



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área
de granallado de la empresa metalmecánica PaintBlast S.A.C.,
Lima, 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial**

AUTORES:

Alvarez Villanueva, Merly Giuliana (ORCID: 0000-0003-0440-8022)

Hernández Bernal, Kesli Magali (ORCID: 0000-0003-1600-2708)

ASESORA:

Mgr. Egusquiza Rodriguez, Margarita Jesus (ORCID: 0000-0001-9734-0244)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A nuestros padres, que nos han apoyado incondicionalmente y nos han brindado amor y paciencia para terminar nuestra tesis.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios, por darnos fortalezas y perseverancia. A nuestros profesores por brindarnos los conocimientos necesarios para convertirnos en grandes profesionales. A nuestra asesora Margarita Jesús Egusquiza Rodríguez, por brindarnos su apoyo, compromiso y conocimiento para la elaboración de la presente tesis.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, muestra y muestreo.....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	17
3.5. Procedimientos	19
3.6. Métodos de análisis de datos.....	84
3.7. Aspectos éticos	84
IV. RESULTADOS	85
V. DISCUSIÓN.....	96
VI. CONCLUSIONES.....	100
VII. RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS.....	102
ANEXOS	109

Índice de tablas

Tabla 1. Diagrama de actividades (pre - test).....	24
Tabla 2. Toma de tiempos (pre-test)	28
Tabla 3. Cálculo de muestras (pre-test)	29
Tabla 4. Cálculo de muestras (pre-test)	30
Tabla 5. Tiempo estandar (pre-test)	30
Tabla 6. Capacidad instalada (pre-test)	31
Tabla 7. Factor de valoración.....	31
Tabla 8. Eficiencia Noviembre 2019 (pre-test)	32
Tabla 9. Eficacia Noviembre 2019 (pre-test)	33
Tabla 10. Productividad Noviembre 2019 (pre-test)	34
Tabla 11. Sobretiempos Julio 2019	36
Tabla 12. Costos de Sobretiempos Julio 2019	36
Tabla 13. Sobretiempos Agosto 2019	36
Tabla 14. Costos de Sobretiempos Agosto 2019	37
Tabla 15. Resumen de costos por Sobretiempos Julio – Agosto 2019	37
Tabla 16. Alternativas de solución de las causas principales (pre-test)	38
Tabla 17. Presupuesto de implementación	39
Tabla 18. Cronograma de ejecución	40
Tabla 19. Operaciones del proceso de granallado	41
Tabla 20. Actividades que agregan valor	42
Tabla 21. Actividades que no agregan valor	43
Tabla 22. Técnica del interrogatorio sistemático (Etapa:Examinar)	44
Tabla 23. Técnica del interrogatorio sistemático (Etapa:Desarrollar)	46
Tabla 24. Beneficio social del operario.....	48
Tabla 25. Costos de producción mes de Noviembre (pre-test)	49
Tabla 26. Diagrama de análisis de proceso (post –test)	51
Tabla 27. Cronograma de capacitación.....	55
Tabla 28. Evaluación de conocimientos	56
Tabla 29. Ponderados de calificación.....	56
Tabla 30. Evaluación de conocimientos final.....	60
Tabla 31. Diagrama de análisis de proceso de elaboración de planchas metálicas (post –test).....	62
Tabla 32. Resultados de Estudio de métodos (pre-test vs post –test)	63
Tabla 33. Toma de tiempos (post –test).....	65
Tabla 34. Cálculo del número de muestras (post –test)	66
Tabla 35. Cálculo del promedio de tiempo observado total (post –test)	66
Tabla 36. Cálculo del tiempo estándar del servicio de granallado de planchas metálicas (post –test).....	67
Tabla 37. Resultados Estudio de tiempo (pre-test vs post –test)	68
Tabla 38. Cálculo de la capacidad instalada (post –test)	69
Tabla 39. Factor de valoración (post –test)	69
Tabla 40. Cálculo de las unidades programadas (post –test)	69
Tabla 41. Eficiencia Febrero 2020 (post –test).....	70

Tabla 42. Eficacia Febrero 2020 (post –test).....	71
Tabla 43. Productividad del mes de febrero 2020 (post –test)	72
Tabla 44. Resultados Eficiencia, eficacia y productividad (pre-test vs post –test) 72	
Tabla 45. Operaciones mejoradas (post –test).....	73
Tabla 46. Operaciones mejoradas evidencias (post-test)	74
Tabla 47. Costeo del servicio de granallado de planchas metálicas - Febrero (post-test).....	76
Tabla 48. Costo unitario de producción- febrero (pre test vs post-test).....	77
Tabla 49. Requerimientos para la implementación del Estudio del Trabajo	78
Tabla 50. Horas de trabajo utilizadas en la implementación del Estudio del Trabajo	79
Tabla 51. Inversión total realizada en la aplicación del Estudio del Trabajo	79
Tabla 52. Régimen de contribución Noviembre – 2019 (pre-test)	80
Tabla 53. Régimen de contribución Febrero – 2020 (post-test)	81
Tabla 54. Resumen del Régimen de contribución.....	82
Tabla 55. Datos previos para el cálculo del VAN y TIR.....	83
Tabla 56. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR). 83	
Tabla 57. Índice de actividades que agregan valor	85
Tabla 58. Tiempo estándar antes y después.....	86
Tabla 59. Estadística descriptiva de la productividad.....	87
Tabla 60. Estadística descriptiva de la eficiencia	88
Tabla 61. Estadística descriptiva de la eficacia	88
Tabla 62. Prueba de normalidad de productividad de Shapiro – Wilk.....	90
Tabla 63. Estadística descriptiva de la productividad.....	90
Tabla 64. Estadísticos de prueba Wilcoxon para la variable productividad.....	91
Tabla 65. Prueba de normalidad de eficiencia de Shapiro – Wilk	92
Tabla 66. Estadística descriptiva de la eficiencia	92
Tabla 67. Estadísticos de prueba Wilcoxon para la variable eficiencia	93
Tabla 68. Prueba de normalidad de eficacia de Shapiro – Wilk.....	94
Tabla 69. Estadística descriptiva de la eficacia	94
Tabla 70. Estadísticos de prueba Wilcoxon para la variable eficacia	95
Tabla 71: Operarios en el proceso de granallado.....	110
Tabla 72: Lista de problemas	110
Tabla 73: Situación actual de la empresa en el último trimestre, 2019	111
Tabla 74: Matriz de correlación	113
Tabla 75. Frecuencia y porcentaje	113
Tabla 76. Estratificación de causas.....	114
Tabla 77. Matriz de priorización	115
Tabla 78. Alternativas de solución.....	116
Tabla 79. Sistema de calificación de Westinghouse	117
Tabla 80. Relación de servicios de granallado	121
Tabla 81. Datos históricos sobre el servicio de granallado	122
Tabla 82. Relación de equipos de granallado	123

Índice de figuras

Figura 1. Recepción	20
Figura 2. Limpieza de contaminantes.....	21
Figura 3. Limpieza de soldadura	21
Figura 4. Preparación de cabina	21
Figura 5. Preparación del compresor	22
Figura 6. Chorreado	22
Figura 7. Diagrama de operaciones (pre test)	23
Figura 8. Distribución de planta (pre test)	26
Figura 9. Productividad (pre-test).....	35
Figura 10. Luz reflector - antes.....	53
Figura 11. Luz reflector – después.....	53
Figura 12. Distribución de planta (post- test).....	54
Figura 13. Curso inducción.....	57
Figura 14. Evaluación de contaminantes	57
Figura 15. Curso de grados de limpieza.....	58
Figura 16. Identificación de grados de limpieza	58
Figura 17. Práctica de granallado.....	59
Figura 18. Taller de uso de montacargas	59
Figura 19. Identificación de componentes y técnicas	59
Figura 20. Diagrama de operaciones (post- test)	61
Figura 21. Resultados Estudio de métodos (pre-test vs post- test)	64
Figura 22. Resultados de Estudio de tiempos (pre-test vs post- test)	68
Figura 23. Resultados Eficiencia, eficacia y productividad (pre-test vs post- test)	73
Figura 24. Diagrama de recorrido (pre-test vs post- test)	75
Figura 25. Costo unitario de producción - febrero (pre-test vs post- test)	77
Figura 26. Actividades que agregan valor antes y después	86
Figura 27. Tiempo estándar antes y después	86
Figura 28. Resumen de la productividad.....	87
Figura 29. Resumen de la eficiencia	88
Figura 30. Resumen de la eficacia.....	89
Figura 31. Industria por principales ramas, Enero – Octubre 2019	109
Figura 32. Exportaciones, Enero-Octubre 2019	109
Figura 33. Productividad histórica de la empresa PaintBlast, 2019.....	111
Figura 34. Diagrama de Ishikawa de la empresa PaintBlast, 2019	112
Figura 35. Diagrama de Pareto de la empresa PaintBlast, 2019.....	114
Figura 36. Estratificación de problemas	115
Figura 37. Estudio del trabajo.....	116
Figura 38. Suplementos	117
Figura 39. Suplementos por descanso.....	118
Figura 40. Diagrama de operaciones de proceso.....	118
Figura 41. Diagrama de análisis de proceso	119
Figura 42. Diagrama de recorrido de la fabricación de un cinturón para vestido	119
Figura 43. Organigrama de cargos de la empresa PaintBlast, 2019.	120
Figura 44. Organigrama del área de granallado de la empresa , 2019.....	120

Resumen

El presente proyecto titulado “Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de granallado de la empresa metalmecánica PaintBlast S.A.C., Lima, 2020”, presenta como objetivo general, determinar si el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

La investigación es de finalidad aplicada, enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasi-experimental. La población es la producción diaria de planchas metálicas de 20m² en el proceso de granallado en un periodo de 25 días laborales, la muestra es igual a la población, se utilizó como técnica la observación y los instrumentos fueron: un cronómetro, diagrama de operaciones y actividades, formatos para la toma de tiempos, número de muestras y tiempo estándar, fichas para la eficiencia, eficacia y productividad. Asimismo, estos instrumentos fueron validados por tres expertos en el tema.

Para finalizar, se realizó un análisis descriptivo e inferencial, donde se verificó que los datos de las variables son no paramétricos y se realizó la prueba de Wilcoxon. Con ello, se demostró que la eficiencia incrementó en 9.94% y la eficacia en 4.45%. Por tanto, se concluye que la implementación del estudio del trabajo mejoró la productividad de 57.43% a 65.77%.

Palabras claves: Productividad, eficiencia, eficacia, estudio del trabajo

Abstract

The present project entitled "Study of the work to improve productivity in the area of shot blasting of the metalworking company PaintBlast S.A.C., Lima, 2020", presents as a general objective, to determine if the study of work improves productivity in the area of shot blasting of the company PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

The research is of applied purpose, quantitative approach, explanatory level and quasi-experimental design. The population is the daily production of 20m² metal sheets in the blasting process in a period of 25 working days, the sample is equal to the population, observation was used as a technique and the instruments were: a stopwatch, operations diagram and activities, formats for taking time, number of samples and standard time, cards for efficiency, effectiveness and productivity. Furthermore, these instruments were validated by three experts on the subject.

To finish, a descriptive and inferential analysis was performed, where it was verified that the data of the variables are non-parametric and the Wilcoxon test was performed. With this, it was shown that efficiency increased by 9.96% and efficacy by 4.45%. Therefore, it is concluded that the implementation of the study of work improved productivity from 57.43% to 65.77%.

Keywords: Productivity, efficiency, Effectiveness, Work Study

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la CCL, dio a conocer que el sector metalmecánico en los últimos años creció significativamente en un 14,4%. Asimismo, en México tuvo un crecimiento representativo, ya que en el año 2019 llegó al 65,51% de sus exportaciones. Por otro lado, según un estudio realizado por Global Market Insights, el mercado del acero incrementó en Estados Unidos y puede registrar ganancias de 4,5 % a nivel mundial para el 2024. Por otro lado, la productividad en América y el Caribe es relativamente baja. Por tanto es importante aplicar estrategias para mejorar la productividad industrial. (Figal, López, Maffioli y Ruzzier; 2020; p.1).

Según el ministerio de la producción (PRODUCE), la industria de estructuras metálicas creció 17.9% en el primer cuatrimestre del año 2019 a comparación del 2018. Además, mencionó que la industria metalmecánica es esencial para el PBI nacional, debido a su relación con otros sectores económicos como por ejemplo la minería, construcción y transporte. Asimismo, según el Instituto de Estudios Económicos y sociales (IEES), la industria de productos derivados del metal creció en un 12,8% entre los meses de enero- octubre del año 2019 (Ver anexo3). Por otro lado, las exportaciones totales ascendieron a US\$112 millones en octubre del 2019, donde el sector metalúrgico representó el 9%. (Ver anexo4)

El presente proyecto se realizó en la empresa metalmecánica PaintBlast S.A.C., la cual está ubicada en el distrito de Villa El Salvador y se ocupa de brindar el servicio de limpieza de partículas y contaminantes en planchas metálicas según normas establecidas. Esta empresa se creó a inicios del 2019 y logró posicionarse en el mercado consiguiendo grandes proyectos. Actualmente, cuenta con 7 operarios en el proceso de granallado, los cuales tiene una jornada laboral de 8 horas diarias. (Ver anexo 5) Sin embargo, se observó que existen varios factores por mejorar, pues no tienen procedimientos establecidos y no se logra cumplir con el requerimiento del cliente, es por ello, que al no cumplir con las exigencias se tiene una baja productividad. Por consiguiente, se muestra la presente tabla, donde

especifica datos históricos de la productividad en los meses junio, julio y agosto del 2019. (Ver anexo 7 y 8).

En consecuencia, se elaboró el diagrama de Ishikawa, en el cual se especificó las principales causas que originan el problema, teniendo en cuenta factores como maquinaria, mano de obra, materiales, medio ambiente, métodos y medición. (Ver anexo 9). Asimismo, para un mejor análisis del problema, se aplicó la herramienta de Pareto. Para ello, se realizó la matriz de correlación, en la cual se les dio un puntaje de 0 a 1 dependiendo del grado de importancia que se le otorgue, siendo 1= más importante. (Ver anexo 10).

A continuación, se procedió a ordenar las causas de mayor a menor correlación. Puesto que, la frecuencia de defectos se considera como el grado de relación que tiene una causa con el problema principal. (Ver anexo 11). Seguidamente se realizó el diagrama de Pareto, el cual permitió identificar las principales causas que originan el problema, para ello se utilizaron los datos de frecuencia y porcentaje; especificado en la tabla anterior. (Ver anexo 12).

Por ende, se concluyó que la mayoría de las causas que originan la baja productividad es debido a los métodos de trabajo no adecuados (20%), tiempos improductivos (38%), distribución inadecuada de planta (54%), sobretiempos (67%) y trabajadores sin capacitación en el proceso de granallado (78%). Por consiguiente, todas las causas que originan el problema de la baja productividad fueron agrupadas por áreas, las cuales se dividieron en: procesos, gestión, mantenimiento y calidad. (Ver anexo 13 y 14).

Asimismo, se observó que en el sector de procesos se encuentra la mayor parte de problemas, sumando un total de 28 de frecuencia. Por tanto, la baja productividad se estuvo originando principalmente en el área de procesos y por ello fue relevante brindar una solución enfocada en el tema de procesos. Para ello, se analizó las alternativas de solución mediante la matriz de priorización, donde se pudo apreciar que el área de procesos presenta un nivel de criticidad alto con un valor de 32, siendo este el más importante. (Ver anexo 15).

Por consiguiente, se realizó la matriz de alternativas de solución, en la cual se presentó posibles soluciones mediante la siguiente calificación: excelente = 5, muy bueno = 4, bueno = 3, regular = 2, indiferente = 1. (Ver anexo 16); donde finalmente el estudio de trabajo obtuvo el valor más alto después de haber analizado los 4 criterios (efectividad, facilidad, tiempo y costo). Por tanto, es la alternativa que se aplicó en el presente proyecto para solucionar el problema de la baja productividad del área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C.

Seguidamente se realizó la **formulación del problema general**:

-¿De qué manera el estudio de trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020?

A continuación, se presentan los **problemas específicos**:

-¿De qué manera el estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020?

-¿De qué manera el estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020?

Asimismo, se presenta las siguientes justificaciones:

-Se justificó de manera **económica**, ya que mejoró la productividad de la empresa PaintBlast, mediante la aplicación del Estudio de trabajo. Con ello, se disminuyó el costo unitario del servicio y por ende mejoró sus ingresos.

-Se justificó de manera **teórica**, puesto que se realizó con el fin de aportar conocimientos que ya existen sobre el estudio del trabajo; el resultado de la toma de tiempos ayudó a sistematizar propuestas de solución y llevarse a la práctica para mejorar la eficiencia y eficacia en la empresa.

-Se justificó de manera **práctica** porque se encontró un problema en la empresa, que son los procedimientos de trabajo no establecidos. Por consiguiente, se pretendió dar solución mediante la realización de un estudio de tiempos con el fin de optimizar operaciones aplicando técnicas y métodos de trabajo.

-La investigación fue **metodológica** ya que se utilizó técnicas y métodos con el fin de solucionar problemas y otros investigadores lo puedan aplicar.

A continuación, se muestra la **hipótesis general**:

El estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

Por consiguiente, se muestra las **hipótesis específicas**:

-El estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

-El estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

De la misma forma sucede con el **objetivo general**:

-Determinar si el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

A continuación, se presenta los **objetivos específicos**:

-Determinar si el estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

-Determinar si el estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Según Valentin, Juan (2018), en su obra titulada “Aplicación del estudio del trabajo en la empresa molinera para incrementar la productividad en el proceso de envasado de harinas” de la Universidad Tecnológica del Perú. Presenta como objetivo principal aumentar la productividad en el proceso de envasado de harinas industriales de trigo mediante la implementación del estudio del trabajo. Asimismo, la investigación del autor fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y con un diseño experimental. Finalmente, se llega a la conclusión que el estudio del trabajo es fundamental, ya que realiza un estudio detallado de las actividades que se llevan a cabo dentro del proceso y se obtuvo como resultado la disminución del tiempo estándar del proceso de envasado, lo cual logró aumentar en un 36% la productividad de 105 a 143 sacos por horas hombre. Esta investigación apoyó a tener un mejor conocimiento sobre la aplicación de medición de trabajo en las diferentes operaciones. Del mismo modo instruyó en la realización de un método más apropiado en el proceso productivo.

Según Bustamante, Marisela (2018), en su trabajo de investigación “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Kuri Néctar S.A.C, 2017” de la universidad Señor de Sipán, Perú. Establece como objetivo la reducción de tiempos improductivos, a través del uso de técnicas de ingeniería industrial, aplicando el estudio de tiempos mediante el cronometraje de vuelta a cero, la observación se ejecutó mediante el método estadístico y la escala británica 0-100 para el sistema de valoración. Asimismo, el trabajo fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño no experimental transversal. En conclusión, se logró disminuir el tiempo estándar de 279.16 a 230.41 minutos, del mismo la productividad incrementó de 40 cajas por operario a 52 cajas por operario y un beneficio costo de 1.63%, llegando a la síntesis de que el proyecto era rentable para la empresa. El aporte del enunciado anterior permitió tener un mejor conocimiento sobre el análisis del tiempo estándar y la programación de las cantidades diarias de pedidos, lo que garantiza el cumplimiento y satisfacción con los clientes.

Según Sacha, Yasmina (2018), en su obra “Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en una empresa textil” de la Universidad Peruana de los Andes, Perú. Establece como objetivo principal elevar la productividad en el área de producción de la empresa textil Sirius Sport mediante la implementación del estudio de trabajo. Asimismo, la investigación del autor fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y con un diseño experimental. Sin embargo, en los últimos meses del año 2017 se observó bajos índices de productividad en la empresa. Luego de realizar un estudio de las operaciones en el área de producción, se vio conveniente implementar la herramienta del estudio del trabajo para hacer frente a los problemas presentados y lograr así la mejora de la productividad. Después de la implementación el tiempo estándar disminuyó en de 77.89 minutos a 21.78, aumentando así la eficiencia de 74.07% a 97.27%. En conclusión, se obtuvo como resultado un crecimiento de la productividad, la cual aumentó en un 32.63%. Este estudio ha brindado un aporte muy conveniente, ya que demuestra y emplea las dimensiones estudio de métodos y estudio de tiempos para mejorar la productividad y rentabilidad de la empresa.

Según Velasco, John (2017), en su obra titulada “Aplicación de la ingeniería de métodos en la mejora del proceso de fabricación de pallets de madera para incrementar la productividad de la empresa manufacturas y procesos integrados E.I.R.L.”, de la Universidad Privada del Norte, Perú. Establece como objetivo fundamental acrecentar la productividad de la empresa, mediante la aplicación de la ingeniería de métodos en la mejora del proceso productivo. Asimismo, la investigación del autor fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y con un diseño experimental La empresa mencionada, está dedicada a la fabricación de pallets de madera y no cuenta con una estandarización de sus procesos. En conclusión, se redujo el tiempo de operación para el proceso de corte y cepillo, el cual era el que generaba mayor tiempo de ejecución con 870 minutos y logro reducirse a 531.5 minutos. Además, logró aumentar la productividad de 0.83 a 1.34. Este estudio contribuyó para comprender de manera más fácil la implementación de la ingeniería de métodos y de qué manera mejorar los procesos de la empresa, con el fin de aumentar de la productividad.

Según Pérez, Renzo (2009), en su obra “Propuesta para reducir el tiempo de entrega de pedidos en una empresa de fabricación de pinturas industriales”, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. Establece como objetivo la reducción del periodo en que se atiende en la empresa de pintura industrial. Asimismo, el desarrollo del trabajo fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo y con un diseño no experimental. Para ello, se dio como solución 3 propuestas en el cual la primera consiste en la reducción de reproceso mediante la comprobación de las normas de pintura y poner en marcha un control de calidad para las diversas operaciones; la segunda consiste en la determinación de la cantidad mínima de pedidos de ventas y por último, el mejoramiento de la gestión de pedidos. En conclusión, se logró la reducción del tiempo promedio de atención en un 26% y el tiempo máximo de atención de pedidos se redujo en un 40%. El estudio nos orientó en la manera de cómo reducir los tiempos de espera, inventarios, sobreproducción y productos defectuosos, con la finalidad de que el proceso sea más rápido y sencillo mediante la aplicación de nuevo métodos de trabajo.

Según Salas, Iboska (2018), en su estudio “Aplicación del Estudio de Trabajo para mejorar la productividad del proceso de elaboración de T-shirt en la empresa de confección textil Creaciones Victorias, Lima, 2018”. La investigación fue desarrollada en el área de producción en donde se realiza la fabricación de prendas de vestir, la empresa está presentando una baja productividad por cual el autor se plantea como objetivo mejorar la productividad del proceso de elaboración de T –shirt en la empresa de confección textil. Del mismo modo el desarrollo del trabajo fue de tipo aplicado, de enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y de diseño no experimental. En conclusión, se mejoró la productividad de 52.43% a 73.55%, el tiempo estándar disminuyó de 14 minutos a 10.5 minutos y se logró aumentar la eficiencia, eficacia reduciendo los tiempos de las operaciones del proceso. Este trabajo sirvió como aporte metodológico, ya que analiza los métodos que se usan para realizar las actividades y emplea herramientas de estudio de trabajo, así como también hace la medición de tiempos con la finalidad de mejorar el tiempo estándar y reducir la sobrecarga de trabajo.

Según Grecco, Paula, Jiménez Laura, Morales Alba, Rojas Mario y Parra Edward (2017), en su obra titulada “Revisión Sistemática de los procesos productivos de la empresa Taller del vidrio: Roque Sarmiento por medio de la aplicación de las herramientas del estudio del trabajo” de la Universidad Pontificia Bolivariana, Floridablanca, Colombia. Establece como objetivo realizar una cercanía al desarrollo de la metodología del proceso de diseño que guarde relación con la disciplina del estudio del trabajo para profundizar en el conocimiento de un proceso productivo específico y generar alternativas de mejoras. Asimismo, la investigación del autor fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y con un diseño experimental. Finalmente, concluye que, entre los resultados del estudio, predominan las alternativas de mejoras relacionadas a una nueva distribución de planta. Puesto que, representan el 64% de todas las alternativas. Este estudio es un aporte considerable para la investigación que se va a hacer, ya que permitió conocer mejor las herramientas del estudio de trabajo en un proceso productivo.

Según López, Rodolfo (2016), en su trabajo de investigación “Estudio para mejoramiento productivo en la empresa metalmecánica M.P mediante el estudio de métodos de trabajo, rediseño de instalaciones y manejo de materiales”, de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador. El objetivo de dicha investigación fue realizar un Estudio para el mejoramiento productivo, mediante el rediseño, organización y manejo de materiales. Para ello se realizó la clasificación e identificación del conjunto de operaciones, diagrama de operaciones, recorrido y los gráficos de control para determinar la duración de fabricación de un producto en la empresa metalmecánica. Asimismo, la investigación fue tipo aplicada, enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Por último, se logró reducir el tiempo de operación en 9.08 minutos. Este trabajo se fusiona con la investigación que se está elaborando ya que orienta sobre la aplicación del estudio de trabajo y de las herramientas con el fin de optimizar operaciones y con ello mejorar la productividad.

Según Montesdeoca, David (2015), en su obra titulada “Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa Productos al día dedicada a la fabricación de balanceado avícola”, de la Universidad Técnica del

Norte, Ibarra Ecuador. Tiene como objetivo encontrar su tiempo estándar de las operaciones y con ello poder encontrar su productividad total. Por otro lado, este trabajo fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo y un diseño no experimental. En conclusión, se redujo el tiempo estándar en 0.33 segundos por unidad e incrementando su productividad en un 1.6 %. Además, el tiempo que se utilizó para producir se redujo de en 85 minutos, eliminando las actividades que no generan valor. Asimismo, este trabajo ayudó a la comprensión del estudio de trabajo y a tener un mejor entendimiento de los distintos diagramas y la aplicación de cada uno de ellos para poder determinar los tiempos mínimos y máximos de cada actividad.

Según Díaz, Rosa (2012), en su obra titulada “Procedimiento sobre estudios del trabajo y sus resultados en el CIGET de SANCTI SPIRITUS” Santiago de Cuba, Cuba. Establece como objetivo lograr una mayor eficiencia de los recursos, aumentar la productividad, reducir los costos e incrementar la calidad del trabajo en el Centro de información y Gestión Tecnológica, la cual se dedica a la prestación de servicios científico-tecnológicos de informática. Asimismo, la investigación del autor fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y con un diseño experimental. Finalmente, concluye que la implementación del estudio del trabajo permitió un crecimiento de la productividad, el cual en un inicio estaba proyectado en un crecimiento del 5% y alcanzó incrementarse en un 7%. De este trabajo se puede comprender como los procedimientos documentados de estudio de trabajo mejoran los operaciones y productividad de la empresa.

El **Estudio de trabajo** tiene como fin aumentar la productividad, eliminando, reduciendo o simplificando las actividades. Asimismo, consta de ocho **etapas**, las cuales son las siguientes: Seleccionar, Registrar, Examinar, Desarrollar, Evaluar, Definir, Implantar y controlar. Además, indica que los pilares fundamentales del Estudio de trabajo son: el estudio de métodos y la medición del trabajo. (Kanawaty, 1996, p.21.). (Ver anexo 17).

La medición del trabajo es necesaria para poder suprimir o disminuir tiempos improductivos que pueden presentarse en las operaciones. Por ello, es importante hacer un **estudio de tiempo** para establecer con mayor precisión el tiempo que se necesita para llevar a cabo una determinada tarea, sirve para hallar el tiempo estándar de cada operación. Para ello, se tiene en cuenta el **sistema Westinghouse**; el cual se emplea para calificar el rendimiento del operador y sus factores son: Habilidad, Esfuerzo, condiciones y consistencia. (García, 2012, p. 185 y Tejada, 2017, p.42), (Ver anexo 18).

De la misma forma, los **suplementos** también son un factor importante a tomar en consideración. Puesto que, según Kanawaty (1996), en toda tarea siempre se exigirá el esfuerzo humano y necesidades personales. (Ver anexo 19 y 20).

El estudio de métodos es la utilización eficaz de recursos con el fin de mejorar los procedimientos y métodos de trabajo. Además, dentro de ello se encuentra al estudio de movimientos, el cual es el análisis profundo de todos los movimientos corporales que se realiza para llevar a cabo una determinada tarea. (García, 2012, p. 35)

Asimismo, para el estudio de método se realizó el **diagrama de operaciones de proceso**, el cual, según Janania (2008), es una representación gráfica donde se describe cómo se lleva a cabo un proceso. (Ver anexo 21)

Otro diagrama importante es el **diagrama de análisis de proceso**, el cual, según Meyers (2012), es la representación gráfica de un proceso determinado, donde se presenta detalladamente todas las operaciones y actividades que se realizan. (Ver anexo 22).

El **diagrama de recorrido**, se usa para complementar el análisis del proceso. Para ello, se realiza una distribución de planta el cual tiene como fin reducir los tiempos y disminuir costos (Vaughn, 1990, p.103). Aquí se especifica las áreas fijas con sus respectivas escalas y sobre ello se dibuja el recorrido del proceso, usando los símbolos de operación, inspección, demora, transporte y almacén. (Ver anexo 23).

Entre otras de las teorías relacionadas al tema, se tiene a la **productividad**, la cual es la razón que existe entre la producción obtenida total entre la cantidad total de los recursos que se han utilizado (Prokopenko, 1987, p3 y Miranda, Toirac, 2010, p.4).

Según Medina (2013), existen 3 tipos de productividad:

- **Productividad parcial.** Relaciona toda la producción con un solo recurso utilizado.
- **Productividad total.** Relaciona toda la producción de bienes y servicios con todos los recursos utilizados.
- **Productividad marginal.** Es el aumento de la producción lograda con una unidad adicional de ese insumo mientras que las otras entradas o insumos empleados se mantienen constantes.

Asimismo, según la Organización Internacional del Trabajo (2016), **la productividad** presenta factores internos y externos (p.9).

- **Factores internos.** Son aquellos que pueden ser controlados por la empresa. Se clasifican:
 - ✓ Factores duros. Está en relación a problemas con el producto como calidad, uso de materiales y energía, tecnología, condiciones de la maquinaria.
 - ✓ Factores blandos. Está en relación con las personas quienes son el recurso principal debido a la ayuda que brinda en la producción, organización y sistemas, estilos de dirección y los métodos de trabajo, los cuales tienen como fin que al ser usados por el operario sea más eficiente.
- **Factores externos.** Son aquellos que no son controlados por la organización. Se ordenan en ajustes estructurales, recursos naturales y gestión pública.

- ✓ Ajustes estructurales. Aquí se encuentran circunstancias económicas, tasas de natalidad, mortalidad y sociales, al tener conocimiento acerca de los cambios que se dan en la sociedad ayudará a planificar la productividad.
- ✓ Recursos naturales. Se refiere a la calidad de la mano de obra, ya que es un ente fundamental en la producción, tierra, la materia prima que al incrementarse la productividad disminuye y la energía que también incide en la productividad
- ✓ Administración pública. Este se refiere a la competencia y políticas estratégicas, infraestructura, empresas públicas.

Por otro lado, la medición de la productividad es el resultado de la valoración proporcionada que se le da a los recursos para generar un bien. Generalmente se mide a través de la relación de dos elementos, como son la eficiencia y la eficacia. (Singh, Singhal, 2020, p.4; Morales, Masis 2014, p.3 y Centro Nacional de Productividad de Colombia, 2008, p.9).

Eficiencia, es una dimensión del nivel de utilización del recurso mano de obra y se puede expresar en los tiempos que se han utilizado y los tiempos que se tiene disponible para producir una determinada cantidad. (Carro, Roberto y Gonzales, Daniel, 2012, p8).

$$Eficiencia = \frac{Horas\ planificadas}{Horas\ totales}$$

Eficacia, es una dimensión en la que se consigue un objetivo, es decir mide lo que se ha obtenido al final con lo que se ha propuesto. (Rodríguez y Gómez, 1998, p. 34.)

$$Eficacia = \frac{Productos\ logrados}{Metas}$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo y diseño de la investigación se muestran a continuación:

✓ Finalidad: Aplicada

La investigación aplicada busca solucionar un problema de manera inmediata que se pueda presentar en cualquier empresa, aplicando los conocimientos teóricos a la práctica. (Kumar, Rajendra, 2008, p. 7). Por consiguiente, se realizó un estudio de todas las causas que originan la productividad en la empresa y mediante la aplicación del estudio de trabajo se dio solución al problema. La causa principal fueron los métodos de trabajo no adecuados, por lo cual se realizó un estudio de métodos y tiempos para tener un mejor conocimiento sobre las operaciones del proceso de granallado con el fin de mejorar la productividad.

✓ Enfoque: Cuantitativo

Según Newman, Isadore y Benz, Carolyn (1998): El enfoque cuantitativo es usado cuando se inicia con una hipótesis y se utiliza datos numéricos o estadísticos para comprobar la afirmación o no afirmación de la teoría. (p. 3). Por consiguiente, el presente trabajo de investigación es cuantitativo ya que se realizó mediciones numéricas como la toma de tiempos con el fin de tener información propia y real del tiempo que se empleó para realizar cada actividad y con ello poder encontrar el tiempo estándar. Además, calcular el índice de actividades que generan valor en el proceso de granallado para la comprobación de la hipótesis.

Nivel: Explicativo

Una investigación es explicativa cuando se responde a las causas de los acontecimientos. (Chu, Ke, 2017, p. 8). El nivel de investigación del presente trabajo es explicativo, ya que explica de qué manera influye el estudio de trabajo en relación a la productividad, es decir como el uso de métodos y procedimientos de trabajo mejoraron la eficiencia y eficacia.

Para, Berg, Cris y Latin, Richard (2008), el **diseño es cuasi-experimental** cuando se realiza una medición antes y después de una investigación. Asimismo, en el presente estudio se realizó una medición antes y después para identificar la mejora después de la aplicación.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Estudio del trabajo

- **Definición conceptual**

El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas de rendimiento con respecto a las actividades que se están realizando. (Kanawaty, 1996).

- **Definición operacional**

El Estudio del Trabajo es aplicar técnicas, con el objetivo de optimizar eficazmente los recursos, se evaluará mediante el cálculo de las actividades que agregan valor y el tiempo estándar.

- ❖ **Dimensión 1: Estudio de métodos**

Según García, Roberto (2012), es la selección y aplicación de métodos de trabajo de mejora para los procesos. En este trabajo se realizó esta dimensión con el fin de implementar métodos de trabajo, los cuales ayudaron a mejorar la producción. Asimismo, se ha tomado dato de las actividades que se realizan en el proceso de granallado de planchas metálicas, con la finalidad de determinar cuál de ellas generan o no generan valor en la producción.

$$IAAV = \frac{\sum AAV}{\sum TA} \times 100\%$$

Fuente: Estudio del trabajo, García, 2012

IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%)

$\sum AAV$: Actividades que agregan valor

$\sum TA$: Total de actividades

❖ Dimensión 2: Estudio de tiempos

Según Pérez, (2016), es una técnica necesaria e importante para la medición del trabajo. Puesto que, se observa y se registra los tiempos de las operaciones. Para esta dimensión se realizó un estudio de tiempos en un periodo de 25 días, en donde los tiempos que se emplean en cada actividad son recolectados mediante la utilización de un cronometro y un instrumento de toma de tiempos; con el fin de encontrar el tiempo más óptimo para llevar a cabo las operaciones en el área de granallado.

$$Te = TN(1 + S)$$

Te: Tiempo estandar (min)

TN: Tiempo normal (min)

S: Suplementos (%)

Variable dependiente: Productividad

• **Definición conceptual**

La productividad se define como el uso adecuado de los medios utilizados para alcanzar un objetivo previo, mide el grado de eficiencia de los recursos que se emplean para conseguir un resultado esperado (García, 2012, p.9).

• **Definición operacional**

La productividad es la optimización de los recursos y se evalúa mediante el cálculo la eficiencia y la eficacia. Se realizó la medición de esta variable para poder conocer cuál es la producción diaria de la empresa y de qué manera optimizan sus recursos.

$$P = Ef \times Efc$$

P: productividad (%)

Ef: eficiencia (%)

Efc: eficacia (%)

❖ Dimensión 3: Eficiencia

Se emplea para tener conocimiento sobre la cantidad de recursos que se estimaron y que cantidad han sido utilizado y que grado ha sido aprovechados. (Rodríguez, Gómez 1998, p .33 y Serrano, 1996, p. 9). Para encontrar la eficiencia se recolectó como dato la cantidad de horas hombre realmente realizado y la cantidad de horas hombre que se emplearon al día. Para el primero se calcula la cantidad de metros cuadrados producidos y el tiempo estándar, y para la cantidad de horas hombre que se emplean al día se calculó los minutos de trabajo y la cantidad de trabajadores que intervinieron en las operaciones.

$$Ef = \frac{HHr}{HHe} \times 100\%$$

Ef: Eficiencia (%)

HHr: Número de horas hombre realizadas (hrs)

HHe: Número de horas hombre empleadas (hrs)

❖ Dimensión 4: Eficacia

Es la que aprecia el impacto de lo que se realiza, no basta con producir grandes cantidades, sino que se cumpla con la meta establecida. (García, 2012, p.16 y Rojas, Valencia, 2017, p.6). Para esta dimensión se tomó en cuenta la producción programada diaria por la empresa y la cantidad de unidades producidas reales que se produjeron en el día y con ello se vio que tan eficaz es el servicio de granallado; es decir, que cantidad de unidades se produjeron con respecto a lo estimado.

$$Efc = \frac{Pt}{Pg} \times 100\%$$

Efc: Eficacia (%)

Pt: Total de producción (m2)

Pg: Producción programada (m2)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es el conglomerado de personas u objetos de los que se desea conocer un determinado aspecto en una investigación, los cuales deben presentar características similares. (Ohyama, Doi y Yanagawa 2008, p.5). En la presente investigación, se tuvo como población a la producción diaria de planchas metálicas de 20m² en el proceso de granallado en un periodo de 25 días laborales. Teniendo como pre-test el mes de noviembre del 2019 y post – test el mes de febrero del 2020.

Muestra

La muestra es la parte más resaltante de la población en la que se llevara a cabo la investigación para luego proceder con la toma de datos correspondientes. (Kaptein, 2019, p.7). Para la presente investigación, se tomó como muestra la producción diaria de planchas metálicas de 20 m² en el proceso de granallado en un periodo de 25 días laborales. Teniendo como pre-test el mes de noviembre del 2019 y post – test el mes de febrero del 2020.

Muestreo

El muestreo es una técnica que sirve para analizar cuantitativamente el tiempo relacionado con las actividades, mano de obra o cualquier condición observable relacionado con el objeto de estudio (García, 2012, p.251 y Zhang, Simoncini, 2019, p. 4). En la presente investigación no se llevó a cabo el muestreo. Puesto que, la muestra es igual al total de la población.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La **técnica** utilizada en el presente trabajo de investigación fue la observación de las actividades diarias en el área de granallado, donde se tomó los tiempos de cada actividad y se observó que actividades no están generando valor.

Los instrumentos para realizar la recolección de los datos fueron: el cronómetro, con el cual se tomó los tiempos y el diagrama de actividades, donde se detalló cada una de las actividades y tiempos que toman realizarlas.

- Cronómetro

Este instrumento permitió calcular los tiempos que toma realizar cada actividad dentro del área de granallado.

- Diagrama de actividades

Este instrumento (Anexo 31), es una ficha donde se registró todas las actividades realizadas en el área de pintado y en donde se puede observar cuales son las actividades que no generan valor y permitió calcular el índice de actividades.

- Instrumento de toma de tiempos

Este instrumento (Anexo 32), es una ficha de registro en la cual se anotó la toma de tiempos de cada operación y permitió calcular el tiempo estándar.

- Instrumento de eficiencia

El presente instrumento (Anexo 34), es una ficha donde se registró las horas de trabajo realizadas por el operario y las horas empleadas durante un turno de trabajo. Asimismo, permitió calcular la eficiencia de cada día laborado.

- Instrumento de eficacia

El presente instrumento (Anexo 35), es una ficha en la cual se registró la cantidad de unidades producidas y programadas, los cuales permitieron calcular la eficacia de cada día laborado.

- Validez

La validez se refiere a la magnitud en que el instrumento será medido, evalúa la objetividad y autenticidad. (Hernández, Collado y Baptista 2014, p .200). En el presente trabajo de investigación se validó los instrumentos mediante fichas de juicio de expertos, los cuales fueron validados por tres docentes del grado de magister de la carrera de ingeniería industrial. (Ver anexo 37)

- Confiabilidad

Según Hernández, Collado y Baptista (2014), la confiabilidad es un instrumento de medición, el cual hace referencia a la relación de individuo u objeto que producirán el mismo resultad. (p. 200). En este trabajo de investigación se probó la confiabilidad del instrumento mediante una ficha técnica del cronometro LiVeup Sports, el cual se encuentra en el anexo 36.

3.5. Procedimientos

En la presente investigación se tomó los datos de los tiempos y las actividades realizadas en el área de granallado mediante la técnica de la observación. Para ello, se utilizó fichas de registros y el cronómetro. Asimismo, se evaluó el comportamiento de la variable en un mismo punto de manera consecutiva en un periodo de 25 días.

- Descripción de la empresa

La presente empresa perteneciente al sector metalmecánico, se dedica a la limpieza de superficies metálicas según normas establecidas por la SSPC y ASTM según requerimiento de cliente, siendo las más solicitadas: la limpieza sp6, la cual es una limpieza de grado comercial; sp5 grado de limpieza blanco y sp10 grado de limpieza semiblanco. Además, también realiza el servicio de aplicación de recubrimiento de estructuras, trabaja con conocidos proveedores como Perú Paint, Aurora, Pinter Perú, entre otros. Asimismo, se encuentra ubicada en el distrito de Villa El Salvador y pese a que es nueva en el mercado ha conseguido grandes proyectos frente a la competencia.

a) Misión

Brindar un buen servicio, cumpliendo con los estándares de calidad de preparación de superficies y aplicación de pintura.

b) Visión

Ser líder en el rubro de limpieza de estructuras y pintado de superficies, garantizando la calidad del servicio, tiempo de entrega establecido y buen trato con el cliente.

c) Organigrama (Ver anexo 24 y 25)

Los principales servicios de limpieza de estructuras metálicas que se realizan en el área de granallado son presentados en la siguiente tabla. (Ver anexo 26). Luego se realizó la descripción de los principales servicios de granallado que se ejecutan en la empresa desde el mes de mayo hasta octubre. (Ver anexo 27).

El servicio de granallado de planchas fue el que tuvo una mayor demanda en la empresa, el cual representó el 34.5 % del total de servicios, es por ello que se tomó como base para la realización de las mejoras.

A continuación, se muestra los principales equipos que se utilizan para el proceso de granallado. (Ver anexo 28).

➤ Descripción del proceso:

La empresa metalmecánica Paint Blast realiza las siguientes operaciones para su proceso de granallado.

❖ Recepción y verificación del material

En esta operación el material ingresa a la empresa, luego se descarga y posteriormente se realiza la cuantificación de estructuras de acuerdo a una guía que el cliente envía para que posteriormente se traslade al almacén.



Figura 1. Recepción

Fuente: Elaboración propia

❖ Limpieza y control de contaminantes

Aquí se verifica al grado de corrosión, tipo de contaminante (aceites, grasas, pinturas) con la que llega el material, luego de ello se realiza la limpieza con solvente o detergente industrial; al final se realiza un control de calidad para evitar que haya quedado contaminantes en la superficie metálica.



Figura 2. Limpieza de contaminantes

Fuente: Elaboración propia

❖ Limpieza de puntos de soldadura

En esta fase se realiza la observación, señalización y limpieza de puntos de soldadura, los cuales no han sido limados en el área de fabricación de la superficie para que después pasen al área de granallado.



Figura 3. Limpieza de soldadura

Fuente: Elaboración propia

❖ Preparación de la cabina

En este estado se prepara la cabina en donde se van a granallar las estructuras, se prende la luminaria, extractor y elevador.



Figura 4. Preparación de cabina

Fuente: Elaboración propia

❖ Preparación del compresor

En este estadio se verifica la cantidad de petróleo, aceite y agua para que no exista paradas imprevistas por la ausencia de estos, también se limpia el filtro y tener la certeza que ingresará el aire suficiente al compresor.



Figura 5. Preparación del compresor

Fuente: Elaboración propia

❖ Chorreado y control de calidad

Es la operación final de este proceso, aquí se realiza la limpieza de la estructura metálica de acuerdo al requerimiento del cliente y se controla el nivel de granalla hasta terminar la operación.



Figura 6. Chorreado

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, se realizó el diagrama de operaciones, en el cual se observa que existen 6 operaciones en total, las cuales fueron evaluadas para determinar si son necesarias o se están repitiendo y así mejorar mediante la aplicación de nuevos métodos.

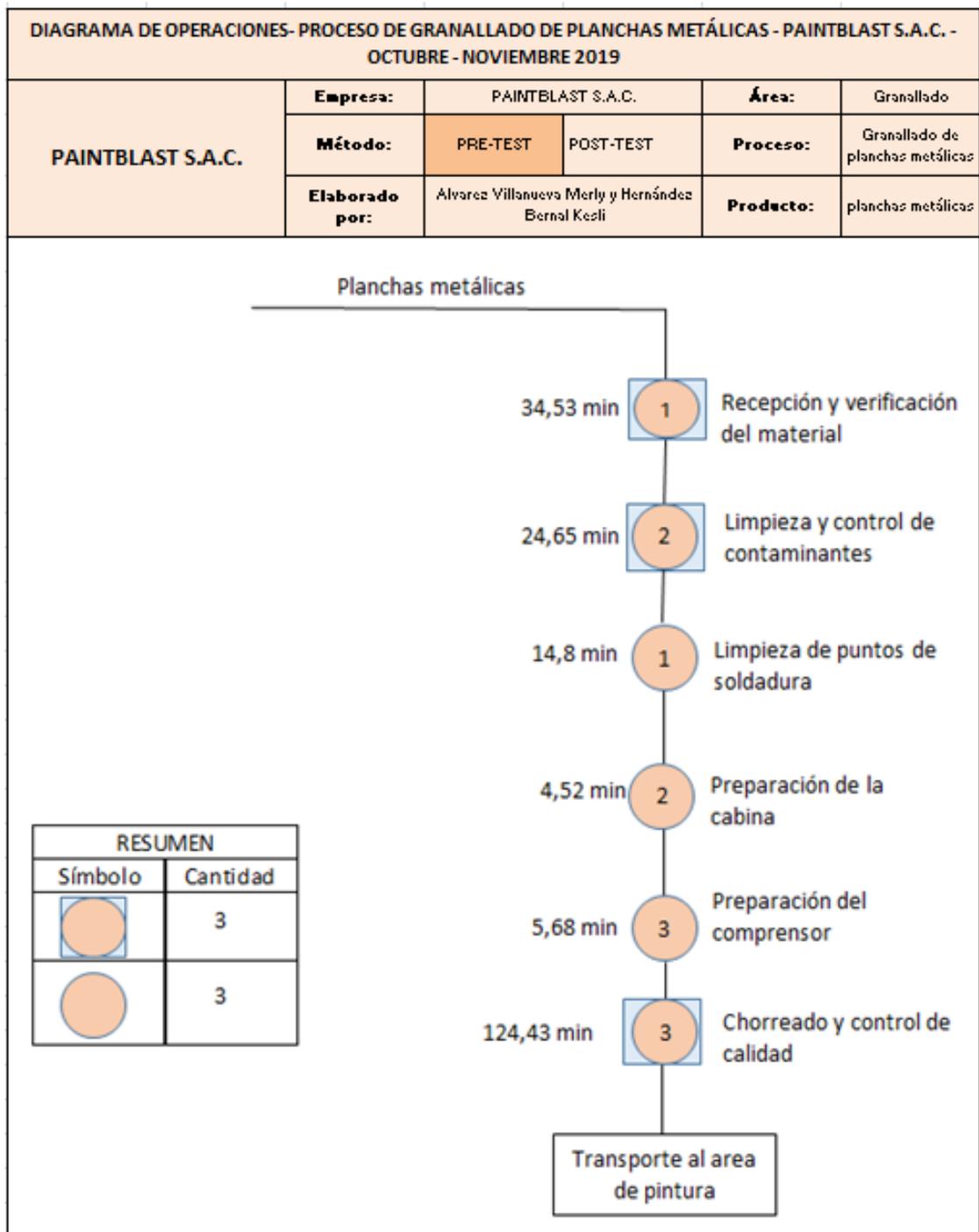


Figura 7. Diagrama de operaciones (pre test)

Fuente: Elaboración propia

Para tener un mejor entendimiento sobre las actividades que se realizan en el proceso de granallado se procedió a realizar la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Diagrama de actividades (pre - test)

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C.											
EMPRESA PAINTBLAST S.A.C.				REGISTRO			RESUMEN				
				MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST	ACTIVIDAD	Nº			
Producto:		Planchas metálicas				Inspección		9			
Área:		granallado				Transporte		5			
Elaborado por:		Alvarez Villanueva Merly y Hernandez Bernal Kesli				Espera		2			
Fecha:		octubre - noviembre				Almacenamiento		1			
Operarios:		granalladores				DISTANCIA (m)		45.1			
Inicia en:		Recepción de materiales		Termina en:	Almacén de productos terminados		TIEMPO (min)		208.62		
ITEM	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	Distancia	Tiempo	SIMBOLOGÍA					VALOR	
			(m)	(min)						SI	NO
1	Recepción y verificación del material	Ingreso del material al almacén	4.1	4.03							x
2		Revisión de la guía de llegada		1.09							x
3		Descarga del material		15.08							x
4	Recepción y verificación del material	Verificación de la cantidad del material		7.05							x
5		Traslado al área de limpieza	5.5	7.28							x
6	Limpieza y control de contaminantes	Ubicación de planchas en caballetes		4.45							x
7		lijar las planchas		4.06						x	
8		Limpiar el polvo		2.22						x	
9		Preparación del Ace Industrial con agua		3.02						x	
10		Verter el contenido en las planchas		0.13						x	
11		Sobar con un trapo		3.50						x	
12		Enjuagar las planchas con agua		2.17						x	
13		Esperar a que seque las planchas		3.05							x
14		control de calidad		2.05							x
15		Limpieza de puntos soldaduras	Verificación de puntos de soldadura		1.47						
16	Señalización de puntos de soldadura			2.03						x	
17	Quitado de puntos de soldadura			4.63						x	
18	Limpieza de residuos			1.30						x	
19	Preparación de la cabina	Traslado de material a la cabina de granallado	6	5.38							x
20		Prendido de luminaria		0.4							x
21		Prendido de extractor		0.4							x
22		Prendido de elevador		0.45							x
23		Activación de barredores		0.4							x
24		Verificación de aire a presión		1.04							x
25		Verificación de pistones		0.6							x
26		Activación de la tolva		0.6							x
27		Traslado al compresor	11	0.63							x
28		Limpieza de filtro		1.77						x	
29	Preparación del compresor	Revisión de la cantidad de petróleo		0.61							x
30		Adherir petróleo al compresor		2.7						x	
31		Verificación del aceite y agua		0.4							x
32		Prendido del compresor		0.03							x
33	Chorro y control de calidad	Transporte a la cabina de granallado	4.2	0.17							x
34		Colocación de las planchas en caballetes		4.06							x
35		Vaciado de la granalla en la cabina		2.35						x	
36		Regulación del nivel de granalla		0.17							x
37		Activación del purgador		0.5							x
38		Activación del gatillo		0.8							x
39		Chorro de abrasivo		94.53						x	
40		Apagado del gatillo		0.8							x
41		Espera a que se purifique la cabina		3.44							x
42		Limpieza profunda de residuos		6.18						x	
43	control de calidad		7.52							x	
44	Traslado al área de pintado	14.3	4.08							x	

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior de Diagrama de Actividades, el proceso de granallado consta de 44 actividades de los cuales 27 son operaciones, 9 son control de calidad, 2 es demora, 5 son transportes y 1 es almacenamiento. Asimismo, estas 44 actividades se dividen en dos partes: actividades que generan valor, las cuales se han observado 14, y actividades que no generan valor, las cuales son 30.

A continuación, se procedió a calcular el porcentaje del total de actividades que agregan valor al proceso de granallado de planchas metálicas:

$$IAAV = \frac{\sum AAV}{\sum TA} \times 100\%$$
$$IAAV = \frac{14}{44} \times 100\% = 31.82\%$$

Del cálculo anterior, se puede concluir que las actividades que no agregan valor al proceso de granallado, representaron el 68.18% del total de las actividades. Asimismo, se procedió a mostrar las actividades y trayectos que se realizan dentro del área de granallado mediante un diagrama de recorrido (Figura 8).

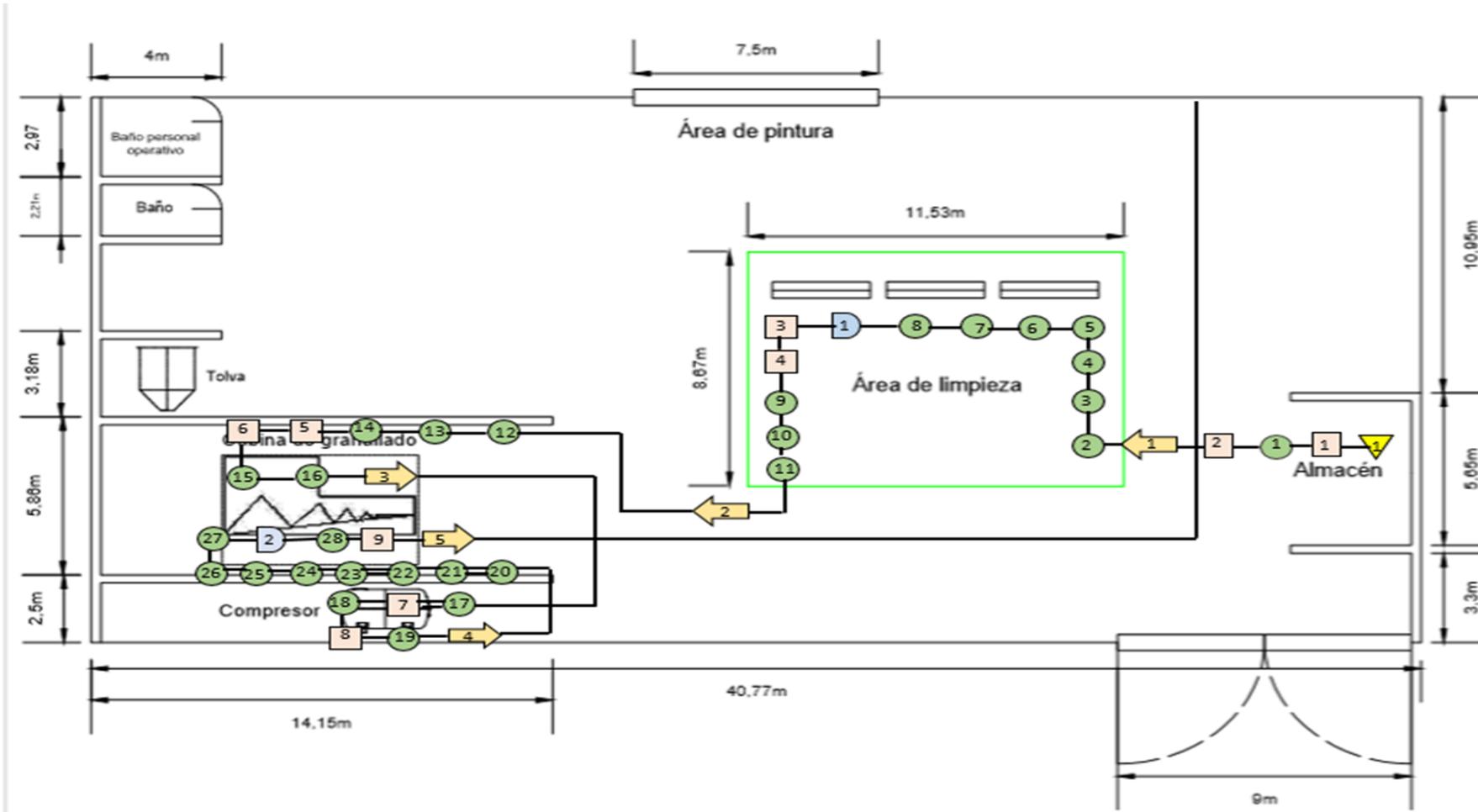


Figura 8. Distribución de planta (pre test)

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, el trayecto de las actividades dentro del proceso de granallado, no fue la más óptima debido a que se genera un mayor recorrido y por tanto más tiempos improductivos.

❖ Estudio del trabajo (pre- test)

• Toma de tiempos

Para la presente investigación, se realizó una toma de tiempos entre los meses de octubre y noviembre del 2019 (Tabla 2), en el cual se consideró 51 días laborables en un turno de 8 horas.

Tabla 2. Toma de tiempos (pre-test)

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C. -OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019																																			
PAINTBLAST S.A.C.												Empresa:		PaintBlast S.A.C.						Área:		Granallado													
												Método:		PRE-TEST						POST-TEST						Proceso:		granallado de planchas metálicas							
												Elaborado por:		Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli														Producto:		planchas metálicas					
ITEM	OPERACIÓN	TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS																																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Promedio								
		min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min								
1	Recepción y verificación del material	34.47	34.32	34.58	34.28	34.63	34.58	34.43	34.28	34.42	34.73	34.73	34.80	34.5	34.73	34.42	34.28	34.73	34.8	34.38	34.28	34.73	34.78	34.38	34.80	34.3	34.53								
2	Limpieza y control de contaminantes	24.6	24.83	24.42	25.02	24.77	24.62	24.78	25.02	24.5	24.47	24.43	24.67	24.7	24.42	24.67	24.62	24.47	24.68	24.7	24.62	24.77	24.58	24.68	24.37	24.77	24.65								
3	Limpieza de puntos de soldadura	14.71	14.8	14.88	14.93	14.87	14.87	14.78	14.6	14.93	14.67	14.87	14.65	14.82	14.83	14.92	14.90	14.98	14.68	14.87	15.08	14.72	14.68	14.63	14.83	14.87	14.81								
4	Preparación de la cabina	4.46	4.77	4.57	4.4	4.42	4.72	4.27	4.42	4.43	4.63	4.68	4.38	4.53	4.57	4.78	4.63	4.42	4.62	4.32	4.43	4.53	4.53	4.77	4.42	4.40	4.52								
5	Preparación del compresor	5.68	5.60	5.57	5.65	5.58	5.83	5.80	5.78	5.65	5.82	5.58	5.57	5.60	5.57	5.62	5.70	5.65	5.68	5.77	5.82	5.63	5.62	5.70	5.63	5.83	5.68								
6	Chorreado y control de calidad	124.05	124.02	124.05	125.57	124.12	124.02	124.89	125.55	124.05	124.98	124.02	124.17	124.06	124.02	124.08	125.45	124.02	124.15	125.57	124.10	124.08	124.12	125.57	124.02	124.02	124.43								
		Tiempo total (min)																									208.62								

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior (Nº2), se puede observar los tiempos tomados en minutos de cada actividad. Asimismo, se puede visualizar que el mayor tiempo se dio en el día 4 con 209.85 minutos y el menor tiempo se dio en el día 1 con 207.97 minutos, existiendo una diferencia de 1.88 minutos. Por consiguiente, se realizó el cálculo del número de muestras que se necesitó por cada actividad para hallar el tiempo estándar (Tabla 3).

Tabla 3. Cálculo de muestras (pre-test)

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS- PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C. - OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019					
PAINTBLAST S.A.C.	Empresa:	PAINTBLAST S.A.C.		Área:	Granallado
	Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Proceso:	Granallado de planchas metálicas
	Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli		Producto:	planchas metálicas
ÍTEM	OPERACIÓN		$\sum X$	$\sum X^2$	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x^2)}}{\sum x} \right)^2$
1	Recepción y verificación del material		897.08	30952.8784	1
2	Limpieza y control de contaminantes		640.14	15761.5602	1
3	Limpieza de puntos de soldadura		385.14	5705.4604	1
4	Preparación de la cabina		117.70	533.4026	2
5	Preparación del compresor		147.67	838.9193	1
6	Chorreado y control de calidad		793.69	24229.6883	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se determinó el número de muestras requeridas para cada actividad mediante la fórmula de Kanawaty. De esta manera, se pudo calcular el tiempo estándar del proceso de granallado de planchas metálicas S.A.C.

Tabla 4. Cálculo de muestras (pre-test)

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS- PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C. - OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019					
PAINTBLAST S.A.C.	Empresa:	PAINTBLAST S.A.C.		Área:	Granallado
	Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Proceso:	Proceso de granallado de planchas metálicas
	Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli		Producto:	Planchas metálicas
ÍTEM	OPERACIÓN	NÚMERO DE MUESTRAS			PROMEDIO
		1	2		
		min	min		
1	Recepción y verificación del material	34.53			34.53
2	Limpieza y control de contaminantes	24.65			24.65
3	Limpieza de puntos de soldadura	14.81			14.81
4	Preparación de la cabina	4.52	4.53		4.53
5	Preparación del compresor	5.68			5.68
6	Chorreado y control de calidad	124.43			124.43
					208.63

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se obtuvo el promedio total de los tiempos de cada actividad realizada en el proceso de granallado de planchas metálicas. El mayor valor de muestras necesitadas fue de 2 días y el menor de 1 día.

A continuación, se calculó el tiempo estándar (Tabla 5), para el cual se requirió la tabla de Westinghouse y los suplementos.

Tabla 5. Tiempo estándar (pre-test)

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR - PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C. - OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019													
PAINTBLAST S.A.C.	Empresa:		PainBlast S.A.C.				Área:		Granallado				
	Método:		PRE-TEST	POST-TEST			Proceso:		Proceso de granallado de planchas metálicas				
	Elaborado por:		Alvarez Villanueva Merly Hernández Bernal Kesli				Producto:		planchas metálicas				
ITEM	OPERACIÓN	TIPO DE OPERACIÓN	PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO (min)	WESTINGHOUSE				1 + FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL (min)	SUPLEMENTOS		1 + SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (min)
				H	E	CD	CS			C	V		
1	Recepción y verificación del material	Manual - Máquina	34.53	0	0.02	-0.03	0.00	0.99	34.18	0.05	0.07	1.12	38.29
2	Limpieza y control de contaminantes	Manual	24.65	0.03	0.00	-0.03	-0.02	0.98	24.16	0.05	0.04	1.09	26.33
3	Limpieza de puntos de soldadura	Manual - maquina	14.81	0.00	0.02	-0.03	0.00	0.99	14.66	0.09	0.05	1.14	16.71
4	Preparación de la cabina	Manual	4.53	0.03	0	-0.07	0.00	0.96	4.34	0.05	0.06	1.11	4.82
5	Preparación del compresor	Manual	5.68	0.00	0	-0.03	0.00	0.97	5.51	0.05	0.05	1.10	6.06
6	Chorreado y control de calidad	Manual - Máquina	124.43	0.00	0.08	-0.07	-0.02	0.99	123.19	0.05	0.15	1.2	147.82
			208.63	Tiempo estándar									240.03

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla 5, que el tiempo estándar para el proceso de granallado de planchas metálicas fue de 240.03 minutos.

❖ Productividad (pre-test)

Luego del cálculo del tiempo estándar del proceso de granallado, se llevó a cabo el cálculo de la producción programada para dicho proceso. Para ello, se procedió primero a calcular la capacidad instalada como se puede observar a continuación:

$$\text{Capacidad instalada} = \frac{\text{Número de trabajadores} \times \text{Tiempo labora c/trab.}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla 6. Capacidad instalada (pre-test)

Cálculo de la capacidad instalada			
Número de trabajadores	Tiempo de labor c/trabajador	Tiempo estándar (minutos)	Capacidad en unidades instalada o teórica
7	480	240.03	14.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6, se puede apreciar que teóricamente se granallan 14 planchas metálicas de 20m². A partir de ello, se calculó la cantidad de planchas metálicas que realmente van a granallar por día mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Producción programada} = \text{Capacidad instalada} \times \text{Factor de Valoración}$$

Para hallar las unidades programadas, fue necesario calcular primero el factor de valoración, el cual se puede observar a continuación (Tabla: 7)

Tabla 7. Factor de valoración

RAZONES	VALOR
Tardanzas	-5%
Faltas	-5%
Falta de capacitación	-5%
FACTOR DE VALORACIÓN	-15%

Fuente: Elaboración Propia

Por consiguiente, se procedió a calcular la producción programada

$$\text{Producción programada} = 14 \times 85\% = 12$$

Por tanto, la producción programada en el área de granallado fue de 12 planchas metálicas.

A continuación, se llevó acabo el cálculo de la eficiencia en el área de granallado de planchas metálicas.

Tabla 8. Eficiencia noviembre 2019 (pre-test)

FORMATO DE EFICIENCIA - NOVIEMBRE 2019							
PaintBlast S.A.C.	Empresa:	PaintBlast S.A.C.			Área:	Granallado	
	Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Proceso:	Granallado de planchas metálicas	
	Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli			Producto:	Planchas metálicas	
DÍAS	Nº de horas realizadas			Nº de Horas empleadas			Indicador $Ef = \frac{HHR}{HHe} \times 100\%$
	Cant. de planchas granalladas (uni)	Tiempo estándar (min)	HHR (horas) Total	Nº trabajadores	Horas de trabajo	HHe (horas)	EFICIENCIA
02/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
04/11/2019	11	240.03	44.01	7	9	63	69.85%
05/11/2019	11	240.03	44.01	7	8	56	78.58%
06/11/2019	9	240.03	36.00	7	8	56	64.29%
07/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
08/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
09/11/2019	10	240.03	40.01	7	9	63	63.50%
11/11/2019	9	240.03	36.00	7	8	56	64.29%
12/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
13/11/2019	9	240.03	36.00	7	8	56	64.29%
14/11/2019	9	240.03	36.00	7	8	56	64.29%
15/11/2019	11	240.03	44.01	7	8	56	78.58%
16/11/2019	10	240.03	40.01	7	9	63	63.50%
18/11/2019	9	240.03	36.00	7	8	56	64.29%
19/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
20/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
21/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
22/11/2019	9	240.03	36.00	7	8	56	64.29%
23/11/2019	11	240.03	44.01	7	9	63	69.85%
25/11/2019	10	240.03	40.01	7	9	63	63.50%
26/11/2019	9	240.03	36.00	7	8	56	64.29%
27/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
28/11/2019	11	240.03	44.01	7	8	56	78.58%
29/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
30/11/2019	10	240.03	40.01	7	8	56	71.44%
EFICIENCIA TOTAL							69.22%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 8, se puede apreciar que el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., presentó una eficiencia baja de 69.22%. Puesto que, no se cumple con las horas empleadas para el granallado.

Tabla 9. Eficacia noviembre 2019 (pre-test)

FORMATO DE EFICACIA - NOVIEMBRE 2019				
PaintBlast S.A.C.	Empresa:	PaintBlast S.A.C.	Área:	Granallado
	Método:	PRE-TEST		Proceso:
		POST-TEST		
	Elaaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli	Producto:	Planchas metálicas
DÍAS	Producción total (cantidad de planchas metálicas)	Producción programada (cantidad de planchas metálicas)	Indicador	$Efc = \frac{UPd}{UPg} \times 100\%$
			EFICACIA	
02/11/2019	10	12	83.33%	
04/11/2019	11	12	91.67%	
05/11/2019	11	12	91.67%	
06/11/2019	9	12	75.00%	
07/11/2019	10	12	83.33%	
08/11/2019	10	12	83.33%	
09/11/2019	10	12	83.33%	
11/11/2019	9	12	75.00%	
12/11/2019	10	12	83.33%	
13/11/2019	9	12	75.00%	
14/11/2019	9	12	75.00%	
15/11/2019	11	12	91.67%	
16/11/2019	10	12	83.33%	
18/11/2019	9	12	75.00%	
19/11/2019	10	12	83.33%	
20/11/2019	10	12	83.33%	
21/11/2019	10	12	83.33%	
22/11/2019	9	12	75.00%	
23/11/2019	11	12	91.67%	
25/11/2019	10	12	83.33%	
26/11/2019	9	12	75.00%	
27/11/2019	10	12	83.33%	
28/11/2019	11	12	91.67%	
29/11/2019	10	12	83.33%	
30/11/2019	10	12	83.33%	
		EFICACIA TOTAL	82.67%	

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 9, se puede observar que el área de granallado presentó una eficacia buena de 82.67%.

Tabla 10. Productividad noviembre 2019 (pre-test)

FORMATO DE PRODUCTIVIDAD - NOVIEMBRE 2019							
PaintBlast S.A.C.		Empresa:	PaintBlast S.A.C.		Área:	Granallado	
		Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Proceso:	Granallado de planchas metálicas	
		Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merlyy Hernández Bernal Kesli		Producto:	Planchas metálicas	
DÍAS	HHr (horas)	HHe (horas)	Eficiencia	Producción total	Producción programada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
02/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
04/11/2019	44.01	63	69.85%	11	12	91.67%	64.03%
05/11/2019	44.01	56	78.58%	11	12	91.67%	72.03%
06/11/2019	36.00	56	64.29%	9	12	75.00%	48.22%
07/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
08/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
09/11/2019	40.01	63	63.50%	10	12	83.33%	52.92%
11/11/2019	36.00	56	64.29%	9	12	75.00%	48.22%
12/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
13/11/2019	36.00	56	64.29%	9	12	75.00%	48.22%
14/11/2019	36.00	56	64.29%	9	12	75.00%	48.22%
15/11/2019	44.01	56	78.58%	11	12	91.67%	72.03%
16/11/2019	40.01	63	63.50%	10	12	83.33%	52.92%
18/11/2019	36.00	56	64.29%	9	12	75.00%	48.22%
19/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
20/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
21/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
22/11/2019	36.00	56	64.29%	9	12	75.00%	48.22%
23/11/2019	44.01	63	69.85%	11	12	91.67%	64.03%
25/11/2019	40.01	63	63.50%	10	12	83.33%	52.92%
26/11/2019	36.00	56	64.29%	9	12	75.00%	48.22%
27/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
28/11/2019	44.01	56	78.58%	11	12	91.67%	72.03%
29/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
30/11/2019	40.01	56	71.44%	10	12	83.33%	59.53%
Promedio de productividad mensual							57.43%

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior, se puede apreciar la productividad diaria en el proceso de granallado de planchas metálicas, el cual presentó una productividad promedio de 57.63% mensual.



Figura 9. Productividad (pre-test)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 9, se puede apreciar el comportamiento de la productividad en los días observados. Asimismo, se puede observar que la productividad del área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C. fue baja.

❖ **Análisis de causas.**

Se realizó un análisis de las causas más importantes que se determinaron en el diagrama de Ishikawa.

- **Métodos de trabajo no adecuados**

La falta de procedimientos de trabajo, lleva como consecuencia que se den tiempos improductivos y que el personal no tenga un método para realizar el granallado de estructuras.

- **Tiempos improductivos**

La existencia de tiempos improductivos se da porque cada actividad no se hace en el tiempo que debería realizarse. Como se puede observar en el diagrama de actividades existen movimientos que no agregan valor el cual es de 68.18%; esto genera que la producción sea baja en el área de granallado.

- **Sobretiempos.**

La falta de materiales, la falta de concentración y un inadecuado plan de trabajo conllevan a que se realicen operaciones con un excesivo tiempo generando que

no se cumpla con la cantidad de planchas metálicas diarias que se espera. A continuación, se puede observar los datos históricos sobre los sobretiempos que hubo en los meses de julio y agosto del 2019 y los costos que estos generaron.

Tabla 11. Sobretiempos julio 2019

JULIO 2019			
TRABAJADOR	HORAS LABORABLES	HORAS EXTRAS	TOTAL
FERNANDO	216	8	224
ALCIDES	216	8	224
CHRISTIAN	216	8	224
ALEX	216	8	224
RONALD	216	8	224
MARCO	216	8	224
JUAN	216	8	224
TOTAL	1512	56	1568
INCREMENTO TOTAL			3.70%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Costos de Sobretiempos julio 2019

JULIO 2019						
TRABAJADOR	SUELDO	VALOR HORA	TASA 25%	TOTAL COSTO X HORA EXTRA	HORAS EXTRAS	COSTO TOTAL
FERNANDO	2500	S/ 10.42	S/ 2.61	S/ 13.03	8	S/ 104.20
ALCIDES	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	8	S/ 50.00
CHRISTIAN	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	8	S/ 50.00
ALEX	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	8	S/ 50.00
RONALD	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	8	S/ 50.00
MARCO	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	8	S/ 50.00
JUAN	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	8	S/ 50.00
MONTO						S/ 404.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Sobretiempos agosto 2019

AGOSTO 2019			
TRABAJADOR	HORAS LABORABLES	HORAS EXTRAS	TOTAL
FERNANDO	208	6	214
ALCIDES	208	6	214
CHRISTIAN	208	6	214
ALEX	208	6	214
RONALD	208	6	214
MARCO	208	6	214
JUAN	208	6	214
TOTAL	1456	42	1498
INCREMENTO TOTAL			2.88%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Costos de Sobretiempos agosto 2019

AGOSTO 2019						
TRABAJADOR	SUELDO	VALOR HORA	TASA 25%	TOTAL COSTO X HORA EXTRA	HORAS EXTRAS	COSTO TOTAL
FERNANDO	2500	S/ 10.42	S/ 2.61	S/ 13.03	6	S/ 78.15
ALCIDES	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	6	S/ 37.50
CHRISTIAN	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	6	S/ 37.50
ALEX	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	6	S/ 37.50
RONALD	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	6	S/ 37.50
MARCO	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	6	S/ 37.50
JUAN	1200	S/ 5.00	S/ 1.25	S/ 6.25	6	S/ 37.50
MONTO						S/ 303.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resumen de costos por Sobretiempos julio – agosto 2019

MES	COSTO TOTAL DE HORAS EXTRAS
JULIO	S/ 404.20
AGOSTO	S/ 303.15
TOTAL	S/ 707.35

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la tabla 15 que los costos generados por los sobretiempos en los meses de julio y agosto, son de S/.707.35.

- **Distribución inadecuada de planta**

Las áreas con las que cuenta la empresa no estaban ubicadas correctamente lo que generó recorridos innecesarios del personal, el cual se puede observar en el diagrama de recorrido.

- **Trabajadores sin capacitación en el proceso de granallado**

La falta capacitación a los trabajadores hizo que estos realicen sus funciones siguiendo su lógica; es decir, de manera empírica. Además, la carencia de preparación y entrenamiento hicieron que no cumplan sus labores eficientemente.

❖ Propuesta de mejora

Con los datos tomados en el PRE TEST se realizó la evaluación de aquellas actividades que no estaban generando valor y se procedió a reducirlas o eliminarlas. Asimismo, con el resultado del tiempo estándar se procedió a simplificar o rediseñar las operaciones en el proceso. También la redistribución del área de granallado permitió disminuir las demoras y reducir los sobretiempos y agilizar el proceso. Después de definir el método de trabajo y realizar la medición se llevó a cabo la implementación; en la cual se realizó una nueva medición de tiempos con el fin de comparar los datos que se han tomado con anterioridad y verificar si es que se cumplió con el objetivo propuesto.

Tabla 16. *Alternativas de solución de las causas principales (pre-test)*

CAUSAS		ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	
Métodos de trabajo no adecuados	→	Estudio del trabajo	Estudio de métodos
Tiempos improductivos	→		Estudio de tiempos
Sobretiempos	→		Distribución de planta
Distribución inadecuada de planta	→		Capacitación
Trabajadores sin capacitación en el proceso de granallado	→		

Fuente: Elaboración propia

En esta tabla se observa a las principales causas que se reconocieron anteriormente y sus correspondientes alternativas de solución que se utilizaron en la mejora del estudio.

❖ Presupuesto de implementación

El siguiente presupuesto estimó cuanto fue el costo para implementación del estudio de trabajo, el cual tiene como fin aumentar la productividad.

Tabla 17. Presupuesto de implementación

RECURSOS HUMANOS	
Descripción	Costo
Costo Horas Hombre	S/. 4,906.06
Total	S/. 4,906.06
MATERIALES	
Descripción	Costo
Tablero de Observaciones	S/. 35.00
Cronómetro	S/. 200.00
reflectores de 30W	S/. 470.00
Cepillo de acero de 6 hileras	S/. 13.00
lijas Nº 60	S/. 150.00
Mezclador	S/. 14.00
Escobilla de plástico	S/. 9.00
Manguera de compresor	S/. 100.00
Secador de tolva	S/. 4,753.38
Manual de operaciones	S/. 110.00
Estante	S/. 255.00
Materiales Impresos	S/. 21.00
Lapiceros	S/. 6.00
USB 32 GB	S/. 64.00
Impresión de manuales	S/. 90.00
Folder	S/. 10.00
Plumones	S/. 12.00
Papelotes	S/. 4.00
PRESUPUESTO TOTAL	
Descripción	Costo
RECURSOS HUMANOS	S/. 4,906.06
MATERIALES	S/. 6,316.38
Total	S/. 11,222.44

Fuente: Elaboración propia

❖ **Cronograma de ejecución**

Tabla 18. Cronograma de ejecución

ÍTEM	ACTIVIDAD	SETIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO	
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2				
1	Estudio vigente de la empresa	■	■																																				
2	Reconocimiento del problema			■	■																																		
3	Definición de causas			■	■	■																																	
4	Propuesta de solución				■	■																																	
5	Elaboración de DOP y DAP					■	■			■																													
6	Elaboración de Diagrama de Recorrido							■	■	■																													
7	Toma de datos de la situación actual				■	■	■	■	■	■																													
8	Propuesta de herramientas de solución								■	■																													
9	Validación de instrumentos									■	■																												
10	Proyecto de mejora										■	■																											
11	Implementación de la mejora													■	■	■	■	■	■	■	■																		
12	Capacitaciones													■	■	■	■	■	■	■	■																		
13	Elaboración del Nuevo DOP, DAP														■	■																							
14	Elaboración del Nuevo Diagrama de Recorrido															■	■																						
15	Toma de datos de la situación mejorada																	■	■	■	■	■	■																
16	Análisis Económico Financiero																										■	■											
17	Resultados																												■	■									
18	Discusión, conclusión, recomendaciones																															■	■						

Fuente: Elaboración Propia

❖ Implementación de la propuesta

Para iniciar con la implementación del estudio de métodos, se procedió a realizar y seguir las etapas fundamentales de este estudio. La primera etapa empezó con la **selección** del proceso, el cual es el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C, y consta de 9 operaciones, las cuales se analizaron para ver qué problemas se estaban presentando y de esa forma mejorar el proceso.

Tabla 19. Operaciones del proceso de granallado

PAINTBLAST S.A.C		
ÍTEM	OPERACIÓN	PROMEDIO DEL TIEMPO (min)
1	Recepción y verificación del material	34.53
2	Limpieza y control de contaminantes	24.65
3	Limpieza de puntos de soldadura	14.81
4	Preparación de la cabina	4.525
5	Preparación del compresor	5.68
6	Chorro y control de calidad	124.43
Total		208.63

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 19, se puede observar las operaciones del proceso de granallado y el tiempo que se empleó para realizarlo, el cual es de 208.63 minutos.

En la segunda etapa se pasó a **registrar** los datos importantes del proceso. Para ello, se realizó el diagrama de actividades del área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C. (Tabla 20), en el cual se muestra todas las actividades de cada operación con sus respectivos tiempos y se analiza si generan o no generan valor al proceso.

Tabla 20. Actividades que agregan valor

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C.											
EMPRESA PAINTBLAST S.A.C.				REGISTRO			RESUMEN				
				MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST	ACTIVIDAD	Nº			
Producto:		Planchas metálicas				Inspección		9			
Área:		granallado				Transporte		5			
Elaborado por:		Alvarez Villanueva Merly y Hernandez Bernal Kesli				Espera		2			
Fecha:		octubre - noviembre				Almacenamiento		1			
Operarios:		granalladores				DISTANCIA (m)		45.1			
Inicia en:		Recepción de materiales		Termina en:		Almacén de productos terminados		TIEMPO (min)		208.62	
ITEM	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	Distancia	Tiempo	SIMBOLOGÍA					VALOR	
			(m)	(min)						SI	NO
1	Recepción y verificación del material	Ingreso del material al almacén	4.1	4.03							x
2		Revisión de la guía de llegada		1.09							x
3		Descarga del material		15.08							x
4		Verificación de la cantidad del material		7.05							x
5		Traslado al área de limpieza	5.5	7.28							x
6	Limpieza y control de contaminantes	Ubicación de planchas en caballetes		4.45							x
7		lijar las planchas		4.06						x	
8		Limpiar el polvo		2.22						x	
9		Preparación del Ace industrial con agua		3.02						x	
10		Verter el contenido en las planchas		0.13						x	
11		Sobar con un trapo		3.50						x	
12		Enjuagar las planchas con agua		2.17						x	
13		Esperar a que seque las planchas		3.05							x
14		control de calidad		2.05							x
15	Limpieza de puntos soldaduras	Verificación de puntos de soldadura		1.47							x
16		Señalización de puntos de soldadura		2.03						x	
17		Quitado de puntos de soldadura		4.63						x	
18		Limpieza de residuos		1.30						x	
19	Preparación de la cabina	Traslado de material a la cabina de granallado	6	5.38							x
20		Prendido de luminaria		0.4							x
21		Prendido de extractor		0.4							x
22		Prendido de elevador		0.45							x
23		Activación de barredores		0.4							x
24		Verificación de aire a presión		1.04							x
25		Verificación de pistones		0.6							x
26		Activación de la tolva		0.6							x
27		Traslado al compresor	11	0.63							x
28		Limpieza de filtro		1.77						x	
29	Preparación del compresor	Revisión de la cantidad de petróleo		0.61							x
30		Adherir petróleo al compresor		2.7						x	
31		Verificación del aceite y agua		0.4							x
32		Prendido del compresor		0.03							x
33		Transporte a la cabina de granallado	4.2	0.17							x
34	Chorro y control de calidad	Colocación de las planchas en caballetes		4.06							x
35		Vaciado de la granalla en la cabina		2.35						x	
36		Regulación del nivel de granalla		0.17							x
37		Activación del purgador		0.5							x
38		Activación del gatillo		0.8							x
39		Chorro de abrasivo		94.53						x	
40		Apagado del gatillo		0.8							x
41		Espera a que se purifique la cabina		3.44							x
42		Limpieza profunda de residuos		6.18						x	
43		control de calidad		7.52							x
44		Traslado al área de pintado	14.3	4.08							x

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 20, se puede observar que el área de granallado contiene 44 actividades, de las cuales 27 son operaciones, 5 transportes, 9 inspecciones, 2 espera y 1 almacenamiento. Asimismo, se observa las actividades que generan valor al proceso y las que no generan valor. Por consiguiente, se calculó el porcentaje de aquellas que si generan valor:

$$AAV = \frac{14}{44} \times 100\% = 31.82 \%$$

Luego del cálculo, se puede observar que las actividades que no están generando valor representaron el 68.18% del proceso y se muestran en la tabla 21.

Tabla 21. Actividades que no agregan valor

Nº	Actividad	Tiempo (min)
1	Ingreso del material al almacen	4.03
2	Revisión de la guía de llegada	1.09
3	Descarga del material	15.08
4	Verificación de la cantidad del material	7.05
5	Traslado al área de limpieza metálica	7.28
6	Ubicación de planchas en caballetas	4.45
7	Esperar a que seque las planchas	3.05
8	control de calidad	2.05
9	Verificación de puntos de soldadura	1.47
10	Traslado de material a la cabina de granallado	5.38
11	Prendido de luminaria	0.4
12	Prendido de extractor	0.4
13	Prendido de elevador	0.45
14	Activación de barredores	0.4
15	Verificación de aire a presión	1.04
16	Verificación de pistones	0.6
17	Activación de la tolva	0.6
18	Traslado al compresor	0.63
19	Revisión de la cantidad de petróleo	0.6
20	Verificación del aceite y agua	0.4
21	Prendido del compresor	0.03
22	Transporte a la cabina de granallado	0.17
23	Colocación de las planchas en caballetes	4.06
24	Regulación del nivel de granalla	0.17
25	Activación del purgador	0.5
26	Activación del gatillo	0.8
27	Apagado del gatillo	0.80
28	Espera a que se purifique la cabina	3.44
29	control de calidad	7.52
30	Traslado al área de pintado	4.08

Fuente: Elaboración Propia

En la tercera etapa, se procedió a **examinar**. Para ello, se llevó a cabo un examen a cada actividad del proceso, la cual se realizó mediante la técnica del interrogatorio sistemático. Esta técnica, tiene como objetivo realizar un análisis profundo sobre el método que se está utilizando en el trabajo y consiste en preguntarse que se realiza en cada actividad y por qué se realiza.

Tabla 22. Técnica del interrogatorio sistemático (Etapa: Examinar)

ETAPA EXAMINAR-TÉCNICA DEL INTERROGATORIO SISTEMÁTICO			
OPERACIÓN	ACTIVIDAD	¿QUÉ SE HACE?	¿POR QUÉ SE HACE?
Recepción y verificación del material	Ingreso del material al almacén	Entra el camión a la planta.	Se hace para que se pueda recibir el material
	Recepción de la guía de llegada	Cuando el camión está en el almacén se firma la guía de llegada	Se verifica la guía con el fin de confirmar la dirección y firmar la recepción
	Descarga del material	El operario descarga las planchas con ayuda del montacargas	Se descarga para poder verificar la cantidad del material
	Verificación de la cantidad de material	Se verifica las cantidades de planchas, según hoja técnica de envío	Se efectúa la verificación para revisar la cantidad de material que llega para saber qué cantidad despachar
	Traslado al área de limpieza mecánica	Se trasladan por unidades para realizar la limpieza	Se traslada para que se realice la limpieza de contaminantes
Limpieza y control de contaminantes	Ubicación de planchas sobre tacos de madera	Con ayuda del montacargas se colocan las planchas sobre tacos de madera	Se hace con el fin de que las planchas no queden en el piso y se puedan limpiar más fácil.
	Lijar las planchas	Se lijan las planchas para sacar los contaminantes	Se ejerce esta actividad para que salgan más rápido los contaminantes.
	Limpiar polvo	Se limpia el polvo con trapo industrial, hasta que quede limpio	Se hace con el fin de que el agua no se adhiera al polvo.
	Preparación del Ace industrial con agua	En un balde se adhiere una cantidad de ace industrial y agua y se mezcla con la mano.	Se ejerce esta actividad para que el ace se mezcle con el agua y llegue a toda la superficie de la plancha.
	Verter el contenido en las plancha	En valdes se hecha agua a las planchas para que remojen los contaminantes	Se ejerce esta actividad para que sea más fácil quitar los contaminantes
	Sobar con un trapo	Con un trapo se soba hasta quitar los aceites y contaminantes de la plancha	Se soba porque los contaminantes están ligados a la plancha
	Enjuagar las planchas con agua	Se enjuaga las planchas con bastante agua	Se enjuaga para quitar el resto de contaminantes y la solución anteriormente
	Esperar a que sequen las planchas	Esperar a que sequen con la luz solar	Se espera que sequen para que posteriormente se realice la limpieza mecánica
	Control de calidad	Se verifica la plancha que no tenga resto de contaminante	Se hace porque la plancha no tiene que tener aceites para que se pueda granallar adecuadamente
Limpieza de puntos de soldadura	Verificación de puntos de soldadura	Se verifica puntos y cordones de soldadura	Se realiza la verificación para que posteriormente se pueda señalar
	Señalización de puntos de soldadura	Se marca los puntos de soldadura con una tiza	Se hace con la finalidad de que el operario puede identificar donde limpiar
	Quitado de puntos de soldadura	Con esmeril se sacan los puntos de soldadura y la plancha quede uniforme	Se hace con esmeril porque son puntos de acero y el granallado no puede retirarlo
	Limpieza de residuos	Se limpia la plancha con trapo	Se limpia para que la plancha esté lista para granallar
	Traslado de material a cabina de granallado	El montacargas lleva el material a la cabina de granallado	Se traslada a la cabina de granallado para preparar la cabina antes de granallar

Preparación de la cabina	Prendido de luminaria	Se levanta la cuchilla para prender la luminaria	Se prende la luminaria porque la cabina tiene que estar iluminada para que el operario pueda observar
	Prendido del extractor	Se levanta la cuchilla para prender el extractor	Se prende el extractor para que saque la humedad
	Prendido del elevador	Se levanta la cuchilla del elevador	Se prende el elevador para que pueda llevar la granalla extraída hasta la tolva y seguir el circuito
	Verificación del aire a presión	Se verifica el compresor del aire	Se verifica el aire a presión para que el chorreado se pueda dar de manera adecuada
	Verificación de pistones	Se verifica que los pistones estén en buenas condiciones	Se verifica para saber que se van a poder desplazar impulsando el aire
	Activación de barredores	Se levanta la cuchilla de los barredores	Se hace con el fin de que estos barran la granalla y lo lleven hasta el extractor
	Activación de la tolva	Se levanta la cuchilla de la tolva	Se activa la tolva para que empiece a funcionar el circuito
	Traslado al compresor	Se dirigen al compresor	Se dirigen con el fin de verificarlo y ponerlo en operación
Preparación del compresor	Limpieza de filtro	Se limpia el filtro con escobilla especial	Se realiza para que pueda salir el aire de los Refrigerantes
	Revisión de la cantidad de petróleo	Se revisa la cantidad adecuada de petróleo	Se hace con el fin de que no haya paradas imprevistas por la falta de este
	Adherir petróleo al compresor	Se adhiere una cantidad de petróleo al compresor	Se hace esta actividad para que el compresor pueda funcionar
	Verificación del aceite y agua	se verifica la cantidad de aceite y agua	Se hace con el fin de que estén en proporciones adecuadas y no se terminen en el momento del chorreado abrasivo
	Prendido del compresor	Se prende el compresor de los botones	Se ejecuta para que esté listo para operar
	Transporte a la cabina de granallado	El operario se dirige a la cabina de granallado	Se dirige a la cabina de granallado para empezar la limpieza
Chorreado y control de calidad	Colocación de planchas en caballetes	Se colocan las planchas en caballetes	Se ejecuta para que la limpieza sea más rápida
	Vaciado de granalla en la cabina	El operario esparce la granalla en la cabina	Se realiza para que el chorreado limpie el óxido de las planchas
	Regulación del nivel de granalla	Se regula el nivel de granalla de acuerdo al grado de limpieza	Se hace con el fin de que la estructura cumpla con las condiciones de limpieza que el cliente solicita
	Activación del purgador	Se activa el purgador en la cabina	Se hace para que la granalla salga sin residuos
	Activación del gatillo	Se gira en sentido antihorario la llave del gatillo	Se ejerce esta actividad para que pueda salir el abrasivo de la manguera con ayuda del aire a presión
	Chorreado abrasivo	Se limpia la plancha	Se pasa la manguera del abrasivo sobre la plancha y se limpia profundamente
	Apagado del gatillo	Se gira en sentido horario la llave del gatillo	Se realiza con el fin de evitar que el abrasivo siga saliendo
	Esperar a que se purifique la cabina	Se espera que el polvo salga de la cabina	Se espera con el fin de que el polvo no contamine y se pueda limpiar
	Limpieza profunda de residuos	Con trapos industriales se limpia la plancha	Se ejecuta con el fin de retirar todo resto de abrasivo sobre la superficie de la plancha
	Control de calidad	Se verifica que la plancha haya quedado limpia	Se hace con el fin de verificar que el grado de limpieza sea el que solicitó el cliente
	Traslado al área de pintado	El montacargas traslada la plancha a la cabina de pintura	Se hace esta actividad porque la plancha tiene que pintarse inmediatamente y evitar que se oxide

Fuente: Elaboración propia

Luego de examinar las actividades, se pasó a la cuarta etapa, la cual consiste en **desarrollar** el método más adecuado. Para ello, se tuvo en cuenta la etapa anterior del interrogatorio sistemático y las actividades que no agregan valor. De esta manera, se detectó los sobretiempos que generan algunas actividades y los recorridos demasiados extensos. Ante ello, se buscó lograr la reducción, eliminación o combinación de estas actividades para mejorar el método de trabajo actual en el área de granallado. Por consiguiente, se realizó preguntas de cómo debería hacerse la actividad y que se debería hacer para realizarlo (Tabla 23).

Tabla 23. Técnica del interrogatorio sistemático (Etapa: Desarrollar)

ETAPA EXAMINAR-TÉCNICA DEL INTERROGATORIO SISTEMÁTICO			
OPERACIÓN	ACTIVIDAD	¿CÓMO DEBERÍA HACERSE?	¿QUÉ SE DEBERÍA HACER?
Recepción y verificación del material	Ingreso del material al almacén	Esta actividad debería ser eliminada, ya que el camión debe ingresar y dirigirse donde se va a realizar la limpieza.	Aplicar el método propuesto. El camión ingresa directamente al área de limpieza, de tal manera que se elimina el transporte innecesario de 5.5 m y se disminuye el tiempo.
	Revisión de la guía de llegada	Esta actividad se debería hacer simultáneamente con el ingreso del material al área de limpieza.	Aplicar el método propuesto. Cuando el camión ingresa se recibe la guía de llegada y se firma mientras este se dirige al área de limpieza.
	Descarga del material	El operario descarga las planchas y entretanto se lleva el conteo de planchas que están ingresando.	Aplicar el método propuesto. Se descarga el material en el mismo espacio, donde se realizará la limpieza.
	Verificación de la cantidad de material	Esta actividad se debería hacer paralelamente con la descarga del material.	Aplicar el método propuesto. Simplificar la actividad y reducir los tiempos.
	Traslado al área de limpieza mecánica	Se debe eliminar esta actividad, puesto que se descargará el material enfrente en el área de limpieza.	Aplicar el método propuesto. Eliminar actividad.
Limpieza y control de contaminantes	Ubicación de planchas en caballetes	El operario debería ubicar correctamente las planchas sobre los caballetes.	Aplicar el método propuesto. Al ubicar las planchas correctamente sobre los caballetes evitar que estos se volteen.
	Lijar las planchas	Se debería usar lija más gruesa, de 60.	Aplicar el método propuesto. La actividad se realizará más rápido y se reducirá los tiempos.
	Limpiar polvo	Se debería usar el aire a presión para limpiar el polvo, de manera que se haga más rápido.	Aplicar el método. Usando la manguera con aire a presión se reducirá los tiempos.
	Preparación del Ace industrial con agua	En una tina se adhiere el agua y detergente, haciendo uso de un agitador.	Aplicar el método. Usando el agitador se mezclará más rápido y mejor el contenido.
	Verter el contenido en las planchas	Se debería hechar agua a las planchas de manera adecuada.	Aplicar el método. Simplifica la actividad.
	Sobar con un trapo	Se debería usar escobillas para poder retirar de manera más fácil los contaminantes.	Aplicar el método propuesto. Usando las escobillas para limpiar se realizará más rápido la limpieza.
	Enjuagar las planchas con agua	Durante el enjuague de las planchas, se va verificando que no queden restos de contaminantes.	Aplicar el método propuesto. Teniendo modelo estandarizado.
	Esperar a que sequen las planchas	Se espera que las planchas se sequen, teniendo en cuenta que deben estar limpias.	Aplicar método. Simplificar la actividad.
Control de calidad	Esta actividad se debe realizar simultáneamente con el enjuague de las planchas.	Aplicar el método propuesto. Simplificar actividad y reducir tiempos.	
Limpieza de puntos de soldadura	Verificación de puntos de soldadura	Se debería eliminar esta actividad ya que puedes empezar directamente con la señalización.	Aplicar el método propuesto. Eliminar actividad.
	Señalización de puntos de soldadura	Se tiene que señalar los puntos de soldadura y mantener un orden.	Aplicar método propuesto. Se reduce el tiempo de la actividad.
	Quitado de puntos de soldadura	El operario debe realizar la limpieza con el esmeril de manera ordenada siguiendo una secuencia.	Aplicar el método. Teniendo modelo estandarizado y reducir tiempos.
	Limpieza de residuos	Se debe limpiar principalmente en los puntos donde se retiró los puntos de soldadura.	Aplicar el método. Simplificar la actividad.
	Traslado de material a cabina de granallado	Se debería trasladar el material y dejarlo lo más cerca posible a la entrada de la cabina.	Aplicar el método. Para que sea más fácil jalar la plancha a la cabina.

Preparación de la cabina	Prendido de luminaria	Se debería aumentar la intensidad de la luminaria	Aplicar el método. Se cambia la luminaria para que el operario pueda visualizar
	Prendido del extractor	Se debe prender el extractor para que pueda extraer la humedad del aire comprimido.	Aplicar metodo propuesto.
	Prendido del elevador	Se activa el elevador para que lleve la granalla hasta la tolva y siga el circuito	Aplicar método. Tniendo un modelo estandarizado.
	Verificacion del aire a presión	Se debería cambiar las mangueras por donde pasa el aire comprimido.	Aplicar método. Se cambia la manguera y se evita que haya fuga de aire.
	Verificacion de pistones	Se debe verifica que los pistones estén en buenas condiciones	Aplicar método propuesto. Teniendo modelo estandarizado
	Activacion de barredores	Se debería mejorar la condición de los barredores mediante una limpieza	Aplicar método. Simplificar la actividad
	Acivacion de la tolva	Se debe limpiar la tolva y cambiar los secadores de granalla, para evitar que se forme lodo en el interior.	Aplicar método propuesto. Al
	Traslado al compresor	Se realiza una nueva distribución del compresor y se coloca en seceuncia para reducir el tiempo de traslado.	Aplicar método propuesto. Cambiar de lugar y eliminar la actividad
Prendido del compresor	Limpieza de filtro	Se debía limpiar el filtro de manera adecuada, utilizando cepillo de acero	Aplicar método. Mejora el funcionamneto del compresor.
	Revisión de la cantidad de petróleo	Esta actividad debería eliminar, puesto que se debe llenar el tanque antes de iniciar el proceso	Aplicar método propuesto. Se elimina la actividad.
	Adherir pttroleo al compresor	Se debería llenar el tanque del compresor para evitar que se termine durante el proceso	Aplicar método propuesto.
	Verificación del aceite y agua	Se necesita verificar la cantidad de aceite y agua para el correcto funcionamiento del compresor	Aplicar método propuesto. Teniendo modelo estandarizado
	Prendido del compresor	Se debe prender el compresor manipulando una sola vez el boton	Aplicar método. Teniendo modelo estandarizado
	Transporte a la cabina de granallado	Esta actividad es eliminada puesto que se cambió de lugar al compresor	Aplicar método. Se elimina la actividad
Chorreado y control de calidad	Colocación de planchas en caballetes	Se deberían colocar la plancha en los caballetes de manera proporcional para que la limpieza ses más rápida	Aplicar método. Teniendo modelo estandarizado
	vaciado de granalla en la cabina	Se debería esparcir la granalla directamente en los barredores para evitar que queden restos en la cabina	Aplicar método propuesto. Simplicla actividad
	Regulación del nivel de granalla	Se regula el nivel de granalla de acuerdo a la dureza del contaminante que hay en la plancha	Aplicar método. Según modelos establecidos
	Activación del purgador	se tiene que activar el purgador para que la granalla pase sin humedad y sin residuos	Aplicar método. Teniendo modelo estandarizado
	Activación del gatillo	Se debería pasar un lubricante al gatillo y este sea más facil de manipular	Aplicar método. El operario manipula constantemente el gatillo, por ello se debe lubricar y simplificar la actividad.
	Chorreado abrasivo	Se debería limpiar la plancha primero la parte superior y luego la inferior.	Aplicar método. Teniendo un modelo estandarizado.
	Apagado del gatillo	Se apaga el gatillo para terminar la limpieza de la plancha	Aplicar método.
	Esperar a que se purifique la cabina	Se debería limpiar los residuos de granalla que quedaron sobre la plancha mientras se purifica la cabina	Aplicar método. Se reduce tiempos
	Limpieza profunda de residuos	Se debe hacer mientras se espera que la cabina se purifique	Aplicar método. Se simplifica la actividad.
	Control de calidad	Se debería verificar el grado de limpieza según el requerimiento del cliente y teniendo en cuenta parámetros establecidos	Aplicar método. Según modelos establecidos
Trazlado al área de pintado	Con ayuda del montacargas se levanta las planchas y se trasladan para que sean pintadas	Aplicar metodo. Simplificar la actividad	

Fuente: Elaboración propia

En la quinta etapa, se realizó la **evaluación** del costo del servicio de granallado de planchas metálicas previo a la aplicación. Para ello, se consideró los costos de mano de obra, de materiales y otros costos indirectos, así como también los gastos administrativos. Cabe recalcar que los costos están basados en 25 días del mes de noviembre del 2019.

❖ **Costeo del servicio**

En el presente proyecto de investigación se llevó a cabo el cálculo del costo del servicio de granallado de estructuras metálicas, en el cual se tuvo en cuenta el costo de mano de obra, costo de materiales directos e indirectos, entre otros costos de fabricación. En este caso, el servicio seleccionado es el granallado de planchas metálicas de 20m².

Para ello, se analizó un pre - test y post - test del costo del servicio del mes de noviembre del 2019. Asimismo, se consideró los beneficios sociales que brinda la empresa PaintBlast S.A.C. a los trabajadores. En la siguiente tabla 24 se puede observar el ejemplo de cómo se calculó los beneficios para los operarios:

Tabla 24. *Beneficio social del operario*

BENEFICIOS SOCIALES		
VACACIONES	1/24 SUELDO	S/. 50.00
GRATIFICACIONES	1/12 SUELDO	S/. 100.00
CTS	1/24 SUELDO	S/. 50.00
ESSALUD	9% SUELDO	S/. 108.00
TOTAL		S/. 308.00

Fuente: Elaboración

Para el cálculo de los beneficios se consideró vacaciones, gratificaciones, CTS y seguro ESSALUD. Asimismo, se tomó en cuenta las horas extras realizadas.

Tabla 25. Costos de producción mes de Noviembre (pre-test)

NOVIEMBRE 2019					
	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
COSTOS DIRECTOS					
granalla	kilogramo	83	S/. 8.00	S/.	664.00
petroleo	Galon	400	S/. 8.00	S/.	3,200.00
detergente	kilogramo	4	S/. 8.50	S/.	34.00
lijas	Caja	1	S/. 107.00	S/.	107.00
Escobillas	Unidad	1	S/. 2.00	S/.	2.00
MANO DE OBRA DIRECTA					
granallador	sueldo	1	S/. 3,154.69	S/.	3,154.69
operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
MATERIALES INDIRECTOS					
Lunas	Caja	1	S/. 25.00	S/.	25.00
Cintas	Unidad	26	S/. 5.00	S/.	130.00
Aceite	Galones	8	S/. 66.00	S/.	528.00
Tiza	Caja	1	S/. 5.00	S/.	5.00
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Jefe de producción	sueldo	1	S/. 3,533.26	S/.	3,533.26
Personal de mantenimiento	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
Personal de limpieza	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
OTROS COSTOS INDIRECTOS DE SERVICIO					
Luz	Servicio	1	S/. 1,200.00	S/.	1,200.00
Agua	Servicio	1	S/. 450.85	S/.	450.85
Agua	Servicio	1	S/. 170.00	S/.	170.00
GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Personal Administrativo	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
Gerente General	sueldo	1	S/. 5,780.67	S/.	5,780.67
Tributos	Servicio	1	S/. 45.88	S/.	45.88
TOTAL COSTO DEL SERVICIO					S/. 32,658.60
Servicio (Unid)					248
Costo Unitario (Unid)					S/ 131.69

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se puede observar que el costo unitario del servicio de granallado de planchas metálicas fue de S/. 131.69. Cabe recalcar que este costo está basado en la producción de 248 unidades de planchas metálicas y realizadas en 25 días laborables del mes de noviembre del 2019.

En la sexta etapa se empezó a **definir** el nuevo método y se hizo conocer a todas las personas que les concierne. Para ello, se realizó un manual de operaciones de trabajo del proceso de granallado. Asimismo, dentro de este manual se tuvo en cuenta los cambios que se realizaron, tales como la nueva distribución con el obtenido de reducir las distancias del recorrido y las capacitaciones del personal

con el fin de tener una mejor productividad en el proceso de granallado de planchas metálicas.

Además, el principal cambio definido fue la eliminación de almacenaje y la reducción de tiempos de varias actividades. Mientras que antes se tenía que descargar las planchas en el almacén sin tener ningún tipo de aporte, actualmente se procede a descargar directamente en el área de limpieza, eliminando así transportes innecesarios. Asimismo, se simplificó las actividades y se define un nuevo orden.

La siguiente etapa consiste en **implantar** el nuevo método. Esta etapa es significativa en el estudio de métodos que se realizó ya que gran parte de los trabajadores de la empresa se resistían al cambio debido a que están acostumbrados al método que emplearon siempre y lo consideraban como correcto.

Sin embargo, para poder llevar a cabo una correcta mejora en el servicio de granallado fue necesario reunir a todos los trabajadores del área de granallado, la gerencia y hasta el personal administrativo. Por ello, se organizó una reunión con la gerencia y los operarios para informarles con detalle sobre el nuevo método de trabajo que se realizó en el proceso de granallado mediante el diagrama de actividades mejorado (Post – Test) y los beneficios que trajo este cambio.

La reunión que se llevó a cabo con la gerencia y los operarios fue exitosa. Puesto que, comprendieron que esta nueva metodología ayudó en la reducción de los tiempos (horas hombre trabajadas), disminuyendo también, los costos del servicio y aumentando la productividad en la empresa metalmecánica PaintBlast S.A.C.

Tabla 26. Diagrama de análisis de proceso (post –test)

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C.												
EMPRESA PAINTBLAST S.A.C.			REGISTRO			RESUMEN				Nº		
			MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST	ACTIVIDAD	Operación					
Producto:	Planchas metálicas				Inspección					4		
Área:	granallado				Transporte					3		
Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernandez Bernal Kesli				Espera					1		
Fecha:	octubre - noviembre				Almacenamiento					0		
Operarios:	granalladores				DISTANCIA (m)					31.8		
Inicia en:	Recepción de materiales		Termina en:	Almacén de productos terminados		TIEMPO (min)				154.67		
ITEM	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	Distancia	Tiempo	SIMBOLOGÍA					VALOR		
			(m)	(min)						SI	NO	
1	Recepción y verificación del material	Ingreso del material al área de limpieza y revisión de llegada	11.5	8.95							x	
2		Descarga y verificación de la cantidad de material		16.56								x
3	Limpieza y control de contaminantes	Ubicación de planchas en caballetes		3.75							x	
4		lijar las planchas		3.23						x		
5		limpiar el polvo		1.39						x		
6		Preparación del Ace industrial con agua		1.52						x		
7		Verter el contenido en las planchas		0.13						x		
8		Sobar con una escobilla		2.77						x		
9		Enjuagar las planchas con agua y control de calidad		2.95						x		
10		Esperar a que sequen las planchas		3.17							x	
11		Limpieza de puntos soldaduras	Señalización de puntos de soldadura		1.79						x	
12			Quitado de puntos de soldadura		4.17						x	
13	Limpieza de residuos			1.25						x		
14	Traslado de material a la cabina de granallado		6	5.27							x	
15	Preparación de la cabina	Prendido de luminaria		0.4							x	
16		Prendido de extractor		0.38							x	
17		Prendido de elevador		0.6							x	
18		Activación de barredores		0.42							x	
19		Verificación de aire a presión		1.25							x	
20		Verificación de pistones		0.56							x	
21		Activación de la tolva		0.58							x	
22	Preparación del compresor	Limpieza de filtro		1.59						x		
23		Adherir petróleo al compresor		2.76						x		
24		Verificación del aceite y agua		0.45							x	
25		Prendido del compresor		0.03							x	
26	Chorreado y control de calidad	Colocación de las planchas en caballetes		2.92							x	
27		vaciado de la granalla en Los barredores		2.05						x		
28		Regulación del nivel de granalla		0.16							x	
29		Activación del purgador		0.48							x	
30		Activación del gatillo		0.50							x	
31		Chorreado de abrasivo		65.52						x		
32		Apagado del gatillo		0.46							x	
33		Limpieza profunda de residuos mientras se purifica el aire		5.43						x		
34		control de calidad		7.38							x	
35		Traslado al área de pintado	14.3	3.85							x	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se puede observar que después de la implementación, el servicio de granallado de planchas metálicas contiene un total de 27 operaciones, 4 inspecciones, 3 transportes y 1 espera, sumando un total de 35 actividades. Asimismo, se visualiza que hay 14 actividades que agregan valor al proceso y 21 actividades no agregan valor.

Por último, se pasó a la etapa de **mantener y controlar**. Para ello, fue importante que el jefe del área de granallado tenga la función y el compromiso de controlar y verificar que los trabajadores estén cumpliendo con el nuevo método de trabajo. Puesto que, el personal suele regresar a los métodos previos a la implementación de la mejora.

Por tanto, el control se llevará a cabo por el jefe del área de granallado, el cual está comprometido en mantener el nuevo método. Asimismo, este control se debe realizar 3 veces a la semana durante un periodo de 2 meses. De esta forma, se espera que los trabajadores se adapten al nuevo método de trabajo para este proceso. Por consiguiente, se mantendrán las capacitaciones hasta que se logre que los trabajadores se adopten totalmente a la nueva metodología.

❖ **Distribución de planta**

Para un óptimo recorrido del proceso de granallado, se aplicó la propuesta de una nueva distribución de planta de la misma área del proceso, teniendo como objetivo lo siguiente:

- Evitar transportes innecesarios y tiempos improductivos.
- Utilizar mejor el espacio de trabajo
- Disminuir la fatiga de los operarios
- Brindar un mejor ambiente laboral, manteniéndolo limpio y ordenado
- Aumentar la eficiencia en el flujo del granallado de planchas metálicas

Para ello, se tomó en cuenta lo siguiente:

- Los operarios deben tener un ambiente de trabajo adaptado para el cumplimiento de sus actividades.

-Asimismo, se hizo una distribución de trabajo con una mejor iluminación en la cabina de granallado, en el cual se cambió los reflectores por otros de mayor intensidad con el objetivo de lograr una mejor visión al momento de que realicen la actividad del chorreado.

-Adicionalmente, se implementó secadores en la tolva para evitar que la granalla se haga grumos al contacto con el aire comprimido. Ello permite que el operario pueda realizar el chorreado más rápido.



Figura 10. Luz reflector - antes

Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Luz reflector – después

Fuente: Elaboración propia

Debido a los cambios realizados en el área de los operarios y de una mejor distribución del lugar de trabajo, se logró reducir los movimientos innecesarios y los tiempos improductivos.

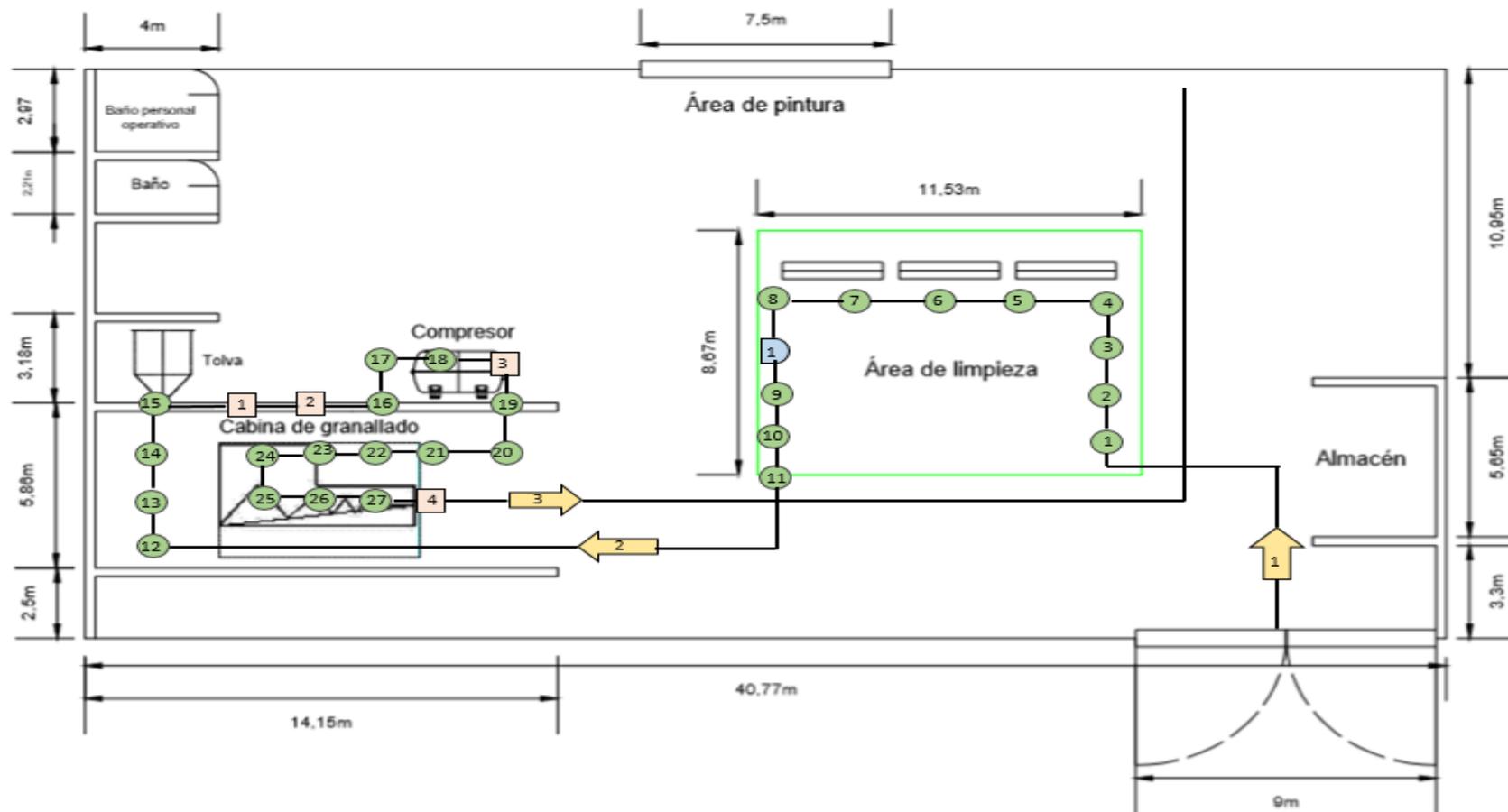


Figura 12. Distribución de planta (post- test)

Fuente: Elaboración Propia

❖ Capacitación

Después de establecer la propuesta de mejora se pasó a reformar los conocimientos previos del área de trabajo. La capacitación fue realizada gracias a uno de los proveedores principales de la empresa, Pinturas Aurora; y se programó de la siguiente forma:

Tabla 27. Cronograma de capacitación

ACTIVIDADES A DESARROLLAR	FECHAS									
	10/12/2019	17/12/2019	25/12/2019	30/12/2019	02/01/2020	07/01/2020	14/01/2020	18/01/2020	24/01/2020	30/01/2020
EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS										
EVALUACIÓN PRÁCTICA INICIAL										
SEMINARIO DE INDUCCIÓN										
CURSO DE EVALUACIÓN DE CONTAMINANTES										
CURSO DE GRADOS DE LIMPIEZA										
CURSO DE MÉTODOS DE GRANALLADO I										
TALLER DE PRÁCTICA I										
TALLER DEL USO CORRECTO DEL MONTACARGAS										
EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS										
EVALUACIÓN PRÁCTICA FINAL										

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede visualizar los temas que se desarrollaron en la capacitación, así como las fechas en las que fueron realizadas. Asimismo, estas fechas fueron planificadas de acuerdo a la disponibilidad del personal que fue participe. Además, otro proveedor encargado de los repuestos de las maquinarias, se sumó a la capacitación y con ello se realizó un taller adicional.

a) Selección de las personas interesadas

Todas las personas que laboren en el servicio de granallado de manera directa e indirectamente, debía ser capacitado.

b) Preparación de equipos y materiales de capacitación

Se implementó los materiales para poder realizar una capacitación apropiada, de tal manera que el grupo tenga un mayor conocimiento de las actividades que se está realizando y cómo se podría mejorar. Para ello se utilizó:

-Un manual de operaciones, con el fin de que el grupo conozca el desarrollo de las operaciones en el área de granallado.

-Trípticos para poder mejor entendimiento de la capacitación

-Hojas para poder anotar temas resaltantes

-Papelotes

c) Programa de capacitación

-Evaluación de conocimientos

Tabla 28. Evaluación de conocimientos

	EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS DEL PROCESO DE GRANALLADO							
	FERNANDO (Granallador)	CRISTIAN (maquinista)	ALEX (transporte- montacargas)	RONAL (Control de calidad)	ALBERT (Jefe de operaciones)	ALCIDES (operador de limpieza)	MARCO (recepción)	JUAN (soldador)
CONOCES CUÁNTAS Y CUALES SON LAS OPERACIONES DE TU PROCESO?	4	4	4	7	7	4	4	4
CONOCES CUÁLES SON LAS OPERACIONES QUE MÁS TIEMPO TOMA REALIZAR?	4	1	1	4	4	4	4	1
CONOCES CUÁLES SON LAS PRINCIPALES OPERACIONES QUE TIENEN TU PROCESO?	4	1	4	4	7	4	4	4
SABES USAR CORRECTAMENTE TUS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE TRABAJO?	4	4	4	7	7	4	4	7
CONOCES CUÁLES SON LOS GRADOS DE LIMPIEZA?	7	4	1	7	7	4	1	4
CONOCES CUÁLES SON LOS MEJORES MÉTODOS PARA REALIZAR LA LIMPIEZA?	7	1	1	4	4	4	1	4
TOTAL	5	2,5	2,5	5,5	6	4	3	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Ponderados de calificación

PONDERADOS
1-3 SIN CONOCIMIENTO
4-7 REGULAR CONOCIMIENTO
7-9 BUEN CONOCIMIENTO
10 EXCELENTE CONOCIMIENTO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29, se muestra la evaluación de conocimientos de los operarios antes de realizar la capacitación, en la cual se observa que 2 operarios tenían un conocimiento mínimo del proceso y 6 de ellos conocían de manera regular el proceso.

- Curso de inducción, evaluación de contaminantes y práctica inicial.

Se realizó la inducción del curso a desarrollar y se entregó los materiales a los presentes, los subtemas tratados fueron: Tipos de contaminantes en estructuras metálicas, prueba de corrosión, prueba de salinidad del abrasivo, prueba de conductividad. Al día siguiente se llevó a cabo la práctica para que los operarios puedan conocer el procedimiento de evaluación de contaminantes.



Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Evaluación de contaminantes

Fuente: Elaboración propia

-Curso de grados de limpieza

Se ejecutó este curso con el fin de que los operarios, principalmente el granallador y el encargado de preparar la cabina, tengan conocimiento sobre los grados de limpieza, los cuales son divididos en SP5 (limpieza con abrasivo de grado metal blanco), SP6 (limpieza con abrasivo de grado metal comercial), SP10 (limpieza de grado metal semiblanco). Con ello, se pretendía evitar que existan observaciones en el control de calidad del chorreado y el cliente esté satisfecho con el servicio. Del mismo modo se llevó a cabo las prácticas de lo desarrollado.

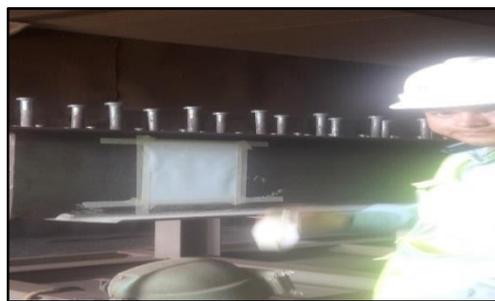


Figura 15. Curso de grados de limpieza

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Identificación de grados de limpieza

Fuente: Elaboración propia

-Métodos de granallado y ejecución de la práctica.

Se desarrolló este curso para identificar que métodos utilizan en el chorreado y de qué manera se podría mejorar dependiendo al modelo de la estructura metálica, los subtemas tratados fueron: Sistema de circulación y aceleración de la granalla, limpieza de la granalla, instrumentos y control. Posteriormente se realizó la práctica de lo que se había desarrollado.



Figura 17. Práctica de granallado

Fuente: Elaboración propia

-Taller de uso correcto de Montacargas

Este curso fue desarrollado con el fin de que los operarios, principalmente la persona que conduce el montacargas pueda mejorar sus métodos de descargar y trasladar las estructuras en la planta. Los subtemas tratados fueron: Funciones, componentes y técnicas de uso del montacargas.



Figura 18. Taller de uso de montacargas

Fuente: Elaboración propia



Figura 19. Identificación de componentes y técnicas

Fuente: Elaboración propia

-Práctica y evaluación de conocimientos final

Tabla 30. Evaluación de conocimientos final

	EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS DEL PROCESO DE GRANALLADO							
	FERNANDO (Granallador)	CRISTIAN (Ayudante)	ALEX (transporte- montacargas)	RONAL (Control de calidad)	ALBERT (Jefe de operaciones)	ALCIDES (operador de limpieza)	MARCO (recepción)	JUAN (soldador)
CONOCES CUÁNTAS Y CUALES SON LAS OPERACIONES DE TU PROCESO?	7	7	7	10	10	7	7	7
CONOCES CUÁLES SON LAS OPERACIONES QUE MÁS TIEMPO TOMA REALIZAR?	10	7	7	10	10	7	7	4
CONOCES CUÁLES SON LAS PRINCIPALES OPERACIONES QUE TIENEN TU PROCESO?	10	7	4	10	10	7	7	4
SABES USAR CORRECTAMENTE TUS HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE TRABAJO?	7	7	7	7	7	7	10	7
CONOCES CUÁLES SON LOS GRADOS DE LIMPIEZA?	7	7	7	10	7	10	4	7
CONOCES CUÁLES SON LOS MEJORES MÉTODOS PARA REALIZAR LA LIMPIEZA?	10	4	4	7	7	10	4	7
TOTAL	8,5	6,5	6	9	8,5	8	6,5	6

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 se puede observar que a diferencia de la evaluación de conocimientos antes realizada, los ponderados han cambiado, ya que no existen personas sin conocimiento del proceso, 4 de ellas tienen regular conocimiento y 4 operarios tienen buen conocimiento. Eso indica que la capacitación ha sido efectiva.

❖ Resultados de implementación

A continuación, se muestra los resultados de la implementación de la propuesta para mejorar la productividad en la empresa metalmecánica PaintBlast S.A.C.

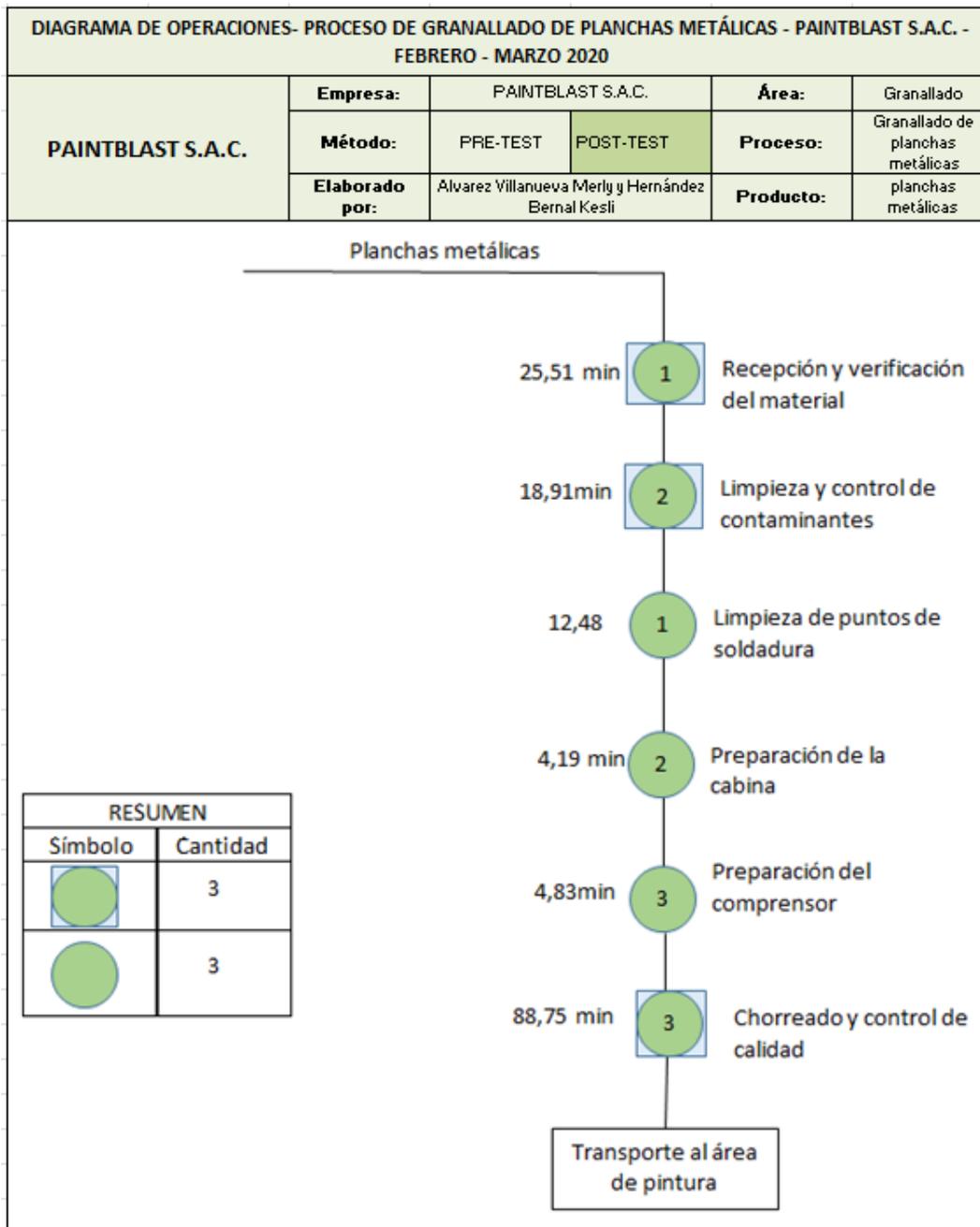


Figura 20. Diagrama de operaciones (post- test)

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en la figura anterior, las operaciones y la secuencia que se debe seguir para realizar el servicio de granallado de planchas metálicas.

➤ Resultados Dimensión Estudio de métodos

A continuación, se presenta el nuevo diagrama de actividades del servicio de granallado de planchas metálicas de la empresa PaintBlast S.A.C.

Tabla 31. Diagrama de análisis de proceso de elaboración de planchas metálicas (post –test)

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C.												
EMPRESA PAINTBLAST S.A.C.				REGISTRO			RESUMEN					
				MÉTODO	PRE-TEST	POST-TEST	ACTIVIDAD	Nº				
Producto:	Planchas metálicas				Inspección	4						
Área:	granallado				Transporte	3						
Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernandez Bernal Kesli				Espera	1						
Fecha:	octubre - noviembre				Almacenamiento	0						
Operarios:	granalladores				DISTANCIA (m)	31.8						
Inicia en:	Recepción de materiales		Termina en:	Almacén de productos terminados		TIEMPO (min)	154.67					
ITEM	OPERACIÓN	ACTIVIDAD	Distancia	Tiempo	SIMBOLOGÍA					VALOR		
			(m)	(min)	●	■	◐	➔	▼	SI	NO	
1	Recepción y verificación del material	Ingreso del material al área de limpieza y revisión de llegada	11.5	8.95							x	
2		Descarga y verificación de la cantidad de material		16.56	●						x	
3	Limpieza y control de contaminantes	Ubicación de planchas en caballetes		3.75	●						x	
4		lijar las planchas		3.23	●					x		
5		limpiar el polvo		1.39	●					x		
6		Preparación del Ace industrial con agua		1.52	●					x		
7		Verter el contenido en las planchas		0.13	●					x		
8		Sobar con una escobilla		2.77	●					x		
9		Enjuagar las planchas con agua y control de calidad		2.95	●					x		
10		Esperar a que sequen las planchas		3.17					●		x	
11		Limpieza de puntos soldaduras	Señalización de puntos de soldadura		1.79	●					x	
12			Quitado de puntos de soldadura		4.17	●					x	
13	Limpieza de residuos			1.25	●					x		
14	Traslado de material a la cabina de granallado		6	5.27					●		x	
15	Preparación de la cabina	Prendido de luminaria		0.4	●						x	
16		Prendido de extractor		0.38	●						x	
17		Prendido de elevador		0.6	●						x	
18		Activación de barredores		0.42	●							
19		Verificación de aire a presión		1.25					●		x	
20		Verificación de pistones		0.56					●		x	
21		Activación de la tolva		0.58	●						x	
22	Preparación del compresor	Limpieza de filtro		1.59	●					x		
23		Adherir petróleo al compresor		2.76	●					x		
24		Verificación del aceite y agua		0.45					●		x	
25		Prendido del compresor		0.03	●						x	
26	Chorreado y control de calidad	Colocación de las planchas en caballetes		2.92	●						x	
27		vaciado de la granalla en Los barredores		2.05	●					x		
28		Regulación del nivel de granalla		0.16	●						x	
29		Activación del purgador		0.48	●						x	
30		Activación del gatillo		0.50	●						x	
31		Chorreado de abrasivo		65.52	●					x		
32		Apagado del gatillo		0.46	●						x	
33		Limpieza profunda de residuos mientras se purifica el aire		5.43	●					x		
34		control de calidad		7.38					●		x	
35		Traslado al área de pintado	14.3	3.85					●		x	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31, se puede observar que el servicio de granallado de planchas metálicas cuenta ahora con 27 operaciones, 4 inspección, 3 transporte, 1 espera, sumando un total de 35 actividades. Además, la actividad de transporte hace un total de 31.8 metros de recorrido a comparación del anterior que era 45.1 metros.

Después de la implementación de la mejora en el servicio de granallado de planchas metálicas, las actividades que agregan valor al proceso, ahora son 14, mientras que las actividades que no agregan valor son de 21. Por tanto, se logró aumentar el porcentaje de actividades que agregan valor en el servicio de granallado.

$$IAAV = \frac{\sum AAV}{\sum Total\ de\ Actividades} = \frac{14}{35} = 40\%$$

En la siguiente tabla y figura se puede observar la comparación de los resultados del Estudio de métodos (PRE-TEST y POST-TEST), visualizándose la mejora realizada.

Tabla 32. Resultados de Estudio de métodos (pre-test vs post-test)

	PRE-TEST	POST-TEST
AAV	31.82%	40%
AANV	68.18%	60%

Fuente: Elaboración propia

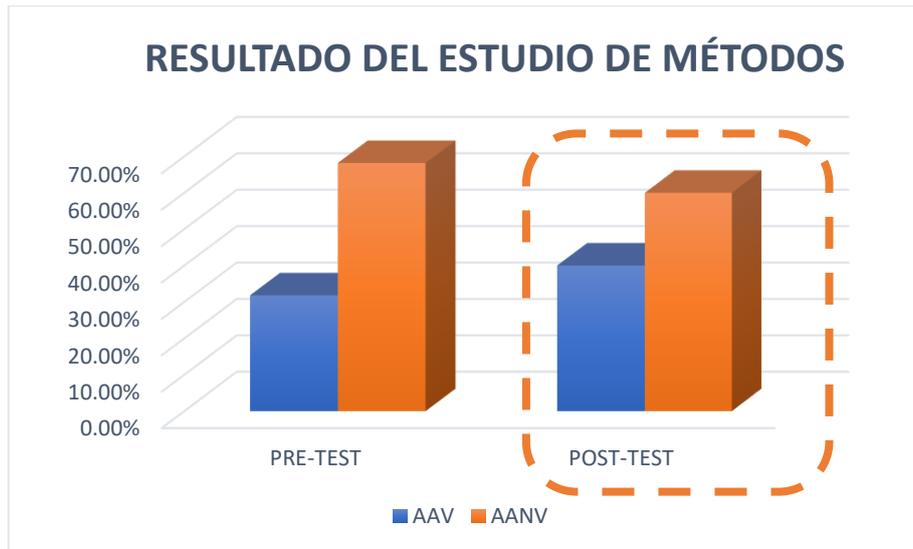


Figura 21. Resultados Estudio de métodos (pre-test vs post- test)

Fuente: Elaboración Propia

➤ Resultados dimensión de estudio de tiempos

- Toma de tiempos (Post-Test)

Se procedió a realizar la toma de tiempos del 1 de febrero al 14 de marzo del 2020, considerando 36 días laborables para determinar el número de muestras necesarias para el establecimiento del nuevo tiempo estándar del proceso de granallado de planchas metálicas de la empresa metalmecánica PaintBlast.

Tabla 33. Toma de tiempos (post –test)

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C. - FEBRERO - MARZO 2020																												
PAINTBLAST S.A.C.		Empresa:		PaintBlast S.A.C.																Área:		Granallado						
		Método:		PRE-TEST								POST-TEST								Proceso:		granallado de planchas metálicas						
		Elaborado por:		Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli																Producto:		planchas metálicas						
ITEM	OPERACIÓN	TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Promedio	
		min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min
1	Recepción y verificación del material	25.75	25.33	25.77	25.22	25.12	25.27	26.02	25.38	25.55	25.23	25.45	25.32	25.38	26.1	25.42	25.32	26.02	25.62	25.55	25.4	25.32	25.67	25.47	25.52	25.62	25.51	
2	Limpieza y control de contaminantes	18.75	18.88	18.73	18.92	19.03	18.87	18.75	18.97	19.52	18.95	18.88	18.77	18.72	18.92	19.08	18.85	18.65	19.15	19.02	19.58	18.72	19.08	18.63	18.77	18.65	18.91	
3	Limpieza de puntos de soldadura	12.45	12.70	13.13	12.52	12.45	12.25	12.43	13.08	12.47	12.48	12.52	12.23	12.32	12.28	12.62	12.62	12.32	12.23	12.4	12.70	12.15	12.17	12.28	12.47	12.62	12.48	
4	Preparación de la cabina	4.28	4.1	4.22	4.43	4.12	4.03	4.28	4.22	4.15	4.12	4.05	4.17	4.33	4.2	4.09	4.22	4.35	4.1	4.45	4.24	4.12	3.85	4.07	4.38	4.15	4.19	
5	Preparación del compresor	4.95	5.05	4.85	4.94	4.77	4.52	4.87	4.95	4.42	4.98	4.92	4.62	4.88	4.92	5.02	4.87	4.92	4.84	5.15	4.98	4.92	4.52	4.84	4.47	4.52	4.83	
6	Chorreado y control de calidad	88.77	88.6	88.62	88.78	88.63	88.85	88.52	88.72	89.18	88.8	89.25	88.54	88.67	88.72	88.77	88.98	88.57	88.70	88.62	88.45	89.32	88.78	88.42	88.85	88.75	88.75	
		Tiempo total (min)																										154.67

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se puede observar la toma de tiempos del mes de febrero y marzo del 2020, de los cuales se tomaron 25 días laborables ya que son los que se encuentran dentro del rango establecido. Asimismo, se puede identificar que el día con menor tiempo de proceso es el día 12, con un tiempo total de 153.65 minutos; y el día con mayor tiempo de proceso es el día 20 con 155.35 minutos. Además, se puede visualizar que la toma de tiempos actual es menor a la toma de tiempos anterior.

Tabla 34. Cálculo del número de muestras (post –test)

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS- PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C. - FEBRERO - MARZO 2020					
PAINTBLAST S.A.C.	Empresa:	PAINTBLAST S.A.C.		Área:	Granallado
	Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Proceso:	Granallado de planchas metálicas
	Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli		Producto:	planchas metálicas
ITEM	OPERACIÓN	ΣX	ΣX^2	$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2$	
1	Recepción y verificación del material	778.94	24271.728		
2	Limpieza y control de contaminantes	456.36	8330.8478	1	
3	Limpieza de puntos de soldadura	311.35	3879.3287	1	
4	Preparación de la cabina	83.39	278.6213	2	
5	Preparación del compresor	90.20	326.2060	3	
6	Chorroado y control de calidad	2733.34	298846.5274	1	

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 34, para hallar el número de muestras se aplica la fórmula de Kanawaty. Asimismo, los datos fueron obtenidos de la toma de tiempos de los meses de febrero y marzo.

Tabla 35. Cálculo del promedio de tiempo observado total (post –test)

CÁLCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS- PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C. - FEBRERO - MARZO 2020					
PAINTBLAST S.A.C.	Empresa:	PAINTBLAST S.A.C.		Área:	Granallado
	Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Proceso:	Proceso de granallado de planchas metálicas
	Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli		Producto:	Planchas metálicas
ITEM	OPERACIÓN	NÚMERO DE MUESTRAS			PROMEDIO
		1 (min)	2 (min)	3 (min)	
1	Recepción y verificación del material	25.51			25.51
2	Limpieza y control de	18.91			18.91
3	Limpieza de puntos de	12.48			12.48
4	Preparación de la cabina	4.19	4.2		4.19
5	Preparación del compresor	4.83	4.84	4.85	4.84
6	Chorroado y control de calidad	88.75			88.75
					154.69

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Cálculo del tiempo estándar del servicio de granallado de planchas metálicas (post –test)

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR - PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C. - FEBRERO - MARZO 2020													
PAINTBLAST S.A.C.			Empresa:	PainBlast S.A.C.				Área:	Granallado				
			Método:	PRE-TEST		POST-TEST		Proceso:	Proceso de granallado de planchas metálicas				
			Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly		Hernández Bernal Kesli		Producto:	planchas metálicas				
ITEM	OPERACIÓN	TIPO DE OPERACIÓN	PROMEDIO DEL TIEMPO OBSERVADO (min)	WESTINHOUSE				1 + FACTOR DE VALORACIÓN	TIEMPO NORMAL (min)	SUPLEMENTOS		1 + SUPLEMENTO	TIEMPO ESTÁNDAR (min)
				H	E	CD	CS			C	V		
1	Recepción y verificación del material	Manual - Máquina	25.51	0	0.02	-0.03	0.00	0.99	25.26	0.05	0.07	1.12	28.29
2	Limpieza y control de contaminantes	Manual	18.91	0.03	0.00	-0.03	-0.02	0.98	18.54	0.05	0.04	1.09	20.20
3	Limpieza de puntos de soldadura	Manual - Máquina	12.48	0.00	0.02	-0.03	0.00	0.99	12.35	0.09	0.05	1.14	14.08
4	Preparación de la cabina	Manual	4.19	0.03	0	-0.07	0.00	0.96	4.03	0.05	0.06	1.11	4.47
5	Preparación del compresor	Manual	4.84	0.00	0	-0.03	0.00	0.97	4.69	0.05	0.05	1.1	5.16
6	Chorro y control de calidad	Manual - Máquina	88.75	0.00	0.08	-0.07	-0.02	0.99	87.87	0.05	0.13	1.18	103.68
			154.69	Tiempo estándar								175.88	

Fuente. Elaboración propia

En la tabla anterior, se realizó el cálculo del tiempo estándar del servicio de granallado de planchas metálicas, el cual muestra como resultado un nuevo tiempo de 175.88 minutos.

Después de tener los resultados referentes al estudio de tiempos, en la siguiente tabla y gráfico, se hizo una comparación de los resultados del Pre-test y Post-test del proceso de granallado. Asimismo, se logró visualizar que el tiempo estándar se ha reducido de 240.03 a 175.88 minutos.

Tabla 37. Resultados Estudio de tiempo (pre-test vs post –test)

	PRE TEST	POST TEST
TIEMPO ESTÁNDAR (min)	240.03	175.88

Fuente: Elaboración propia

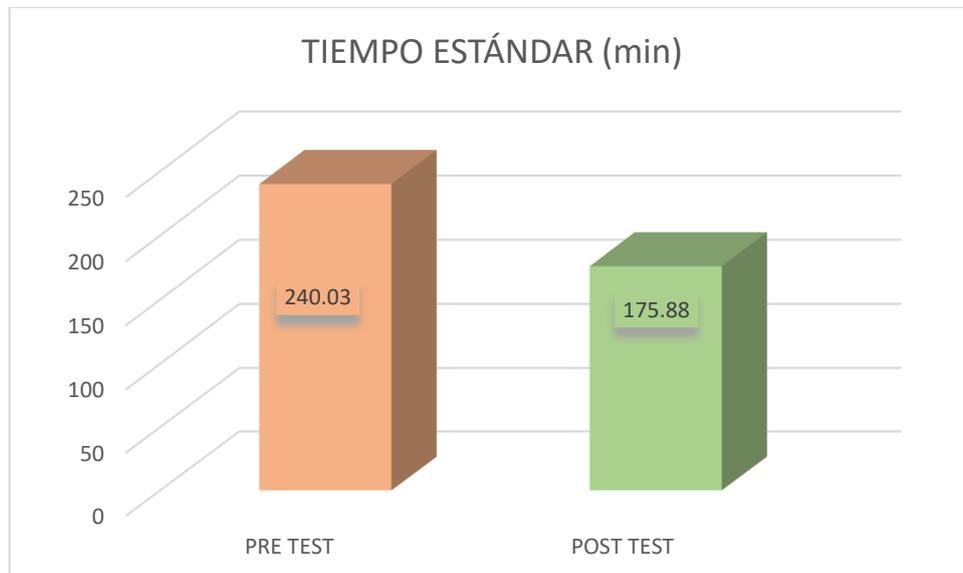


Figura 22. Resultados de Estudio de tiempos (pre-test vs post- test)

Fuente: Elaboración Propia

➤ Resultados de eficiencia, eficacia y productividad (Post-test)

Después de obtener el tiempo estándar se procedió a calcular la capacidad instalada, la cual tiene la siguiente fórmula:

$$\text{Capacidad Instalada} = \frac{\text{Número de trabajadores} \times \text{Tiempo labora c/trab.}}{\text{Tiempo Estándar}}$$

Tabla 38. Cálculo de la capacidad instalada (post –test)

Cálculo de la capacidad instalada			
Número de trabajadores	Tiempo de labor c/trabajador	Tiempo estándar (minutos)	Capacidad en unidades instalada o teórica (u)
7	480	175.88	19.10

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se observa que las unidades que teóricamente se tendrían de granallar son de 19.10 planchas.

Teniendo la capacidad instalada, se procedió a calcular las unidades que realmente van a producir mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Unidades planificadas} = \text{Capacidad instalada} \times \text{Factor de Valoración}$$

Asimismo, para el factor de valoración se consideró el siguiente cuadro:

Tabla 39. Factor de valoración (post –test)

RAZONES	VALOR
Tardanzas	-5%
Faltas	-5%
FACTOR DE VALORACIÓN	-10%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Cálculo de las unidades programadas (post –test)

CANTIDAD PROGRAMADA DE PLANCHAS METÁLICAS		
CAPACIDAD INSTALADA	FACTOR DE VALORACIÓN	UNIDADES
19.10	90.00%	17

Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar en el cuadro anterior que las unidades programadas diarias son de 17 planchas metálicas.

Asimismo, para analizar mejor la productividad de la empresa PaintBlast, se presentó los resultados de la tabla de eficiencia, eficacia y productividad del mes de febrero del año 2020.

Tabla 41. Eficiencia febrero 2020 (post-test)

FORMATO DE EFICIENCIA - FEBRERO 2020							
PaintBlast S.A.C.	Empresa:	PaintBlast S.A.C.			Área:	Granallado	
	Método:	PRE-TEST	POST-TEST		Proceso:	Granallado de planchas metálicas	
	Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli			Producto:	Planchas metálicas	
DÍAS	Nº de horas realizadas			Nº de Horas empleadas			Indicador
	Cant. de planchas granalladas (uni)	Tiempo estándar (min)	HHr (horas)	Nº trabajadores	Horas de trabajo	HHe	EFICIENCIA
Total							
01/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
03/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
04/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
05/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
06/02/2020	16	175.88	46.90	7	9	63	74.45%
07/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
08/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
10/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
11/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
12/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
13/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
14/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
15/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
17/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
18/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
19/02/2020	16	175.88	46.90	7	9	63	74.45%
20/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
21/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
22/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
24/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
25/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
26/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
27/02/2020	14	175.88	41.04	7	8	56	73.28%
28/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
29/02/2020	15	175.88	43.97	7	8	56	78.52%
				EFICIENCIA TOTAL			76.10%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Eficacia febrero 2020 (post –test)

FORMATO DE EFICACIA - FEBRERO 2020				
PaintBlast S.A.C.	Empresa:	PaintBlast S.A.C.	Área:	Granallado
	Método:	PRE-TEST		Proceso:
		POST-TEST	Producto:	
	Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli		
DÍAS	Producción total (cantidad de planchas metálicas)	Producción programada (cantidad de planchas metálicas)	Indicador	
			EFICACIA	
01/02/2020	15	17	88.24%	
03/02/2020	15	17	88.24%	
04/02/2020	15	17	88.24%	
05/02/2020	15	17	88.24%	
06/02/2020	16	17	94.12%	
07/02/2020	14	17	82.35%	
08/02/2020	14	17	82.35%	
10/02/2020	15	17	88.24%	
11/02/2020	14	17	82.35%	
12/02/2020	14	17	82.35%	
13/02/2020	15	17	88.24%	
14/02/2020	15	17	88.24%	
15/02/2020	15	17	88.24%	
17/02/2020	14	17	82.35%	
18/02/2020	14	17	82.35%	
19/02/2020	16	17	94.12%	
20/02/2020	15	17	88.24%	
21/02/2020	14	17	82.35%	
22/02/2020	15	17	88.24%	
24/02/2020	15	17	88.24%	
25/02/2020	14	17	82.35%	
26/02/2020	14	17	82.35%	
27/02/2020	14	17	82.35%	
28/02/2020	15	17	88.24%	
29/02/2020	15	17	88.24%	
		EFICACIA TOTAL	86.35%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Productividad del mes de febrero 2020 (post –test)

FORMATO DE PRODUCTIVIDAD - FEBRERO 2020							
PaintBlast S.A.C.		Empresa:	PaintBlast S.A.C.		Área:	Granallado	
		Método:	PRE-TEST	POST-TEST	Proceso:	Granallado de planchas metálicas	
		Elaborado por:	Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli		Producto:	Planchas metálicas	
DÍAS	HHr	HHe	Eficiencia	Producción total	Producción programada	Eficacia	PRODUCTIVIDAD
01/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
03/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
04/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
05/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
06/02/2020	46.90	63	74.45%	16	17	94.12%	70.07%
07/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
08/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
10/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
11/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
12/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
13/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
14/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
15/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
17/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
18/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
19/02/2020	46.90	63	74.45%	16	17	94.12%	70.07%
20/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
21/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
22/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
24/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
25/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
26/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
27/02/2020	41.04	56	73.28%	14	17	82.35%	60.35%
28/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
29/02/2020	43.97	56	78.52%	15	17	88.24%	69.28%
Promedio de productividad mensual							65.77%

Fuente: Elaboración propia

- Eficiencia, eficacia y productividad

A continuación, se comparó la eficacia, eficiencia y productividad tanto del PRE-TEST como el POST-TEST, las cuales se pueden visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 44. Resultados Eficiencia, eficacia y productividad (pre-test vs post –test)

MESES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
NOVIEMBRE (2019)	69.22%	82.67%	57.43%
FEBRERO(2020)	76.10%	86.35%	65.77%

Fuente: Elaboración propia

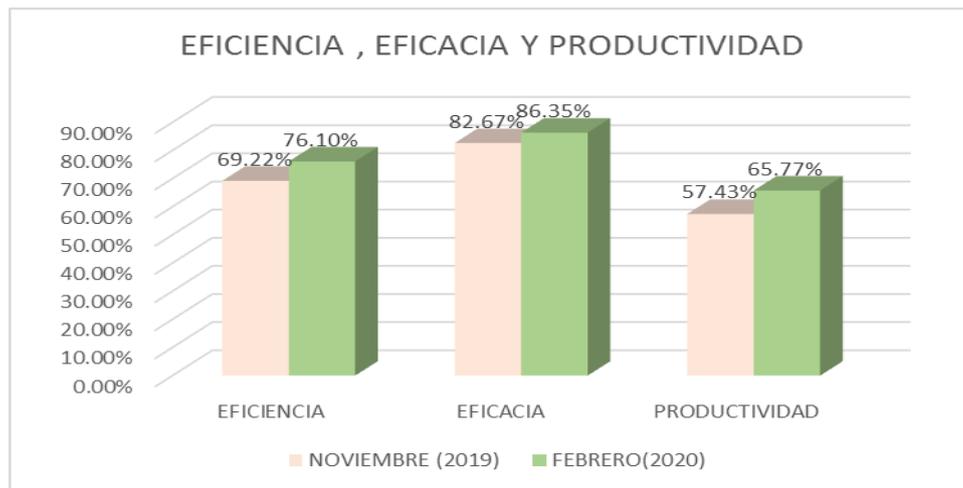


Figura 23. Resultados Eficiencia, eficacia y productividad (pre-test vs post- test)

Fuente: Elaboración Propia

En la figura anterior, se observa el aumento de la eficiencia, eficacia y productividad entre los 25 días laborables del mes de febrero con respecto al mes de Pre- test (noviembre).

Por consiguiente, se resumió las mejoras en las 6 operaciones del antes y después de la implementación del estudio del trabajo.

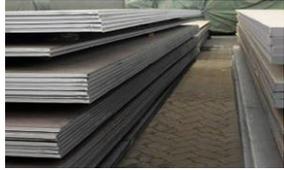
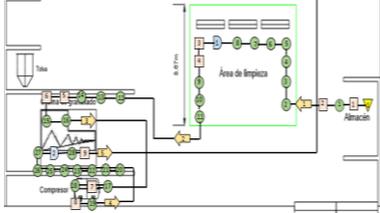
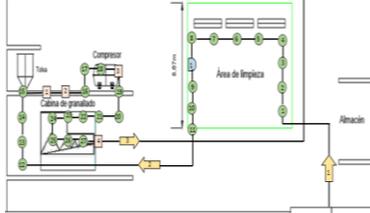
Tabla 45. Operaciones mejoradas (post –test)

PAINBBLAST S.A.C	TIEMPO ESTÁNDAR	TIEMPO ESTÁNDAR	MEJORA	¿Cómo se hacía?	¿Cómo se hace?
Recepción del material Prima	34.53	25.51	26%	El material era descargado en el almacén para que posteriormente se pueda recibir la guía de llegada.	Hoy en día el material es directamente descargado en el área de limpieza y la guía de llegada se recibe al ingreso del transporte.
limpieza de contaminantes	24.65	18.91	23%	La limpieza se realizaba con trapos industriales y las herramientas se encontraban en el piso.	Hoy en día se han implementado escobillas y las herramientas se encuentran en estantes de manera ordenada. Asimismo se usa un agitador para mezclar el Ace con el agua y se cambió la medida de las lijas para limpiar las planchas.
Limpieza de puntos de soldadura	14.80	12.48	16%	Para realizar la limpieza de puntos de soldadura primero se tenía que verificar los puntos y luego señalarlos	Ahora estas actividades se han unido, de tal manera que mientras se verifica se señala, asimismo se han implementado y cambiado materiales
Preparación de la cabina	4.52	4.19	7%	La luminaria de la cabina se encontraba en malas condiciones, lo cual no permitía al trabajador realizar adecuadamente el chorreado.	Hoy en día la luminaria se a cambiado por otra de mayor intensidad y facilita el trabajo del granallador.
Prendido del compresor	5.68	4.83	15%	El compresor se ubicaba a 11 metros de donde se realizaba la preparación de la cabina.	Hoy en día el compresor se a reubicado y se encuentra a menos distancia de la cabina de granallado y más cerca de la tolva. Asimismo la limpieza de filtro se hace con escobilla de metal de 6 hileras para facilitar su aseo
Chorreado	124.43	88.75	29%	En el chorreado se tenía que esperar que se purifique el aire para poder limpiar, ahora se hace paralelamente.	Hoy en día el chorreado se realiza en menos tiempo debido a que se han juntado actividades
Total de tiempo (min)	208.6	154.7	26%		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede ver cómo es que se hacía la operación anteriormente y lo que se realiza en la actualidad. También se mostró los tiempos de antes y después, así como en cuanto ha disminuido por las 6 operaciones que es un total de 53.9 minutos.

Tabla 46. Operaciones mejoradas evidencias (post-test)

OPERACIONES	ANTES	DESPÚES
Recepción y verificación del material Prima		
Limpieza de contaminantes		
Preparación de la cabina		 <p data-bbox="1018 1200 1265 1223">Reflector LED 30W Luz Fría</p>
Prendido del compresor		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede observar que, en la operación de recepción y verificación, el material es descargado directamente en el área de limpieza, así como la guía de salida es revisada enseguida que llega el camión, en la segunda operación se ve que el operario usa escobillas para limpiar los contaminantes, así como un agitador para poder mezclar el detergente con el agua y verter en las planchas, además las herramientas que antes no tenían en la mano, ahora están cerca al operario para poder manipularlos en el momento que se necesiten, en la tercera operación las luminarias están cambiadas y la cabina se

ve más luminosa y en la cuarta operación se observa que el compresor ha sido reubicado de tal manera que el operario ya no se traslada innecesariamente como antes. A continuación, se muestra el diagrama de recorrido de antes y después de la implementación para ver cómo fue reestructurado.

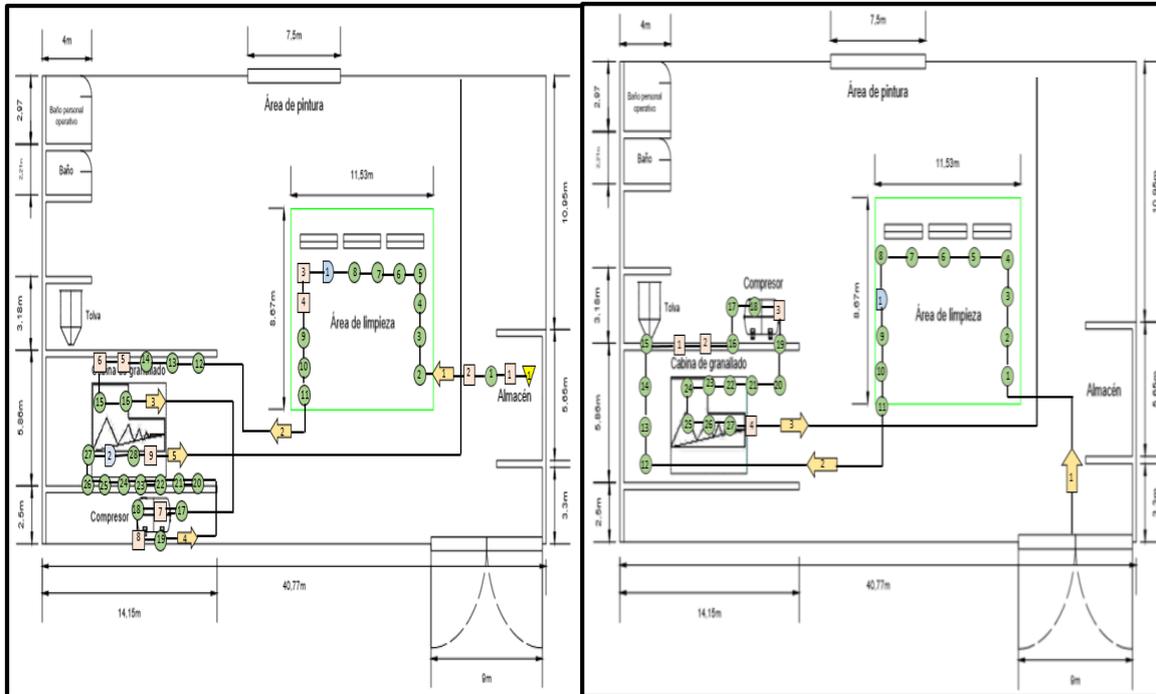


Figura 24. Diagrama de recorrido (pre-test vs post-test)

Fuente: Elaboración propia

❖ Costeo del servicio actual

Luego de conocerse la actual cantidad de unidades programadas por mes en la implementación, se procedió a realizar el nuevo costo unitario del granallado de una plancha metálica.

Tabla 47. Costeo del servicio de granallado de planchas metálicas - Febrero (post-test)

FEBRERO 2020					
	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
COSTOS DIRECTOS					
Granalla	kilogramo	160	S/. 10.00	S/.	1,600.00
Petroleo	Galon	775	S/. 8.50	S/.	6,587.50
Detergente	kilogramo	7	S/. 8.50	S/.	59.50
Lijas	Caja	2	S/. 150.00	S/.	300.00
Escobillas	Unidad	1	S/. 3.50	S/.	3.50
MANO DE OBRA DIRECTA					
Granallador	sueldo	1	S/. 3,154.69	S/.	3,154.69
operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
Operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
Operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
Operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
Operario	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
MATERIALES INDIRECTOS					
Lunas	Caja	2.5	S/. 25.00	S/.	62.50
Cintas	Unidad	49	S/. 5.00	S/.	245.00
Aceite	Galones	12	S/. 71.00	S/.	852.00
Tiza	Caja	1.5	S/. 5.00	S/.	7.50
MANO DE OBRA INDIRECTA					
Jefe de producción	sueldo	1	S/. 3,533.26	S/.	3,533.26
Personal de mantenimiento	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
Personal de limpieza	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
OTROS COSTOS INDIRECTOS DE SERVICIO					
Luz	Servicio	1	S/. 1,425.50	S/.	1,425.50
Agua	Servicio	1	S/. 515.25	S/.	515.25
Internet	Servicio	1	S/. 170.00	S/.	170.00
GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Personal Administrativo	sueldo	1	S/. 1,514.25	S/.	1,514.25
Gerente General	sueldo	1	S/. 5,780.67	S/.	5,780.67
Tributos	Servicio	1	S/. 171.24	S/.	171.24
TOTAL COSTO DEL SERVICIO					S/. 38,096.36
Servicio (Unid)					367
Costo Unitario (Unid)					S/ 103.80

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se visualiza que el nuevo costo unitario del servicio de granallado de plancha metálica es de S/. 103.80. Además, los costos presentados están basados en una producción de 367 unidades en un periodo de 25 días laborables en el mes de febrero del año 2020.

Asimismo, en el siguiente gráfico se puede observar la comparación del costo de las unidades granalladas antes (S/.131.69) y las unidades granalladas después (S/.103.80). Por consiguiente, se verificó que después de la implementación de la mejora se logró reducir el costo unitario en S/. 27.89.

Tabla 48. Costo unitario de producción- febrero (pre test vs post-test)

	ANTES	DESPUES
COSTO UNITARIO	S/ 131.69	S/ 103.80

Fuente: Elaboración propia

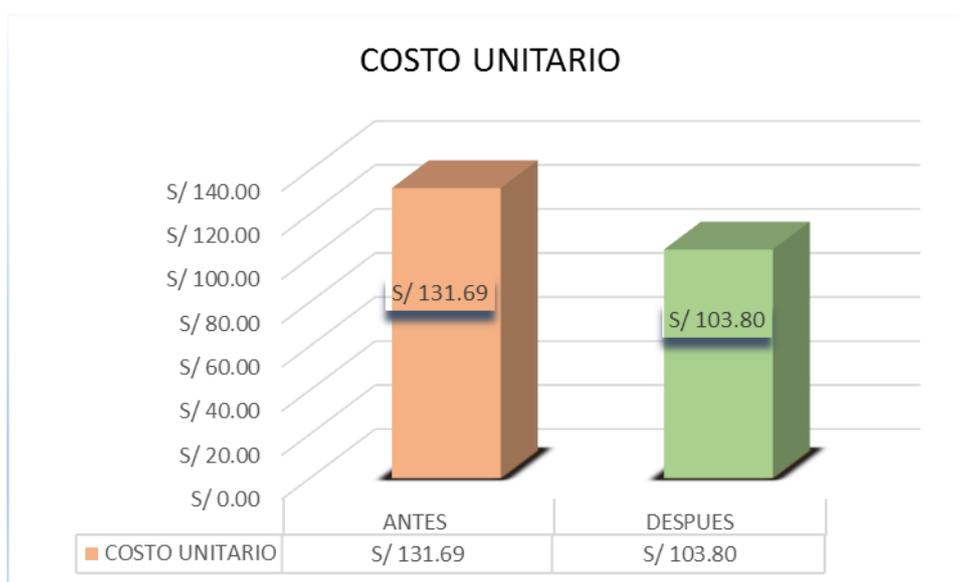


Figura 25. Costo unitario de producción - febrero (pre-test vs post- test)

Fuente: Elaboración propia

❖ Análisis económico financiero

Para el presente análisis, se evaluó económicamente la propuesta de mejora. Para ello, primero se procedió a calcular los costos y ganancias que se conseguirán al implementar las mejoras planteadas. Por consiguiente, se realizó el Ratio Costo-Beneficio.

Para llevar a cabo la implementación del Estudio del trabajo en la empresa PaintBlast, se incurrió en los siguientes costos:

Tabla 49. Requerimientos para la implementación del Estudio del Trabajo

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO				
Tablero de Observaciones	1	UNIDAD	S/. 35.00	S/. 35.00
Cronómetro	1	UNIDAD	S/. 200.00	S/. 200.00
reflectores de 30W	5	UNIDAD	S/. 94.00	S/. 470.00
Cepillo de acero de 6 hileras	1	UNIDAD	S/. 13.00	S/. 13.00
lijas N° 60	1	CAJA	S/. 150.00	S/. 150.00
Paleta mezcladora	1	UNIDAD	S/. 14.00	S/. 14.00
Escobilla de plástico	3	UNIDAD	S/. 3.00	S/. 9.00
Manguera de compresor	1	UNIDAD	S/. 100.00	S/. 100.00
Secador de tolva	1	UNIDAD	S/. 4,753.38	S/. 4,753.38
Manual de operaciones	1	UNIDAD	S/. 110.00	S/. 110.00
Estante	1	UNIDAD	S/. 255.00	S/. 255.00
SUB TOTAL APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO				S/. 6,109.38
CAPACITACIÓN				
Materiales Impresos	70	UNIDAD	S/. 0.30	S/. 21.00
Lapiceros	12	UNIDAD	S/. 0.50	S/. 6.00
USB 32 GB	2	UNIDAD	S/. 32.00	S/. 64.00
Impresión de manuales	10	JUEGO	S/. 9.00	S/. 90.00
Folder	10	UNIDAD	S/. 1.00	S/. 10.00
Plumones	3	UNIDAD	S/. 4.00	S/. 12.00
Papelotes	8	UNIDAD	0.5	S/. 4.00
SUB TOTAL DE LA CAPACITACIÓN				S/. 207.00
				S/. 6,316.38

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se puede visualizar que el costo para invertir en la implementación de la mejora fue de S/.6 316.38. Asimismo, se analizó también el costo de la inversión respecto a la mano de obra.

Tabla 50. Horas de trabajo utilizadas en la implementación del Estudio del Trabajo

MANO DE OBRA	CANTIDAD	INVESTIGACIÓN (Horas)	CAPACITACIÓN (Horas)	APLICACIÓN (Horas)	TOTAL DE HORAS	COSTO/ HORA	INVERSIÓN
Granallador	1	0	10	48	58	S/. 10.42	S/. 604.36
operario	6	0	10	48	58	S/. 5.00	S/. 1,740.00
Jefe de producción	1	0	10	48	58	S/. 11.67	S/. 676.86
Investigador	2	168	10	48	226	S/. 4.17	S/. 1,884.84
TOTAL DE INVERSIÓN							S/. 4,906.06

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se puede observar que el costo de la inversión realizada en la implementación y en la capacitación fue de S/.4906.06

Tabla 51. Inversión total realizada en la aplicación del Estudio del Trabajo

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
Recursos	S/. 6,316.38
Mano de Obra	S/. 4,906.06
Total de inversión del proyecto	S/. 11,222.44

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 51 se puede observar el costo de la inversión total fue de S/.11 222.44, el cual fue usado para mejorar la productividad de la empresa PaintBlast S.A.C.

❖ Análisis Beneficio – Costo

Para poder calcular el Ratio – Costo de la implementación, fue necesario contar con la siguiente información:

Tabla 52. Régimen de contribución noviembre – 2019 (pre-test)

ESTIMACIÓN DEL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN NOVIEMBRE 2019						
Empresa:	PaintBlast S.A.C.		Método:		PRE-TEST	POST-TEST
			Proceso:		Granallado de planchas metálicas	
N°	UNIDADES PRODUCIDAS	PRECIO DE VENTA UNITARIO	COSTO UNITARIO	VENTAS DE SERVICIOS	COSTOS	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN
	A	B	C	D=A x B	E= A x C	F= D - E
1	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
2	11	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,650.00	S/ 1,448.59	S/ 201.41
3	11	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,650.00	S/ 1,448.59	S/ 201.41
4	9	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,350.00	S/ 1,185.21	S/ 164.79
5	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
6	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
7	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
8	9	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,350.00	S/ 1,185.21	S/ 164.79
9	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
10	9	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,350.00	S/ 1,185.21	S/ 164.79
11	9	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,350.00	S/ 1,185.21	S/ 164.79
12	11	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,650.00	S/ 1,448.59	S/ 201.41
13	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
14	9	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,350.00	S/ 1,185.21	S/ 164.79
15	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
16	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
17	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
18	9	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,350.00	S/ 1,185.21	S/ 164.79
19	11	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,650.00	S/ 1,448.59	S/ 201.41
20	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
21	9	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,350.00	S/ 1,185.21	S/ 164.79
22	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
23	11	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,650.00	S/ 1,448.59	S/ 201.41
24	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
25	10	S/. 150.00	S/ 131.69	S/ 1,500.00	S/ 1,316.90	S/ 183.10
TOTAL	248	S/. 150.00	S/. 131.69	S/. 37,200.00	S/. 32,659.12	S/. 4,540.88

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 52 se puede visualizar que durante los 25 días laborables del mes de noviembre del 2019, se habían realizado 248 servicios de granallado de planchas metálicas, de los cuales se obtuvo un ingreso de venta de S/.37 200 y un costo de S/.32 659.12.

Adicional a ello, se tiene información después de la implementación de la mejora, el cual se detalla a continuación:

Tabla 53. Régimen de contribución febrero – 2020 (post-test)

ESTIMACIÓN DEL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN FEBRERO 2020						
Empresa:	PaintBlast S.A.C.		Método:		PRE-TEST	POST-TEST
			Proceso:		Granallado de planchas metálicas	
N°	UNIDADES PRODUCIDAS	PRECIO DE VENTA UNITARIO	COSTO UNITARIO	VENTAS DE SERVICIOS	COSTOS	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN
	A	B	C	D=A x B	E= A x C	F= D - E
1	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
2	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
3	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
4	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
5	16	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,400.00	S/ 1,660.80	S/ 739.20
6	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
7	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
8	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
9	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
10	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
11	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
12	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
13	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
14	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
15	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
16	16	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,400.00	S/ 1,660.80	S/ 739.20
17	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
18	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
19	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
20	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
21	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
22	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
23	14	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,100.00	S/ 1,453.20	S/ 646.80
24	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
25	15	S/. 150.00	S/ 103.80	S/ 2,250.00	S/ 1,557.00	S/ 693.00
TOTAL	367	S/. 150.00	S/ 103.80	S/55,050.00	S/38,094.60	S/ 16,955.40

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 53 se observa que, durante los 25 días laborables del mes de febrero del 2020, se realizaron 367 servicio de granallado de planchas metálicas, de los cuales de obtuvo un ingreso de venta de S/.55 050 y un costo de S/.38 094.60

Asimismo, para un mejor análisis del margen de contribución entre el antes y después de la mejora, se realizó la siguiente tabla:

Tabla 54. Resumen del Régimen de contribución

	VENTAS	COSTOS	MARGEN DE CONTRIBUCIÓN
ANTES	S/. 37,200.00	S/. 32,659.12	S/. 4,540.88
DESPUÉS	S/ 55,050.00	S/ 38,094.60	S/. 16,955.40
Δ	12,414.52		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 54 se visualiza que el margen de contribución antes fue de S/.4540.88, mientras que después de la mejora fue de S/.16 955.40. Por tanto, se obtuvo una diferencia de S/.12 414.52.

Luego de obtener la diferencia del antes y después del margen de contribución y el cálculo de los gastos de la aplicación de la mejora, se procedió a calcular el beneficio-costo. De esta manera se determina si el proyecto es viable.

La interpretación del resultado del análisis es el siguiente:

- Si $B/C > 1$ El proyecto es factible y será aceptado.
- Si $B/C = 1$ El proyecto apenas tendrá rentabilidad esperada. Por tanto, será postergado.
- Si $B/C < 1$ El proyecto será rechazado

$$\frac{B}{C} = \frac{\Delta}{I} = \frac{S/.12414.52}{S/.11222.44} = 1.11 > 1$$

El ratio Beneficio –Costo después de la implementación dio como resultado 1.11. Por tanto, al ser mayor a 1, nos indica que el proyecto fue factible y aceptado.

Por consiguiente, se presentó el cálculo del valor actual neto (VAN) y de la tasa interna de retorno (TIR) en un periodo de doce meses con datos promedios de una producción de 25 días laborados por mes. Este promedio fue obtenido del antes y después de la producción.

Tabla 55. Datos previos para el cálculo del VAN y TIR

	UNIDADES GRANALLADAS POR MES - ANTES	UNIDADES GRANALLADAS POR MES - DESPUÉS	DIFFERENCIA	PRECIO UNITARIO	COSTO UNITARIO- ANTES	COSTO UNITARIO- DESPUÉS	VENTAS ANTES	VENTAS DEPUÉS	COSTOS ANTES	COSTOS DESPUÉS
PROMEDIO	248	367	119	S/.150.00	S/.131.69	S/.103.80	S/.37,200.00	S/.55,050.00	S/.32,659.12	S/.38,094.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

DÍAS LABORALES	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	PERIODO 0	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	PERIODO 7	PERIODO 8	PERIODO 9	PERIODO 10	PERIODO 11	PERIODO 12	
INCREMENTO DE VENTAS		S/ 17,850.00												
INCREMENTO DE COSTOS		S/ 5,435.48												
COSTO PARA MANTENER HERRAMIENTA		S/ 3,518.67												
INVERSIÓN	S/ 11,222.44	S/ 8,895.85												
TASA		12.00%												
VAN=		S/ 43,881.78												
TIR=		79.20%												

Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados en la tabla 56 están proyectados a un periodo de 12 meses, aquí se puede identificar como las ventas y los costos han aumentado, debido al incremento de la producción. Asimismo, se muestra los egresos de cada mes, que es de S/.3 518.67 en el cual se hace la proyección del costo de las capacitaciones y el sostenimiento de la herramienta que se brindará en el periodo de un año y así mantener la aplicación de la mejora.

Haciendo uso de una tasa de 12%, se calculó el Valor Actual Neto(VAN) estimado en 12 meses de S/.43 881.78 constatando así que el Estudio del Trabajo para mejorar la productividad en el área de granallado de la empresa metalmecánica PaintBlast S.A.C. no generó pérdidas, a la inversa, se demuestra que el proyecto es viable económicamente. Del mismo modo se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR) que es de 79.20% lo cual comprueba que la inversión va a ser recuperada y posteriormente se obtendrá beneficios.

3.6. Métodos de análisis de datos

En esta investigación se realizará una estadística inferencial de las variables tratadas.

❖ Análisis Descriptivo

En el presente proyecto se realizó un análisis descriptivo, con el que se logró conocer las mejoras obtenidas sobre la productividad, después de la implementación del estudio del trabajo.

Para ello, se llevó acabo un registro de todos los datos de las variables que se han utilizado, con la finalidad de tener un mejor análisis de los resultados. Asimismo, se utilizó también los programas SPSS y Excel.

❖ Análisis Inferencial

Para el análisis inferencial del proyecto, se empezó haciendo la prueba de normalidad de las variables, con el cual se pudo observar cual es el comportamiento de los datos. Por tanto, si estos son menores a 30 se utilizará Shapiro-Wilk y si son mayores o igual a 30 se utilizará Kolmogorov-Smirnov. De esta manera se establece si los datos son paramétricos o no paramétricos. Por consiguiente, se utilizará la prueba T- Student si ambas variables son paramétricas y se usará la prueba Wilcoxon si una de ellas no es paramétrica.

3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación contó con el consentimiento de la empresa metalmecánica PaintBlast S.A.C. para obtener información de la toma de tiempos y actividades que se realizan dentro de su área. Asimismo, para llevar a cabo la investigación se tomaron datos de diferentes fuentes bibliográficas como artículos, libros y tesis, las cuales han sido citadas correctamente bajo la normativa del manual ISO 690-2, respetando así el derecho de los autores.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo

En el presente proyecto de investigación se llevó a cabo un análisis descriptivo a los resultados que se han obtenido antes y después de la implementación del Estudio del Trabajo para mejorar la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C.

4.1.1. Variable independiente: Estudio del trabajo

Dimensión: Estudio de métodos

Indicador: Índice de actividades que agregan valor

Por consiguiente, se muestra el indicador de actividades que agregan valor tanto del pre-test (antes de la implementación) como del post-test (después de la implementación).

Tabla 57. *Índice de actividades que agregan valor*

ANTES	$IAAV = \frac{\Sigma \text{Actividades que agregan valor}}{\Sigma \text{Total de actividades}} = \frac{14}{44} = 31.82\%$
DESPUÉS	$IAAV = \frac{\Sigma \text{Actividades que agregan valor}}{\Sigma \text{Total de actividades}} = \frac{14}{35} = 40\%$

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 57 se puede observar que el índice de actividades que agregan valor aumentó de manera significativa después de implementar la mejora. Puesto que, antes las actividades que agregan valor era de un 31.82%, mientras que ahora representa el 40%.

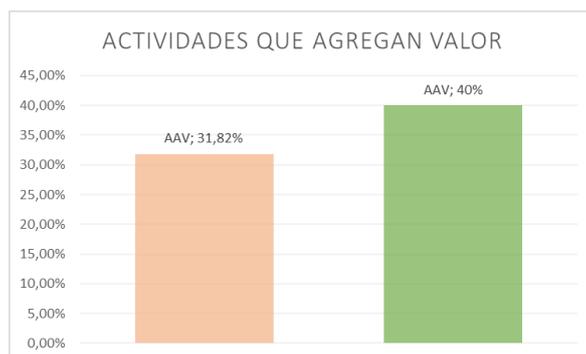


Figura 26. Actividades que agregan valor antes y después

Fuente: Elaboración propia

En la figura 26 se puede observar que las actividades que agregan valor aumentaron en 25.71%.

Dimensión: Estudio de tiempos

Indicador: Tiempo estandar

Por consiguiente, en la tabla 58 se observa el tiempo estándar antes y después de la implementación del Estudio del Trabajo.

Tabla 58. Tiempo estándar antes y después

	PRE TEST	POST TEST
TIEMPO ESTÁNDAR (min)	240,03	175,88

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se muestra un gráfico donde se puede observar la diferencia que tuvo el tiempo estándar en el pre-test y post-test.



Figura 27. Tiempo estándar antes y después

Fuente: Elaboración propia

En la figura 27 se puede observar que el tiempo estándar mejoró. Puesto que, antes era de 240.03 minutos y ahora es de 175.88 minutos, presentando un índice de mejora de 26.73%.

4.1.2. Variable dependiente: Productividad

Tabla 59. Estadística descriptiva de la productividad

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD ANTES	25	0.5743	0.07709	0.48	0.72
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	25	0.6577	0.04527	0.60	0.70

Fuente: Elaboración propia

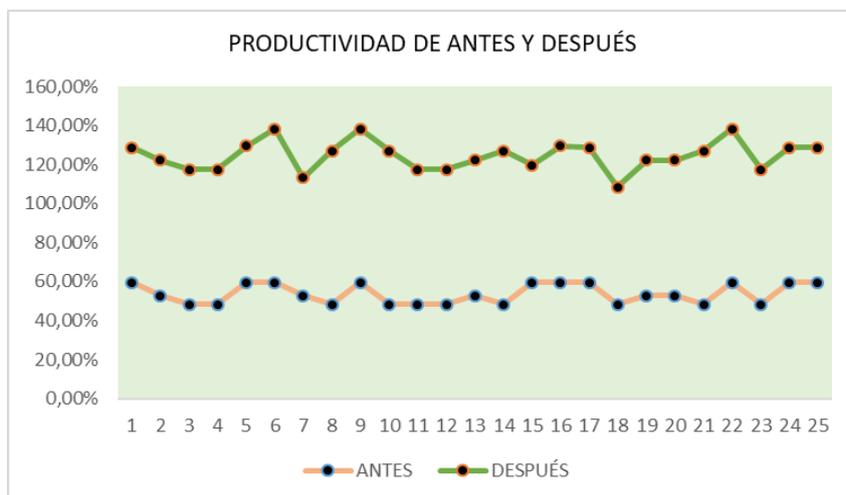


Figura 28. Resumen de la productividad

Fuente: Elaboración propia

En la figura 28 se puede observar el resumen de la productividad antes de la implementación de la mejora con una media de 0.5743 frente al actual con un 0.6577, incrementando así en un 14.52%.

Indicador: Eficiencia

Tabla 60. Estadística descriptiva de la eficiencia

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA ANTES	25	0.6922	0.04921	0.64	0.79
EFICIENCIA DESPUÉS	25	0.7610	0.02591	0.73	0.79

Fuente: Elaboración propia

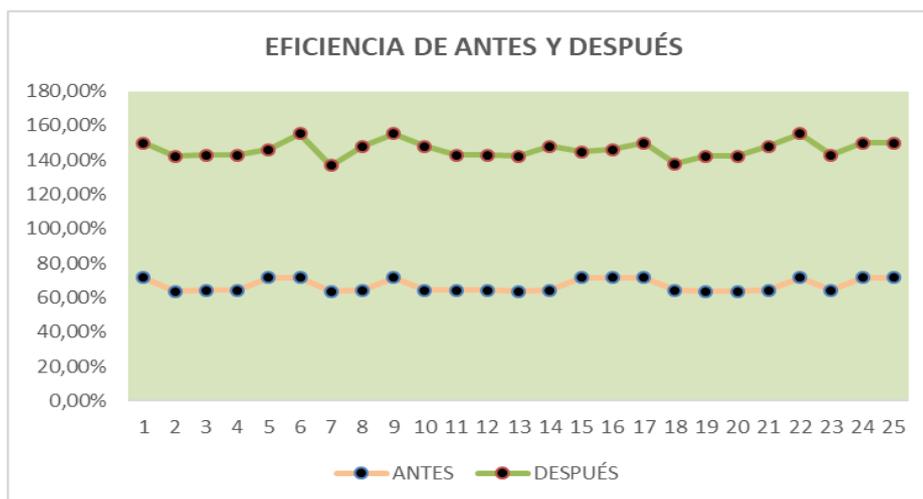


Figura 29. Resumen de la eficiencia

Fuente: Elaboración propia

En la figura 29 se puede observar el resumen de la eficiencia antes de la mejora con una media de 0.6921 y después de la implementación con una media actual de 0.7610, teniendo así un incremento de 9.94%

Indicador: Eficacia

Tabla 61. Estadística descriptiva de la eficacia

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA ANTES	25	0.8267	0.05854	0.75	0.92
EFICACIA DESPUÉS	25	0.8635	0.03692	0.82	0.94

Fuente: Elaboración propia

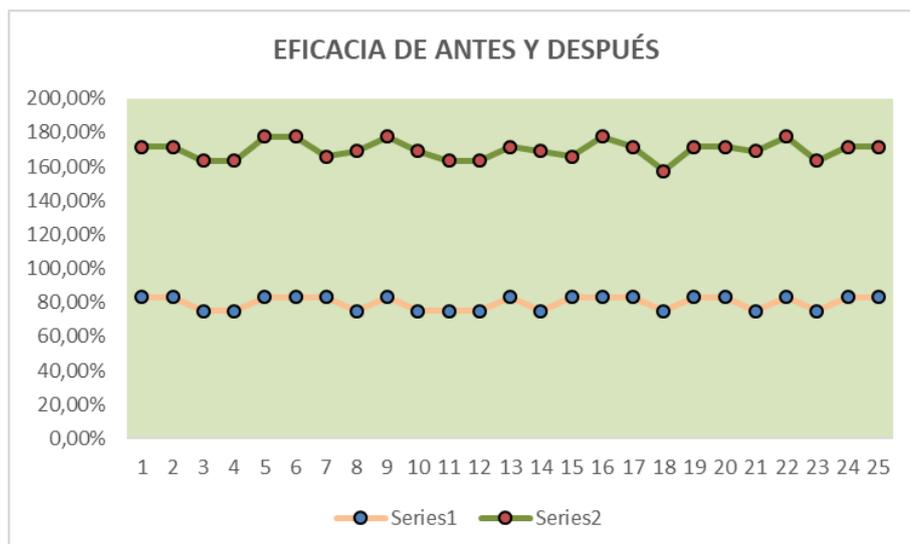


Figura 30. Resumen de la eficacia

Fuente: Elaboración propia

En la figura 30 se puede observar el resumen de la eficacia antes de la mejora con una media de 0.8267 y después de la implementación una media de 0.8635, teniendo así un incremento de 4.45%.

4.2. Análisis inferencial

4.2.1. Análisis de hipótesis general

Con el fin de contrastar la hipótesis general, fue necesario determinar si los datos que se han obtenido de la variable productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico o no. Por tanto, como se tiene una muestra menor a 30 días se procedió a llevar a cabo el análisis de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro – Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, la distribución no es normal (No paramétrico)

Si $p\text{valor} > 0.05$, la distribución es normal (Paramétrico)

Tabla 62. Prueba de normalidad de productividad de Shapiro – Wilk

Pruebas de normalidad

	Shapiro wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	,865	25	,003
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	,651	25	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 62 se puede observar que la significancia de la productividad antes fue de 0.003 y la productividad después de la mejora fue de 0.000. Por tanto, como ambos son menores a 0.05, tiene un comportamiento no paramétrico. Por consiguiente, se procedió a realizar el análisis con el estadígrafo Wilcoxon.

Contrastación de hipótesis

H₀: El estudio del trabajo no mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

H_a: El estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 63. Estadística descriptiva de la productividad

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD ANTES	25	0.5743	0.07709	0.48	0.72
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	25	0.6577	0.04527	0.60	0.70

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 63 se puede observar que la media de la productividad antes (0.5743) fue menor que la media de la productividad después (0.6577). Por tanto, según

la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o del investigador.

Con el fin de confirmar que el análisis fue correcto, se procedió a realizar la prueba de wilcoxon.

Análisis mediante pvalor para la productividad antes y después mediante Wilcoxon

Regla de decisión

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$ se acepta la hipótesis nula

Tabla 64. Estadísticos de prueba Wilcoxon para la variable productividad

Estadísticos de prueba ^a	
	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS - PRODUCTIVIDAD ANTES
Z	-3,652 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 64 se puede visualizar que el valor de significancia de la productividad fue de 0.000, la cual fue menor a 0.05. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

4.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica

Con la finalidad de contrastar la primera hipótesis específica, fue necesario determinar si los datos que se han obtenido de la dimensión eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico. Por tanto, como se tiene una cantidad de datos menor a 30 días se procedió a llevar acabado el análisis de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro – Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, la distribución no es normal (No paramétrico)

Si $p\text{valor} > 0.05$, la distribución es normal (Paramétrico)

Tabla 65. Prueba de normalidad de eficiencia de Shapiro – Wilk

	Pruebas de normalidad		
	Shapiro wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA ANTES	,827	25	,001
EFICIENCIA DESPUÉS	,670	25	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 65 se puede observar que la significancia de la eficiencia antes fue de 0.001 y la eficiencia después de la mejora fue de 0.000. Por tanto, como ambos son menores a 0.05, tiene un comportamiento no paramétrico. Por consiguiente, se procedió a realizar el análisis con el estadígrafo Wilcoxon.

Contrastación de hipótesis

H_0 : El estudio del trabajo no mejora la eficiencia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

H_a : El estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Ea} \geq \mu_{Ed}$$

$$H_a: \mu_{Ea} < \mu_{Ed}$$

Tabla 66. Estadística descriptiva de la eficiencia

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA ANTES	25	0.6921	0.04921	0.64	0.79
EFICIENCIA DESPUÉS	25	0.7610	0.02591	0.73	0.79

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 66 se puede observar que la media de la eficiencia antes (0.6921) fue menor que la media de la eficiencia después (0.7610). Por tanto, según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o del investigador.

Con el fin de confirmar que el análisis fue correcto, se procedió a realizar la prueba de wilcoxon.

Análisis mediante pvalor para la eficiencia antes y después mediante Wilcoxon

Regla de decisión

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$ se acepta la hipótesis nula

Tabla 67. Estadísticos de prueba Wilcoxon para la variable eficiencia

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICIENCIA DESPUÉS - EFICIENCIA ANTES
Z	-4,056 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 67 se puede visualizar que el valor de significancia de la eficiencia fue de 0.000, la cual es menor a 0.05. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

4.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica

A fin de contrastar la primera hipótesis específica, fue necesario determinar si los datos que se han obtenido de la dimensión eficacia antes y después tienen un comportamiento paramétrico o no. Por tanto, como se tiene una cantidad de datos menor a 30 días se procedió a llevar a cabo el análisis de normalidad mediante el estadígrafo Shapiro – Wilk.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, la distribución no es normal (No paramétrico)

Si $p\text{valor} > 0.05$, la distribución es normal (Paramétrico)

Tabla 68. Prueba de normalidad de eficacia de Shapiro – Wilk

	Pruebas de normalidad		
	Shapiro wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA ANTES	,808	25	,000
EFICACIA DESPUÉS	,766	25	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 68 se puede observar que la significancia de la eficacia antes fue de 0.000 y la eficacia después de la mejora fue de 0.000. Por tanto, como ambos son menores a 0.05, tiene un comportamiento no paramétrico. Por consiguiente, se procedió a realizar el análisis con el estadígrafo Wilcoxon.

Contrastación de hipótesis

H_0 : El estudio del trabajo no mejora la eficacia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

H_a : El estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Ea} \geq \mu_{Ed}$$

$$H_a: \mu_{Ea} < \mu_{Ed}$$

Tabla 69. Estadística descriptiva de la eficacia

	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA ANTES	25	0.8267	0.05854	0.75	0.92
EFICACIA DESPUÉS	25	0.8635	0.03692	0.82	0.94

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 69 se puede observar que la media de la eficacia antes (0.8267) fue menor que la media de la eficacia después (0.8635). Por tanto, según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o del investigador.

Con el fin de confirmar que el análisis fue correcto, se procedió a realizar la prueba de wilcoxon.

Análisis mediante pvalor para la eficacia antes y después mediante Wilcoxon

Regla de decisión

Si $pvalor \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $pvalor > 0.05$ se acepta la hipótesis nula

Tabla 70. Estadísticos de prueba Wilcoxon para la variable eficacia

Estadísticos de prueba^a

	EFICACIA DESPUÉS - EFICACIA ANTES
Z	-2,633 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,008

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 70 se puede visualizar que el valor de significancia de la eficacia fue de 0.008, la cual fue menor a 0.05. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

V. DISCUSIÓN

Actualmente lo que la mayoría de empresas buscan es incrementar su productividad, mediante la aplicación de métodos más adecuados y el empleo de herramientas que contribuyan a mejorar la rentabilidad. Los resultados principales del presente trabajo de investigación titulado “Estudio de trabajo para mejorar la productividad e el área de granallado en la empresa PainBlast S.A.C, Lima, 2020”, se encontró que hay similitud con las investigaciones que se muestran en los antecedentes, entre los cuales e destaca principalmente a Valentín (2018), Bustamante (2018), Sacha (2018), Velasco (2017), Montesdeoca (2015), Salas (2018). Díaz (2012).

Según el objetivo general determinar si el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2019, los resultados indican que antes de aplicar la herramienta, la productividad era de 57.43% y después de la implementación del estudio de trabajo era de 65.77% de tal manera que aumentó en 14.52%, teniendo coincidencia con la investigación de Valentin, Juan (2018), “Aplicación del estudio del trabajo en la empresa molinera para incrementar la productividad en el proceso de envasado de harinas”. En el estudio antes mencionado, se evidencia las mejoras que sean obtenido mediante la aplicación del Estudio de trabajo, principalmente en el aumento de la productividad del personal en las diferentes operaciones del proceso, ya que se redujo el esfuerzo del trabajador y los sobretiempos. El tiempo de ciclo disminuyó y esto hizo que las unidades producidas aumenten de 105 a 143 sacos horas hombre, logrando aumentar la productividad en 36%. Con estos resultados obtenidos se constata que la aplicación del estudio de trabajo, contribuye de una manera favorable a la mejora de la productividad. Asimismo, Velasco, John (2017), en su trabajo” Aplicación de la ingeniería de métodos en la mejora del proceso de fabricación de pallets de madera para incrementar la productividad de la empresa manufacturas y procesos integrados E.I.R.L” evidencia las mejoras que obtuvo mediante la aplicación del estudio de trabajo, principalmente en el aumento de la productividad del personal y en la reducción del tiempo para el proceso, para ello empleo diagramas, herramientas de estudio

de trabajo y realizó un estudio de tiempos mediante un diagrama de recorrido, de esta manera redujo el tiempo estándar el cual era de 870 minutos y bajó a 531.5 minutos, logrando mejorar la productividad de 0.83 a 1.34. De la misma manera Díaz Rosa (2012), en su artículo titulado “Procedimiento sobre estudios del trabajo y sus resultados en el CIGET de SANCTI SPIRITUS” Santiago de Cuba, muestra la mejora que tuvo en su productividad después de implementar procedimientos documentados y mediciones de trabajo para determinar cuál es el aprovechamiento de una jornada laboral, aquí la productividad aumentó de 5% a 7%. Con los resultados que se lograron se demuestra que efectivamente aplicar un estudio de trabajo en un proceso mejora significativamente la productividad. García (2005) en su fundamento de estudio de métodos indica que la finalidad de esta herramienta es incrementar la productividad, mediante la erradicación de sobretiempos y de la implementación de mejores métodos de trabajo.

Después de hacer el análisis de la eficiencia, se puede observar que la aplicación del estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, ya que los resultados han mejorado significativamente, aumentando la cantidad de unidades producidas diarias, así como la disminución de tiempo en las operaciones del proceso de granallado. El estudio de trabajo permite analizar las actividades con el fin de reducir o eliminar aquellas que no agregan valor, se redujo los transportes incensarios y los resultados indican que antes de aplicar la herramienta, esta era de 69.22% y después de la implementación del estudio de trabajo es de 76.10%, esto da a entender que mejoró en un 9.93% teniendo concordancia con el trabajo de investigación de Bustamante, Marisella (2018), “Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Kuri Néctar S.A.C, 2017”, se ejecutó la medida de tiempos con un cronometraje de vuelta a cero, la observación se ejecutó mediante el método estadístico y la escala británica 0-100 para el sistema de valoración. En dicha indagación se hace referencia que después de haber implementado su propuesta el tiempo de ciclo ha disminuido de 21.16 minutos a 16.35 minutos, del mismo modo se consiguió mejorar la eficiencia, puesto que esta cambia de 38.80 % a 41.45%. Con los resultados se afirma que el estudio

de trabajo disminuye los tiempos de ciclo y mejora la eficiencia en el proceso, además la OIT (2016) en su concepto indica que el estudio de métodos reduce las tareas y establece métodos más adecuados para determinar el tiempo estándar. De la misma manera, tiene concordancia con la investigación de Montesdeoca, David (2015), “Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa Productos al día dedicada a la fabricación de balanceado avícola”. El autor desarrollo una serie de diagramas; como de procesos, recorrido, actividades, entre otros; para poder determinar los tiempos mínimos y máximos de cada actividad, así como saber el gasto económico, señala que después de haber implementado el estudio de trabajo el tiempo para fabricar una unidad disminuyó de 2.79 minutos a 2,26 minutos, logrando así aumentar la eficiencia en 24.5%. Con los resultados que se han encontrado se puede comprobar que el estudio de trabajo mejora la eficiencia.

Para finalizar, después de haber efectuado el análisis de la eficacia , se pudo verificar el segundo objetivo específico , determinar si el estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2019, los resultados indican que antes de aplicar la herramienta la eficacia era de 82.67% y después de la implementación se evidencia una eficacia de 86.5 % teniendo concordancia con la investigación de Sacha, Yasmina (2018) “ Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en una empresa textil” En este trabajo de investigación antes mencionado, se indica que en una industria es importante realizar un análisis de los tiempos de cada actividad que integran un proceso, puesto que va a disminuir los tiempos muertos o sobretiempos, asimismo señala que la falta de planeación , conocimiento de operaciones, ocasionan desventajas frente a la competencia. Luego de su implementación el tiempo estándar disminuye en 21.78 minutos, cambiando de 77.89 minutos que se tenía antes a 56.11 minutos después de aplicar la mejora, aumentando las unidades producidas y mejorando la eficacia en 23.2%, ya que antes de la aplicación de estudio de trabajo la eficacia era de 74.07% y posteriormente de ser aplicada es de 97.27%, con estos resultados se afirma que la propuesta mejora la eficacia, además Pérez (2016), indica que un estudio de tiempos es una técnica muy importante, la cual se utiliza para registrar los

tiempos y el ritmo de trabajo relacionados a una determinada actividad, y para hacer el análisis de los datos a fin de averiguar el tiempo que se requiere en un proceso. Asimismo, existe concordancia con la investigación de Salas, Iboska (2018) en su tesis “Aplicación del Estudio de Trabajo para mejorar la productividad del proceso de elaboración de T-shirt en la empresa de confección textil Creaciones Victorias, Lima, 2018”, en este estudio mencionado, el autor realiza una medición de tiempos en un periodo de dos meses con el fin de calcular el tiempo estándar del proceso y reducir o eliminar las actividades que no agregan valor; después de haber realizado la propuesta se lograron buenos resultados, ya que el tiempo del ciclo del proceso disminuye en 10.50 minutos, por consiguiente la eficacia aumentó de 66,71% a 76,71%, reduciendo así la carga de trabajo y perfeccionando los mecanismos que emplean para realizar las actividades en el proceso, igualmente García (2012), indica que la eficacia abarca obtener el resultado que se estima, se refleja en la calidad y cantidad, lo cual se obtiene mediante la aplicación de métodos y condiciones de trabajo más adecuados.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados que se han encontrado se puede deducir que:

1. El presente trabajo de investigación en relación al primer objetivo general concluye que la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., puesto que antes de haber aplicado la herramienta, la productividad era de 57.43% y posteriormente de la aplicación se obtuvo una mejora de 14.52%, alcanzando una productividad de 65.77%.
2. Del mismo modo, el presente trabajo de investigación en relación al primer objetivo específico concluye que la aplicación del estudio de trabajo mejora la eficiencia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., ya que antes de haber aplicado la herramienta, se observa que la eficiencia era de 69.22% y después de la aplicación se obtuvo una eficiencia de 76.10%, en donde se destaca que hay una mejora de 9.94%.
3. Asimismo, el presente trabajo de investigación en relación al segundo objetivo específico se concluye que la aplicación del estudio de trabajo mejora la eficacia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C, pues se muestra que la eficacia antes de la implementación era de 82.67% y posteriormente de la aplicación del estudio de trabajo se evidencia una eficacia de 86.35%, alcanzando una mejora del 4.45%.

VII. RECOMENDACIONES

Después de culminar con el trabajo de investigación y habiéndose demostrado que la aplicación del Estudio de Trabajo mejora la productividad, se para a realizar las siguientes recomendaciones:

Aplicar adecuadamente el estudio de trabajo conlleva a que la empresa mejore su proceso productivo. Asimismo, mejora los métodos de trabajo y tiempo que se toma para llevar a cabo una actividad, los cuales deben ser analizados y monitoreados constantemente por la persona encargada, con el fin de asegurar el cumplimiento de la herramienta. Así como se realiza en análisis de aquellas actividades que no agregan valor, es importante analizar cada una de las operaciones del proceso, puesto que hace posible que se apliquen correcciones en aquellas que sea necesario.

La capacitación se debe realizar temporalmente, por lo menos dos veces al mes para hacer la evaluación del nuevo método de trabajo y preparar la labor de los colaboradores. Cabe señalar que el jefe de operaciones debe monitorear constantemente las actividades que ellos desarrollan.

Se debe realizar un seguimiento por un lapso de tres meses, con el fin de que se controle el cumplimiento de los cambios realizados, esta comprobación del funcionamiento lo debe realizar el jefe de producción y se debe hacer uso del manual de operaciones con la finalidad de que no adopten el anterior mecanismo de trabajo.

Es recomendable hacer un estudio más adelante, después de haber finalizado la investigación, ya que la mejora de la productividad puede ser más evidente, mediante la aplicación del nuevo método de trabajo.

La aplicación del estudio de trabajo en el área de granallado en la empresa metalmecánica PaintBalst. S.A.C., ha logrado cumplir con el propósito que se tenía en un principio, teniendo un resultado positivo, ya que se cumplió con el objetivo general de mejorar la productividad y esto va generar ganancias en a la empresa. Por ello, se recomienda aplicar la herramienta en diferentes procesos para estudios posteriores.

REFERENCIAS

Tesis

BUSTAMANTE, Marisela y RODRIGUEZ, Ruth. Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Kuri Nectar S.A.C, 2017. Tesis (Gestión Empresarial). Pimentel, Perú, Universidad Señor de Sipán, 2018. p 22.

LOPEZ, Rodolfo. Estudio para mejoramiento productivo en la empresa metalmecánica M.P mediante el estudio de métodos de trabajo, rediseño de instalaciones y manejo de materiales. Tesis (Titulo de Ing. Industrial) Quito. Universidad Tecnológica Equinoccial, 2016. 119 pp.

MONTESDEOCA, David. Estudio de tiempos y movimientos para la mejora de la productividad en la empresa Productos del Día dedicada a la fabricación de balanceado avícola. Tesis (Titulo de Ing. Industrial) Ecuador. Universidad Técnica del Norte, 2015. 12 pp.

PEREZ, Renzo. Propuesta para reducir el tiempo de entrega de pedidos en una empresa de fabricación de pinturas industriales. Tesis (Titulo de Ing. Industrial) Lima. Universidad de Ciencias Aplicadas, 2009. 89 pp.

SACHA, Yasmina. Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en una empresa textil. Tesis (Título en ingeniería industrial). Huancayo: Universidad Peruana de los Andes, 2018. 152 pp.

SALAS, Iboska. Aplicación del Estudio de Trabajo para mejorar la productividad del proceso de elaboración de T-shirt en la empresa de confección textil Creaciones Victorias, Lima, 2018. Tesis (Título de Ing. Industrial. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 49.pp.

VALENTIN Manzanares, Juan. Aplicación del estudio del trabajo en la empresa molinera para incrementar la productividad en el proceso envasado de harinas.

Tesis (Título en ingeniería industrial). Lima: Universidad tecnológica del Perú, 2018. 167 pp.

VELASCO Bustamante, John. Aplicación de la ingeniería de métodos en la mejora del proceso de fabricación de pallets de madera para incrementar la productividad de la empresa manufacturas y procesos integrados E.I.R.L. Tesis (Título en ingeniería industrial). Lima: Universidad Privada del Norte, 2017. 116 pp.

Libros

BERG, Cris y LATIN, Richard. Research Methods in health, Physical Education, Exercise Science, and Recreation. 3.a ed. Ebraska: University of Nebraska at Omaha ,2008. 229 pp.

ISBN: 9780781770361

CARRO, Roberto y GONZALES, Daniel. Productividad y Competitividad. 2.a. ed. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata, 2012. 16. pp.

ISBN: 978987988704

GARCÍA, Roberto. Estudio del trabajo. 2. a ed. México: Mc Graw-Hill, 2012.451pp.

ISBN. 9789701046579

HERNÁNDEZ, Roberto, COLLADO Carlos, BAPTISTA, María del pilar. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: Mc Graw Hill Education, 2014.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

JANANIA, Camilo. Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos. Mexico: editorial Limusa, 2008. 156 pp.

ISBN: 9789681870799

KANAWATY, George. Introducción al estudio del trabajo. 4. a. ed. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996. 522pp.

ISBN.92-2-307108-9.

KUMAR, Rajendra. Research Methology. New Delhi: APH Publishing Corporation, 2008. 139. pp.

ISBN: 9788131304228

MEYERS, Fred. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. 2.a. ed. Mexico: Pearson Educación, 2000. 352 pp.

ISBN: 9684444680

NEWMAN, Isadore y BENS, Carolyn. c. EE. UU: Southern Illinois University Press Carbondale and Edwardsville, 1998. 170. pp.

ISBN: 0809321505

ORGANIZACION Internacional del Trabajo. Mejore su negocio: El recurso humano y la productividad. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo,2016. 9p.

ISBN: 9789223311384

PROKOPENKO, Joseph. 1987. LA GESTION DE LA PRODUCTIVIDAD. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo, 1991. 333. pp.

ISBN: 9223059011.

RODRÍGUEZ, Francisco y GOMEZ Luis. Indicadores de calidad y productividad en la empresa. Venezuela: Corporación Andina de Fomento, 1995. 94 pp.

ISBN. 9806088123

VAUGHN, Richard. Introducción a la ingeniería industrial. 2.a. ed. Barcelona: editorial reverté, 1990. 467pp.

ISBN: 8429126910

Artículos

CENTRO Nacional de Productividad de Colombia. Medición de la productividad del valor agregado. *Técnica Administrativa* [en línea], vol. 7, nº2, 24 de Abril de 2008. [Fecha de consulta: 5 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://www.cyta.com.ar/ta0702/v7n2a3.htm>

ISSN 1666-1680

CHU, Heting y KE, Quing. Re search methods: What's in the name?. *Library & Information Science Research* [en línea], vol. 39, nº4, 23 de Noviembre 2017. [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740818816302274>

ISSN 0740-8188

DÍAZ, Rosa. *Procedimiento sobre estudios del trabajo y sus resultados en el CIGET de Sancti Spiritus*. Ciencia en su PC [en línea]. Septiembre-diciembre 2012, n.º 4. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181325081010.pdf>

ISSN: 10272887

FIGAL, Lucas, LÓPEZ, Paula, MAFFIOLI, Alessandro y RUZZIER, Christian. Firm-level productivity in Latin America and the Caribbean. *Research in Economics* [en línea], vol. 74, nº 2. 8 de Mayo de 2020. [Fecha de consulta: 23 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1090944320300697>

ISSN: 1090-9443

GRECCO, Paula [et al]. *Revisión sistemática de los procesos productivos de la empresa Taller del vidrio: Roque sarmiento por medio de la aplicación de las herramientas del estudio del trabajo*. Encuentro de investigación formativa – Memorias VIII versión [en línea]. Marzo-mayo 2017. [Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2019]. Disponible en:

<https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3499/Revisi%C3%B3n%20sistem%C3%A1tica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ISSN: 2539-3243

KAPTEIN, Maurits. A practical approach to sample size calculation for fixed populations. *Contemporary Clinical Trials Communications* [en línea], vol. 14, 26 de Febrero de 2019. [Fecha de consulta: 28 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451865418301303>

ISSN 2451-8654

MEDINA, Jorge. Modelo Integral de productividad, Aspectos importantes para su implementación. *Revista EAN* [en línea], nº 69, Julio - Diciembre 2010. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n69/n69a07.pdf>

ISSN 0120-8160

MIRANDA, Jorge y TOIRAC, Luis. Indicadores de productividad para la industria Dominicana. *Ciencia y Sociedad* [en línea], vol. 35, nº2, Abril – Junio 2010. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87014563005.pdf>

ISSN: 0378-7680

MORALES, Cristina y MASIS, Alejandro. La medición de la productividad del valor agregado: una aplicación empírica en una cooperativa agroalimentaria de Costa Rica. *Tec Empresarial* [en línea], vol. 8, nº2, Agosto – Octubre 2014. [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4808514.pdf>

ISSN-e 1659-3359

OHYAMA, Tetsuji, DOI, Jimmy y YANAGAWA, Takashi. Estimating population characteristics by incorporating prior values in stratified random sampling/ranked set sampling. *Journal of Statistical Planning and Inference* [en línea], vol. 138,

nº12, 4 de Marzo de 2008. [Fecha de consulta: 12 de setiembre de 2019].

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378375808000426>

ISSN 0378-3758

ROJAS, M, JAIMES, L y VALENCIA, M. Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. *Revista Espacios* [en línea]. Vol. 39. nº.06, 2018. [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2019]. Disponible en:

<https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/18390611.html>

ISSN: 07981015

SERRANO, Lorenzo. Indicadores del capital humano y productividad. *Revista de Economía Aplicada* [en línea]. Vol. IV. nº.10. [Fecha de consulta: 7 de septiembre de 2019]. Disponible en:

<https://psicologiayempresas.files.wordpress.com/2013/05/indicadores-de-capital-humano-y-productividad.pdf>

ISSN: 1133-455X

SINGH, Satbir y SINGHAL, Sandeep. Implementation and analysis of the clustering process in the enhancement of manufacturing productivity. *Revista de la Universidad King Saud* [en línea]. 18, junio 2020. [Fecha de consulta: 23 de junio de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2020.06.005>

ISSN: 10183639

TEJADA, Noris, Gisbert, Víctor y PÉREZ, Ana. *Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD*. 3c Empresa, investigación y pensamiento crítico [en línea]. Diciembre 2017. [Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2019] Disponible en: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_5.pdf

ISSN: 22543376

ZHANG, Kam y SIMONCINI, David. Population-Based Sampling and Fragment-Based De Novo Protein Structure Prediction. *Encyclopedia of Bioinformatics and*

Computational Biology [en línea], vol. 1, 6 de septiembre de 2018. [Fecha de consulta: 18 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128096338205074>

ISBN 9780128114322

Noticias

Ministerio de la producción. INDUSTRIA de estructuras metalmecánica creció 48% en marzo, la mayor tasa de expansión del año 2019 [en línea]. 25 de Junio de 2019. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/29775-produce-industria-de-estructuras-metalicas-crecio-48-en-marzo-la-mayor-tasa-de-expansion-del-ano>

Global Market Insights. Tool Steel Market, By Product Class [en línea]. Noviembre de 2018. [Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/tool-steel-market>

INSTITUTO de investigación y desarrollo de comercio exterior. Metalmecánica es clave para el desarrollo [en línea]. La Cámara. 15 de abril de 2019. [Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.camaralima.org.pe/>

INSTITUTO de estudios económicos y sociales. Reporte estadístico [en línea]. Sociedad nacional de industrias. 9 de septiembre de 2019. [Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.sni.org.pe/no-12-diciembre-2019/>

ANEXOS
ANEXO 1.

Industria por principales ramas, Enero - Octubre 2019
(Variación porcentual)

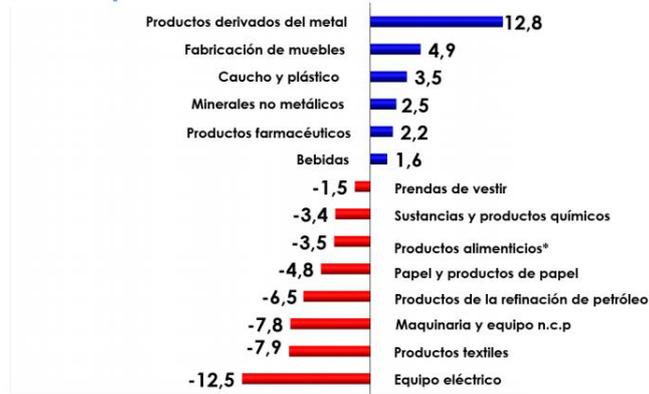


Figura 31. Industria por principales ramas, Enero – Octubre 2019

Fuente: IEES

ANEXO 2.

Exportaciones, Enero - Octubre 2019
(Participación porcentual)

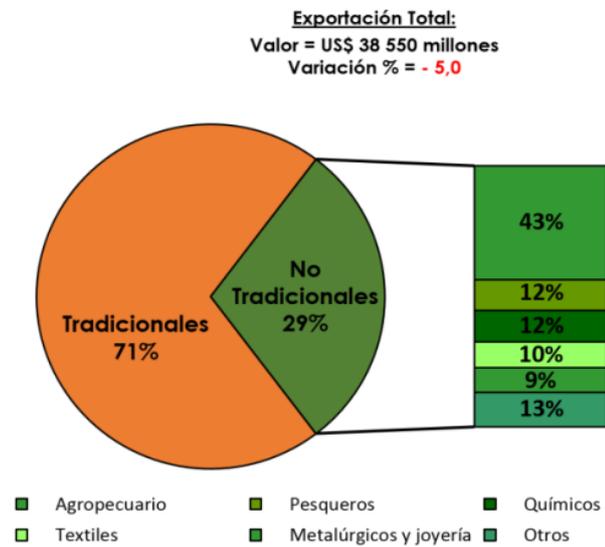


Figura 32. Exportaciones, Enero-Octubre 2019

Fuente: IEES

ANEXO 3.

Tabla 71: Operarios en el proceso de granallado

TRABAJADORES	PUESTO DE TRABAJO	NÚMERO DE OPERARIOS	MANO DE OBRA	HORARIO DE TRABAJO
Marco	Operador de recepción	1	DIRECTA	08:00:00 a.m.-1pm 2:00pm -5:00 pm
Alcides	Operador de limpieza	1	DIRECTA	08:00:00 a.m.-1pm 2:00pm -5:00 pm
Juan	Limpiador de soldaduras	1	DIRECTA	08:00:00 a.m.-1pm 2:00pm -5:00 pm
Christian	Maquinista	1	DIRECTA	08:00:00 a.m.-1pm 2:00pm -5:00 pm
			DIRECTA	08:00:00 a.m.-1pm 2:00pm -5:00 pm
Fernando	Granallador	1	DIRECTA	08:00:00 a.m.-1pm 2:00pm -5:00 pm
Alex	Montacarguista	1	DIRECTA	08:00:00 a.m.-1pm 2:00pm -5:00 pm
Ronald	Inspector de calidad	1	DIRECTA	08:00:00 a.m.-1pm 2:00pm -5:00 pm
TOTAL		7		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4.

Tabla 72: Lista de problemas

PROBLEMAS EN LA EMPRESA METALMECÁNICA PAINTBLAST S.A.C
1. RETRAZO EN LA ENTREGA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS LIMPIAS
2. INSATISFACCIÓN DEL CLIENTE
3. TIEMPOS INPRODUCTIVOS
4. ESTRUCTURAS METÁLICAS SIN LIMPIEZA REQUERIDA
5. BAJA PRODUCTIVIDAD

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5.

Tabla 73: Situación actual de la empresa en el último trimestre, 2019

	JUNIO	JULIO	AGOSTO	PROMEDIO
EFICIENCIA	64.97%	62.78%	63.50%	63.75%
EFICACIA	82.15%	79.69%	80.31%	80.72%
PRODUCTIVIDAD	53.38%	50.03%	51.00%	51.47%

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6.

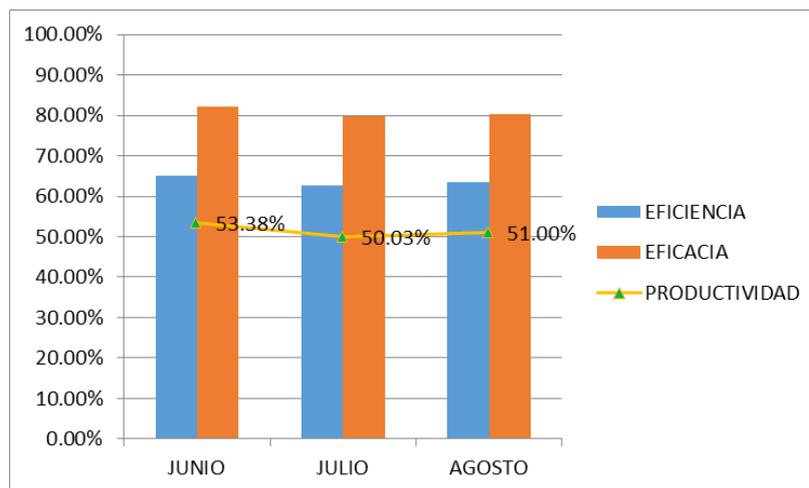


Figura 33. Productividad histórica de la empresa PaintBlast, 2019

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7.

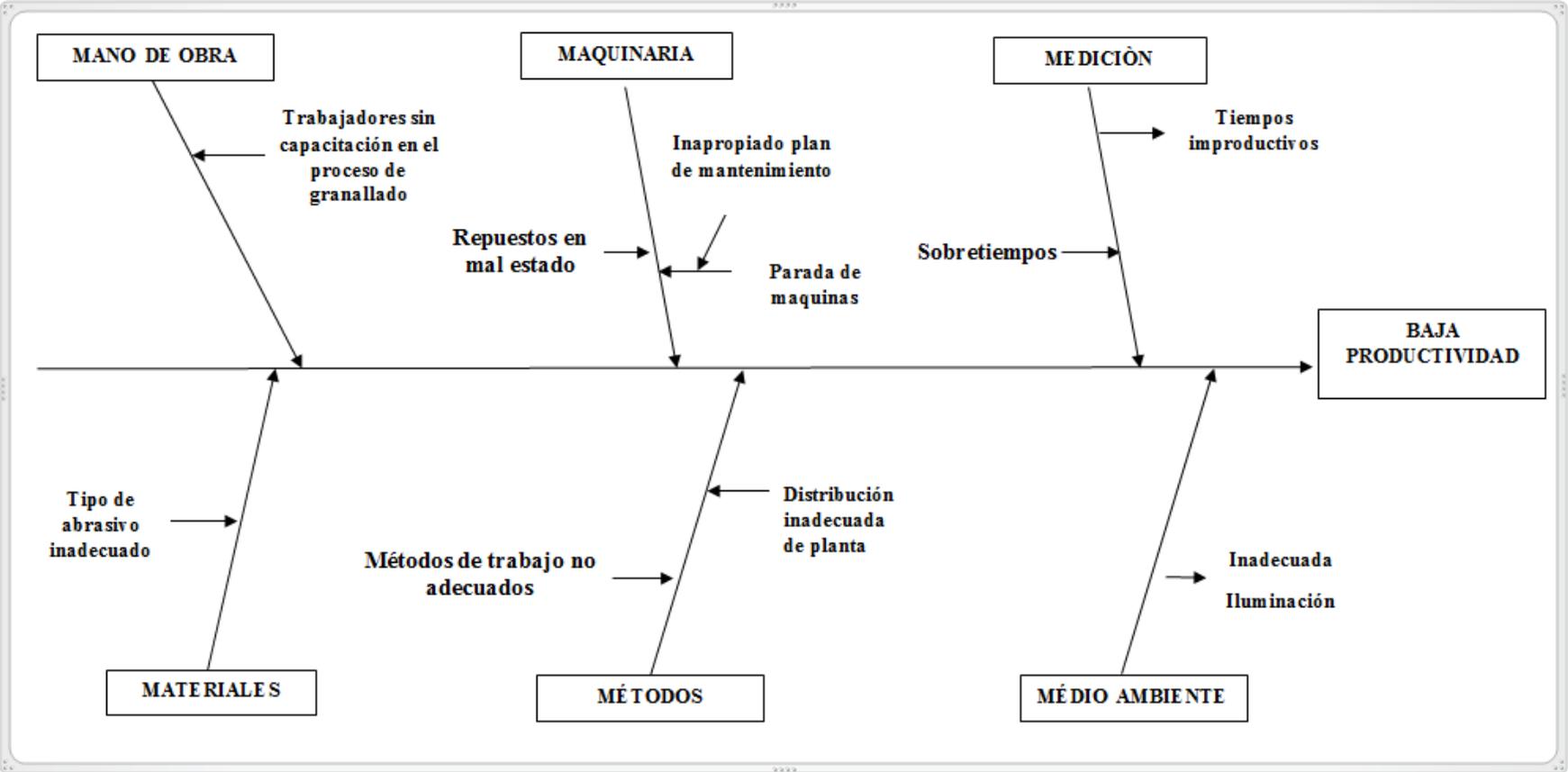


Figura 34. Diagrama de Ishikawa de la empresa PaintBlast, 2019

Fuente: Elaboración prop

ANEXO 8.

Tabla 74: Matriz de correlación

Nº	CAUSAS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	ECUEN	%
C1	Sobretiempos		1	1	1	0	1	0	0	1	1	6	13%
C2	Repuestos en mal estado	0		0	0	0	1	0	0	0	0	1	2%
C3	Trabajadores sin capacitación en el proceso de granallado	0	1		1	0	1	0	0	1	1	5	11%
C4	Inapropiado plan de mantenimiento	0	1	0		0	1	0	0	1	1	4	9%
C5	Tiempos improductivos	1	1	1	1		1	0	1	1	1	8	18%
C6	Tipo de abrasivo inadecuado	0	0	0	0	0		0	0	1	0	1	2%
C7	Métodos de trabajo no adecuados	1	1	1	1	1	1		1	1	1	9	20%
C8	Distribución inadecuada de planta	1	1	1	1	0	1	0		1	1	7	16%
C9	Inadecuada iluminación	0	1	0	0	0	0	0	0		0	1	2%
C10	Parada de máquinas	0	1	0	0	0	1	0	0	1		3	7%
												45	100%

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 9.

Tabla 75. Frecuencia y porcentaje

Causas	Puntaje	Punt. acumulado	% parcial	% acumulado	80-20
Métodos de trabajo no adecuados	9	9	20%	20%	80%
Tiempos improductivos	8	17	18%	38%	80%
Distribución inadecuada de planta	7	24	16%	54%	80%
Sobretiempos	6	30	13%	67%	80%
Trabajadores sin capacitación en el proceso de granallado	5	35	11%	78%	80%
Inapropiado plan de mantenimiento	4	39	9%	87%	80%
Parada de maquinas	3	42	7%	94%	80%
Inadecuada iluminación	1	43	2%	96%	80%
Tipo de abrasivo inadecuado	1	44	2%	98%	80%
Repuestos en mal estado	1	45	2%	100%	80%
	45		100%		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10.

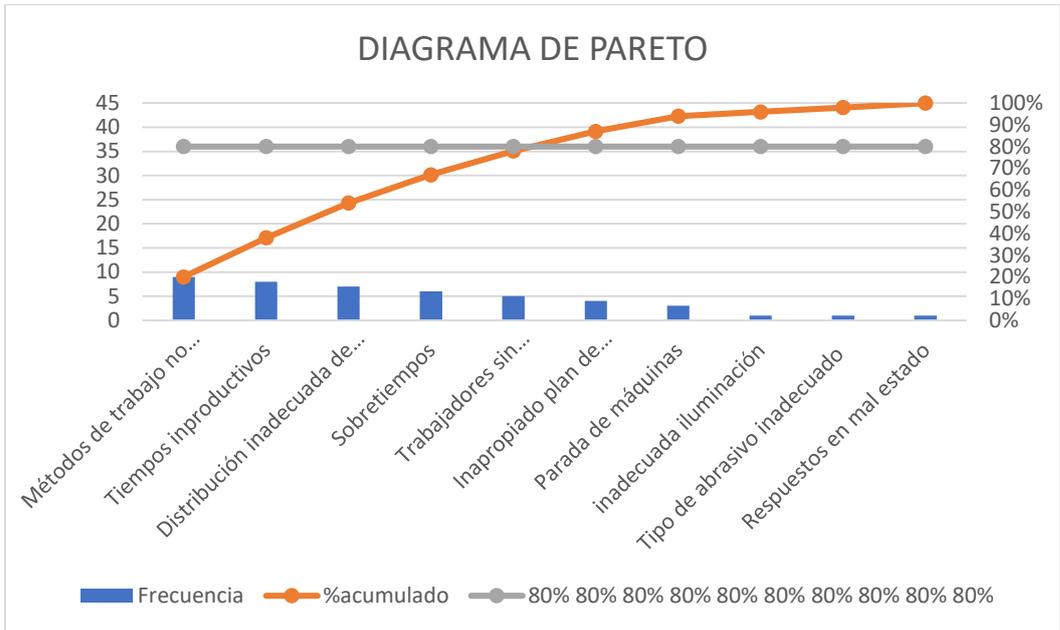


Figura 35. Diagrama de Pareto de la empresa PaintBlast, 2019

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 11.

Tabla 76. Estratificación de causas

Causas	Frecuencia	Suma de áreas	%	
Métodos de trabajo no adecuados	9	28	62%	PROCESOS
Tiempos inproductivos	8			
Trabajadores sin capacitación en el proceso de granallado	5			
Sobretiempos	6			
Distribución inadecuada de planta	7	8	18%	GESTIÓN
Repuestos en mal estado	1			
Inapropiado plan de mantenimiento	4	8	18%	MANTENIMIENTO
Parada de máquinas	3			
Inadecuada iluminación	1			
Tipo de abrasivo inadecuado	1	1	2%	CALIDAD
TOTAL	45	45	100%	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 12.

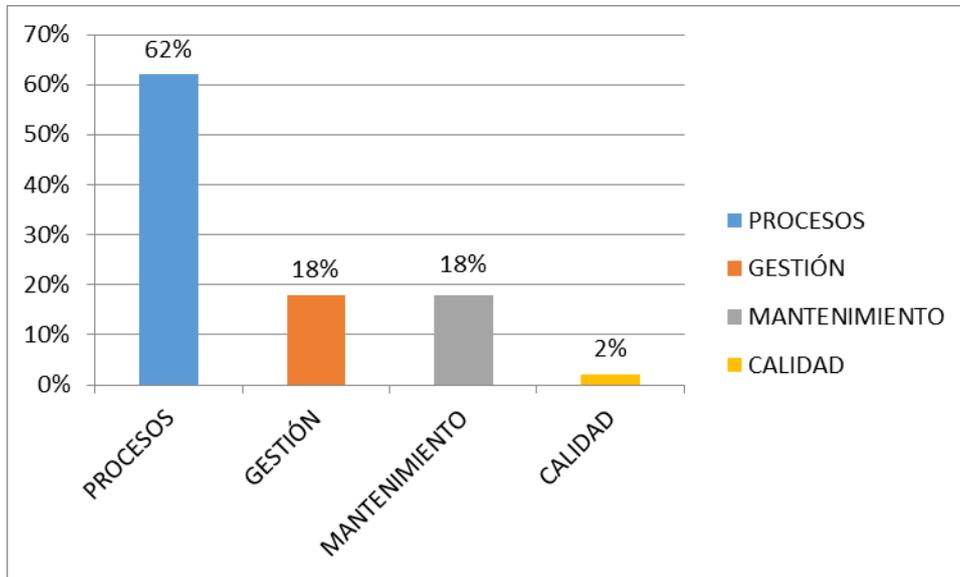


Figura 36. Estratificación de problemas

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 13.

Tabla 77. Matriz de priorización

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR ÁREA	NIVEL DE CRITICIDAD							Total problemas	Total porcentual de problemas	Impacto (1-10)	Calificación	Prioridad		
	Medición	Mano de obra	Materia prima	Medio Ambiente	Maquinaria	Métodos								
Gestión	0	0	0	0	1	1	MEDIO	2	20%	7	14	2		
Procesos	2	1	0	0	0	1	ALTO	4	40%	8	32	1		
Mantenimiento	0	0	0	1	2	0	MEDIO	3	30%	6	18	3		
Calidad	0	0	1	0	0	0	BAJO	1	10%	6	6	4		
Total problemas	2	1	1	1	3	2		10	100%					

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 14.

Tabla 78. Alternativas de solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				TOTAL
	Efectividad	Facilidad	Tiempo	Costo	
Estudio del trabajo	4	3	2	4	13
Kaizen	2	2	3	5	12
Ciclo de Deming	2	2	2	3	9

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 15

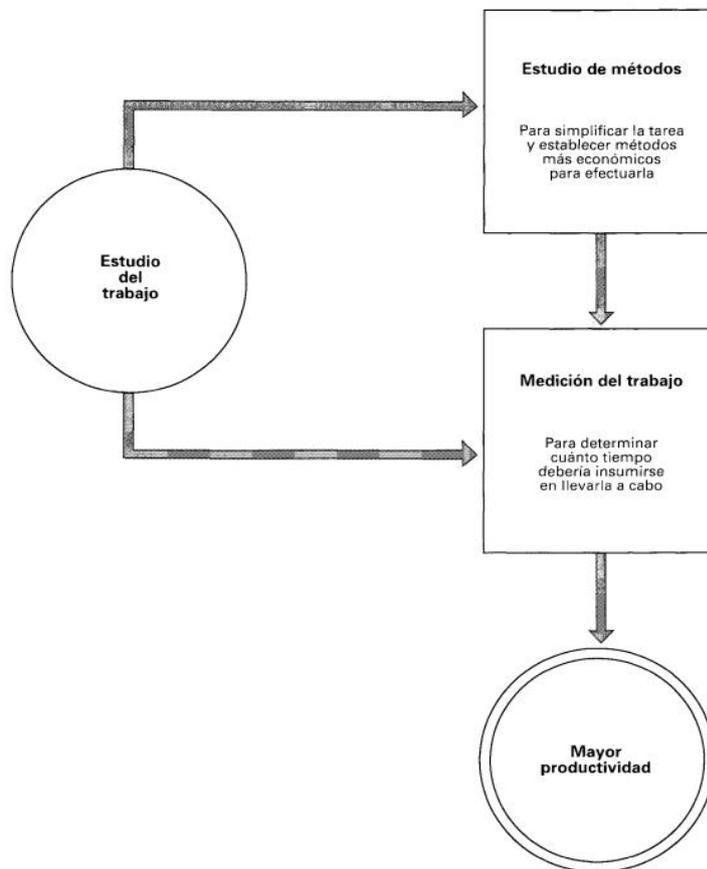


Figura 37. Estudio del trabajo

Fuente: Introducción al estudio del trabajo – Kanawaty (1996)

ANEXO 16

Tabla 79. Sistema de calificación de Westinghouse

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Habilísimo	0.13	A1	Habilísimo
0.13	A2	Habilísimo	0.12	A2	Habilísimo
0.11	B1	Excelente	0.1	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente	0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Bueno	0.05	C1	Bueno
0.03	C2	Bueno	0.02	C2	Bueno
0	D	Medio	0	D	Medio
-0.05	E1	Regular	-0.04	E1	Regular
-0.1	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.16	F1	Malo	-0.12	F1	Malo
-0.22	F2	Malo	-0.17	F2	Malo

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0	D	Medias	0	D	Media
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regular
-0.07	F	Malos	-0.04	F	Malos

Fuente: Estudio del trabajo, García, Roberto, 2012.

ANEXO 17

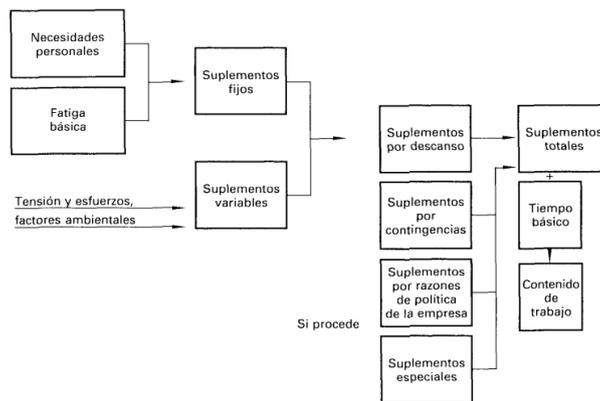


Figura 38. Suplementos

Fuente: Introducción al estudio del trabajo – Kanawaty (1996)

ANEXO 18

1. Suplementos constantes			E. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)		
	Hombres	Mujeres	Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de - Suplemento		
Suplementos por necesidades personales	5	7	Kata (milicorias/cm ² /segundo)		
Suplementos base por fatiga	4	4	16	0	
2. Suplementos variables			14	0	
	Hombres	Mujeres	12	0	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	10	3	
B. Suplemento por postura anormal			8	10	
Ligeramente incómoda	0	1	6	21	
Incómoda (inclinado)	2	3	5	31	
Muy incómoda (echado, estrado)	7	7	4	45	
C. Uso de la fuerza o de la energía muscular (levantar, tirar o empujar)			3	64	
			2	100	
Peso levantado por kilogramo			F. Concentración intensa		
2.5	0	1	Hombres		
5	1	2	Mujeres		
7.5	2	3	Trabajos de cierta precisión		
10	3	4	Trabajos de precisión o fatigosos		
12.5	4	6	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos		
15	5	8	5		
17.5	7	10	G. Ruido		
20	9	13	Continuo		
22.5	11	16	Intermitente y fuerte		
25	13	20 (máx)	Intermitente y muy fuerte		
30	17	—	Estridente y fuerte		
33.5	22	—	H. Tensión mental		
D. Mala iluminación			Proceso bastante complejo		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos		
Bastante por debajo			Muy complejo		
Absolutamente insuficiente			I. Monotonía		
			Trabajo algo monótono		
			Trabajo bastante monótono		
			Trabajo muy monótono		
			J. Tedio		
			Trabajo algo aburrido		
			Trabajo aburrido		
			Trabajo muy aburrido		

Figura 39. Suplementos por descanso

Fuente: Introducción al estudio del trabajo – Kanawaty (1996)

ANEXO 19

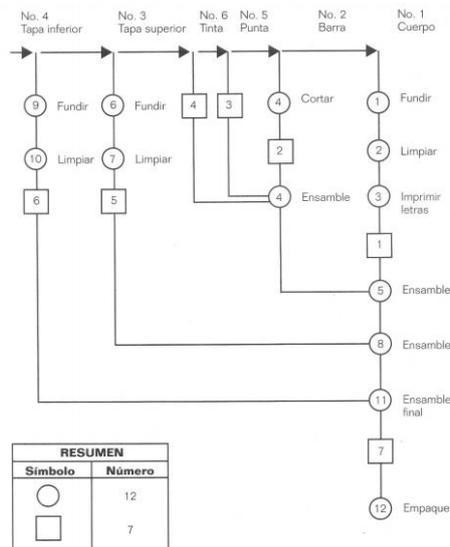


Figura 40. Diagrama de operaciones de proceso

Fuente: Manual de tiempos y movimientos– Janania, Camilo, 2008.

ANEXO 20

FRED MEYERS Y ASOCIADOS DIAGRAMA DE PROCESOS
 ☒ MÉTODO ACTUAL ☐ MÉTODO PROPUESTO FECHA: 5/6 PÁGINA 1 DE 1
 DESCRIPCIÓN DE LA PARTE: 2,000 UNIDADES/TURNO
 FUNDICIÓN DE ASADOR 75102
 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN: DE RECEPCIÓN A EMBARQUES

RESUMEN	ACTUAL		PROPUESTO		INTERFERENCIA		ANÁLISIS	DIAGRAMA DE FLUJO ADJUNTO (IMPORTANTE)																	
	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO	NUM.	TIEMPO																			
<input type="checkbox"/> OPERACIONES							POR QUE	CUANDO																	
<input type="checkbox"/> TRANSPORTES							QUE	QUIEN																	
<input type="checkbox"/> ESPERACIONES							DONDE	COMO																	
<input type="checkbox"/> RETRASOS																									
<input type="checkbox"/> ALMACENAMIENTOS							ESTUDIADO POR:	F. MEYERS \$7.00 POR HR.																	
DISTANCIA RECORRIDA		FT.		FT.		FT.																			
PASO	DETALLES DEL PROCESO		MÉTODO										CÁLCULOS DE TIEMPO/COSTO												
1	RECEPCIÓN DESCARGAR AUTOTRANSORTE	TRAMA COLA	TRAMA COLA	TRAMA COLA	TRAMA COLA	TRAMA COLA	TRAMA COLA	TRAMA COLA	TRAMA COLA	TRAMA COLA	TRAMA COLA	TRAMA COLA	120	31	.0025	2 MINUTARIMA									
2	MOVER AL ALMACÉN	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	125	120	23	.0016	2.5 MINUTARIMA								
3	ALMACENAMIENTO	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA	ESTAN-TERRA					30 DIAS A \$3.00 CADA UNA			
4	MOVER A LA MÁQUINA	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	625	120	55	.0039	12.5 MINUTARIMA								
5	ESPERA EN LA MÁQUINA																					30 MINUTOS			
6	PERFORAR																					188 POR HORA			
7	ESPERAR																					30 MINUTOS			
8	MOVER A PINTURA	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	MANITA CARGAS	200	120	3	.0002	4.0 MINUTOS								
9	ESPERAR																					INV. 5			
10	COLOCAR EN BANDA TRANSPORTADORA	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO					595	.0417	336 POR HORA						
11	A PINTURA	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.					10'	FREE							
12	COLGAR EN LÍNEA																						298	.0209	336 POR HORA
13	LIMPIAR - PINTAR - HORNEAR	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.	BANDA TRANSP.					400'	INV. FREE							
14	DESCARGAR																						298	.0209	336 POR HORA
15	APILAR																						298	.0209	336 POR HORA
16	MOVER A ALMACENAMIENTO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO	A MANDO					20'	INV. 5							
17	ALMACENAR PARA LÍNEA																						INV. 5		

Figura 41. Diagrama de análisis de proceso

Fuente: Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil– Meyers, Fred, 2000.

ANEXO 21

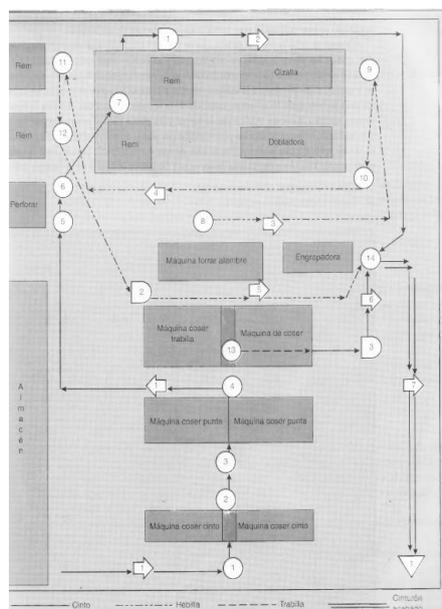
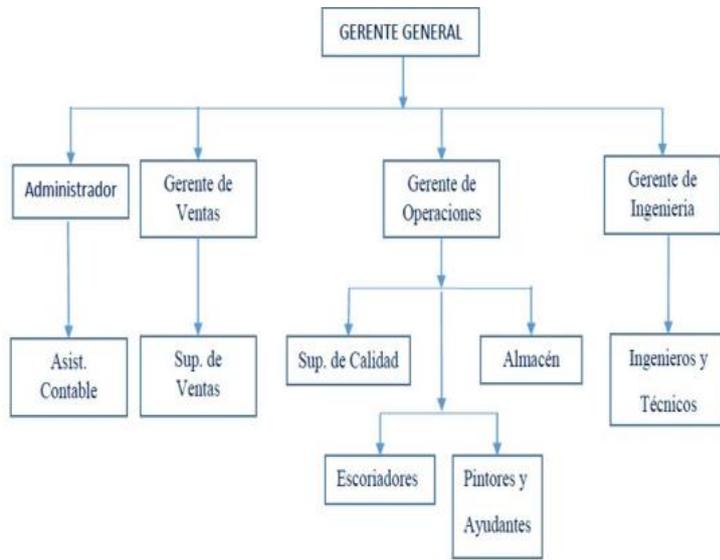


Figura 42. Diagrama de recorrido de la fabricación de un cinturón para vestido

Fuente: Estudios del trabajo – García, Roberto, 2012.

ANEXO 22.

Figura 43. Organigrama de cargos de la empresa PaintBlast, 2019.



Fuente. PaintBlast S.A.C.

ANEXO 23

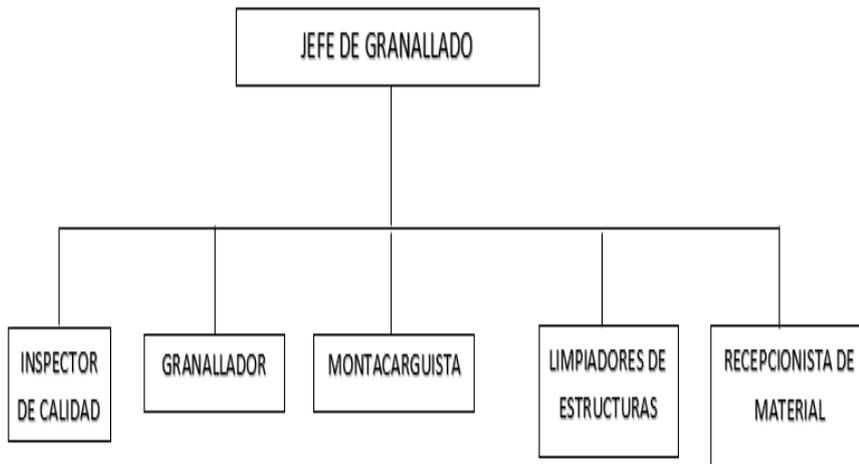


Figura 44. Organigrama del área de granallado de la empresa PaintBlast, 2019.

Fuente. PaintBlast S.A.C.

ANEXO 24.

Tabla 80. *Relación de servicios de granallado*

SERVICIO	FOTO
Granallado de canales	
Granallado de tuberías	
Granallado de enrejados	
Granallado de planchas	
Granallado de vigas	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 25.

Tabla 81. Datos históricos sobre el servicio de granallado

DATOS HISTÓRICOS DE GRANALLADO DE ESTRUCTURAS DE LA EMPRESA PAINT BLAST S.A.C. (MAYO-OCTUBRE 2019)					
SERVICIO	MAYO Y JUNIO	JULIO Y AGOSTO	SEPTIEMBRE Y OCTUBRE	TOTAL(m2)	PORCENTAJE
Granallado de canales	6700	6770	6630	20100	14%
Granallado de tubos	6780	6800	6600	20180	14%
Granallado de enrejados	7040	7092	6900	21032	14%
Granallado de columnas	7300	6900	9200	23400	16%
Granallado de planchas	8600	26180	8100	42880	29%
Granallado de vigas	6520	6936	6900	20356	14%
				147948	100%

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 26.

Tabla 82. *Relación de equipos de granallado*

EQUIPOS	FOTOGRAFIA	CANTIDAD
COMPRESOR KAISER		2
CABINA CLEMCO		1
TOLVA		1
GATILLO DE CONTROL		1

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 27. MATRIZ DE COHERENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis
Generales		
¿De qué manera el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020?	Determinar si el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.	El estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.
Específicos		
¿De qué manera el estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020?	Determinar si el estudio del trabajo mejora la eficiencia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.	El estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.
¿De qué manera el estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020?	Determinar si el estudio del trabajo mejora la eficacia en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.	El estudio del trabajo mejora la productividad en el área de granallado de la empresa PaintBlast S.A.C., Lima, 2020.

ANEXO 28. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
ESTUDIO DEL TRABAJO	El estudio del trabajo es el examen sistemático de los métodos para realizar las actividades con el fin de mejorar la utilización eficaz de los recursos (Kanawati, Geroge, 1996, p. 3)	El Estudio del trabajo es aplicar técnicas con el objetivo de optimizar eficazmente los recursos; se medirá mediante el Estudio de métodos y Estudio de tiempos y se evaluará mediante el cálculo de las actividades que agregan valor y el tiempo estándar.	ESTUDIO DE MÉTODOS	Actividades que agregan valor $IAAV = \frac{\sum AAV}{\sum TA} \times 100\%$ IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%) AAV: Actividades que agregan valor (u) TA: Total de actividades (u)	Razón
			ESTUDIO DE TIEMPOS	Tiempo estándar $Te = TN \times (1 + S)$ Te: Tiempo estándar (min) TN: Tiempo normal (min) S: Suplementos (%)	Razón
PRODUCTIVIDAD	La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos (Carro, Roberto, 2012, p.1)	La productividad es una medida económica que relaciona la cantidad total producida entre los recursos utilizados. Se evaluará mediante el cálculo de la Eficiencia en la cual se tiene en cuenta las horas realizadas, horas empleadas y también la Eficacia en donde se tiene en cuenta la producción total y producción programada	EFICIENCIA	Eficiencia $Ef = \frac{HHr}{HHe} \times 100 \%$ Ef: Eficiencia (%) HHr: Horas hombre realizadas (hrs) HHe: Horas hombre empleadas (hrs)	Razón
			EFICACIA	Eficacia $Efc = \frac{Pt}{Pg} \times 100 \%$ Efc: Eficacia (%) Pt: Producción total (u) Pg: Producción programada (u)	Razón

ANEXO 34. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL CRONOMETRO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
NORMA NTP ISO / IEC 17025: 2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO DE LONGITUD Y ÁNGULO

No. De Certificado : **2019-CL-0638** Página : **1 de 3**
Orden de Trabajo : **0567-K1150-2019** Fecha de emisión : **2019-09-29**

1.- DATOS DEL SOLICITANTE

Expediente : **K1150**
Cliente : **KESLI MAGALI HERNANDEZ BERNAL**
Dirección : **Mz. B Urb. Los Sauces -Puente Piedra.**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades las unidades de medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

2.- DATOS DEL INSTRUMENTO

Descripción : **CRONÓMETRO**
Marca : **LIVE UP SPORTS**
Modelo : **LS3139**
Serie : **NO INDICA**
Rango : **9 hrs, 59 min, 59 sec, 99/100**
Resolución : **1/100 segundos**
Ubicación : **NO INDICA**
Identificación : **ID-LT-124 (*)**
Fecha de Calibración : **2019-09-29**
Lugar de Calibración : **En las instalaciones de INPROMET PERU S.A.C.**

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren de la autorización de la Dirección de Calidad de Inpromet Perú S.A.C.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

Inpromet Perú S.A.C. recomienda interpretar correctamente el presente documento a fin de evitar resultados o acciones erróneas.

Elvis G. Ramirez F
Área de Calidad



Walther Joel Torre C.
Área de Laboratorio

ANEXO 35. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:

ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	$IAAV = \frac{\sum AAV}{\sum TA} \times 100\%$ IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%) $\sum AAV$: Actividades que agregan valor (u) $\sum TA$: Total de actividades (u)	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2 Estudio de tiempos	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$Te = TN(1 + S)$ Te: Tiempo estándar (min) TN: Tiempo normal (min) S: Suplementos (%)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: José La Rosa Zeña Ramos DNI: 17533125

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

06 de Junio del 2020

¹Pertinencia: El indicador corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El indicador es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del indicador, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

Firma del Experto Informante.

ANEXO 36.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos $IAAV = \frac{\sum AAV}{\sum TA} \times 100\%$ IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%) $\sum AAV$: Actividades que agregan valor (u) $\sum TA$: Total de actividades (u)	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Estudio de tiempos	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$Te = TN(1 + S)$ Te: Tiempo estándar (min) TN: Tiempo normal (min) S: Suplementos (%)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **SI HAY SUFICIENCIA** _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Egusquiza Rodríguez Margarita Jesús

DNI:08474379

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

11 de Junio del 2020



Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

ANEXO 37.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Estudio de Métodos							
	$IAAV = \frac{\sum AAV}{\sum TA} \times 100\%$ IAAV: Índice de actividades que agregan valor (%) $\sum AAV$: Actividades que agregan valor (u) $\sum TA$: Total de actividades (u)	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2 Estudio de tiempos	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$Te = TN(1 + S)$ Te: Tiempo estándar (min) TN: Tiempo normal (min) S: Suplementos (%)	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Lopez Padilla Rosario

DNI: 8163545

Especialidad del validador: Ingeniería Alimentaria

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

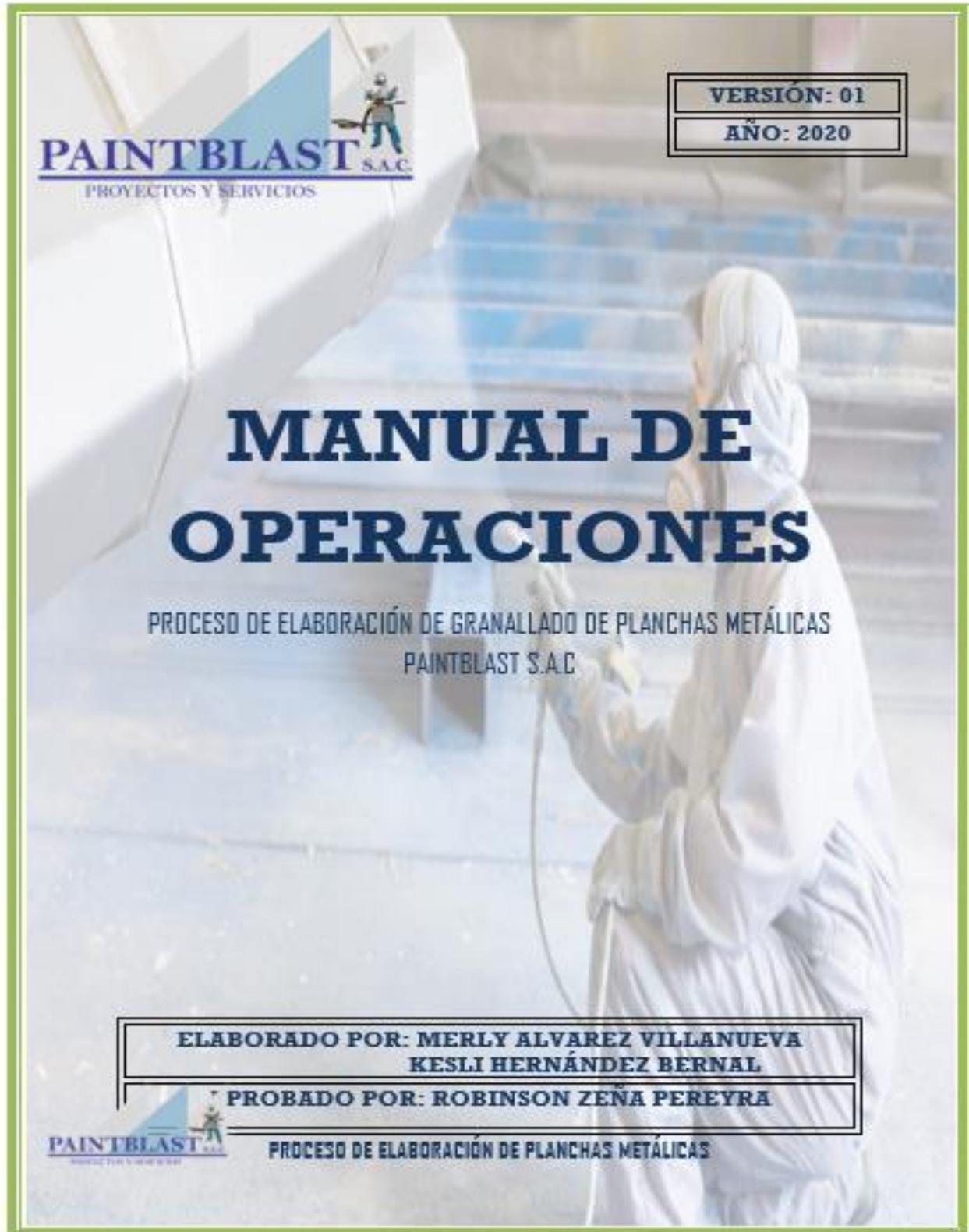
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

06 de Junio del 2020

ING. ROSARIO LÓPEZ PADILLA
 CIP 200326
 Firma del Experto Informante.

ANEXO 38. RESUMEN DE MEJORAS

	PRE-TEST	POST-TEST	%∇	%Δ
EFICIENCIA	69.22%	76.10%		9.94%
EFICACIA	82.67%	86.35%		4.45%
PRODUCTIVIDAD	57.43%	65.77%		14.52%
TIEMPO OBSERVADO	208.63	154.69	25.85%	
TIEMPO NORMAL	206.04	152.74	25.87%	
TIEMPO ESTANDAR	240.03	175.88	26.73%	
Nº DE OPERACIONES	6	6	-	
Nº DE ACTIVIDADES	44	35	20.45%	
ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR	31.82%	40%		25.71%
ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	68.18%	60%	12.00%	
COSTO DE SERVICIO UNITARIO	S/ 131.69	S/ 103.80	21.18%	
COSTO DE SERVICIO TOTAL	S/ 32,659.12	S/ 38,094.60		16.64%



FICHA TÉCNICA – PLANCHA METÁLICA 20m²

PLANCHA METALICA 20m²



A. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

COMPOSICIÓN (%)	100% ACERO
TIPO DE ACERO	RESISTENCIA MEDIA
AREA	20 m ²

B. MEDIDAS REGLAMENTARIAS

ANCHO DE LA PLANCHA	4 m ²
LARGO DE LA PLANCHA	5 m ²
ESPESOR DE LA PLANCHA	5 PULGADAS

C. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

LIMPIEZA DE PLANCHAS METÁLICAS MEDIANTE LA AUTILIZACION DE GRANALLA

D. PROCESO DEL SERVICIO – OPERACIONES

LA LIMPIEZA DE PLANCHAS METÁLICAS SE REALIZA MEDIANTE 6 OPERACIONES
LIMPIEZA: SPS- GRADO BLANCO

E. ACABADO

ACABADO LIMPIO Y CON EL GRADO DE LIMPIEZA REQUERIDO



PROCESO DE ELABORACIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS

AREA:	Producción
PROCESO:	Servicio de granallado de planchas metálicas 20m ²
OPERACION:	Limpieza de contaminantes

OBJETIVO PRINCIPAL
Realizar la limpieza correcta y efectiva de contaminantes adheridos en la plancha

ESPECIFICACIONES PREVIAS	
HERRAMIENTAS	MATERIALES
escobillas, lijas, trapos industriales	detergente industrial y agua

Para realizar la limpieza de contaminantes de las planchas metálicas es necesario contar con lijas, escobillas, Ace industrial. Asimismo es importante el control de calidad para asegurarse que no presenten contaminantes.

DESCRIPCION:	
1	Ubicar las planchas de manera ordenada para proceder a limpiar
2	Lijar las planchas para retirar los contaminantes
3	Limpiar el polvo con ayuda de trapos industriales
4	Preparar la mezcla de Ace y agua para verter en las planchas
5	Tomar la escobilla que están en el estante y se soba a la plancha
6	Utilizar agua para enjuagar las planchas, verificando que no queden contaminantes
7	Esperar que las planchas hayan secado para realizar la limpieza de puntos de soldadura

PROCESO DE ELABORACIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS

AREA:	Producción
PROCESO:	Servicio de granallado de planchas metálicas 20m ²
OPERACION:	Recepción de material

OBJETIVO PRINCIPAL
Recibir el material y descargar de manera ordenada teniendo en cuenta la guía de llegada

ESPECIFICACIONES PREVIAS	
MAQUINA	HERRAMIENTAS - MATERIALES
Montacargas	Juego de llaves

Para realizar la operación de recepción del material, es necesario contar con la información previa sobre la cantidad de estructuras que ingresan a la planta, de tal manera que la verificación de la guía y conteo de planchas sea más sencilla.

DESCRIPCION:	
1	Ingreso del transporte a la planta
2	Se recepciona el material
3	Se realiza la verificación de la guía emitida por el cliente.
4	Descargar el material en caballetes de manera ordenada.
5	Entregar la guía firmada, estipulando la conformidad de entrega
6	Proceder a realizar el conteo de planchas, como menciona en la guía de llegada
7	Dar la autorización para que se inicie la operación de limpieza



PROCESO DE ELABORACIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS

AREA:	Producción
PROCESO:	Servicio de granallado de planchas metálicas 20m ²
OPERACION:	Limpieza de puntos de soldadura

OBJETIVO PRINCIPAL
Realizar de manera efectiva la limpieza de puntos de soldadura

ESPECIFICACIONES PREVIAS	
MAQUINA	HERRAMIENTAS - MATERIALES
Esmeril	tizas, trapos industriales, lentes

Para realizar la limpieza de puntos de soldadura es necesario observar detalladamente las marcas realizadas. Asimismo utilizar de manera adecuada el esmeril.

DESCRIPCION:	
1	Se verifica los puntos de soldadura que presenta la plancha
2	Señalización de los puntos con una tiza
3	El operario encargado de la limpieza mecánica identifica los puntos
4	Prendido del esmeril
5	Retiro de los puntos y cordones de soldadura mal fabricados
6	Apagar el esmeril
7	Limpiar los residuos

PROCESO DE ELABORACIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS



AREA:	Producción
PROCESO:	Servicio de granallado de planchas metálicas 20m ²
OPERACION:	Preparación de la cabina

OBJETIVO PRINCIPAL
Realizar la preparación de la cabina para realizar el chorro de manera efectiva

ESPECIFICACIONES PREVIAS	
MAQUINA	HERRAMIENTAS- MATERIALES
Panel de control, tolva	Juego de llaves

Para realizar la preparación de la cabina se activa los botones que están en el panel del control. Asimismo se activa la tolva y se verifica que los elevadores estén funcionando.

DESCRIPCION:	
1	Prender la luminaria en la cabina
2	Prendido del extractor
3	Prendido del elevador y asegurarse que fundone
4	Activación de barredores
5	Verificar el aire a presión
6	Verificación de los pistones
7	Activar la tolva

PROCESO DE ELABORACIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS

AREA:	Producción
PROCESO:	Servicio de granallado de planchas metálicas 20m ²
OPERACION:	Preparación del compresor

OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar la preparación del compresor para que funcione de manera efectiva durante el chorroado.

ESPECIFICACIONES PREVIAS

MAQUINA	HERRAMIENTAS - MATERIALES
Compresor	Escobillas, juego de llaves, petróleo , agua, aceite

Para realizar la preparación del compresor es necesario tener las herramientas adecuadas para realizar la limpieza de filtro, así como el combustible necesario para que pueda funcionar y evitar las paradas imprevistas. Asimismo es importante que la persona encargada de la preparación del compresor tenga a la mano repuestos y materiales.

DESCRIPCION

1	TENER A LA MANO LAS HERRAMIENTAS QUE SE USARÁN PARA LIMPIAR EL FILTRO
2	LIMPIAR EL FILTRO
3	ADHERIR PETRÓLEO AL COMPRESOR
4	ASEGURARCE QUE EL TANQUE DE PETRÓLEO ESTÉ LLENO
5	VERIFICAR EL ACEITE Y AGUA
6	PRENDER EL COMPRESOR
7	CAMBIAR LA PRESIÓN DEL COMPRESOR CUANDO SEA NECESARIO

PROCESO DE ELABORACIÓN DE PLANCHAS METÁLICAS



AREA:	Producción
PROCESO:	Servicio de granallado de planchas metálicas 20m ²
OPERACION:	Chorroado

OBJETIVO PRINCIPAL
Limpiar las planchas de manera adecuada y de acuerdo al grado de limpieza requerido

ESPECIFICACIONES PREVIAS	
MAQUINA	HERRAMIENTAS - MATERIALES
barredores, elevador	granalla

Para realizar la operación del chorroado es necesario que el panel esté funcionando correctamente, así como también la plancha esté ubicada de manera correcta en los caballetes.

DESCRIPCION:	
1	Colocar la plancha de manera correcta en los caballetes y facilitar la operación
2	Vaciar cuidadosamente el abrasivo en los barredores
3	Regular el nivel de granalla cuando sea necesario
4	Activar el purgador
5	Activar el gatillo
6	Chorroado abrasivo
7	Asegurar que la granalla llegue a toda la plancha



ANEXO 40. CONSENTIMIENTO

Autorización: Para realizar Trabajo
de Investigación

Por medio de la presente, Yo **ROBINSON ZEÑA PEREYRA**, GERENTE GENERAL DE EMPRESA METALMECÁNICA **PAINT BLAST S.A.C.**, otorgo la presente carta de consentimiento a las estudiantes de Ingeniería Industrial **ÁLVAREZ VILLANUEVA MERLY GIULIANA**, identificada con DNI N°: 72350959 y **HERNÁNDEZ BERNAL KESLI MAGALI**, identificada con DNI N°: 74399090 ; para utilizar los datos de la empresa que serán vestidos en el trabajo de Investigación titulado: **"ESTUDIO DEL TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE GRANALLADO DE LA EMPRESA METALMECÁNICA PAINTBLAST S.A.C., LIMA, 2020"**; respetando la confidencialidad de la misma.

Lima, 26 de septiembre del 2019



Robinson Zeña P.
GERENTE GENERAL
PAINTBLAST SAC

Zeña Pereyra Robinson
GERENTE GENERAL

ANEXO 42. EVIDENCIA DE RECOLECCIÓN DE DATOS POST- TEST

TOMA DE TIEMPOS DEL PROCESO DE GRANALLADO DE PLANCHAS METÁLICAS - PAINTBLAST S.A.C. -OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019																																						
PAINTBLAST S.A.C.		Empresa:		PaintBlast S.A.C.																Área:		Granallado																
		Método:		PRE-TEST								POST-TEST								Proceso:		granallado de planchas metálicas																
		Elaborado por:		Alvarez Villanueva Merly y Hernández Bernal Kesli																Producto:		planchas metálicas																
ITEM	OPERACIÓN	TIEMPOS OBSERVADOS EN MINUTOS																																				
		01-feb	03-feb	04-feb	05-feb	06-feb	07-feb	08-feb	10-feb	11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb	17-feb	18-feb	19-feb	20-feb	21-feb	22-feb	24-feb	25-feb	26-feb	27-feb	28-feb	29-feb	02-mar	03-mar	04-mar	05-mar	06-mar	07-mar	09-mar	10-mar	11-mar	12-mar	13-mar	14-mar
		Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
1	Recepción y verificación del material	25.75	25.33	25.93	25.77	25.22	25.82	25.63	25.12	25.27	26.02	25.7	25.38	25.55	25.53	25.68	25.23	25.45	25.62	25.32	25.38	26.1	25.42	25.85	25.32	26.02	25.72	25.62	25.55	25.4	25.7	25.32	25.67	25.47	25.82	25.75	25.52	25.62
2	Limpieza de contaminantes	18.75	18.88	19.32	18.73	18.92	19.4	19.52	19.03	18.87	18.75	19.42	18.97	19.52	19.33	19.28	18.95	18.88	19.57	18.77	18.72	18.92	19.08	19.32	18.85	18.65	18.92	19.15	19.02	19.58	19.53	18.72	19.08	18.63	19.45	19.57	18.77	18.65
3	Limpieza de puntos de soldaduras	12.45	12.70	12.90	13.13	12.52	12.95	12.78	12.45	12.25	12.43	12.25	13.08	12.47	13.35	12.83	12.48	12.52	12.62	12.23	12.32	12.28	12.62	13.5	12.62	12.32	12.88	12.23	12.4	12.70	13.45	12.15	12.17	12.28	13.4	13.52	12.47	12.62
4	Preparación de la cabina	4.28	4.1	4.78	4.22	4.43	4.85	4.25	4.12	4.03	4.28	4.63	4.22	4.15	4.67	4.55	4.12	4.05	4.78	4.17	4.33	4.2	4.09	4.85	4.22	4.35	4.67	4.1	4.45	4.24	4.58	4.12	3.85	4.07	4.72	4.85	4.38	4.15
5	Prendido del compresor	4.95	5.05	5.02	4.85	4.94	5.38	5.25	4.77	4.52	4.87	5.12	4.95	4.42	5.45	5.38	4.98	4.92	5.47	4.62	4.88	4.92	5.02	5.08	4.87	4.92	5.35	4.84	5.15	4.98	5.02	4.92	4.52	4.84	5.33	5.12	4.47	4.52
6	Chorroado	88.77	88.6	89.98	88.62	88.78	89.48	89.62	88.63	88.85	88.52	89.82	88.72	89.18	89.53	89.88	88.8	89.25	89.55	88.54	88.67	88.72	88.77	89.82	88.98	88.57	89.68	88.70	88.62	88.45	89.78	89.32	88.78	88.42	89.33	89.28	88.85	88.75
		154.95	154.66	157.93	155.32	154.81	157.88	157.05	154.12	153.79	154.87	156.94	155.32	155.29	157.86	157.6	154.56	155.07	157.61	153.65	154.3	155.14	155	158.42	154.86	154.83	157.22	154.64	155.19	155.35	158.06	154.55	154.07	153.71	158.05	158.09	154.46	154.31