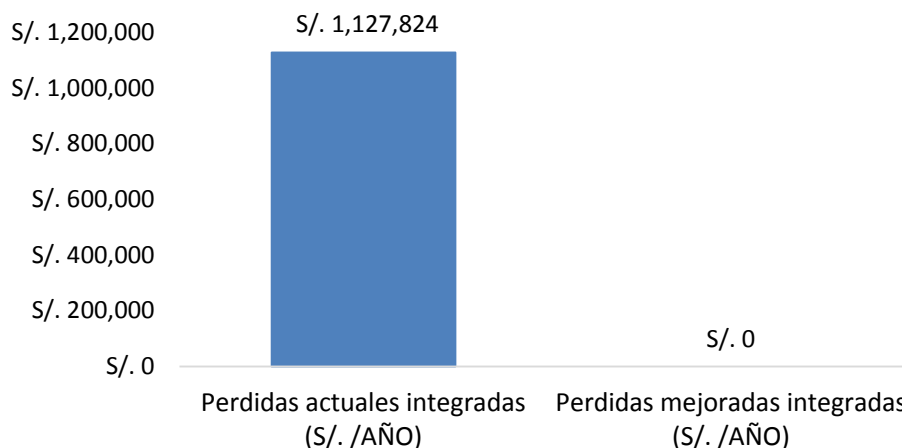


Figura 52. Costo actual y mejorado con el desarrollo de la gestión por procesos

Fuente: Elaboración propia

La herramienta de gestión por procesos, es una herramienta de inicio para cualquier propuesta siguiente, permitiendo que los procesos a implementar fluyan de manera correcta. Esta propuesta cobra un gran auge para Calzados Hirbin debido al bajísimo costo que implica

su puesta en marcha. Así mismo la gestión por procesos conjuntamente con la estandarización (documentación de la mejor forma de realizar el trabajo) y la eliminación del desperdicio constituyen los pilares fundamentales para la práctica de la mejora continua. Es así que podemos demostrar con la figura anterior (ver figura 52) el beneficio de esta propuesta, en donde el costo actual es de S/. 1 127 824 mientras que el costo mejorado sería de S/. 0 maximizando así los recursos económicos de la empresa.

4.1.3 Propuesta del programa de capacitación

La figura siguiente (ver figura 53) nos muestra que las causas raíz que hace referencia a la capacitación en la empresa tienen un valor de 0%, lo que con el desarrollo de la propuesta llega a 100% para la causa raíz CR01: Falta de programas de capacitación del personal, haciendo factible y beneficioso que se aplique el plan de capacitación en la empresa de Calzados Hirbin.

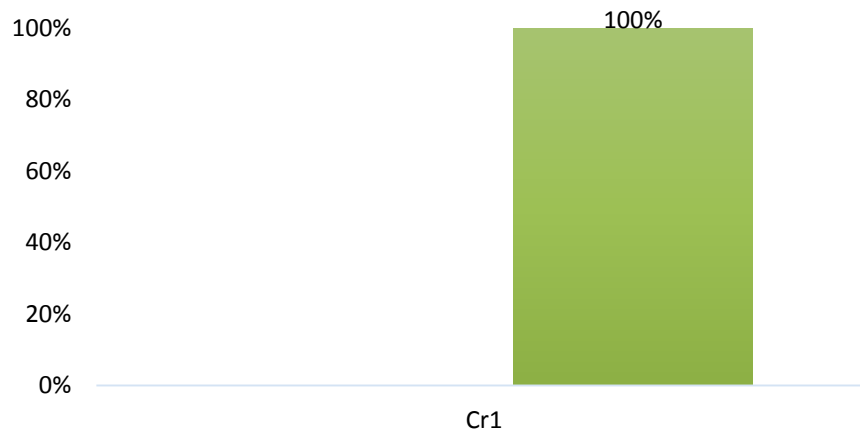


Figura 53. Valores actuales y meta de las causas raíces de la propuesta del programa de capacitación. Fuente: Elaboración propia

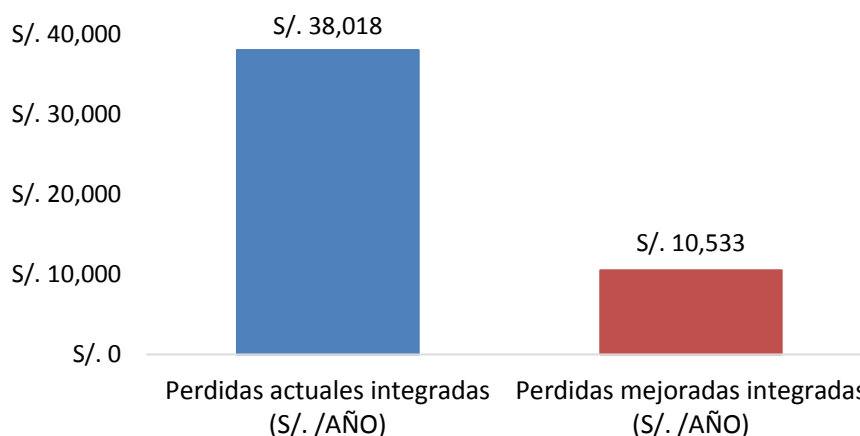


Figura 54. Costo actual y mejorado con el desarrollo del programa de capacitación
Fuente: Elaboración propia

El plan de capacitación detalla todos los pasos y procedimientos a seguir para que se desarrolle los temas de acuerdo a la necesidad del personal tanto para los administrativos

como el personal operativo, terminando en la evaluación y monitoreo de las capacitaciones. Esta herramienta ayudará de gran manera a disminuir los accidentes de trabajo, reparaciones constantes de la maquinaria como también la reducción de prendas falladas que terminan vendiéndose como retraso, así contar con herramientas y técnicas para el control adecuado de los inventarios. Todos estos beneficios se ve reflejado en la figura anterior (ver figura 54) que detalla la pérdida actual de la empresa por no contar con esta herramienta es de S/. 38 018 y con la herramienta este costo perdido es de S/. 10 533.

Las ventajas de la implementación de un sistema MRP es que se puede gestionar más eficientemente todos los insumos, materias primas y materiales, evitando el desperdicio de los insumos y generando su reutilización. Se elaboró el sistema MRP para los materiales de los 4 modelos de calzado sport para damas, teniendo en cuenta el plan maestro de producción, la lista de materiales de cada modelo que se utilizó para su fabricación y el inventario actual de la empresa. La metodología que se usó para la proyección del sistema MRP considero el antecedente de Pinzón (2016).

La capacidad para fijar los costos de la manera más óptimas es crucial para que una empresa aumente su rentabilidad, permitiendo a la empresa ser más eficiente, y en consecuencia, generar más ingresos. Se realizó el plan maestro de producción mensual desde la primera semana de enero a diciembre del año 2020 para cada modelo de calzado, así mismo se desarrolló el plan maestro semanal de cada modelo para poder desarrollar el MRP de los materiales que se utilizan para su fabricación. La metodología que se usó para le elaboración del plan maestro consideró el antecedente de Flores (2013).

Se coincide con Aliaga e Infante (2016), es importante poder desarrollar sistemas que optimicen los procesos de planificación y control de los materiales, si bien no se puede predecir con total exactitud la demanda de los instrumentos en los diferentes procesos de producción, es importante la utilización de herramientas que faciliten un aproximado de las mismas, de esta manera se evita el retraso en los procesos.

Se coincide con Avalos y Gonzales (2013), el desarrollo de sistemas de gestión desarrollados a medida es capaz de generar ventajas competitivas importantes y cuando una empresa decide apostarle a la innovación y a la tecnología tiene todas las posibilidades de volverse líder en su industria y generar mayores y mejores beneficios en todos los niveles. Este tipo de herramientas tiene una importancia extra cuando se le aplica a la industria del consumo masivo para proveer una mejor respuesta a las demandas tan cambiante del mercado.

Se coincide Céspedes y Rojas (2014), la implementación de sistema MRP, permite la disminución de problemas de inventario y costos que implica con los tiempos muertos, la eficiencia en el manejo adecuado de los registros y control de los materiales de acuerdo a su clasificación, es sumamente importante para determinar las utilidades o pérdidas de la empresa de una manera razonable.

4.2 Conclusiones

- ✓ La productividad actual respecto a la materia prima empleada fue sólo de 1,18 docenas de calzado por cada S/. 1000 invertidos, en comparación con la productividad de los materiales con el MRP, es de 1,81 docenas de calzado por cada S/. 1000 invertidos, se logró un incremento del 34,81% respecto a la productividad encontrada antes de la implementación del sistema de planificación de materiales MRP propuesto
- ✓ Se realizó un diagnóstico del proceso actual de planificación y control de materiales determinando las 5 causas raíces que están ocasionando sobre costos, los cuales generan pérdidas de S/. 1 218 149 para el área de producción de la empresa Calzados.
- ✓ Se desarrolló la herramienta del sistema MRP para así tener una mejor gestión de requerimientos de materiales para la producción en la línea de calzado sport, logrando de esta manera beneficios económicos, siendo antes del desarrollo de la herramienta el costo perdido de S/. 52 307 anuales y con la propuesta es de S/. 12 856 logrando un ahorro de S/. 39 451 al año.
- ✓ Se desarrolló la herramienta de gestión por procesos en Microsoft Excel, que permite el control de los tiempo de operaciones estándar y su comparación con los tiempos reales, logrando así reducir la cantidad de pares perdidos, como también conocer cuál es la estación cuello de botella y los costos de que produce de no haber una mejora. En conjunto con la gestión por procesos se logró pasar del costo perdido de S/. 1 127 824 a S/.0 lo que genera un ahorro de S/. 1 127 824 al año.
- ✓ Se desarrolló el plan de capacitación para los operarios del área de producción para resolver los problemas de falta de conocimiento en uso correcto de la maquinaria, en técnicas de patronaje que permitan el aprovechamiento al máximo del cuero en el área de cortado, al no contar con la herramienta los costos perdido son de S/. 38 018 y con la herramienta es de S/. 10 533 al año, logrando un ahorro de S/. 27 485 de forma anual.
- ✓ Se evaluó la propuesta de implementación a través del VAN, TIR, B/C, obteniendo valores de S/. 77 861, 80% y S/. 3.17 para cada indicador respectivamente. Lo cual se concluye que esta propuesta es factible y rentable para la empresa Calzados Hirbin.
- ✓ El presente trabajo aplicativo puede ser utilizado como referencia o plantilla para cualquier otra empresa del rubro de calzado.

REFERENCIAS

Referencias Bibliográficas

A. Libros

Chase, R. & Jacobs, F. (2014). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros*. (13° edición). México, D.F: McGRAW.HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

Chiavenato, I. (2011). *ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HUMANOS. El capital humano de las organizaciones*. (8° edición). México, D.F: McGRAW.HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

Freivalds, A & Niebel, B. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. (13° edición). México, D.F: McGRAW-HILL INTERAMERICANA.

Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra, M. (2008). *Administración de Operaciones*. (8° edición). México: PEARSON EDUCACIÓN.

Nahmias, S. (2014). *Análisis de la producción y las operaciones*. (6° edición). México, D.F: McGRAW.HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

Render, B. & Heizer, J. (2014). *Principios de administración de operaciones*. (9° edición). México: PEARSON EDUCACIÓN.

B. Direcciones electrónicas

MUNDIPRESS. (2018). Anuario del sector mundial del calzado: año 2017. En Revista del Calzado. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE COMPONENTES PARA EL CALZADO. Número 216. Mayo-Junio 2018. [En línea]. Recuperado de <http://revistadelcalzado.com/anuario-del-sector-zapatos-2017/>

SERMA. (s.f.). Sector calzado en Latinoamérica. En SERMA. Moda, tecnología y Mercados para la Industria del Calzado. Edición 130. Temporada Primavera Verano 2019-2020. [En línea]. Recuperado de <http://serma.net/noticias/info-serma/estadisticas-informe-latinoamericano/>

Gonzales, T. (2018). La industria peruana de calzado cerró 2017 con incrementos de 7% en sus exportaciones. En FASHION NETWORK. [En línea]. Recuperado de <https://pe.fashionnetwork.com/news/La-industria-peruana-de-calzado-cerro-2017-con-incrementos-de-7-en-sus-exportaciones,949044.html#.XLSeIVVKjIU>

Aranda, W. (2018). En 70% cae la producción y venta de calzado en Trujillo. En Grupo La República Publicaciones S.A. [En línea]. Recuperado de <https://larepublica.pe/sociedad/1354982-70-cae-produccion-venta-calzado-trujillo>

Loayza, C. (2017). El porvenir solo exporta de 2% a 3% de su producción de calzado. En GRUPORPP S.A.C. [En línea]. Recuperado de <https://rpp.pe/peru/la-libertad/el-porvenir-solo-exporta-de-2-a-3-de-su-produccion-de-calzado-noticia-1091176>

Referencias de tesis

Aliaga, A. y Infante, E. (2016). *PROPUESTA DE MEJORA EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LÍNEA DE CALZADO HAWAI PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA CALZADO GRETTEY*. (Tesis Ingeniero). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Avalos, S. y Gonzales, K. (2013). *PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA LÍNEA DE CALZADO DE NIÑOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA BAMBINI SHOES – TRUJILLO*. (Tesis Ingeniero). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Céspedes, D. y Rojas, F. (2014). *DISEÑO DE UN PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES Y SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ABRAZADERAS DE LA FACTORÍA SÁNCHEZ S.A.C.* (Tesis de Ingeniero). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Flores, M. (2013). *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MRP LL PARA UNA PLANTA DE CONFECCIONES TEXTILES*. (Tesis de Magister). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Pinzón, M. (2016). *DISEÑO DEL PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA EL PROCESO PRODUCTIVO EN INDUSTRIA DE CARROCERÍAS LOGOS*. (Tesis de Ingeniero). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Boyacá, Colombia.

ANEXOS

ANEXO n.º 1. La producción mundial de calzado en 2017

PARES (MILLONES)	PORCENTAJE MUNDIAL (%)	2017/2016 (%)
13 523	57,5	+3,2
2 409	10,2	+6,7
1 100	4,7	-7,2
1 083	4,6	-1,5
909	3,9	-4,7
428	1,8	+13,2
400	1,7	-20
398	1,7	-0,3
259	1,1	+2
191	0,8	+1,6

ANEXO n.º 2. El consumo mundial de calzado en 2017

PARES (MILLONES)	PORCENTAJE MUNDIAL (%)	2017/2016
3 985	18,4	+2,9
2 491	11,5	+10,7
2 342	10,8	+2,3
886	4,1	+1,3
805	3,7	-5,4
704	3,3	+6,8
489	2,3	-8,6
450	2,1	+2,8
416	1,9	+7,5
409	1,9	+1,5

ANEXO n.º 3. La exportación mundial de calzado en 2017

PARES (MILLONES)	2017/2016 (%)	VALOR (MILLONES \$)	2017/2016 (valor)
9 678	+3,9	45 897	+2,3
1 018	-0,3	18 018	+18
281	+11,1	7 013	+29,2
252	+5,9	6 578	+10,6
222	+3,7	729	+9,8
217	-16,2	4 784	+5,7
216	+4,9	10 388	+5,7
196	-8,8	2 135	-1
183	-22,5	1 810	-26
180	+22,4	3 607	+23,9

ANEXO n.º 4. Estadísticas de calzado de los principales países de América Latina

PAÍS	AÑO	PRODUCCIÓN DE PARES	EXPORTACIÓN DE PARES	IMPORTACIÓN DE PARES	CONSUMO ANUAL P/HAB.	PBI U\$S PER CÁPITA
ARGENTINA 43 590 000 hab.	2016	110 000 000	600 000	27 600 000	3,1	12 449
	2017	100 000 000	642 000	34 500 000	3,1	12 800
BOLIVIA 11 460 000 hab.	2016	13 600 000	100 000	21 200 000	3	3 105
	2017	14 400 000	100 000	19 200 000	3	3 217
BRASIL 207 700 000 hab.	2016	954 000 000	125 600 000	22 700 000	4	8 650
	2017	992 000 000	127 100 000	23 800 000	4,2	8 736
CHILE 17 900 000 hab.	2016	7 000 000	308 840	105 400 000	6,2	13 793
	2017	7 200 000	317 980	114 473 000	6,7	13 990
COLOMBIA 49 982 000 hab.	2016	92 500 000	760 000	61 400 000	3	5 806
	2017	91 850 000	890 000	64 470 000	3,1	5 910
ECUADOR 126 550 000 hab.	2016	39 200 000	550 000	18 000 000	3,4	5 969
	2017	37 200 000	520 000	18 900 000	3,3	6 058
MÉXICO 126 350 000 hab.	2016	260 000 000	25 300 000	64 500 000	2,3	8 201
	2017	260 000 000	26 300 000	88 000 000	2,5	8 363
PARAGUAY 7 042 000 hab.	2016	5 300 000	700 000	25 300 000	4,1	4 080
	2017	5 150 000	680 000	28 900 000	4,7	4 243
PERÚ 31 826 018 hab.	2016	51 400 000	2 310 000	49 500 000	3,1	6 046
	2017	60 650 000	2 472 000	43 430 000	3,2	6 197
URUGUAY 3 427 000 hab.	2016	1 450 000	12 000	14 800 000	4,6	15 221
	2017	1 400 000	11 000	16 280 000	5,1	15 630
VENEZUELA 31 811 000 hab.	2016	20 700 000	-	52 200 000	2,3	-
	2017	23 800 000	40 000	56 376 000	2,5	7 125

ANEXO n.º 5. Encuesta de matriz de priorización en el área de producción

CAUSA	PREGUNTAS CON RESPECTO A LAS PRINCIPALES CAUSAS	CALIFICACIÓN		
		ALTO	REGULAR	BAJO
Cr1	Aumento de mermas en la línea de calzado			
Cr2	Fatiga de los trabajadores			
Cr3	Retrasos en la línea de calzado			
Cr4	Ausencia de sistemas de planificación de la producción			
Cr5	Falta de procedimientos de distribución en procesos de producción			
Cr6	Distribución de planta deficiente			
Cr7	Inexistencia de controles en el aprovisionamiento de materiales			
Cr8	Falta de estandarización en el control de tiempos en los procesos productivos			
Cr9	Cantidad imprecisa de materiales a utilizar			
Cr10	Elevado costo operativo de paradas inesperadas de máquinas			

ANEXO n.º 6. Matriz de priorización en el área de producción

		MANO DE OBRA			MÉTODOS			MATERIALES	MEDICIÓN		MÁQUINARIA
Estación de trabajo	CAUSAS	Cr1: Aumento de mermas en la línea de calzado	Cr2: Fatiga de los trabajadores	Cr3: Retrasos en línea de calzado	Cr4: Ausencia de sistemas de planificación de la producción	Cr5: Falta de procedimientos de distribución en procesos de producción	Cr6: Distribución de planta deficiente	Cr7: Inexistencia de controles en el aprovisionamiento de materiales	Cr8: Falta de estandarización en el control de tiempos en los procesos productivos	Cr9: Cantidad imprecisa de materiales a utilizar	Cr10: elevado costo operativo de paradas inesperadas de máquinas
	Resultados Encuestas										
Cortado	Operario 1	3	1	2	3	1	1	3	0	3	1
Perfilado	Operario 1	3	0	3	2	0	1	1	0	2	0
	Operario 2	2	2	3	3	1	2	2	1	3	1
	Operario 3	2	0	3	2	0	2	3	2	2	2
	Operario 4	3	1	2	2	2	1	2	1	3	1
	Operario 5	3	1	3	1	1	2	2	0	3	0
	Operario 6	3	0	2	2	0	0	3	0	2	1
Armado y pegado	Operario 1	2	1	2	3	1	1	3	1	3	0
	Operario 2	3	1	1	3	1	1	3	0	3	1
	Operario 3	1	0	2	2	1	0	2	1	2	0
	Operario 4	2	1	3	2	2	1	2	0	1	1
	Operario 5	3	0	2	3	1	0	2	1	2	0
	Operario 6	2	1	3	2	0	1	3	0	3	2
Etiquetado, lustrado y alistado	Operario1	2	1	1	3	1	1	3	1	3	1
Calificación total		34	10	32	33	12	14	34	8	35	11

ANEXO n.º 7. Diagrama de Pareto en el área de producción

ITEM	CAUSAS	FRECUENCIA PRIORIZACIÓN	%	% ACUMULADO	80-20
Cr9	Excesivo tiempo ocioso del personal del área de producción	35	16%	16%	80%
Cr7	Inexistencia de programas en el aprovisionamiento de materiales	34	15%	31%	80%
Cr1	Aumento de mermas en la línea de producción	34	15%	46%	80%
Cr4	Ausencia de sistemas de planificación de la producción	33	15%	61%	80%
Cr3	Retrasos en la línea de calzado	32	14%	75%	80%
Cr6	Distribución de planta deficiente	14	6%	82%	80%
Cr5	Falta de procedimiento de distribución de los procesos de producción	12	5%	87%	80%
Cr10	Elevado costo operativo de paradas inesperadas de máquinas	11	5%	92%	80%
Cr2	Fatiga de los trabajadores	10	4%	96%	80%
Cr8	Falta de estandarización en el control de tiempos en los procesos productivos	8	4%	100%	80%
TOTAL		223			

ANEXO n.º 8. Matriz de indicadores

CRi	CAUSA RAIZ	INDICADOR	FORMULA	DESCRIPCIÓN
CR9	Falta de indicadores de control de tiempos de la producción	% de procesos estandarizados	$\frac{\text{Procesos Estándar}}{\text{Total de procesos}} \times 100\%$	Evidencia la cantidad de procesos que son medidos
CR4	Falta de procesos de producción estandarizados y planificados	% de producción planificada	$\frac{\text{Producción estandarizada}}{\text{Producción total}} \times 100\%$	Presenta el porcentaje de la producción que está planificada y controlada.
CR7	Ausencia de planificación de materia prima	% de consumo efectivo de M.P	$\frac{\text{Cantidad de MP consumida}}{\text{Total de MP}} \times 100\%$	Indica el porcentaje de MP utilizada efectivamente
CR3	No existe un adecuado abastecimiento de materiales	% de abastecimiento efectivo de materiales	$\frac{\text{Nº de abastecimientos a tiempo}}{\text{Total de abastecimiento de materiales programados}} \times 100\%$	Indica el porcentaje de abastecimientos programados que son planificados
CR1	Falta de programas de capacitación del personal	% de trabajadores capacitados	$\frac{\text{Trabajadores capacitados}}{\text{Total de trabajadores}} \times 100\%$	Expone la proporción de trabajadores capacitados

ANEXO n.º 10. Hoja de estudio de tiempos – operación cortado

TOMA DE TIEMPOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN			
Operación: Cortado			
Producto : Calzado sport para damas (por par)			
Elementos	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3
	Cortado cuero	Cortado forro	Cortado de Microporoso
Muestras			
Muestra 1	1.43 min	1.40 min	1.67 min
Muestra 2	1.42 min	1.41 min	1.66 min
Muestra 3	1.41 min	1.42 min	1.64 min
Muestra 4	1.42 min	1.41 min	1.64 min
Muestra 5	1.42 min	1.41 min	1.68 min
Muestra 6	1.42 min	1.40 min	1.66 min
Muestra 7	1.41 min	1.41 min	1.67 min
Muestra 8	1.42 min	1.41 min	1.67 min
Muestra 9	1.42 min	1.42 min	1.66 min
Muestra 10	1.42 min	1.41 min	1.69 min
Muestra 11	1.41 min	1.41 min	1.67 min
Muestra 12	1.42 min	1.41 min	1.65 min
Muestra 13	1.42 min	1.41 min	1.68 min
Muestra 14	1.42 min	1.42 min	1.66 min
Muestra 15	1.42 min	1.40 min	1.69 min
Muestra 16	1.43 min	1.41 min	1.69 min
Muestra 17	1.42 min	1.41 min	1.66 min
Muestra 18	1.42 min	1.40 min	1.67 min
Muestra 19	1.42 min	1.42 min	1.64 min
Muestra 20	1.43 min	1.41 min	1.65 min
Promedio	1.42 min	1.41 min	1.67 min
Total			4.50 min
Factor de valoración			1.08
Habilidad	C1		0.06
Esfuerzo	C2		0.02
Condiciones	D		0.00
Resistencia	D		0.00
Tiempo Normal			4.85
Suplementos %			9%
Necesidades personales			5%
Fatiga			2%
Tedio			2%
Tiempo Estándar			5.29 min

ANEXO n.º 11. Hoja de estudio de tiempos – operación perfilado

TOMA DE TIEMPOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN				
Operación: Perfilado				
Producto : Calzado sport para damas (por par)				
Elementos	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4
Muestras	Pasado de pegamento	Doblado de bordes	Unión de piezas	Cosido de cuero
Muestra 1	4.65 min	4.60 min	4.73 min	6.00 min
Muestra 2	3.65 min	4.60 min	4.73 min	7.00 min
Muestra 3	4.65 min	3.60 min	4.73 min	5.00 min
Muestra 4	5.65 min	4.60 min	4.73 min	5.00 min
Muestra 5	4.65 min	4.60 min	4.72 min	7.00 min
Muestra 6	4.65 min	4.60 min	4.73 min	6.00 min
Muestra 7	4.65 min	4.60 min	4.73 min	6.00 min
Muestra 8	3.65 min	3.60 min	4.73 min	7.00 min
Muestra 9	4.65 min	4.60 min	4.73 min	8.00 min
Muestra 10	4.65 min	4.60 min	4.71 min	6.00 min
Muestra 11	4.65 min	4.60 min	4.73 min	6.00 min
Muestra 12	5.65 min	5.60 min	4.73 min	6.00 min
Muestra 13	4.65 min	4.60 min	4.73 min	6.00 min
Muestra 14	4.65 min	4.60 min	4.73 min	7.00 min
Muestra 15	3.65 min	5.60 min	4.73 min	7.00 min
Muestra 16	6.65 min	4.60 min	4.71 min	6.00 min
Muestra 17	3.65 min	4.60 min	4.73 min	7.00 min
Muestra 18	4.65 min	4.60 min	4.72 min	6.00 min
Muestra 19	4.65 min	4.60 min	4.73 min	7.00 min
Muestra 20	4.65 min	4.60 min	4.73 min	6.00 min
Promedio	4.65 min	4.60 min	4.73 min	6.35 min
Total				20.33 min
Factor de valoración				1.09
Habilidad			C1	0.06
Esfuerzo			C1	0.05
Condiciones			D	0.00
Resistencia			E	-0.02
Tiempo Normal				22.16
Suplementos %				10%
Necesidades personales				5%
Fatiga				2%
Tedio				3%
Tiempo Estándar				24.37 min

ANEXO n.º 12. Hoja de estudio de tiempos – operación armado

TOMA DE TIEMPOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN					
Operación: Armado					
Producto : Calzado sport para damas (por par)					
Elementos Muestras	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5
	Cortado y pegado de forro y Microporoso	Empastado (unión de piezas)	Descalzado	Pegado de PVC	Pegado de planta (maquina pegadora)
Muestra 1	1.26 min	15.33 min	2.50 min	1.67 min	2.41 min
Muestra 2	1.27 min	15.30 min	2.40 min	1.66 min	2.41 min
Muestra 3	1.24 min	15.36 min	2.50 min	1.67 min	2.41 min
Muestra 4	1.26 min	15.33 min	2.50 min	1.66 min	2.41 min
Muestra 5	1.26 min	15.33 min	2.60 min	1.66 min	2.41 min
Muestra 6	1.26 min	15.33 min	2.60 min	1.65 min	2.41 min
Muestra 7	1.27 min	15.30 min	2.50 min	1.65 min	2.41 min
Muestra 8	1.24 min	15.33 min	2.50 min	1.68 min	2.41 min
Muestra 9	1.28 min	15.33 min	2.40 min	1.66 min	2.41 min
Muestra 10	1.26 min	15.33 min	2.50 min	1.67 min	2.41 min
Muestra 11	1.26 min	15.33 min	2.60 min	1.67 min	2.41 min
Muestra 12	1.25 min	15.33 min	2.50 min	1.68 min	2.41 min
Muestra 13	1.25 min	15.33 min	2.50 min	1.67 min	2.41 min
Muestra 14	1.25 min	15.33 min	2.50 min	1.67 min	2.41 min
Muestra 15	1.24 min	15.33 min	2.50 min	1.65 min	2.41 min
Muestra 16	1.26 min	15.33 min	2.50 min	1.68 min	2.41 min
Muestra 17	1.25 min	15.36 min	2.50 min	1.67 min	2.41 min
Muestra 18	1.24 min	15.33 min	2.50 min	1.68 min	2.41 min
Muestra 19	1.25 min	15.36 min	2.40 min	1.67 min	2.41 min
Muestra 20	1.24 min	15.33 min	2.50 min	1.65 min	2.41 min
Promedio	1.25 min	15.33 min	2.50 min	1.67 min	2.41 min
Total					23.16 min
Factor de valoración					1.02
Habilidad				C1	0.06
Esfuerzo				C1	0.05
Condiciones				F	-0.07
Resistencia				E	-0.02
Tiempo Normal					23.62
Suplementos %					11%
Necesidades personales					5%
Fatiga					3%
Tedio					3%
Tiempo Estándar					26.22 min

ANEXO n.º 13. Hoja de estudio de tiempos – operación alistado

TOMA DE TIEMPOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN							
Operación: Alistado							
Producto : Calzado sport para damas (por par)							
Elementos	Elemento 1	Elemento 2	Elemento 3	Elemento 4	Elemento 5	Elemento 6	Elemento 7
Muestras	Cortado de cuero (marca)	Sellado de marca	Limpieza	Lustrado	Etiquetado	Embolsado	Encajado
Muestra 1	1.45 min	0.98 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 2	1.48 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.94 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 3	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 4	1.42 min	1.02 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 5	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 6	1.48 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 7	1.45 min	1.02 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 8	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	1.00 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 9	1.42 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.94 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 10	1.45 min	1.02 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 11	1.48 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 12	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.94 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 13	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	1.00 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 14	1.42 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 15	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 16	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.94 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 17	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 18	1.45 min	0.98 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 19	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Muestra 20	1.50 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	1.00 min	0.39 min	0.72 min
Promedio	1.45 min	1.00 min	0.47 min	0.50 min	0.97 min	0.39 min	0.72 min
Total							5.50 min
Factor de valoración							1.02
Habilidad						C2	0.03
Esfuerzo						C1	0.05
Condiciones						F	-0.07
Resistencia						C	0.01
Tiempo Normal							5.61
Suplementos %							9%
Necesidades personales							5%
Fatiga							2%
Tedio							2%
Tiempo Estándar							6.12 min

ANEXO n.º 14. Costo de materiales en el proceso de fabricación de calzado sport para damas

Material	Unidad de medida	C.U (S/.)
Cuero crazy marrón	metro	22
Cuero graso color marrón	metro	22
Cuero graso color azul	metro	22
Badana	metro	18
Gamuzón	metro	15
Antitranspirante	plancha	10
Organza laminada marrón	plancha	15
Celastick (contrafuerte)	metro	4,5
Falsa (Fibra zebra)	metro	15
Planta TR-23	docena	120
Pasadores	docena	5
Hilo	cono	6,5
Toalla (Plantilla)	plancha	7
Esponja (Espuma)	tira	5
Esponja (Refuerzo)	plancha	4
Sellos de transfer	docena	5,5
Caja de zapatos	docena	15