



Universidad
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de
Ingeniería Industrial

Tesis

**Optimización de los procesos de transformación
productiva del mármol travertino mediante la
filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol**

Dayana Sihara Aguilar Garcia

Huancayo, 2019

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Industrial



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Herbert Antonio Vilchez Baca

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser mi guía espiritual, porque guarda de mí, cuida mi vida y sendero.

Agradezco a la Universidad Continental por ser mi alma mater, por la formación, los retos y desafíos que hacen hoy de mí una gran profesional.

Agradezco a la Dirección Regional de Energía y Minas de la Región Junín, por brindarme las facilidades para la recolección de datos en el Instituto Regional del Mármol Travertino.

Agradezco a Manuel Díaz Illanes, por facilitarme la comunicación y los permisos para que a través del convenio entre la Universidad Continental y el Instituto Regional del mármol travertino haya sido posible ejecutar mi tesis.

Agradezco especialmente a Prudencio Tiapale, especialista en Gestión de procesos, por la orientación recibida para el Plan de Tesis.

Agradecimiento al Ingeniero Jacinto Arroyo, docente de la asignatura de Seminario de Tesis II, quien me brindó la guía necesaria para la formulación del plan de tesis.

A mi asesor, el ingeniero Herbert Vilchez, por la asesoría y orientación en la tesis.

A Gisela Lourdes Alfaro Jaucha, por el seguimiento en la revisión de la investigación y las sugerencias para la toma de decisiones y mejora de los procesos de transformación del mármol travertino.

DEDICATORIA

A Dios, por el apoyo celestial y divino en toda mi vida.

Este trabajo va dedicado con todo el amor a mis padres:

Mi madre Marina García, por ser mi guía, por sus consejos, su preocupación, su dedicación, amor y la fortaleza para no rendirme y llegar lejos.

A mi padre Glicerio Aguilar, por su apoyo incondicional y recordarme siempre la humildad.

Este trabajo va dedicado a mi hermana Sheyla, por ser el cimiento de superación, por demostrarme cuán grande es el mundo.

A mi hermano Richard, por enseñarme a luchar siempre con justicia, y por enseñarme la esencia de la sabiduría profesional.

A mi sobrina Letizia, Marina y Ghaelo por ser mi motivación para crecer, para ser responsable, y una excelente Ingeniera.

A Saturnina Mercado, mi nana, por haber cultivado en mí la responsabilidad y el respeto por los demás. Por haber sido guía en mi vida, gracias por su apoyo incondicional he podido llegar hasta aquí.

ÍNDICE

PORTADA	I
ASESOR.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE	V
LISTA DE TABLAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	13
1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema general	16
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. Objetivos.....	17
1.3.1. Objetivo general	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Justificación y delimitación	18
1.4.1. Justificación	18
1.4.2. Delimitación geográfica	19
1.5. Hipótesis.....	19
1.5.1. Hipótesis general.....	19
1.5.2. Hipótesis específicas.....	20
1.6. Descripción de variables	20
1.7. Operacionalización de las variables.....	21
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes del problema.....	22
2.1.1. Tesis internacionales.....	22
2.1.2. Tesis nacional.....	23
2.1.3. Artículos científicos.....	24
2.1.4. Artículo de divulgación	25
2.2. Bases teóricas.....	26
2.2.1. Procesos.....	26
2.2.2. Optimización.....	33
2.2.3. Mármol.....	35
2.2.4. Filosofía Kaizen	37
2.2.5. Herramientas	42
2.2.6. Indicadores de la filosofía Kaizen.....	44
2.3. Definición de términos básicos.....	45
2.3.1. Definición del mármol travertino.....	45
2.3.2. Características del mármol travertino.....	45
2.3.3. Sistema de procesos.....	46
2.3.4. Proceso	46
2.3.5. Proceso industrial	46
2.3.6. Elementos de un proceso.....	46
2.3.7. Procedimiento.....	47
2.3.8. Ciclo PDCA – Circulo de Deming.....	47
2.3.9. SIPOC.....	48
2.3.10. Value Stream Mapping.....	48
2.3.11. Ingeniería de métodos.....	48
2.3.12. Estudio de trabajo.....	48
2.3.13. Medición de tiempos.....	49
2.3.14. Tiempo observado	49

2.3.15.	Valoración.....	49
2.3.16.	Tiempo normal.....	49
2.3.17.	Suplementos.....	49
2.3.18.	Tiempo estándar.....	49
2.3.19.	Horas-hombre.....	50
2.3.20.	Eficacia	50
2.3.21.	Eficiencia	50
2.3.22.	Efectividad	50
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....		51
3.1.	Método, y alcance de la investigación.....	51
3.1.1.	Método de la investigación	51
3.2.	Diseño de la investigación.....	52
3.3.	Población y muestra	52
3.3.1.	Población	52
3.3.2.	Muestra.....	52
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
3.4.1.	Técnicas de análisis de datos	53
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	53
3.4.3.	Procesamiento de datos y análisis	53
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN		54
4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información	54
4.1.1.	Identificar los procesos, actividades, elementos del sistema de procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	54
4.1.2.	Diagnóstico situacional de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.....	58
4.1.3.	Herramientas para el diagnóstico situacional de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018	68
4.1.4.	Diagnóstico situacional de la productividad, eficacia, eficiencia y efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el instituto Regional del Mármol.	73
4.1.5.	Optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol mediante la filosofía Kaizen.....	78
4.1.6.	Análisis comparativo después de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol mediante la filosofía Kaizen.	98
4.2.	Prueba de hipótesis.....	101
4.3.	Discusión de resultados	115
CONCLUSIONES.....		117
RECOMENDACIONES		119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		121
ANEXOS.....		125

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES EN EL PERÚ.....	15
FIGURA 2. UBICACIÓN DEL INSTITUTO REGIONAL DEL MÁRMOL TRAVERTINO.....	19
FIGURA 3. INTERRELACIÓN DE PROCESOS.....	27
FIGURA 4. ELEMENTOS DE UN PROCESO.....	28
FIGURA 5. ETAPAS DE UN PROCESO.....	33
FIGURA 6. ESCALA DE MOHS LA DUREZA DEL MÁRMOL.....	36
FIGURA 7: SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA DE PROCESOS – DOP.....	40
FIGURA 8. REFERENCIA DE ELABORACIÓN DE UN DOP.....	41
FIGURA 9. SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA DE ACTIVIDADES DE PROCESO – DAP.....	42
FIGURA 10. DIAGRAMA SIPOC.....	43
FIGURA 11. SISTEMA DE PROCESOS.....	46
FIGURA 12. PROCESOS DEL INSTITUTO REGIONAL DEL MÁRMOL.....	55
FIGURA 13: PROCESOS CLAVES.....	55
FIGURA 14. DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS.....	56
FIGURA 15. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS.....	57
FIGURA 16. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL.....	75
FIGURA 17. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EFICACIA DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE MÁRMOL TRAVERTINO.....	76
FIGURA 18. DIAGNÓSTICO DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO.....	77
FIGURA 19. DIAGNÓSTICO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO.....	78
FIGURA 20. DIAGRAMA DE RECORRIDO - FASE DIAGNÓSTICO.....	79
FIGURA 21. DIAGRAMA DE RECORRIDO - MEJORA KAIZEN.....	80
FIGURA 22. CAPACITACIÓN PUESTA EN MARCHA DE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS.....	81
FIGURA 23. EVALUACIÓN FINAL DE LA PRODUCTIVIDAD.....	95
FIGURA 24. EVALUACIÓN FINAL DE LA EFICACIA.....	96
FIGURA 25. EVALUACIÓN FINAL DE LA EFICIENCIA.....	97
FIGURA 26. EVALUACIÓN FINAL DE LA EFECTIVIDAD.....	97
FIGURA 27. COMPARATIVA DE LA PRODUCTIVIDAD.....	99
FIGURA 28. COMPARATIVA DE LA EFICACIA.....	100
FIGURA 29. COMPARATIVA DE LA EFICIENCIA.....	100
FIGURA 30. COMPARATIVA DE LA EFECTIVIDAD.....	101

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PRINCIPALES 10 PAÍSES IMPORTADORES DE MÁRMOL.....	14
TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MÁRMOL Y TRAVERTINO DEL AÑO 2015	16
TABLA 3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	21
TABLA 4. FACTORES DE UN PROCESO	29
TABLA 5. INTERACCIÓN DE UN PROCESO.....	47
TABLA 6. ELEMENTOS DE LAS OPERACIONES DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO	58
TABLA 7. ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINARES - FASE DIAGNÓSTICO.....	60
TABLA 8. ESTUDIO DE TIEMPOS MUESTRALES DEL DIAGNÓSTICO.....	63
TABLA 9. DIAGRAMA SIPOC.....	68
TABLA 10. DATOS PARA EL MAPA DE VALOR.....	70
TABLA 11. MAPA DE VALOR DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DEL MÁRMOL TRAVERTINO	71
TABLA 12. VALUE STREAM MAPPING – DIAGNÓSTICO	72
TABLA 13. DEMANDA DE BALDOSAS	73
TABLA 14. CANTIDAD DE PRODUCCIÓN Y H-H PROGRAMADAS Y REALES DURANTE EL DIAGNOSTICO	74
TABLA 15. CANTIDAD DE H-H REALES, PROGRAMADAS Y PRODUCCIÓN REAL Y PROGRAMADA.....	74
TABLA 16. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL.....	74
TABLA 17. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA EFICACIA DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE MÁRMOL TRAVERTINO	75
TABLA 18. DIAGNÓSTICO DE LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO.....	76
TABLA 19. DIAGNÓSTICO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO.....	77
TABLA 20. TIEMPOS PRELIMINARES LUEGO DE KAIZEN	86
TABLA 21. ESTUDIO DE TIEMPOS EN LA FASE DE MEJORA.....	88
TABLA 22. DATOS PARA EL MAPA DE VALOR - FASE DE MEJORA KAIZEN.....	90
TABLA 23. MAPA DE VALOR DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO - FASE MEJORA KAIZEN.....	91
TABLA 24. VALUE STREAM MAPPING - FASE MEJORA KAIZEN.....	93
TABLA 25. DEMANDA DE BALDOSAS LUEGO DE LA OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.....	94
TABLA 26. DEMANDA DE BALDOSAS DURANTE LA EVALUACIÓN FINAL DE LA PRODUCTIVIDAD.....	94
TABLA 27. DEMANDA TOTAL, PRODUCCIÓN, HORAS-HOMBRE PROGRAMADAS Y REALES DURANTE LA EVALUACIÓN FINAL DE LA PRODUCTIVIDAD.....	95
TABLA 28. EVALUACIÓN FINAL DE LA PRODUCTIVIDAD	95
TABLA 29. EVALUACIÓN FINAL DE LA EFICACIA	96
TABLA 30. EVALUACIÓN FINAL DE LA EFICIENCIA.....	96
TABLA 31. EVALUACIÓN FINAL DE LA EFECTIVIDAD	97
TABLA 32. COMPARACIÓN DE TC DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO.....	98
TABLA 33. COMPARATIVA DE NIVEL DE PRODUCTIVIDAD	98
TABLA 34. COMPARATIVA DE LA EFICACIA.....	99
TABLA 35. COMPARATIVA DE LA EFICIENCIA	100
TABLA 36. COMPARATIVA DE LA EFECTIVIDAD	101
TABLA 37. DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD, EFICACIA, EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD DE LOS PROCESOS, ANTES Y DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS.....	104
TABLA 38: DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS TIEMPOS DE CICLO (OPTIMIZACIÓN).....	106

TABLA 39. TEST DE SHAPIRO WILK DE LOS TIEMPOS DE CICLO (OPTIMIZACIÓN)	106
TABLA 40. ESTADÍSTICO DE MUESTRA T DE STUDENT PARA LA OPTIMIZACIÓN	106
TABLA 41. DATOS ESTADÍSTICOS DEL INDICADOR DE LA PRODUCTIVIDAD	108
TABLA 42. SHAPIRO-WILK TEST DEL INDICADOR DE LA PRODUCTIVIDAD.....	108
TABLA 43. ESTADÍSTICO DE MUESTRA T DE STUDENT PARA LA PRODUCTIVIDAD.....	108
TABLA 44. DATOS ESTADÍSTICOS DEL INDICADOR DE LA EFICACIA.....	110
TABLA 45. PRUEBA SHAPIRO-WILK DE LA EFICACIA.....	110
TABLA 46. ESTADÍSTICO T DE STUDENT PARA LA EFICACIA.....	110
TABLA 47. DATOS ESTADÍSTICOS DEL INDICADOR DE LA EFICIENCIA.....	112
TABLA 48. TEST DE SHAPIRO-WILK DE LA EFICIENCIA.....	112
TABLA 49. ESTADÍSTICO T DE STUDENT PARA LA EFICIENCIA	112
TABLA 50. DATOS ESTADÍSTICOS DEL INDICADOR DE LA EFECTIVIDAD	114
TABLA 51. TEST DE SHAPIRO-WILK DE LA EFECTIVIDAD	114
TABLA 52. ESTADÍSTICO T DE STUDENT PARA LA EFECTIVIDAD	115
TABLA 53. SOSTENIBILIDAD DE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO	120

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar cómo es la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018 ubicado en el distrito de Sicaya, provincia de Huancayo.

El tipo de investigación es aplicada, el nivel de investigación es explicativo y el diseño pre experimental con el uso del pre-test y post-test a un solo grupo. La población considera todos los procesos del Instituto del mármol y la muestra son los procesos de transformación productiva del mármol del Instituto Regional del Mármol para la obtención de baldosas de 40x40 cm

Los resultados fueron: Al realizar el diagnóstico situacional se obtiene los siguientes resultados: La productividad inicial era de 10.50 baldosas/hora-hombre, la eficacia inicial era de 80%, la eficiencia inicial igual a 78% y la efectividad inicial era de 62%. Después de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen se obtuvieron los siguientes resultados: la dimensión de la productividad se optimizó significativamente de 10.50 baldosas/hora-hombre a 17.14 baldosas/hora-hombre, la eficacia inicial de 80% mejoró a 98%, la eficiencia inicial fue de 78% y mejoró a 83%.

Conclusión: La filosofía Kaizen optimiza los procesos de transformación productiva del mármol travertino existiendo diferencia significativa antes y después de la aplicación de la filosofía ($p < 0.05$).

PALABRAS CLAVE:

Optimización, procesos, filosofía Kaizen.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine how is the optimization of the productive transformation processes of travertine marble through the Kaizen philosophy in the Regional Marble Institute in the period 2017-2018 located in the district of Sicaya, province of Huancayo.

The type of research is applied, the level of research is explanatory and the pre-experimental design with the use of pre-test and post-test to a single group. The population is all the processes of the Marble Institute and the sample are the processes of productive transformation of the Marble Regional Institute marble to obtain 40x40 cm tiles

The results were: When performing the situational diagnosis, the following results were obtained: The initial productivity was 10.50 tiles / man-hour, the initial efficiency was 80%, the initial efficiency was 78% and the initial effectiveness was 62%. After the optimization of the productive transformation processes of travertine marble through the Kaizen philosophy, the following results were obtained: the productivity dimension was optimized significantly from 10.50 tiles / man-hour to 17.14 tiles / man-hour, the initial efficiency of 80% improved to 98%, the initial efficiency was 78% and improved to 83%.

Conclusion: The Kaizen philosophy optimizes the processes of productive transformation of travertine marble existing significant difference before and after the application of philosophy ($p < 0.05$).

KEYWORDS:

Optimization, process, Kaizen philosophy.

INTRODUCCIÓN

El mármol travertino es una roca sedimentaria cuya composición es el carbonato de calcio.

En la región Junín, a través del Instituto Regional del Mármol, ubicado en el distrito de Sicaya – provincia de Huancayo (a la cual se llamará planta) posee aproximadamente 900 toneladas semanales como entrada de transformación de mármol travertino, es decir se concentra un 95% de mármol a nivel del Perú. Para cumplir con la oferta del mercado es importante que la planta, utilice técnicas y herramientas que optimicen los procesos de transformación de la producción de las piezas de mármol para cumplir con la demanda requerida por el mercado.

Durante las visitas realizadas a la planta se diagnosticó que los procesos de transformación del mármol travertino del Instituto Regional del Mármol no se encuentran bajo control, es decir que los métodos de trabajo no están estandarizados (entre ellos no se cuenta con indicadores que miden la productividad, eficiencia, eficacia y efectividad), es así que se decide optimizar los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol mediante la filosofía Kaizen (cambio continuo y progresivo). Teniendo como objetivo principal: Optimizar los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018; y como objetivos secundarios: Identificar los procesos, actividades, elementos del sistema de procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018, realizar el diagnóstico situacional de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018, construir las herramientas para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018, determinar la productividad, eficacia, eficiencia y efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen del Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para ARQHYS el mármol travertino es una piedra formada a partir de rocas calizas de gran calidad y belleza, metamórfica y compacta (1). Al microscopio no presenta orientación estructural debido a su formación.

Además, el mármol es considerada una roca ornamental de considerable valor por su belleza, con características como la dureza y resistencia que permiten someterla a diversos procesos de industrialización para la obtención de productos utilizados en la construcción civil y artesanal.

El país de Italia durante mucho tiempo ha sido un país potencial por poseer una infinidad de canteras mármol entre ellos el travertino, sin embargo con el transcurrir el tiempo y la explotación de esta, este potencial se ha ido reduciendo; frente a este suceso el Perú ha adquirido un posicionamiento especial debido a que cuenta con una superficie total de 1'285,215 Km², alberga 3,970 concesiones mineras no metálicas con 1'083,908 hectáreas, de las cuales 594,700 hectáreas (55%) corresponden a mármol y travertinos (2).

El departamento de Junín posee 25 millones de toneladas que lo convierten en la principal reserva de América Latina seguido por Ayacucho, Huancavelica y Lima (ver Escala: 1:50.000. Perú: Sector Energía y Minas, 2016, 1 mapa, col., 22x15 cm.), siendo así que en el año 2010, mediante una donación italiana, la Dirección Regional de Energía y Minas de la Región Junín recibió maquinarias para la transformación y el procesamiento del mármol travertino con el objetivo de brindar a nuestros mineros productores y artesanos la transferencia tecnológica necesaria para la generación de valor agregado del mármol travertino (3).

Posteriormente, estos conjuntos de máquinas fueron instaladas en el Instituto Regional del Mármol ubicado en el distrito de Sicaya, habilitando una planta de transformación y una escuela de arte.

Así se menciona: La región Junín inauguró en el año 2010 el Instituto Regional del Mármol y una planta de procesamiento de este mineral no metálico con una inversión de más de 7 millones de nuevos soles en un área de dos hectáreas aproximadamente, con financiamiento del Fondo Ítalo-peruano beneficiando a 14 comunidades campesinas quienes extraen el mármol (5).

A la fecha, el mármol travertino es un producto con un gran potencial de exportación (4), tal como se muestra en la Tabla 1. Principales 10 países importadores de mármol, se observa al país de la India como principal cliente que en el año 2015 ha importado un 17% de nuestras exportaciones, seguido por Corea del Sur, Francia y Estados Unidos.

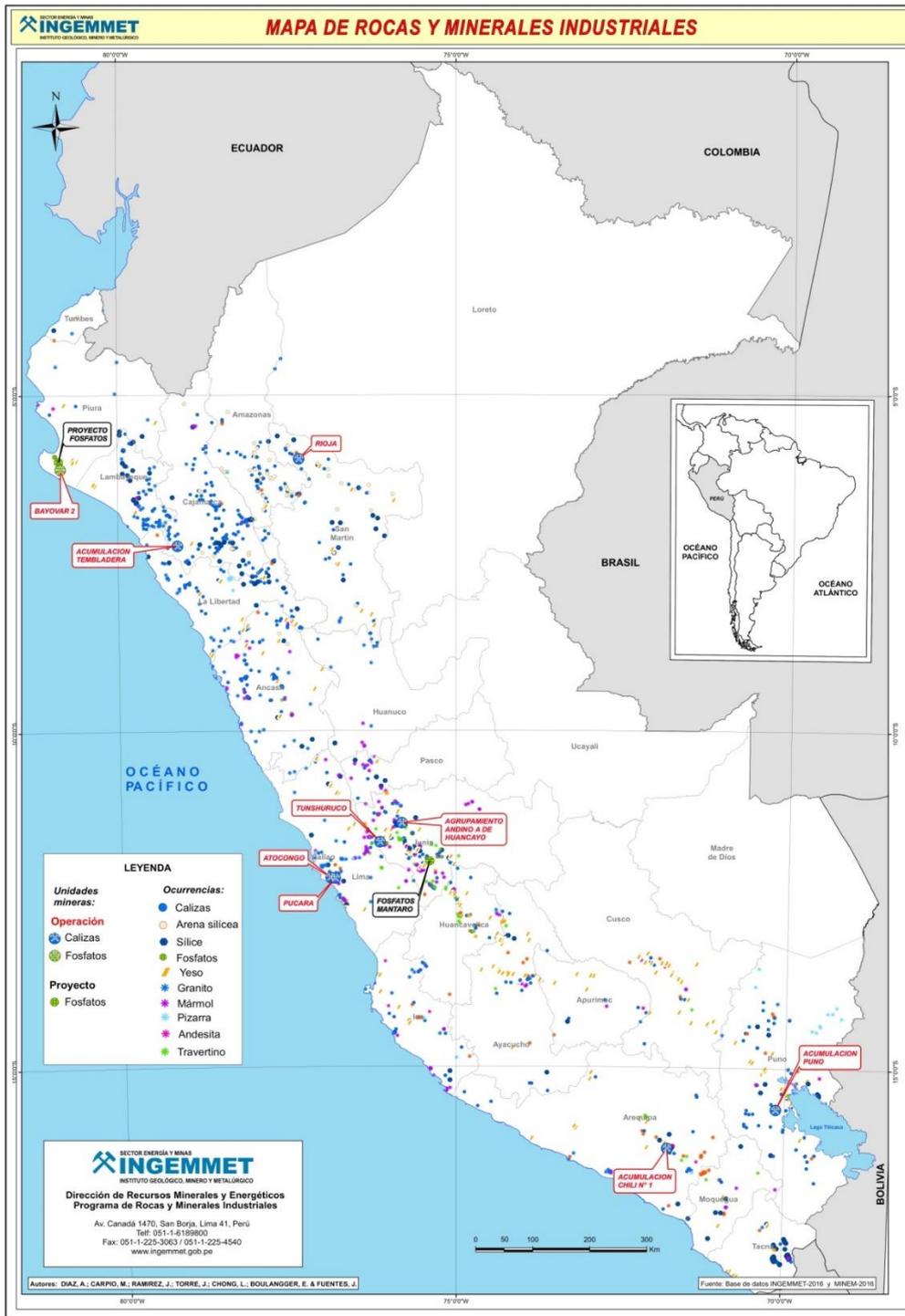
Tabla 1. Principales 10 países importadores de mármol

Nº	PAIS	% VAR 15-14	%PART 15	IMP. 2015 (million S\$)
1	India	19%	17%	120,49
2	Corea del Sur	-20%	11%	110,01
3	Francia	-10%	5%	2,08
4	Estados Unidos	15%	5%	34,13
5	Hong Kong	14%	5%	33,09
6	Reino Unido	0%	4%	36,27
7	Canadá	45%	4%	24,04
8	Mexico	1%	3%	25,53
9	Federación Rusa	111%	3%	10,18
10	<u>Kazajstán</u>	70%	3%	12,44
1000	Otros Países (137)	-22%	40%	420,30

Fuente: Sistema de información de Comercio Exterior – SIICEX

* La información que se muestra en la Tabla 1. Principales 10 países importadores de mármol corresponde a la información de United Nations Comtrade Database - International Trade Statistics - Import/Export Data del año 2015.

Figura 1. Mapa de rocas industriales en el Perú.



Escala: 1:50.000. Perú: Sector Energía y Minas, 2016, 1 mapa, col., 22x15 cm.
 Fuente: Instituto geológico, minero y metalúrgico - INGEMMET

También el presidente de la Asociación de Pequeños Productores de mármol de Junín, Jaime Vicharra, menciona que a nivel mundial el mármol travertino es la piedra ornamental más cotizada, el metro cuadrado se oferta a \$25.00 (5).

De acuerdo a la distribución de la producción peruana de mármol y travertino el año 2015, Junín ha tenido una participación representativa del 99,68%, seguido por Huancavelica con 0,25% y Puno con 0,07% tal como se muestra en la Tabla 2. Distribución de la producción de mármol y travertino del año 2015.

Tabla 2. Distribución de la producción de mármol y travertino del año 2015

Regiones	Producción TM	Participación %
Junín	566,557	99,68%
Huancavelica	1435	0,25%
Puno	400	0,07%
Total	568,392	100%

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo es la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a. ¿Cuáles son los procesos, actividades, elementos del sistema de procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?
- b. ¿Cuál es el diagnóstico situacional de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?

- c. ¿Qué herramientas se construyen para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?
- d. ¿De qué manera la filosofía Kaizen optimiza la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?
- e. ¿De qué manera la filosofía Kaizen optimiza la eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?
- f. ¿De qué manera la filosofía Kaizen optimiza la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?
- g. ¿De qué manera la filosofía Kaizen optimiza la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar cómo es la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Identificar los procesos, actividades, elementos del sistema de procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.
- b. Realizar el diagnóstico situacional de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.
- c. Construir las herramientas para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.
- d. Determinar la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

- e. Determinar la eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.
- f. Determinar la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.
- g. Determinar la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

1.4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN

a. Teórica

La presente investigación se justifica en la aplicación de las herramientas de la filosofía kaizen para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del mármol en el periodo 2017-2018.

Mediante la aplicación de las herramientas de la filosofía kaizen se generarán progresivas mejoras para optimizar la productividad, eficiencia, eficacia y efectividad.

b. Metodológica

La planta del Instituto Regional del Mármol requiere de innovación metodológica para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino, mediante la filosofía kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

c. Tecnológica

De acuerdo a los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol se pretende optimizar mediante la filosofía Kaizen, es así que a través del conocimiento científico de la teoría de la filosofía Kaizen se optimizarán los procesos, es decir que sustancialmente se crea un nuevo sistema de procesos de transformación del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol mediante la filosofía Kaizen.

d. Justificación social

El proyecto beneficiará directamente a toda la organización del Instituto Regional del Mármol porque la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mejora el clima laboral, porque los procesos se podrán ejecutar de forma ordenada.

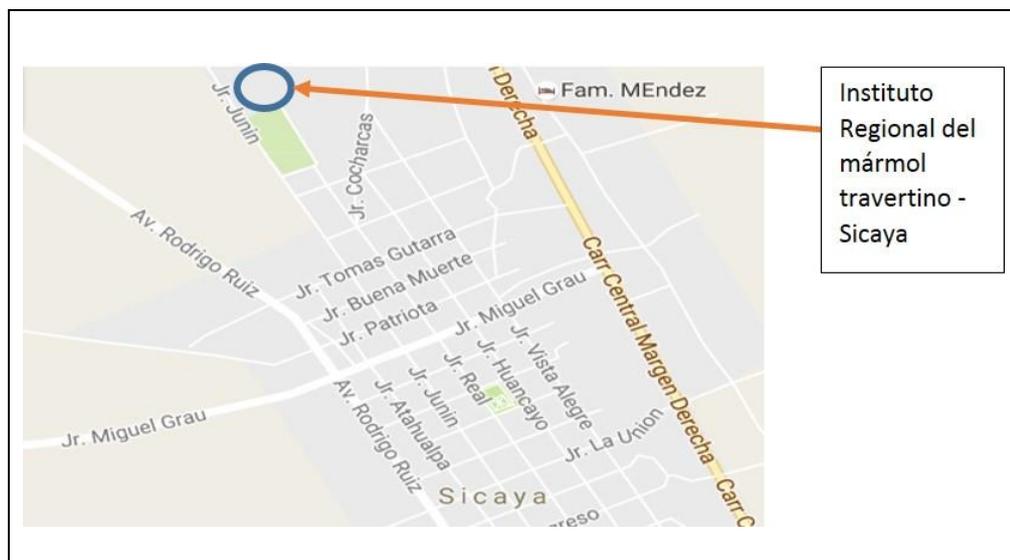
Asimismo, el beneficio es para las comunidades que son los proveedores de la materia prima para la transformación en la planta siendo beneficiados al obtener un producto a menor costo y tiempo.

1.4.2. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

La aplicación de las herramientas de la filosofía kaizen para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino, se desarrolla en el Instituto Regional del Mármol, ubicado en el distrito de Sicaya, provincia de Huancayo y Región de Junín.

El Instituto Regional del Mármol se ubica al costado del cementerio general de Sicaya.

Figura 2. Ubicación del Instituto Regional del Mármol Travertino



Fuente: Google Maps

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

La filosofía Kaizen optimiza significativamente los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

1.5.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

- a. Son 5 los procesos, 8 las actividades y 16 elementos en la optimización de procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.
- b. El diagnóstico situacional muestra que se requiere la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen para el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.
- c. Las herramientas que se construyen para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018 son: Control de tiempos y movimientos, Mapa de Valor, SIPOC, Value Stream Mapping.
- d. La filosofía Kaizen optimiza significativamente la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el periodo 2017-2018.
- e. La eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 del Instituto Regional del Mármol se optimiza significativamente mediante la filosofía Kaizen.
- f. La eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 del Instituto Regional del Mármol se optimiza significativamente mediante la filosofía Kaizen
- g. La efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino se optimiza significativamente mediante la filosofía Kaizen en el periodo 2017-2018.

1.6. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

- **Variable dependiente:**

Optimización de los procesos de transformación productiva

- **Variable independiente:**

Filosofía Kaizen

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 3. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Optimización de los procesos de transformación productiva	Forma de mejorar los procesos de una empresa a través de un mejor método y el control de sus indicadores.	Productividad	$\frac{\textit{Metas logradas}}{\textit{Horas – hombre}}$
		Eficiencia	$\frac{\textit{Recursos programados}}{\textit{Recursos reales (utilizados)}}$
		Eficacia	$\frac{\textit{Producción lograda}}{\textit{Metas de la producción}}$
		Efectividad	$\frac{\textit{Productividad obtenida}}{\textit{Productividad óptima}}$
Filosofía Kaizen	Es la filosofía de cambio en sus continuos procesos de mejora, procesos de aplicación gradual y ordenada a través de herramientas de mejora continua.	Herramientas de mejora continua.	<ul style="list-style-type: none"> • SIPOC • Value Stream Mapping. • Mapa de valor

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. TESIS INTERNACIONALES

Tesis internacional 1

De acuerdo a la tesis cuyo título es “Kaizen: Método de mejora continua en la industria de la construcción” para la obtención del grado de licenciado en administración de la Universidad Autónoma del Estado de México, en la cual se presenta como objetivo describir la filosofía Kaizen, las herramientas, técnicas y su aplicación en la industria de la construcción (6), para ello se ha aplicado la metodología cualitativa y se obtuvo como resultado la mejora continua a través de la implementación de las estrategias en las que basa Kaizen para los trabajadores de la industria de la construcción.

Tesis internacional 2

De acuerdo a la tesis titulada “Análisis y propuesta de mejora del proceso de manufactura de productos de línea blanca utilizando la metodología Kaizen” para la obtención del grado de maestro en ingeniería industrial en sistemas de manufactura de la Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México, la cual presenta como objetivo: Mostrar cómo se lleva a cabo la transformación de un proceso de manufactura, así como describir los pasos previos, durante y posterior al taller Kaizen para lograr los cambios deseados, se aplicó la metodología descriptiva y cualitativa obteniendo como resultado el incremento de la producción en un 15% (7), concluyendo que en realidad se logró con el objetivo propuesto,

además cabe resaltar que la mejora realizada se centró en el mejoramiento de los indicadores de producción.

Tesis internacional 3

De acuerdo a la tesis para la obtención del grado de magister en ingeniería de calidad en la Universidad Autónoma de Querétaro, cuyo título es “Mejora en la Calidad del Proceso Productivo de la Empresa de Cantera Jaramillo”, tiene como objetivo: Implementar un modelo de producción para reducir el desperdicio de materia prima en la industria de la Cantera “Jaramillo” usando técnicas de mejora continua, la metodología DMAIC de Seis sigma para identificar las causas principales que afectan la calidad del proceso productivo de una empresa de cantera en la región de Huichapan, Hidalgo, para ello se aplica una metodología cuantitativa para obtener como resultado la reducción del desperdicio en un 15% (8).

Tesis internacional 4

En la tesis titulada “Rediseño de planta de producción de mármoles” para la obtención del grado de Ingeniero Industrial de la universidad de Santander – Facultad de Ingeniería Física-Mecánica, el objetivo es proponer alternativas de distribución de planta que optimicen la utilización del espacio, reduzcan el manejo de materiales y el desempeño del área productiva de Mármoles & Bloques, para lograr dicho objetivo, se aplicaron las herramientas de mejora continua, teniendo como resultado la optimización en el uso de los espacios si como en el manejo de materiales y el desempeño del área productiva (9).

2.1.2. TESIS NACIONAL

Tesis Nacional 1

En la tesis nacional titulada “Estudio de factibilidad de un proyecto de explotación y transformación del mármol” (3), investigación presentada para la obtención del grado de Ingeniero de Minas de la Universidad Nacional de Ingeniería. La investigación parte con el problema del requerimiento para generar valor agregado a los materiales del mármol a través de la transformación de la materia prima, para ello en esta tesis se demuestra la factibilidad en los procesos de explotación y

transformación del mármol en una planta. La tesis se realiza bajo un enfoque cualitativo, y se obtiene como resultado la descripción de los procesos de transformación del mármol travertino en las instalaciones de una planta y el análisis de factibilidad.

Tesis Nacional 2

En la investigación “Implementación del Kaizen para mejorar la productividad en la línea de producción de pinturas epóxicas en la empresa Interpaints S.A.C.” presentado para obtener el grado de profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Cesar Vallejo, esta investigación tiene como objetivo implementar Kaizen en el proceso productivo para incrementar la productividad de la empresa Interpaints en la ciudad de Lima en el año 2017 a través de la aplicación de herramientas de la Filosofía Kaizen. El estudio se aplicó en el proceso productivo de esta empresa, la cual consta de estandarizar los insumos y parámetros en la calidad del producto obteniendo como resultado el aumento de la productividad (10).

Tesis Nacional 3

En la tesis “Gestión de procesos para mejorar la productividad del proceso de fabricación de azúcar en la empresa Agropucalá S.A.A. – 2015” presentado para obtener el grado profesional de Ingeniero Industrial de la Universidad Señor de Sipán, tiene como objetivo mejorar la productividad, para lo cual se utiliza la metodología de mejora continua. Se obtiene como resultado el incremento de la productividad de materia prima en un 18,16% (11).

2.1.3. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Artículo científico 1

En el artículo de “Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones”, se demuestra que la empresa de confecciones Colfactory presenta tiempos perdidos en la línea de producción del área de importado que representan un 14% de tiempos perdidos, contaminación visual por el desorden que se presenta en el área. El objetivo del trabajo fue diseñar e implementar un plan de acción de mejora continua mediante las herramientas de la

Manufactura Esbelta, que incluyó 5'S y Control Visual. La metodología abarcó: indagar el estado del arte, diagnosticar el estado actual, diseñar e implementar el plan de acción y la documentación requerida, y finalmente la medir la efectividad. Con la implementación piloto de este proyecto, se redujeron los tiempos que no agregan valor en un 12%, representando un ahorro anual de \$25.916.485 (12).

Artículo científico 2 ¹

En el artículo científico “Modelo para el desarrollo para la industria de la construcción civil” se describe como objetivo proporcionar un modelo para guiar la sistemática de proyectos de desarrollo kaizen en los procesos de producción de la compañía, teniendo en cuenta la adopción de conceptos y herramientas Lean así como la proposición de cambios (13). Esta investigación muestra como el autor emplea técnicas de identificación de las causas y propone mejoras con su implementación; primero se reconocen los procesos y estos se plasman en un mapa de valor (VMS), consiguientemente se realiza la identificación de los problemas con la incorporación de Análisis de Causa Raíz-RCA, luego a través de reuniones creativas con el fomento de la lluvia de ideas se propone y establece las soluciones para los problemas identificados y para la aplicación se genera un nuevo flujo de valor futuro para concretizar los resultados que se quieren lograr.

2.1.4. ARTÍCULO DE DIVULGACIÓN

Artículo de divulgación 1

En el artículo científico “El caso del mármol de Macael en Almería”² el objetivo es estudiar la cadena generadora de valor agregado del mármol en España, por lo que realizó el análisis de los factores que explican la dinámica como capacidades, objetivos y estrategias, mostrando que debido a la regresión, las ventas disminuyeron un 44.2%, la mano de obra se redujo al 50%, es así que más del 60% de las industrias han desaparecido por falta de eficiencia productiva y capacidad financiera. Siendo los resultados: La formulación de estrategias para aumentar ventas y equilibrar la caída a través de la búsqueda de un distribuidor local, generar un contrato de exclusividad para asegurar la distribución, así como también la

¹ Traducido del idioma portugués al español por Dayana Sihara Aguilar García

² Traducido del idioma inglés al español por Dayana Sihara Aguilar García

implantación de un agente comercial. Finalmente, las exportaciones y ventas en los mercados extranjeros pasaron del 18,1% al 53,1% en el 2014 (14).

Artículo de divulgación 2

El trabajo titulado “The impact of managerial committed and Kaizen benefits on companies”, que traducido es “El impacto de los comités de administración y los beneficios de Kaizen sobre las compañías” presenta un análisis de los efectos que tienen el compromiso gerencial y la organización de equipos de trabajo en los beneficios de la implementación del kaizen en las empresas industriales durante su etapa de planeación. Para buscar la información se aplicaron 200 cuestionarios a 68 empresas distribuidas en los estados de Tabasco, Sinaloa y Chihuahua en México y también en la provincia de Camagüey-Cuba. Como resultado de este estudio se muestra el impacto que tienen determinados factores críticos de éxito del Kaizen, en los beneficios de implementación del mismo, elemento primordial para su sostenibilidad en el tiempo (15).

Artículo de divulgación 3

De acuerdo al artículo titulado “Kaizen un caso de estudio”, describe las ventajas de Kaizen como mejora continua, para obtener esta mejora necesitamos conocer cómo es el proceso antes y una de las desventajas es comenzar la implementación y no terminar, como metodología presenta las herramientas utilizadas por Kaoru Ishikawa. También presenta los siete desperdicios en la industria (16).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. PROCESOS

2.2.1.1. Definición de proceso

El proceso se denomina como:

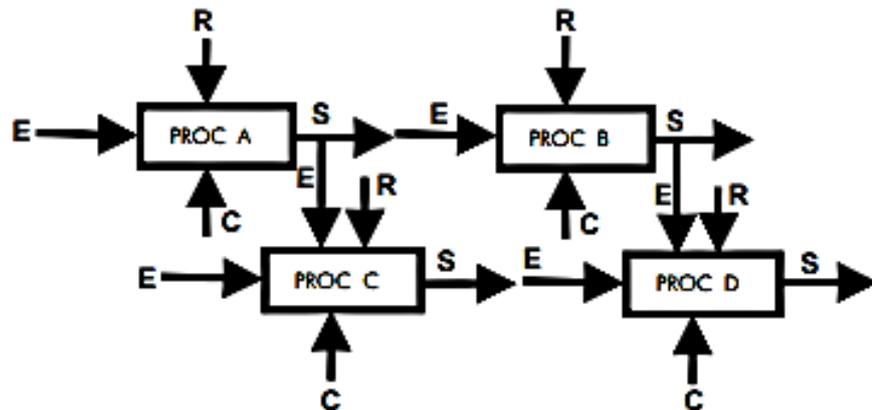
“... el elemento del conjunto de actividades ligadas entre sí, que utiliza recursos de entrada que operan bajo un sistema de control para transformarlos en resultados de salida denominados input” (17).

Considerando la definición de proceso como el: “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” (17).

Resulta importante mencionar que:

“Los resultados de un proceso han de tener valor añadido respecto a las entradas y pueden constituir directamente elementos de entrada del siguiente proceso” (18), esto se denomina interrelación entre procesos.

Figura 3. Interrelación de procesos



Fuente: Gestión por procesos

2.2.1.2. Elementos de un proceso

Los elementos de un proceso son (17):

a. Personas

Son los miembros del equipo de proceso con conocimientos, habilidades y actitudes (competencias) adecuados para la consecución de las tareas, actividades y operaciones.

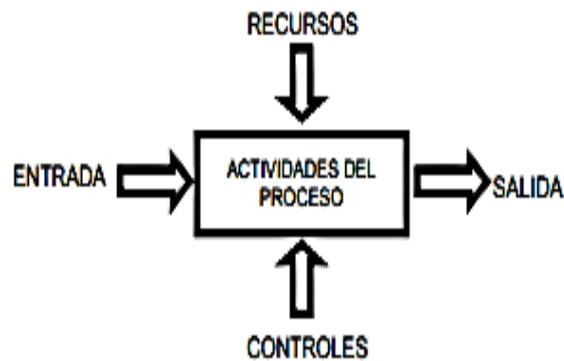
b. Materiales

Pueden ser materias primas o semielaboradas, información, con las características de cumplimiento de calidad para ser transformadas.

c. Recursos físicos

Instalaciones, maquinarias, utillajes, hardware, software que deben estar siempre en adecuadas condiciones de uso.

Figura 4. Elementos de un proceso



Fuente: Gestión por procesos

2.2.1.3. Planificación del proceso

Son hojas que hacen referencia al procedimiento de trabajo y procesos, estas hojas pueden ser:

- Procedimientos de instrucción técnica
- Hoja de proceso
- Hoja de procedimiento

En ella debe de estar la forma de cómo se van a utilizar los recursos, para ayudarse se puede responder a las preguntas:

- ¿Quién hace?
- ¿Cómo lo hace?
- ¿Qué espera obtener?
- ¿Cuándo lo hace?

El método se incluye para la definición y seguimiento de:

- Funcionamiento del proceso (medición o evaluación)
- Producto del proceso (medida de cumplimiento)
- La satisfacción del cliente (medida de satisfacción)

Tabla 4. Factores de un proceso

ENTRADA/INPUT		PROCESO	SALIDA/OUTPUT	
PRODUCTO	PROVEEDOR		PRODUCTO	CLIENTE
CARACTERÍSTICAS OBJETIVAS		PERSONAS	CARACTERÍSTICAS OBJETIVAS	SATISFACCIÓN
		Responsable del proceso		
		Miembros del equipo		
		MATERIALES		
		Materias primas		
		Información		
		RECURSOS FÍSICOS		
		Maquinaria y utillaje		
		Hardware y software		
		(CAUSAS)	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
		MÉTODO DE OPERACIÓN		
		Operación		
		Medición/Evaluación		
		Funcionamiento del proceso	EFECTOS	
Producto				
Satisfacción del cliente				
MEDIDAS DE	Eficacia y Eficiencia		Satisfacción	

Fuente: Gestión por procesos

2.2.1.4. Tipos de proceso

Dentro de una industria, al no existir normalización ni práctica en la gestión de los procesos, se carece de un control de estos y sus respectivos indicadores que al no existir dificultan la toma de decisiones, así como la adopción de planes de mejora.

Sin embargo, la responsabilidad en el monitoreo y gestión de datos no solo es responsabilidad de un área en particular dentro de la empresa, estos se derivan de acuerdo a las responsabilidades de acuerdo al proceso.

A través de actividades de evaluación, control, seguimiento y medición se asegura el funcionamiento controlado de los procesos, además de proporcionar información para facilitar la toma de decisiones y elaborar planes de mejora eficaces (17).

Por eso se definen los tipos de procesos que se describen a continuación:

2.2.1.4.1. Procesos operativos

Son los procesos que se combinan y transforman para obtener el producto bajo los requisitos que el cliente solicita.

Dentro de la empresa que se fabrica bajo pedido se suele tener áreas orientadas a los siguientes tipos de proceso:

- El proceso de determinación y revisión de los requisitos del producto.
- El proceso de diseño y desarrollo del producto.
- El proceso de Compras.
- El proceso productivo (incluyendo su validación cuando el proceso procede) y de Entrega (logística de salida).
- El proceso de comunicación con el cliente.

Considerando el proceso productivo dentro del conjunto de procesos operativos es importante mencionar la siguiente definición:

“Los procesos operativos interactúan y se concatenan en lo que denominamos el Proceso de negocio (Comercial – Investigación más Desarrollo – Fabricación); resultando dentro de un Proceso que comienza y termina en el Cliente” (17).

2.2.1.4.2. Procesos de gestión

Los procesos de gestión son aquellos procesos, que se desarrollan mediante tareas que facilitan la gestión de los procesos operativos. Estos procesos aseguran la respuesta a las solicitudes de los clientes, usualmente este tipo de procesos se concentra en la documentación respectiva de cada operación. También se define como:

Los procesos responsables de analizar las necesidades y condicionantes de la sociedad, del mercado y de los accionistas, para asegurar la respuesta a las mencionadas necesidades y condicionantes estratégicos (procesos de gestión de responsabilidad de la Dirección: marketing, recursos humanos, gestión de la calidad, etc.) (18).

2.2.1.4.3. Procesos de apoyo

Los procesos de apoyo son el conjunto de tareas y actividades que en su conjunto proporcionan a las personas los recursos físicos como materiales, herramientas que son necesarios para poder conllevar el resto de procesos. Estos procesos son de apoyo o soporte para poder ejecutar los procesos operativos, por ejemplo, para poder realizar una operación de transformación es necesario contar con personal capacitado, este personal capacitado está representado y guiado por el área de recursos humanos.

2.2.1.5. Desperdicio en el sistema de procesos

Durante la observación del desarrollo del sistema productivo se observa actividades que no cumplen una función que agregan valor, por ello es importante identificarlas, para ello es importante el reconocimiento de los desperdicios que son las acciones en las que

se invierte tiempo, mano de obra e insumos lo que genera una pérdida económica en su mayoría y que por lo tanto afecta a la mejora continua.

Estos desperdicios son:

a. Sobreproducción

Es producir más que la cantidad que realmente se necesita o hacerlo más pronto de lo que se requiere, acumulando innecesariamente producto terminado.

b. Espera

Tiempo muerto que se produce cuando dos variables independientes del proceso no están completamente sincronizadas.

c. Transporte

Pérdidas en el transporte por exceso de traslados probablemente por la inadecuada ubicación del equipo o maquinaria del proceso.

“Disminución de productividad por exceso de manipulación y una sobre utilización de mano de obra, transportes y energía, así como espacio ocupado por los traslados” (19).

d. Proceso inadecuado

Esfuerzo que no agrega nada al criterio de valor del cliente, mejoras que no son visibles (invisibles) y sin valor.

e. Inventario

Cualquier suministro que excede los requerimientos del proceso para producir bienes o servicios.

f. Defecto/rechazo/sobre-proceso/reproceso

La necesidad de reacondicionar partes en proceso o productos terminados, reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad.

g. Movimiento

Cualquier movimiento generado por aspectos ergonómicos o disposición de las máquinas que no contribuyen al valor agregado.

Luego de la identificación de los desperdicios y todo aquel elemento que no genera valor procedemos a describir el proceso mejorado.

2.2.2. OPTIMIZACIÓN

2.2.2.1. Definición de optimización

La optimización es la mejora utilizando o asignando todos los recursos que intervienen en él de una manera eficiente (20).

2.2.2.2. Etapas para la optimización de un proceso

El diseño de un proceso está estructurado en forma explícita (documentos, gráficos, esquema, etc.)

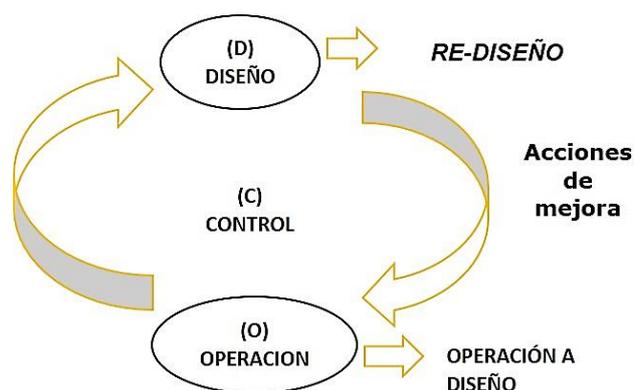
Operación

Es la ejecución práctica cotidiana del proceso que fue diseñado previamente.

Control

Consiste en el conjunto de acciones encaminadas a lograr que la operación del proceso corresponda a su planificación.

Figura 5. Etapas de un proceso



Fuente: Gestión por procesos

2.2.2.3. Definición del ciclo de planificar, hacer, revisar y actuar - PDCA

El ciclo de planificar, hacer, revisar y actuar, conocido por sus siglas PDCA corresponde a la metodología o procedimiento de la mejora continua o el ciclo de Shewhart/Deming.

La mejora continua se realiza cuando:

- Se desea mejorar un sistema de procesos, operaciones o actividades teniendo como objetivo el de maximizar las ganancias dentro de una industria.
- Se requiere responder mejor que los competidores (21).
- Estandarizar procesos y mejorar estos continuamente para convertir a la empresa en una industria más competitiva.

2.2.2.4. Fases y pasos

La descripción de las fases y los pasos se presentan a continuación (22):

a. Planear

- Definir el problema/seleccionar el proyecto.
- Definir y describir el proceso.

b. Hacer

- Evaluar los sistemas de medición.
- Determinar las variables significativas.
- Evaluar la capacidad del proceso.
- Optimizar y robustecer el proceso.

c. Verificar

- Validar la mejora.

d. Actuar

- Controlar y dar seguimiento al proceso.
- Mejorar continuamente.

2.2.3. MÁRMOL

2.2.3.1. Definición del mármol

Es la piedra formada a partir de rocas calizas de gran calidad y belleza.

“Es una roca metamórfica compacta formada a partir de rocas calizas que sometidas a elevadas temperaturas y presiones alcanzan un grado alto de cristalización” (23).

2.2.3.2. Componente del mármol

El componente principal del mármol es el carbonato de calcio, su contenido supera el 90%, los demás componentes (impurezas) generan variedad como los colores entre otras características físicas (24).

2.2.3.3. Características del mármol

El mármol tiene como componente principal el carbonato de calcio, lo que genera dureza en el material.

- **Dureza**

La dureza del mármol de acuerdo a la escala de Mohs es de 3-4, por lo que se puede rayar con todo material u objeto que tenga una dureza mayor a 3-4 (25).

- **Escala de Mohs**

Es la clasificación de los minerales, esta clasificación ocurre en base a 10 posiciones ordenados por su grado de dureza de menor a mayor.

Figura 6. Escala de Mohs la dureza del mármol

Escala de Mohs		
Dureza	Mineral	Prueba
1	Talco	Friable bajo la uña
2	Yeso	Rayado por la uña
3	Calcita	Rayado por una pieza de moneda
4	Fluorita	Se puede fácilmente rayar con un cuchillo
5	Apatito	Rayado con un cuchillo
6	Ortosa	Rayado con una lima
7	Cuarzo	Raya un cristal
8	Topacio	Rayado por herramientas con tungsteno
9	Corindón	Rayado por el carburo de silicio
10	Diamante	Rayado por otro diamante

Fuente: Blog “Salva tu vida”

2.2.3.4. Tipos de mármol

La tipología de mármoles que se exponen a continuación son en base al color (26).

- Mármol Blanco
- Mármol Crema
- Negro
- Rojo
- Marrón
- Rosa
- Amarillo
- Verde

2.2.3.5. Tipos de piezas de extracción del mármol

Las rocas de mármol corresponden a la explotación de yacimiento de mineral no metálico, por lo que estas son extraídas de yacimientos de mármol (27).

En el caso del Instituto Regional del Mármol, la pieza de mármol ingresa como pieza extraída desde yacimientos ubicados en la región Junín y alrededores. Estas piezas son:

- **Bloque**

Son piezas de mármol travertino que se caracterizan por ser dimensionales. Usualmente suelen ser de forma cúbica.

- **Escalla**

Son los bloques fragmentados que no son uniformes.

2.2.3.6. Utilización

Se registra como uso principal desde la Antigua Roma y en la actualidad el uso principal es en presentación de baldosas, biseles para ventanas, acanto para puertas y en el arte para la elaboración de estatuas.

2.2.4. FILOSOFÍA KAIZEN

2.2.4.1. Definición de kaizen

Kaizen es una palabra japonesa que significa mejora continua, y hace referencia a la generación de un cambio continuo (28).

KAI significa 'cambio'

ZEN significa 'bueno'.

2.2.4.2. Fases de la filosofía kaizen

a. Fase pre-kaizen (antes)

Esta fase consiste en reunirse con los involucrados para identificar el problema, las causas y las soluciones.

b. Fase Kaizen (identificación-diseño)

Esta fase se inicia una vez que los involucrados tengan conocimiento de lo que se quiere lograr, se procede a la recolección de datos de un "antes" de la filosofía para luego ejecutar la aplicación de la filosofía.

2.2.4.3. Herramientas del Kaizen

a. Estudio de métodos

El estudio de métodos también es conocido como el análisis de métodos que se centra en conocer y determinar cómo se realiza un trabajo, considerando que las tareas o actividades pueden ser realizadas por un solo operario o un grupo de ellos, utilizando herramientas, equipo o maquinaria, a través del registro y examen crítico-sistemático que se efectúa en el desarrollo de las actividades con el fin de proponer mejoras que incrementen el rendimiento de los empleados y la calidad de los productos o servicios (21).

El estudio de métodos inicia con la descripción de los elementos del estudio de tiempos, a continuación, se menciona el procedimiento que se realiza para el estudio de los elementos:

- **Selección del operario**

- Desempeño promedio o ligeramente por arriba del promedio.
- Desempeño de trabajo de forma consistente y sistemática.
- Estar capacitado en el método de trabajo.

*Registro de información significativa: Para el registro de información, se debe tener en cuenta si las condiciones de trabajo durante el estudio son diferentes a las condiciones normales para esa tarea, porque afectarán el desempeño del operario.

- **Posición del observador**

La persona que desea obtener los tiempos transcurridos en desempeñar una tarea, debe estar siempre de pie, observando y en estado de alerta para saber las incidencias que ocurren y registrarlas.

- **División de la operación en elementos**

Para facilitar su medición, la operación debe dividirse en grupos de movimientos conocidos como elementos.

“Los elementos deben partirse en divisiones tan finas como sea posible, pero que no sean tan pequeñas como para sacrificar la exactitud de las lecturas” (29).

Algunas sugerencias adicionales pueden ayudar a desglosar los elementos:

- En general, mantener separados los elementos manuales y los de máquina, puesto que los tiempos de máquina se ven menos afectados por las calificaciones.
- De la misma forma, separar los elementos constantes (aquellos elementos para los que el tiempo no se desvía dentro de un intervalo especificado de trabajo) de los elementos variables (los elementos para los que el tiempo varía dentro de un intervalo de trabajo especificado).
- Cuando un elemento se repite, no se incluye una segunda descripción. En vez de esto, se considera el número de identificación que se usó cuando el elemento ocurrió por primera vez, en el espacio proporcionado para la descripción del elemento.

b. Representación gráfica de los procesos

Los símbolos adoptados para caracterizar el desarrollo de cada actividad u operación se encuentran normalizado por las normas de la American National Standards Institute (ANSI). Y se representan a través de un diagrama de operaciones del proceso (DOP) y/o un diagrama de actividades de proceso (DAP) (30).

- **Diagrama de Operaciones de Proceso**

Es el diagrama en el que se especifican solo las operaciones que aparentemente agregan valor al sistema, para representar estas operaciones se utilizan los siguientes símbolos:

Figura 7: Símbolos del diagrama de procesos – DOP



Fuente: Organización Internacional de Trabajo

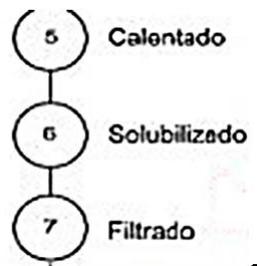
A continuación, se hace la descripción de los símbolos del Diagrama de Operaciones de Proceso:

- **Operación**
Representa una operación de transformación, de la cual resulta un cambio físico o químico del producto e incluye un ensamble.
 - **Inspección**
Representa la operación de verificación de alguna característica mediante un estándar de calidad.
 - **Operación-inspección**
Representa las operaciones que sufren una transformación y verificación a la vez, usualmente son operaciones que requieren un grado mayor de atención por parte del operario.
- **Construcción del DOP**
 - a. Toda transformación a una pieza se representa por símbolos que se situarán entre las líneas verticales, mientras que el material que ingresa se representan a través de una flecha que se unen en puntos de entrada a las líneas verticales.
 - b. Una inspección tiene lugar cuando se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar (Blanco, 2015) (31).

- c. Antes de empezar a construir el diagrama de operaciones del proceso, el analista debe de nombrar el diagrama con un nombre, por ejemplo, “diagrama de operaciones del tejido de chompas”.
- d. Se usan líneas verticales para indicar el flujo o curso general del proceso a medida que se realiza el trabajo (31).

Y se utilizan líneas horizontales de izquierda hacia derecha, para indicar el ingreso de algún material o insumo; y líneas horizontales que salen de izquierda a derecha para indicar la salida de algún desecho o desperdicio.

Figura 8. Referencia de elaboración de un DOP



Fuente: Estudio del trabajo (32)

- **Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)**

Es la representación de las actividades que agregan poco o casi nada de valor al producto final, pero que sin embargo son necesarios para el funcionamiento del sistema.

Los símbolos correspondientes al DAP son solo operación, operación-inspección, inspección, transporte, espera y almacenamiento.

Figura 9. Símbolos del diagrama de actividades de proceso – DAP

SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Operación cuando se cambia las características físicas del objeto.
	Inspección para verificar la calidad o la cantidad del objeto.
	Cuando se combinan ambas operaciones en un solo puesto de trabajo.
	Transporte cuando se mueve el objetivo de un lugar a otro.
	Demora cuando las condiciones no permiten que se realice la operación.
	Almacenaje del producto en proceso o final.

Fuente: Estudio del trabajo

- **Transporte**

Es el movimiento físico del producto o componente.

- **Espera**

Indica la necesidad de tener un periodo de inactividad en espera de alguna actividad u operación, inspección o transporte.

- **Almacenamiento**

Mantener el producto en almacenamiento hasta que continúe su procesamiento o termine su proceso de transformación.

- **Diagrama de recorrido**

Es un esquema donde se muestra la distribución de los procesos en planta de un plano a escala. Donde están asociadas las actividades que se realizan en el proceso. Siguiendo una secuencia mediante líneas y flechas, enumerando las actividades (32).

2.2.5. HERRAMIENTAS

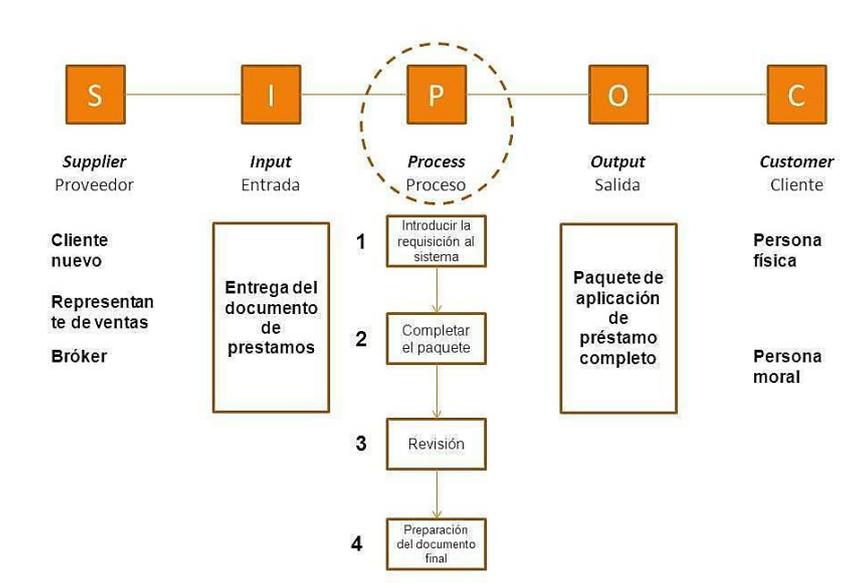
2.2.5.1. Suppliers-Input-Process-Outputs-Customer (SIPOC)

El diagrama SIPOC sirve para el reconocimiento a detalle de los proveedores, entradas, procesos, salidas y los clientes en cada proceso.

Con los datos recolectados se tiene una visualización casi global y permite saber quiénes son los ejes intervinientes en el desarrollo de cada proceso para que estos luego se puedan organizar de manera visual a través del Mapa de Valor – VSM.

Este diagrama se construye de forma vertical y con la información a detalle.

Figura 10. Diagrama SIPOC



Fuente: Innovando.net (34)

2.2.5.2. Value Stream Mapping

El Value Stream Mapping también es conocido como el mapa de valor, siendo la herramienta más idónea para el análisis de la situación presente, se trata de una herramienta desarrollada y sistematizada por Mike Rother y John Shook a partir de prácticas habituales en Toyota.

Este mapa de valor muestra a los actores de los procesos de transformación, así como los canales de información, en este mapa se pueden reconocer dos tipos de actividades, como:

- **Actividades que agregan valor (AAVA):**

Son aquellas actividades por las que el cliente está dispuesto a pagar una vez que hayan satisfecho el requerimiento y necesidad del cliente y/o usuario.

“Los AAVA se deben de maximizar para satisfacer al cliente, suministrándole lo que requiere en cantidad, calidad en el preciso momento en que lo necesita” (33) .

- **Actividades que no agregan valor (ANAV)**

Son todas aquellas actividades comprendidas dentro de las operaciones que son parte del efecto de transformación del producto pero que agregan poco o nada de valor al producto.

2.2.6. INDICADORES DE LA FILOSOFÍA KAIZEN

2.2.6.1. Productividad

Es la relación entre los resultados producidos y los insumos utilizados en un periodo determinado, es decir se refleja en la siguiente frase:

“Hacer más con menos” (21).

$$Productividad = \frac{Metas\ logradas}{Horas - hombre}$$

2.2.6.2. Eficacia

Es la relación entre los resultados obtenidos y los resultados deseados: hacer de la mejor manera, es decir, lograr los resultados esperados (34).

$$Eficacia = \frac{Producción\ lograda}{Metas\ de\ la\ producción}$$

2.2.6.3. Eficiencia

Es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados: hacer la mejor manera utilizando la menor cantidad de recursos (34).

Así decimos que:

Un operario es más eficiente que otro si en las 8 horas de trabajo produce 27 piezas en lugar de 26 que produce su compañero.

Si para hacer la misma producción consume menos cantidad de materias primas, un empleado es eficiente cuando produce respetando la normativa interna, todos los pedidos diarios de los clientes.

Una actividad es eficiente cuando optimiza el consumo de los recursos que necesita para su funcionamiento (tiempo de trabajo propio e inducido en terceros, materiales, maquinaria). Es decir, utiliza los mismos recursos y produce más, o incrementa la producción con la misma cantidad de recursos utilizados.

$$Eficiencia = \frac{RECURSOS PROGRAMADOS}{RECURSOS REALES (UTILIZADOS)}$$

2.2.6.4. Efectividad

Equilibrio entre la eficiencia y la eficacia. Se llama así también a la relación obtenida entre la productividad real y la productividad óptima (35).

$$Efectividad = \frac{Productividad obtenida}{Productividad \acute{o}ptima}$$

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. DEFINICIÓN DEL MÁRMOL TRAVERTINO

El travertino es una piedra formada a partir del carbonato de calcio precedente de rocas sedimentarias (36).

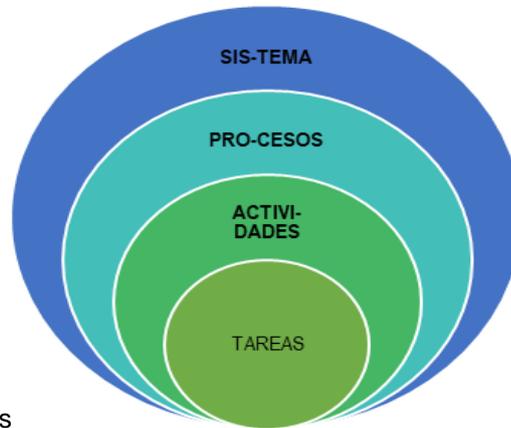
2.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL MÁRMOL TRAVERTINO

- Presenta mayor porosidad.
- Su superficie posee gran resistencia y durabilidad (36)
- Es antideslizante incluso cuando esta mojado.

2.3.3. SISTEMA DE PROCESOS

Conjunto de procesos que tiene por finalidad la consecución de objetivos.

Figura 11. Sistema de procesos



Fuente: Gestión por procesos

2.3.4. PROCESO

ISO 9000 define proceso como:

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados (17).

Es un sistema conformado por el conjunto de actividades que transforman una entrada para generar un producto para el usuario o cliente.

2.3.5. PROCESO INDUSTRIAL

Conjunto de actividades que generan cambios físicos o químicos en la materia prima con la finalidad de generar productos de valor comercial (21).

2.3.6. ELEMENTOS DE UN PROCESO

Todos los procesos tienen poseen tres elementos:

- Input

Es la entrada principal, producto o materia que debe de cumplir con las características objetivas que responda al estándar o criterio de aceptación definido generalmente por el área de calidad.

El input es la salida de un proceso y la entrada de otro proceso o cliente.

- Sistema de control

Es el conjunto de indicadores de funcionamiento del proceso y medidas de resultados del producto del proceso (17).

Output

Es el producto que ha sufrido transformación o modificación dentro del sistema de procesos.

La salida es un producto que va destinado a un usuario o cliente; el output final de los procesos de la cadena de valor es el input una entrada para un proceso del cliente (17).

Tabla 5. Interacción de un proceso



Fuente: Gestión por procesos

2.3.7. PROCEDIMIENTO

Pasos definidos que facilitan la realización de un trabajo de manera correcta y exitosa.

2.3.8. CICLO PDCA – CIRCULO DE DEMING

Es una metodología que implica mejorar continuamente los procesos, procedimientos y la manera de cómo se realizan las actividades u operaciones dentro de una empresa.

Este ciclo también se define como:

Un proceso que permite la consecución de la mejora de la calidad en cualquier proceso de la organización (37).

2.3.9. SIPOC

El SIPOC es un diagrama de flujo de alto nivel, facilita la realización del mapa de valor (Value Stream Mapping), porque permite visualizar los pasos secuenciales de un proceso definiendo claramente sus entradas, salidas, proveedores y clientes.

Recoge detalles importantes sobre el inicio y el final del proceso (38).

2.3.10. VALUE STREAM MAPPING

Un VSM es una representación gráfica, mediante símbolos específicos, del flujo de materiales y del flujo de información a lo largo de la corriente de valor de una familia de productos dentro de la fábrica, de puerta a puerta, de la recepción a expediciones. Llamamos «corriente de valor» (Value Stream).

Esta herramienta permite visualizar todo un proceso y entender completamente el flujo de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas (39).

2.3.11. INGENIERÍA DE MÉTODOS

La ingeniería de métodos significa metodizar el procedimiento de cómo se está llevando a cabo los procesos.

2.3.12. ESTUDIO DE TRABAJO

El estudio de trabajo es una evaluación sistemática de los métodos que se utilizan y que se aplican para la realización de actividades en una situación actual.

El estudio de trabajo se realiza con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan (40).

2.3.13. MEDICIÓN DE TIEMPOS

La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida (40).

2.3.14. TIEMPO OBSERVADO

Es la toma de tiempo a la misma operación varias veces, luego se promedia (37). Es el tiempo promedio del ciclo de operación.

2.3.15. VALORACIÓN

Es un valor subjetivo que se evalúa de acuerdo al ritmo de trabajo. Esta valoración es utilizada para ajustar el tiempo observado a niveles normales (37).

2.3.16. TIEMPO NORMAL

Es el tiempo que requiere un operario calificado para poder realizar una tarea bajo un ritmo de trabajo "normal".

2.3.17. SUPLEMENTOS

Es el tiempo que se asigna al trabajador para satisfacer sus necesidades fisiológicas (37).

Para personas normales, fluctúa entre 5% y 7%.

2.3.18. TIEMPO ESTÁNDAR

De acuerdo a la Norma ANSI STANDARD Z94.0-1982 (41), se define al tiempo estándar como:

El valor de una unidad de tiempo para la realización de una tarea, como lo determina la aplicación de las técnicas de medición de trabajo.

2.3.19. HORAS-HOMBRE

Trabajo de un hombre efectuado en una hora (42).

2.3.20. EFICACIA

“Es una medida cuantitativa, que mide la relación entre los resultados de la producción y el cumplimiento de los objetivos establecidos” (35).

2.3.21. EFICIENCIA

“Medición de los recursos utilizados, entre los recursos reales utilizados.

Obtener las metas planificadas utilizando menos recursos” (35).

2.3.22. EFECTIVIDAD

“Equilibrio entre la eficiencia y la eficacia. Se llama así también a la relación obtenida entre la productividad real y la productividad óptima” (35).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO, Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método que se ha utilizado es el método científico que consiste en “formular cuestiones o problemas sobre la realidad, con base en la observación de la realidad y la teoría ya existentes, en anticipar soluciones a estos problemas y en contrastarlas o verificar con la misma realidad estas soluciones a los problemas, mediante la observación de los hechos que ofrezca, la clasificación de ellos y su análisis” (43).

3.1.1.1. Tipo de estudio

La presente investigación es una investigación aplicada, “Se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que derive de ellas” (44).

3.1.1.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación que se ha utilizado es de carácter explicativo, porque: “...están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué dos o más variables se relacionan” (45).

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño que se utilizó en la presente investigación es uno de tipo pre – experimental, porque “no tienen la capacidad de controlar adecuadamente los factores que influyen contra la validez interna así como también de la validez externa” (45); en su clasificación Pre-Test con un solo grupo.

O1 – X – O2

Optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

Donde:

O1 = Pre – test (diagnóstico de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el instituto del mármol).

X = Optimización de los procesos mediante la filosofía kaizen

O2 = Post – test (Procesos optimizados)

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

Para este caso se consideró como población todos los procesos del Instituto del Regional del Mármol.

3.3.2. MUESTRA

Como la muestra fueron los procesos de transformación productiva de baldosas en presentación de 40x40 cm de mármol travertino del Instituto Regional del Mármol.

Criterio de inclusión: Se eligieron los procesos de transformación productiva porque corresponden al sistema de los procesos operativos de la planta del Instituto Regional del Mármol.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

Las técnicas de investigación que se utilizaron son las siguientes:

- a. La observación, para describir y explicar la situación de la fase de diagnóstico y también luego de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino.
- b. Registro de tiempos y movimientos, para la obtención de los datos correspondientes a la toma de tiempos del antes y después.

3.4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Como instrumento de recolección de datos se utilizará:

- Hoja de diagrama DOP y DAP
- Registro de tiempos y control de movimientos
- Ficha de registro para mapa de valor.

3.4.3. PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS

Para el análisis y procesamiento de los datos se utilizó:

- Excel 2016,
- Visio 2016.
- Tablas
- Figuras y mapas
- Prueba estadística a un nivel de confianza del 95% para el contraste de la hipótesis planteada.
- T de student y Wilcoxon para muestras relacionadas

CAPÍTULO IV

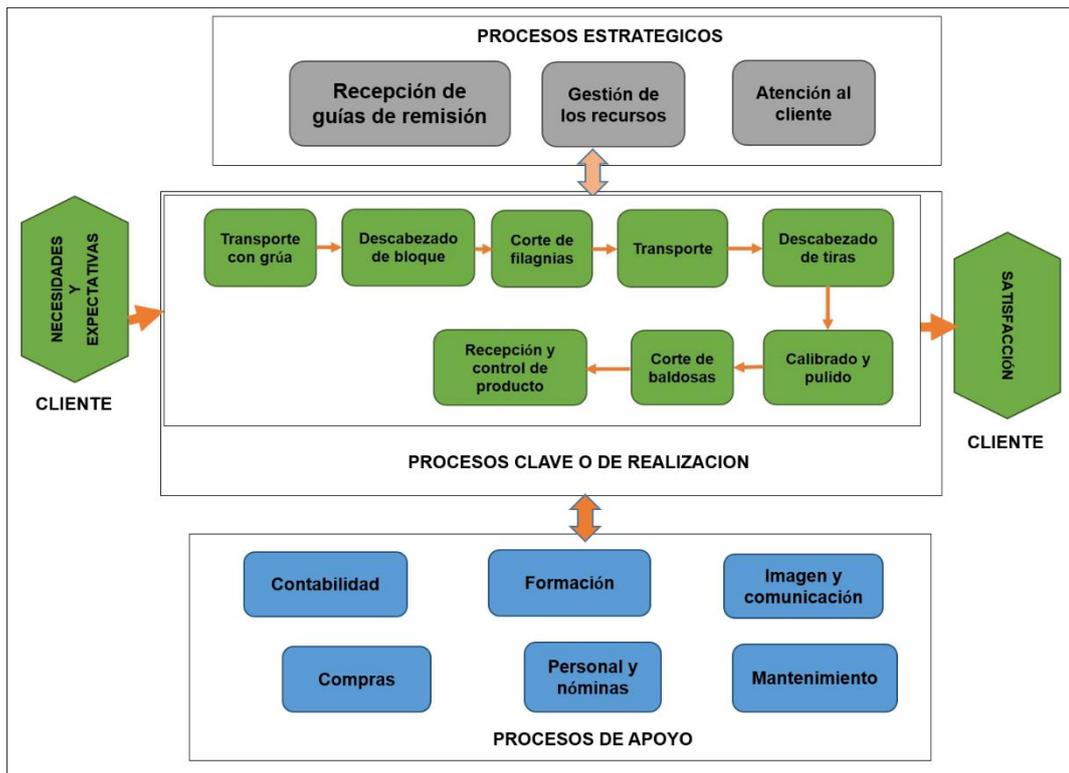
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1.1. IDENTIFICAR LOS PROCESOS, ACTIVIDADES, ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO EN EL INSTITUTO REGIONAL DEL MÁRMOL EN EL PERIODO 2017-2018.

Antes de empezar con la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol, fue preciso iniciar con la identificación de los procesos y clasificarlos en las tres categorías, tal como se muestra en la Figura 12. Procesos del Instituto Regional del Mármol

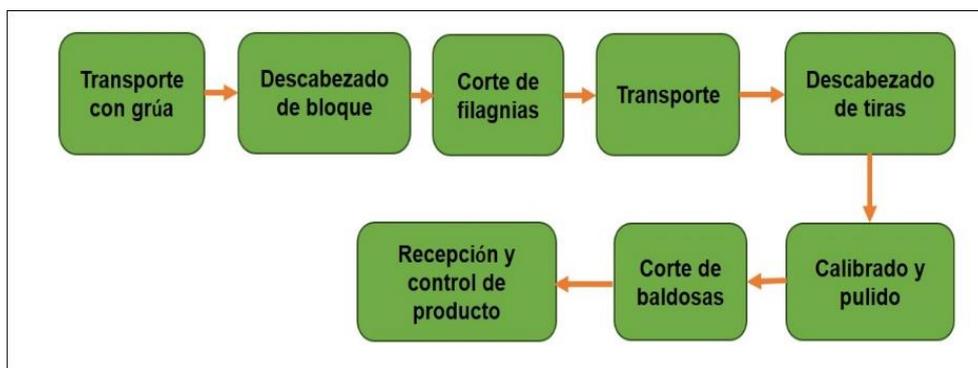
Figura 12. Procesos del Instituto Regional del Mármol



Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar los procesos y clasificarlos, se elabora el mapa de valor de los procesos clave pues son los que agregan valor a la materia prima que es el mármol travertino y la parte de estudio de esta investigación, obteniendo el sistema inicial de procesamiento del mármol travertino.

Figura 13: Procesos claves

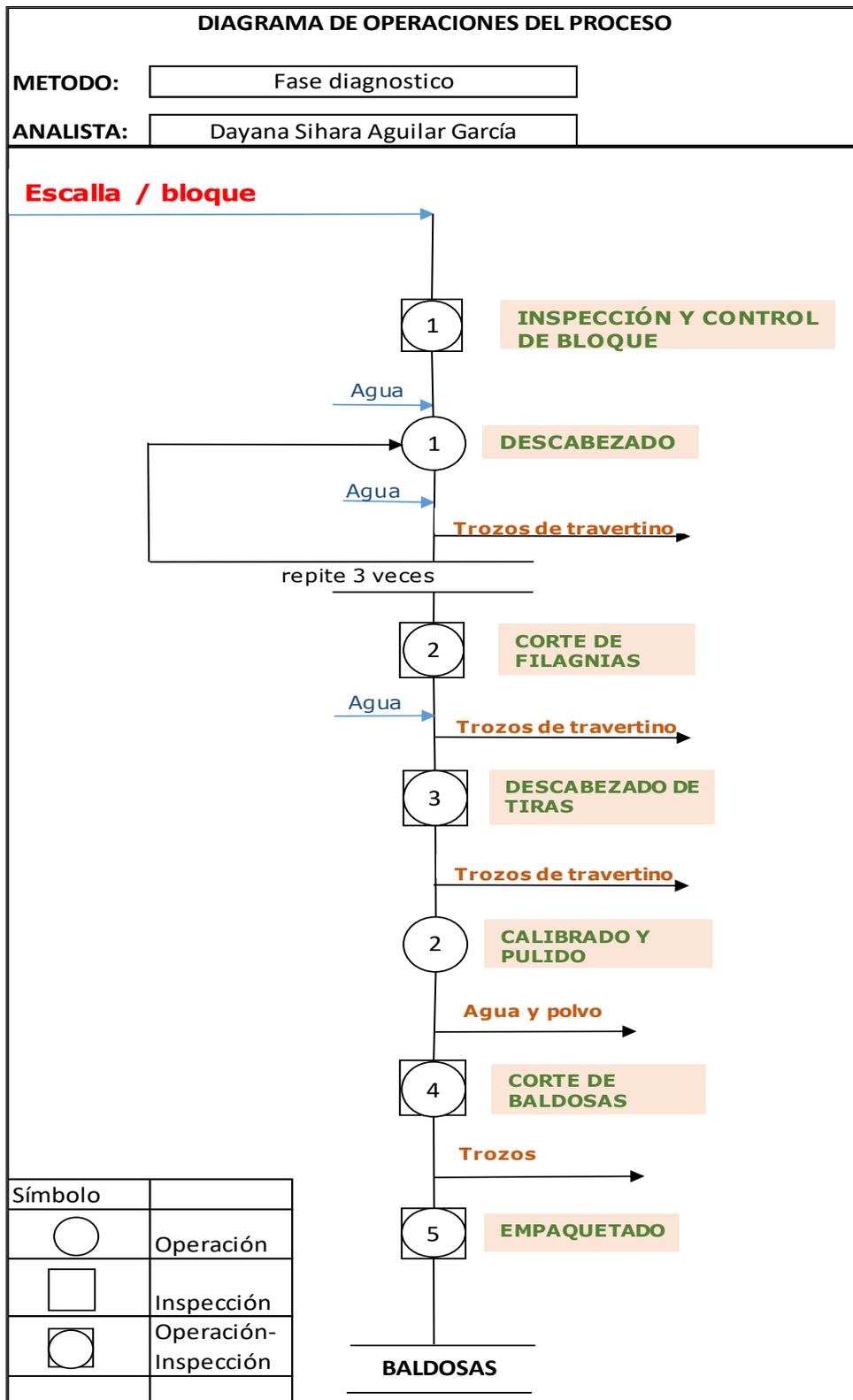


Fuente: Elaboración propia

Para iniciar con la evaluación de los procesos de transformación, se grafican los procesos, procesos-inspecciones e inspecciones que acontecen durante el

desarrollo de los procesos, estos se grafican en el diagrama de operaciones de proceso – DOP.

Figura 14. Diagrama de operaciones de procesos



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Figura 14. Diagrama de operaciones de procesos se encuentran 2 operaciones y 5 operaciones-inspecciones (actividades mixtas). Una vez que se han identificado los procesos y las operaciones-inspecciones, se procede a construir el diagrama de análisis de procesos DAP.

Luego del diagrama DOP, se elabora el diagrama de análisis de procesos muestra las actividades, el cual incluye las actividades, los elementos, el tiempo estándar y la distancia de recorrido que se realiza durante la ejecución de los procesos de transformación productiva del mármol travertino.

Figura 15. Diagrama de análisis de procesos

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO								
Diagrama N°:	1	Hoja N°:	1	Método:	Actual			
Departamento:	Área de producción			Analista:	Dayana Aguilar García			
Descripción de la actividad							Tiempo de ciclo	Distancia (m)
Transporte de escalla							58.53	6.7
Descabezado de bloque/escalla							30.00	
Corte de filagnias							194.00	
Transporte de filagnias							71.75	9
Descabezado de tiras							144.97	
Calibrado y pulido							406.52	
Corte de baldosas							71.54	
Recepción y control de producto							54.13	
TOTAL	2		3		3		1031.43	15.7

Fuente: Elaboración propia

La Figura 15. Diagrama de análisis de procesos, nos muestra que existen 2 operaciones y 3.operaciones-inspecciones y 3 transportes; un tiempo de ciclo

total de 1031.43 segundos para procesar una pieza de mármol en un formato de 40x40 cm, realizando un recorrido de 15,7 metros.

Tabla 6. Elementos de las operaciones de transformación productiva del mármol travertino

	NOMBRE DE LA OPERACIÓN/ACTIVIDAD	ELEMENTOS	NOMBRE DE HOJA
1	Transporte con grúa	Cargar	A
		Mover	B
		Descargar	C
2	Descabezado de bloque/escala	Descabezado de cabeza	D
3	Corte de filagnias	Corte vertical y horizontal	E
4	Transporte	Transporte a almacenamiento	F
		Transporte desde almacenamiento	G
5	Descabezado de tiras	Habilitado para primer corte	H
		Corte de primer borde	I
		Habilitado para segundo corte	J
		segundo corte	K
6	Calibrado y pulido de filagnias	Transporte por faja de rodillos	L
		calibrado y pulido	M
7	Corte de baldosas	Transporte por faja de rodillos	N
		corte en baldosas	O
8	Recepción y control	recepción y transporte	P

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6. Elementos de las operaciones de transformación productiva del mármol travertino, se muestran los elementos correspondientes a cada actividad, siendo un total de 16 elementos.

4.1.2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO EN EL INSTITUTO REGIONAL DEL MÁRMOL EN EL PERIODO 2017-2018.

Una vez que se han identificado los elementos, es necesario conocer el estado inicial de los procesos, para ello se utilizó los formatos para la toma de tiempos, la cual recopiló los tiempos y movimientos correspondientes al desempeño de

los trabajadores con respecto a la realización de cada elemento, haciendo referencia a la tabla de suplementos de la Organización Internacional del Trabajo – OIT (ANEXO 2: SUPLEMENTOS PARA EL CONTROL DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS), el cual permite evaluar los suplementos fijos y variables de los trabajadores que ejecutan dichas operaciones.

Para la fase inicial se trabaja con una muestra preliminar compuesta por 8 a 10 tomas de tiempo.

Tabla 7. Estudio de tiempos preliminares - Fase diagnóstico

ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINAR			
Estudio N°:	Reducción de tiempo	Hoja N°: 1	Hecho por: Dayana Sihara Aguilar García

Operación	Elemento	X	X ²	N'	N	
Transporte con grúa	A	Cargar	11939	14392742	10	16
	B	Mover	7016	4941356	10	6
	C	Descargar	7241	5271984	10	9
Descabezado	D	Descabezado	4406	1986581	10	38
Corte de filagnias	E	Corte vertical y horizontal	4744	2372738	10	87
	F	Transporte para almacenamiento	271	7561	10	53
Descabezado de tiras	G	Transporte desde almacenamiento	99	1004	10	31
	H	Habilitado de primer borde	148.83	2607	9	95
	I	Corte de primer borde	80.77	706	10	133
	J	Habilitado para segundo corte	105.32	1135	10	37
	K	Corte de segundo borde	92.97	993	9	55
Calibrado y pulido de filagnias	L	Transporte por faja	1268.24	179912	9	11
	M	Calibrado y pulido	3849.92	1541551	10	64
Corte de baldosas	N	Transporte por faja	273.92	9647	8	46
	O	Corte en baldosas	197.89	5118	8	73
Recepción y control de producto	P	Recepción y transporte	187.89	4466	8	19

UNIDAD DE TIEMPO	Segundos
-------------------------	----------

TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN	41922
----------------------------------	-------

REGISTROS																
CE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	1200	780.2	660.14	394.44	303.44	31.60	10.11	13.03	6.93	9.66	13.68	154.52	316.24	37.50	37.59	27.59
2	1128	718.2	613.62	339.96	639.00	26.37	11.48	10.61	6.19	10.00	8.74	127.09	446.87	33.87	23.52	23.52
3	1219.12	654.1	702.21	474.04	484.75	23.69	10.73	13.42	6.52	12.70	12.10	139.06	445.56	31.73	25.81	25.81
4	1192.52	655.6	736.12	508.50	448.50	23.85	8.59	18.17	4.49	11.30	9.23	149.49	446.95	28.98	22.19	22.19
5	1241.2	702	789.9	401.21	441.19	15.55	9.11	19.50	6.74	8.70	9.28	125.00	445.51	31.17	23.37	23.37
6	951.52	711.2	707.02	343.24	513.24	28.02	9.90	21.12	8.64	9.75	10.04	128.15	234.86	47.22	18.09	18.09
7	1041.46	715.1	780.92	497.37	667.37	29.98	7.24	20.10	10.09	13.41	7.34	156.80	318.06	27.71	23.94	23.94
8	1355.42	721.6	752.02	420.16	320.16	29.42	12.32	11.78	11.06	9.20	10.06	149.33	309.52	35.74	23.38	23.38
9	1312.11	733.2	725.29	548.32	484.32	27.69	10.52	21.10	7.71	11.90	12.50	138.80	451.86			
10	1297.15	625.1	774.25	478.32	442.37	34.33	9.21		12.40	8.70			434.49			
TO	11938.5	7016	7241.49	4405.6	4744.3	270.5	99.21	148.8	80.77	105.32	92.97	1268.24	3849.92	273.92	197.89	187.89

Fuente: Elaboración propia

De estos datos se obtiene el cálculo de la muestra con un nivel de confianza del 94% aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Fórmula 1. Cálculo muestral

Aplicando esta fórmula se obtienen estos resultados:

Para el elemento A es necesario realizar 16 observaciones

Para el elemento B es necesario realizar 6 observaciones

Para el elemento C es necesario realizar 9 observaciones

Para el elemento D es necesario realizar 38 observaciones

Para el elemento E es necesario realizar 87 observaciones

Para el elemento F es necesario realizar 53 observaciones

Para el elemento G es necesario realizar 31 observaciones

Para el elemento H es necesario realizar 95 observaciones

Para el elemento I es necesario realizar 133 observaciones

Para el elemento J es necesario realizar 37 observaciones

Para el elemento K es necesario realizar 55 observaciones

Para el elemento L es necesario realizar 11 observaciones

Para el elemento M es necesario realizar 64 observaciones

Para el elemento N es necesario realizar 46 observaciones

Para el elemento O es necesario realizar 73 observaciones

Para el elemento P es necesario realizar 19 observaciones

Estas observaciones sirven para estandarizar el valor del control de tiempos y movimientos de cada elemento, estos datos se registran en la siguiente tabla:

Tabla 8. Estudio de tiempos muestrales del diagnóstico

ESTUDIO DE TIEMPOS MUESTRALES

Estudio N°: 5	Hoja N°: 1	Hecho por: Dayana Sihara Aguilar García
---------------	------------	---

Operación	Elemento	X	N	TO	FV	TN	SUP.	T. std	f	T std*	
Transporte con grúa	A	Cargar	23514.67	16	1497	1.1	1646.2	0.25	2057.8	0.0035	7.20
	B	Mover	4508.46	6	756.4	1.1	831.99	---	831.99	0.0035	2.91
	C	Descargar	6587.3	9	769.2	1.1	846.16	0.2	1015.4	0.0035	3.55
Descabezado de bloque	D	Descabezado	14911.55	38	395.9	1.1	435.53	0.25	544.42	0.0182	9.90
Corte de filagnias	E	Corte vertical y horizontal	22048.98	87	254.5	1.1	279.99	---	279.99	0.5000	140.00
Transporte	F	Transporte para almacenamiento	2041.76	53	38.35	1.1	42.181	0.2	50.618	0.5000	25.31
	G	Transporte desde almacenamiento	681.55	31	21.66	1.1	23.825	0.37	32.64	0.5000	16.32
Descabezado de tiras	H	Habilitado de primer borde	1207.35	95	12.74	1.05	13.38	0.38	18.465	1.0000	18.46
	I	Corte de primer borde	1419.95	133	10.71	1.1	11.784	0.47	17.322	1.0000	17.32
	J	Habilitado para segundo corte	470.81	37	12.76	1.05	13.395	0.38	18.485	1.0000	18.48
	K	Corte de segundo borde	698.72	55	12.71	0.95	12.073	0.38	16.661	1.0000	16.66
Calibrado y pulido	L	Transporte por faja	1442.56	11	134.6	1.05	141.34	---	141.34	0.5000	70.67
	M	Calibrado y pulido	26115.92	64	407.5	1	407.55	---	407.55	0.5000	203.77
Corte de baldosas	N	Transporte por faja	1369.42	46	30.01	1.1	33.006	---	33.006	0.5000	16.50
	O	Corte en baldosas	1863.02	73	25.58	1.1	28.135	---	28.135	0.5000	14.07
Recepción y control	P	Recepción y transporte	438.8	19	22.72	1.1	24.989	0.29	24.989	1.0000	24.99

UNIDAD DE TIEMPO	Segundos
-------------------------	----------

TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN	606.11
----------------------------------	--------

REGISTROS

CE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	1461.52	780.2	789.24	385.72	240.12	45.1	23.1	15.02	13.2	12.63	16.9	117.7	400.16	28.49	25.49	23.02
2	1462.14	719.1	756.14	409.14	250.71	39.1	22.1	14.99	13.76	13.01	12.6	130.7	306.46	30.23	26.18	22.78
3	1471.16	726	795.14	400	248.92	38.09	21.98	15.03	13.66	12.7	12.8	130.3	400.06	30.08	25.45	23.01
4	1478.9	789.9	732.46	398.5	248.56	37.8	21.9	15.02	13.65	12.4	12.75	132.5	416.26	30	25.72	22.19
5	1487.2	772.2	726.12	401.19	247.75	40.35	21.5	15.06	13.4	12.45	12.74	133.2	450.16	28.98	25.53	23.37
6	1498.14	721.1	658.24	406.52	246.6	39.1	22.1	15.00	13.6	12.4	12.65	133.7	394.34	31.17	25	22.77
7	1473.6		702.52	399.04	245	38.8	21.4	14.82	13.5	12.55	10.69	133.9	309.49	29.17	23.3	23.94
8	1478.9		712.32	398.4	245.35	38.71	22.2	14.91	13.59	14.28	12.8	133.2	410.1	29.92	25.28	23.38
9	1477.4		715.12	327.2	245.82	38.77	22.52	15.02	13.6	12.7	12.61	132.5	410.02	28.98	26.72	22.74
10	1478.06			393.84	239.2	38.82	22.1	14.81	13.63	12.1	12.64	132.8	409.6	31.17	26	25.89
11	1367.98			393.93	244.14	38.98	21	15.40	13.61	12.5	12.3	132.1	392.48	29.33	25.57	23.03
12	1471.94			393.83	255.84	39.08	22.41	15.13	13.2	12.87	12		409.06	29.85	25.16	23.15
13	1473.1			396	251.65	39.01	22.2	15.10	13.67	12.7	12.88		441.16	30.12	26.16	22.11
14	1474.15			394.02	243.4	38.9	22.9	13.52	13.68	12.71	12.64		422.16	30.09	26.25	22.87
15	1477.32			394.16	242.25	39.1	22.16	15.43	13.2	12.1	12.67		423.61	29.17	25.13	22.84
16	1483.16			393.94	241.2	39.33	22.22	15.48	13.15	12.62	12.7		408.7	30.2	25.1	23.01
17				393.73	242.14	39.38	22.12	15.40	13.7	12.41	12.72		408.78	29.75	25.72	23.1
18				393.43	242.82	39.21	22.04	15.41	13.52	12.4	12.52		416.27	30.2	25.15	22.97
19				393.54	243.1	39.17	21.1	15.42	13.98	12.91	12.69		423.16	29.72	24.53	22.63
20				393.89	243.26	28.98	23.1	15.45	13.5	12.2	13.2		407.21	33.3	25.16	
21				397.86	245.46	38.81	22.4	15.46	13.2	12.4	12.8		422.5	30.04	24.32	
22				397.11	246.12	38.53	22.01	15.24	13.62	12.42	12.84		406.68	29.4	25.62	
23				396.47	247.12	39.1	22.74	15.39	13.52	12.23	12.79		406.43	28.36	26.13	
24				398.18	248.02	38.25	21.1	15.24	13.63	12.71	12.83		407.93	29.48	26.17	
25				398	244.34	38.31	22.1	15.13	13.72	12.94	12.85		408.71	28.98	25.15	
26				398.7	244.24	38.35	22.4	15.24	12.6	12.41	12.88		408.9	31.17	25.54	

27				398.16	245.2	40.02	21.2	15.48	13.62	12.71	12.9		408.13	29.67	25.53	
28				397	241.3	38.08	21.03	14.92	13.73	12.51	12.3		406.6	29.61	25.5	
29				395.85	242.14	38.43	21.12	15.43	13.62	17.42	12.1		406.16	29.09	25.43	
30				395.1	284.14	38.21	21.34	15.33	13.73	12.9	12.82		405.78	29.1	25.28	
31				396	254.38	37.98	21.96	15.29	13.63	12.11	12.86		405.28	30.19	25.5	
32				396.13	247.72	38.13		15.2	13.6	12.6	12.12		407.24	29.4	25.92	
33				396.23	284.87	37.91		15.24	13.62	12.3	12.42		405.2	29.53	25.82	
34				396.3	247.87	37.97		15.19	13.49	12.73	12.9		405.43	29.38	24.13	
35				305.2	244.24	38.04		15.22	13.74	12.31	12.41		420.37	27.68	24.32	
36				396.45	246.97	38.19		15.25	13.64	12.78	12.88		405.39	29.4	24.28	
37				396.35	243.1	39.16		15.19	13.64	12.69	12.42		419.24	29.76	25.49	
38				396.44	242.2	36.27		15.2	13.07		12.9		418.9	29.7	25.75	
39					242.1	38.11		15.24	13.74		12.41		417.21	30.07	25.15	
40					240	37.24		15.25	13.32		12.87		415.78	29.19	25.47	
41					248.12	39.18		15.64	13		12.88		420.1	29.4	25.44	
42					248.23	38.17		15.36	13.03		12		414.6	30.24	24.16	
43					298.91	38.28		15.26	13.42		12.9		414.33	31.54	24.48	
44					287.91	38.18		15.38	13.2		12.89		414.08	29.44	25.75	
45					298.1	37.21		15.41	13.63		12.94		413.67	30.32	26.13	
46					299.75	38.82		15.43	14.01		12.6		413.25	29.36	26.73	
47					284.63	38.18		15.45	13.68		12.75		414.82		26.17	
48					286.87	38.37		15.5	13.67		12.7		413.21		26.62	
49					292.44	38.43		15.44	13.18		12.72		411.56		25.4	
50					244.5	38.38		15.4	13.72		12.2		406.87		25.7	
51					245.12	38.55		15.35	13.82		12.7		411.32		26.22	
52					293.4	38.88		15.36	13.92		12.15		411.78		27.16	
53					245.2	40.26		15.37	13.92		12.76		410.36		25.81	

54					246			15.25	13.18		13.03		410.7		26.46	
55					245.24			15.27	14.28		12.7		405.15		26.37	
56					245.14			15.16	13.58				404.72		25.94	
57					249.31			15.11	13.72				405.55		23.25	
58					244.12			15.35	13.62				402.52		25.48	
59					244.13			15.02	13.24				409.49		23.38	
60					244.5			15	13.22				406.66		25.81	
61					249.13			14.98	12.12				407.9		26.94	
62					249.14			14.96	13.59				407.44		25.47	
63					249.13			14.95	13.6				408.2		26.92	
64					248.13			15.3	13.14				410.54		26.17	
65					247.2			14.9	13.42						26.13	
66					251.2			14.92	13.25						25.44	
67					252.2			15.2	14.16						25.4	
68					246.38			14.93	13.71						25.47	
69					250.69			15.14	13.21						25.37	
70					249.36			14.98	13.42						25.81	
71					246.09			15	14.15						26.26	
72					245.73			14.96	13.45						24.72	
73					253.13			15.02	13.32						25.36	
74					242.13			15.05	13.82							
75					245.6			15.08	13.5							
76					241.3			15.11	13.52							
77					245.11			11.2	13.3							
78					294.21			15.16	13.52							
79					294.13			15.21	13.4							
80					245.13			12.24	12.12							

81					257.59					14.16						
82					252.83					13.12						
83					251.4					13.16						
84					251.32					13.42						
85					274.24					13.5						
86					283.9					13.52						
87					251.6					16.16						
88										13.56						
89										13.15						
90										13.53						
91										13.53						
92										13.52						
93										13.57						
94										13.72						
95										13.4						
96										13.45						
97										13.47						
98										13.5						
99										13.59						
100										13.61						
101										13.61						
102										13.15						
103										13.16						
104										13.75						
105										13.6						
TO	23514.67	4508	6587.3	14911.55	22048.98	2041.76	681.55	1207.35	1420	470.81	698.72	1443	26116	1369.4	1863	438.8

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la Tabla 8. Estudio de tiempos muestrales del diagnóstico, nos muestra que el tiempo estándar para procesar una pieza de mármol de 40x40 cm es de 606.11 segundos, este tiempo estándar también es llamado como tiempo de “actividad de valor agregado”.

4.1.3. HERRAMIENTAS PARA EL DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO EN EL INSTITUTO REGIONAL DEL MÁRMOL EN EL PERIODO 2017-2018

4.1.3.1. Herramienta SIPOC

La primera herramienta que se construye para el diagnóstico situacional de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018 es el diagrama SIPOC.

Tabla 9. Diagrama SIPOC

DIAGRAMA SIPOC								
ESTUDIO N°	3			LUGAR	Instituto Regional del mármol travertino			
HECHO POR:	Dayana Sihara Aguilar García			HOJ A N°	1			
TC	58.53	30.00	194.00	71.75	144.97	406.52	71.54	54.13
OPERACIÓN/ACTIVIDAD	Transporte con grúa	Descabezado de bloque/escalla	Corte de filagnias	Transporte	Descabezado de tiras	Calibrado y pulido	Corte de baldosas	Recepción y control de producto

Suppliers	Input	Process	Output	Customer
Proveedor de la materia prima	Escalla o bloque	Transporte con grúa	Escalla o bloque <20TN	Escalla/boque listo para descabezar
Jefatura administrativa	Escalla o bloque con peso <20 TN		Guia de procesamiento	
Área de herramientas	Soga, pala, palos, estacas		Anclado de escalla/bloque a gancho de grúa	
Control automatizado de grúa	Escalla/bloque en movimiento		Traslado de escalla/bloque	
Ficha para descabezado	Cálculos y medidas para descabezar	Descabezado	Proceso de descabezado	Corte de filagnias
Proveedor de energía eléctrica	Energía eléctrica		Proceso de descabezado	
Área de herramientas	comba		Proceso de descabezado	
Recursos humanos	Personal capacitado		Proceso de descabezado	
Proveedor de agua	Agua	Corte de filagnias	Filagnias cortadas	Transporte de filagnias
Proveedor de energía eléctrica	Luz		Filagnias cortadas vertical y horizontalmente	
Área de herramientas	Discos de corte vertical y horizontal		Habilitado de máquina	
Responsable del habilitado de máquinas	Alineamiento de discos		Filagnias cortadas	
Máquina encendida	Bloque descabezado	Transporte de filagnias	Filagnias transportadas	Descabezado de tiras
Dos operarios	Cargado de filagnias para habilitado		Transporte desde almacenamiento	
Orden de procesamiento	Filagnias cortadas	Descabezado de tiras	Filagnias cortadas con formato	Calibrado y pulido
Proceso de corte de filagnias	Filagnias descabezadas	Calibrado y pulido	Filagnias calibradas y pulidas	Corte de baldosas
Jefatura administrativa	Orden de procesamiento - calibrado			
Proveedor de materia prima	Orden de pedido	Corte de baldosas	Baldosas de 40*40	Área de empaquetado y embalado
Faja de transporte	filagnias pulidas y calibradas			
Operarios	recepción de baldosas	Recepción y control de producto	transporte	

Fuente: Elaboración propia

Esta herramienta SIPOC da como resultado la identificación de los proveedores, las entradas, las salidas y los clientes de cada proceso, para posteriormente construir la segunda herramienta.

Para la construcción del mapa de valor se crea la Tabla 10. Datos para el mapa de valor, en la cual se obtiene el tiempo de ciclo, el tiempo de las actividades que agregan valor, el tiempo de las actividades que no agregan valor.

4.1.3.2. Mapa de valor

Tabla 10. Datos para el mapa de valor

DATOS PARA EL MAPA DE VALOR													
N°	Operación	Actividad	Hora inicio	Hora fin	Cant	Productividad piezas/H-h	Horas	Horas	Unid/h-H	Unid/min-H	Estudio de tiempos		
											T/C AAV	T/C + ANV	ANAV
1	Transporte con grúa	Cargar	08:21	10:54	286	112.16	02:33	2.55	112.16	0.53	7.20	32.10	24.90
		Mover	10:21	12:05	286	165.00	01:44	1.73	165.00	0.36	2.91	21.82	18.91
		Descargar	09:58	10:20	286	780.00	00:22	0.37	780.00	0.08	3.55	4.62	1.07
2	Descabezado	Descabezado	12:06	14:29	286	120.00	02:23	2.38	120.00	0.50	9.90	30.00	20.10
3	Corte de filagnias	Corte vertical y horizontal	08:16	16:21	150	18.56	08:05	8.08	18.56	3.23	140.00	194.00	54.00
4	Transporte	Transporte para almacenamiento	12:27	15:43	286	87.55	03:16	3.27	87.55	0.69	25.31	41.12	15.81
		Transporte desde almacenamiento	12:30	14:56	286	117.53	02:26	2.43	117.53	0.51	16.32	30.63	14.31
5	Descabezado de tiras	Habilitado para primer corte	09:31	13:33	286	70.91	04:02	4.03	70.91	0.85	18.46	50.77	32.30
		Corte de primer borde	11:01	13:16	286	127.11	02:15	2.25	127.11	0.47	17.32	28.32	11.00
		Habilitado para segundo corte	10:11	12:40	286	115.17	02:29	2.48	115.17	0.52	18.48	31.26	12.77
		Corte de segundo borde	08:32	11:17	286	104.00	02:45	2.75	104.00	0.58	16.66	34.62	17.95
6	Calibrado y pulido	Transporte por faja	08:02	16:18	286	34.60	08:16	8.27	34.60	1.73	70.67	104.06	33.39
		Calibrado y pulido	08:43	14:51	73	11.90	06:08	6.13	11.90	5.04	203.77	302.47	98.69
7	Corte de baldosas	Transporte por faja	08:43	11:17	286	111.43	02:34	2.57	111.43	0.54	16.50	32.31	15.80
		Corte en baldosas	15:02	18:09	286	91.76	03:07	3.12	91.76	0.65	14.07	39.23	25.16
8	Recepción y control	Recepción y transporte	12:00	16:18	286	66.51	04:18	4.30	66.51	0.90	24.99	54.13	29.14

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la Tabla 10. Datos para el mapa de valor, se obtienen los tiempos de ciclo de “actividades que agregan valor”, de “actividades que no agregan valor” y estas se unifican en la siguiente tabla:

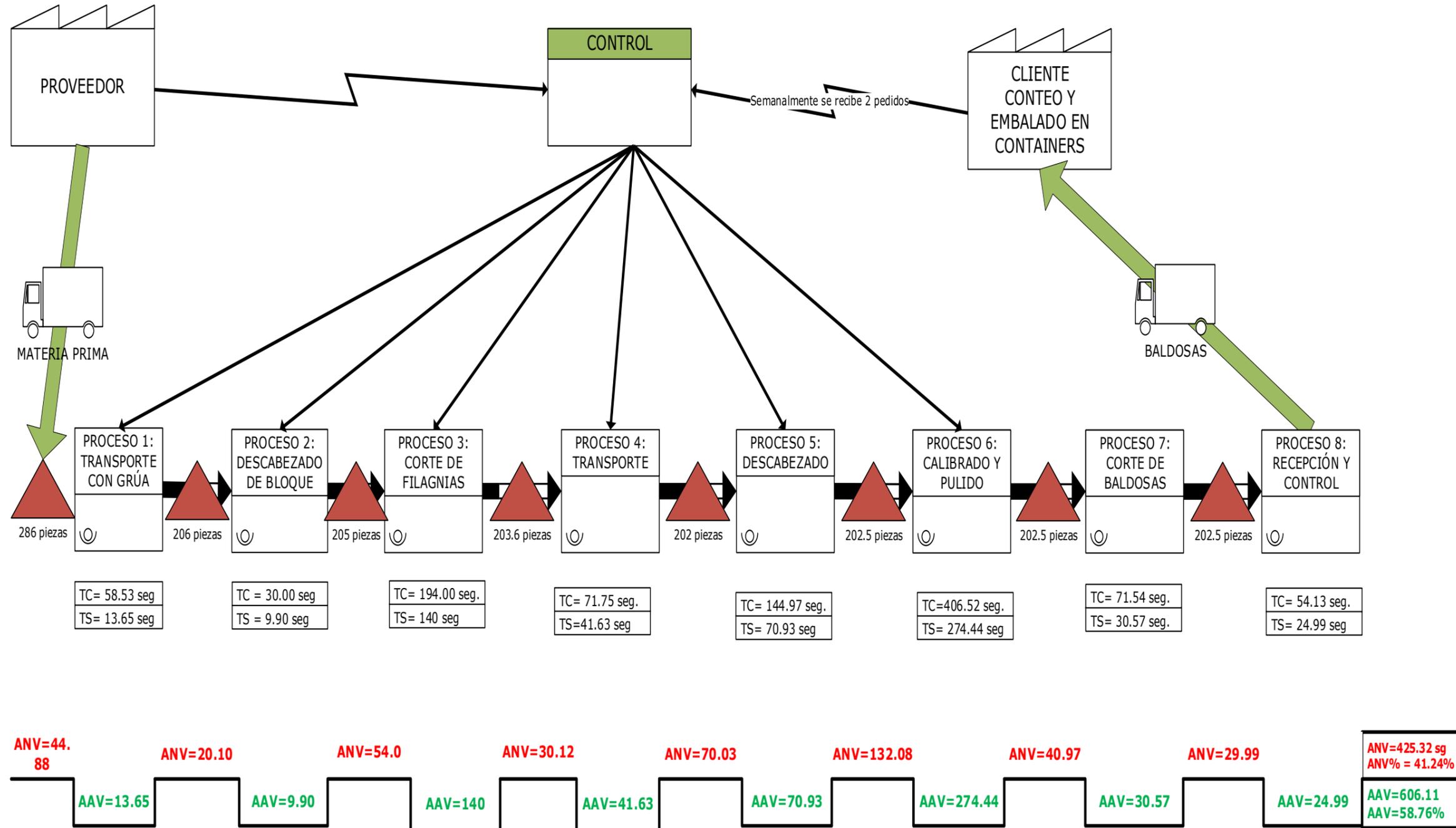
Tabla 11. Mapa de valor de los procesos de transformación del mármol travertino

MAPA DE VALOR DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO - FORMATO DE 40X40								
Operación	TC ACTUAL	AAV	ANAV	Actividad	Máquina	TC	TC + ANAV	ANAV
						<i>seg/pieza</i>	<i>seg/pieza</i>	<i>seg/pieza</i>
Transporte con grúa	58.53	13.65	44.88	Cargar	CPM NT4	7.20	32.10	24.90
				Mover	CPM NT4	2.91	21.82	18.91
				Descargar	CPM NT4	3.55	4.62	1.07
Descabezado	30.00	9.90	20.10	Descabezado	Manual	9.90	30.00	20.10
Corte de filagnias	194.00	140.00	54.00	Corte vertical y horizontal	NT4 2M - 1700	140.00	194.00	54.00
Transporte	71.75	41.63	30.12	Transporte para almacenamiento	Manual	25.31	41.12	15.81
				Transporte desde almacenamiento	Manual	16.32	30.63	14.31
Descabezado de tiras	144.97	70.93	74.03	Habilitado para primer corte	Manual	18.46	50.77	32.30
				Corte de primer borde	1 INTO 600	17.32	28.32	11.00
				Habilitado para segundo corte	Manual	18.48	31.26	12.77
				Corte de segundo borde	1 INTO 600	16.66	34.62	17.95
Calibrado y pulido	406.52	274.44	132.08	Transporte por faja	LM600RX 28 / 210 INT RX	70.67	104.06	33.39
				Calibrado y pulido	LM600RX 28 / 210 INT RX	203.77	302.47	98.69
Corte de baldosas	71.54	30.57	40.97	Transporte por faja	60RLM 30OS-P	16.50	32.31	15.80
				Corte en baldosas	SMM 600-24	14.07	39.23	25.16
Recepción y control	54.13	24.99	29.14	Recepción y transporte	Manual	24.99	54.13	29.14

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.3. Herramienta VSM – Value Stream Mapping

Tabla 12. Value Stream Mapping – diagnóstico



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a Tabla 11. Mapa de valor de los procesos de transformación del mármol travertino y la Tabla 11. Value Stream Mapping - diagnóstico, se obtiene el diagnóstico situacional de los procesos de transformación productiva del mármol travertino. Siendo los resultados de las Actividades que agregan valor AAV, y las actividades que no agregan valor ANAV igual a:

AAV = 606.11 segundos; que representa el 58.76%.

ANAV = ANV = 425.32 segundos; que representa el 41.24%

4.1.4. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LA PRODUCTIVIDAD, EFICACIA, EFICIENCIA Y EFECTIVIDAD DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO EN EL INSTITUTO REGIONAL DEL MÁRMOL.

Para alcanzar los objetivos de la investigación era necesario conocer el estado inicial de la productividad, para ellos se utilizó las fichas de registro de datos de la productividad, la cual recopiló datos correspondientes a horas-hombre de trabajo y la producción de baldosas.

La Tabla 13. Demanda de baldosas muestra la cantidad de baldosas demandadas durante tres meses de análisis, las cantidades están basadas en pedidos de baldosas en formato de 40x40 cm.

Tabla 13. Demanda de baldosas

Meses	Agosto	Setiembre	Octubre
Pzas 40x40	3084	6359	4410

Fuente: Elaboración propia

A continuación en la Tabla 14. Cantidad de producción y H-h programadas y reales durante el diagnóstico, se muestran los datos totales recopilados necesarios para calcular los indicadores de productividad, estos son: la producción programada, producción real, horas-hombre programadas, hora-hombre reales.

Tabla 14. Cantidad de producción y H-h programadas y reales durante el diagnostico

PRODUCCIÓN PROGRAMADA - SEMANAL (UNIDADES DE PRODUCCIÓN)			
Meses	Agosto	Setiembre	Octubre
TOTAL	3084	6359	4410
PRODUCCIÓN REAL - SEMANAL (UNIDADES DE PRODUCCIÓN)			
Meses	Agosto	Setiembre	Octubre
TOTAL	2458	1625	3391
HORAS - HOMBRE PROGRAMADAS (RECURSOS PROGRAMADOS)			
Meses	Agosto	Setiembre	Octubre
TOTAL	182	182	182
HORAS - HOMBRE REALES (RECURSOS UTILIZADOS)			
Meses	Agosto	Setiembre	Octubre
TOTAL	234	319	261

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de obtener la información, se ordenan los datos en la Tabla 15. Cantidad de H-h reales, programadas y producción real y programada

En base a esto se procedió a calcular la: productividad, eficacia, eficiencia, y efectividad.

Tabla 15. Cantidad de H-h reales, programadas y producción real y programada

CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD			
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
H-H REALES	234	319	261
H-H PROGRAMADAS	182	182	182
PROD. REAL	2458	1625	3391
PROD. PROGRAMADA	3084	6359	4410

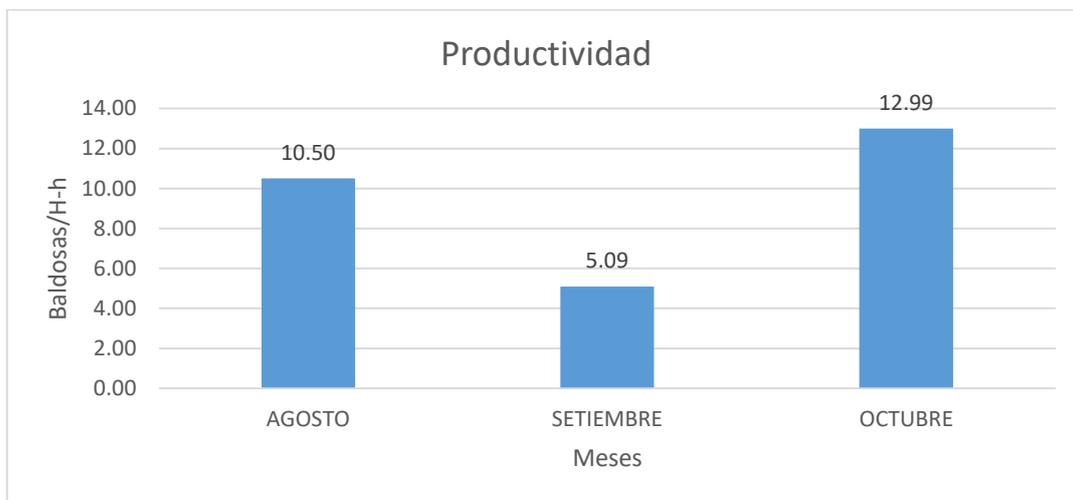
Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Diagnóstico situacional de la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol

	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	PROMEDIO
Productividad	10.50	5.09	12.99	9.53

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Diagnóstico situacional de la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol



Fuente: Elaboración propia

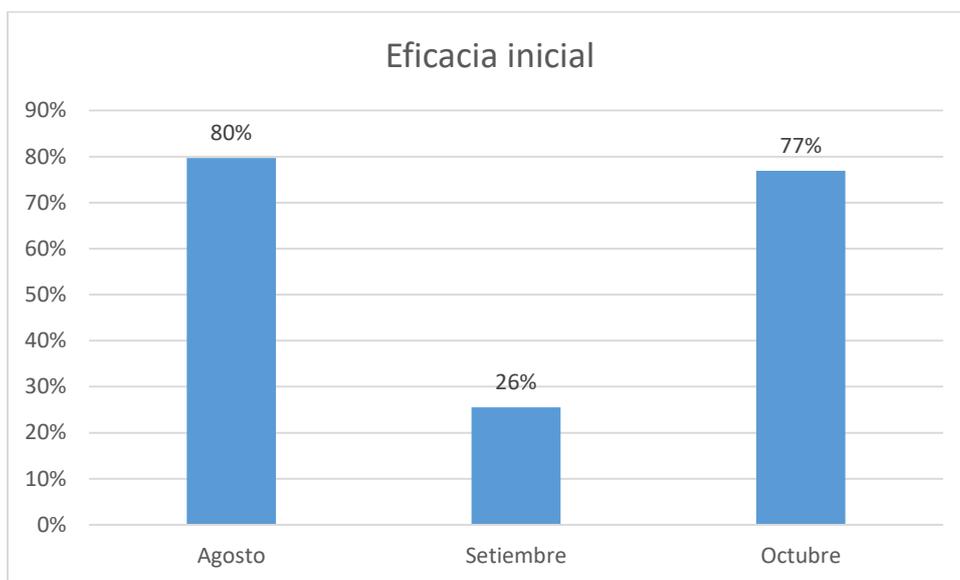
La Tabla 16. Diagnóstico situacional de la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol y la Figura 16. Diagnóstico situacional de la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol, nos muestran que existía una productividad promedio de 9.53 baldosas por hora-hombre, al realizar el diagnóstico situacional.

Tabla 17. Diagnóstico situacional de la eficacia de los procesos de transformación de mármol travertino

	Agosto	Setiembre	Octubre	Promedio
Eficacia	80%	26%	77%	61%

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Diagnóstico situacional de la eficacia de los procesos de transformación de mármol travertino



Fuente: Elaboración propia

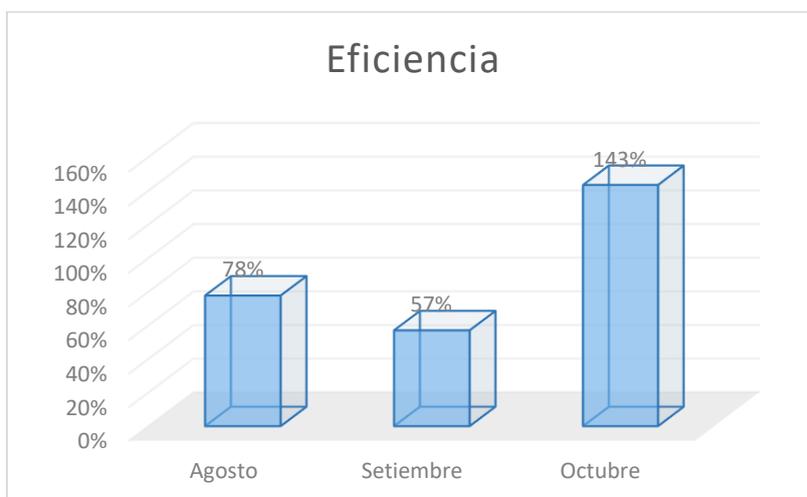
La Tabla 17. Diagnóstico situacional de la eficacia de los procesos de transformación de mármol travertino y la Figura 17. Diagnóstico situacional de la eficacia de los procesos de transformación de mármol travertino tabla y el gráfico muestra que existe una eficacia de 61% en promedio al realizar el diagnóstico situacional.

Tabla 18. Diagnóstico de la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino

DIMENSIÓN	Agosto	Setiembre	Octubre	Promedio
Eficiencia	78%	57%	143%	93%

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Diagnóstico de la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino



Fuente: Elaboración propia

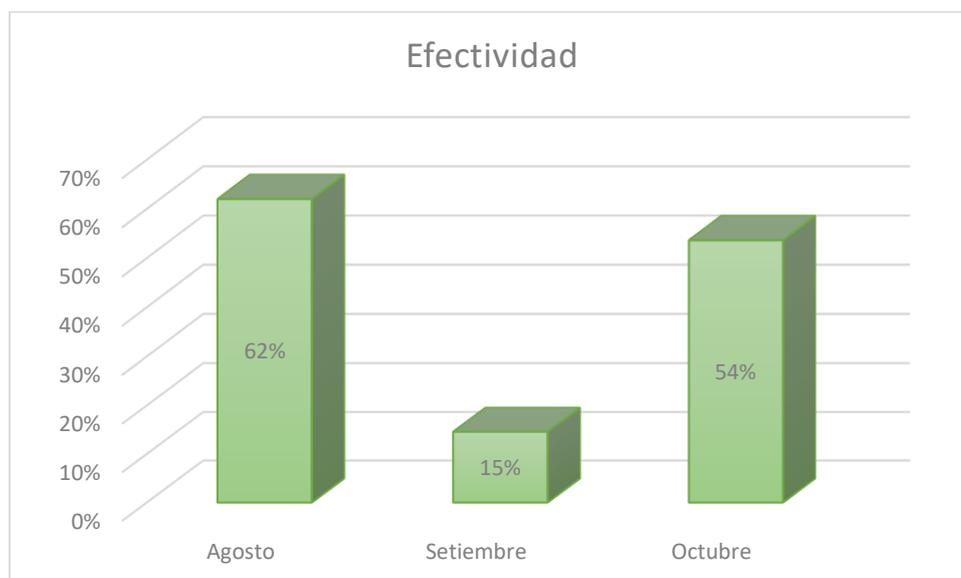
La Tabla 18. Diagnóstico de la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino y la Figura 18. Diagnóstico de la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino muestran una eficiencia promedio de 93% al realizar el diagnóstico situacional.

Tabla 19. Diagnóstico de la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino

	Agosto	Setiembre	Octubre	Promedio
Efectividad	62%	15%	54%	43%

Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Diagnóstico de la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino



Fuente: Elaboración propia

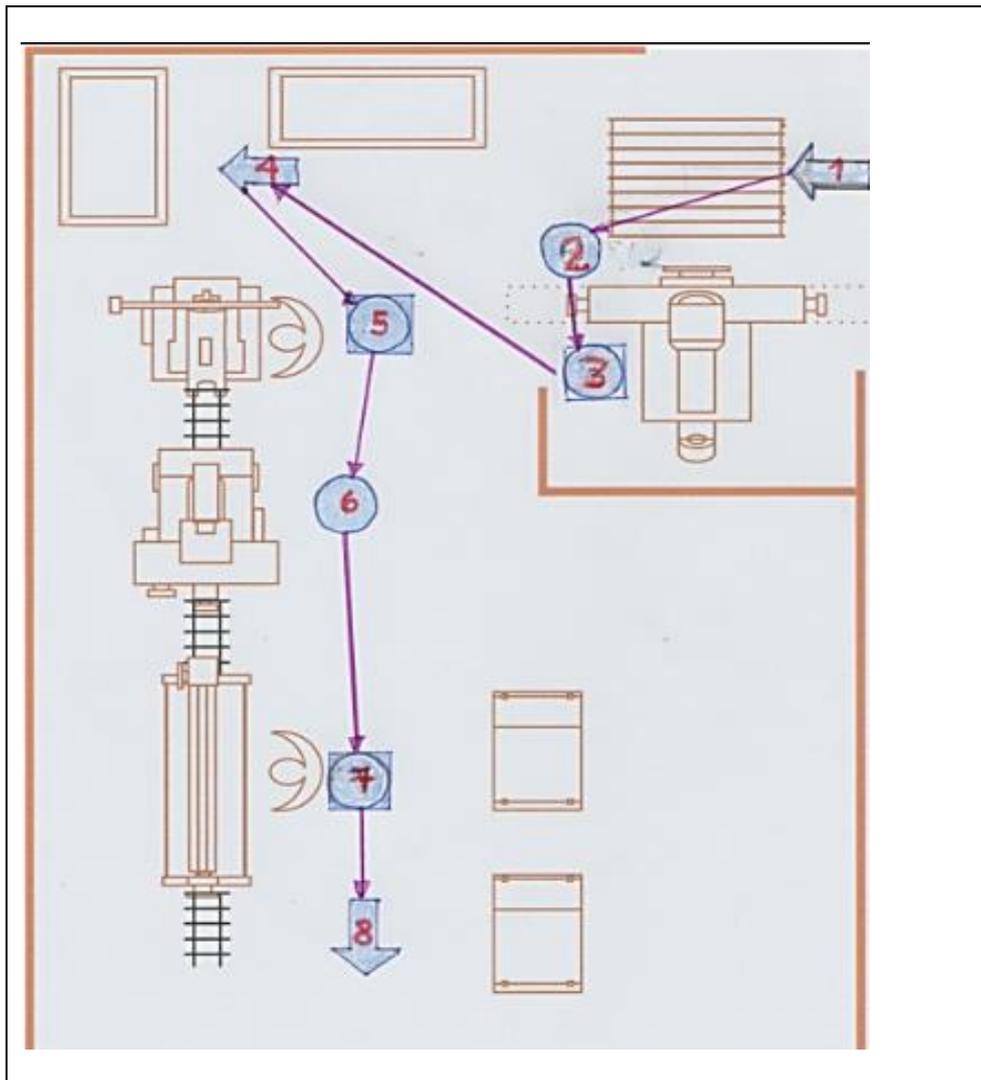
La Tabla 19. Diagnóstico de la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino y la Figura 19. Diagnóstico de la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino muestran que existe una efectividad laboral promedio de 43% al realizar el diagnóstico situacional.

4.1.5. OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO EN EL INSTITUTO REGIONAL DEL MÁRMOL MEDIANTE LA FILOSOFÍA KAIZEN.

4.1.5.1. Optimización de procesos

En primer lugar, antes de optimizar los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol mediante la filosofía Kaizen se presentó el diagrama de recorrido en la cual se muestra los movimientos que realiza la materia prima (mármol) durante todo el proceso de transformación.

Figura 20. Diagrama de recorrido - fase diagnóstica



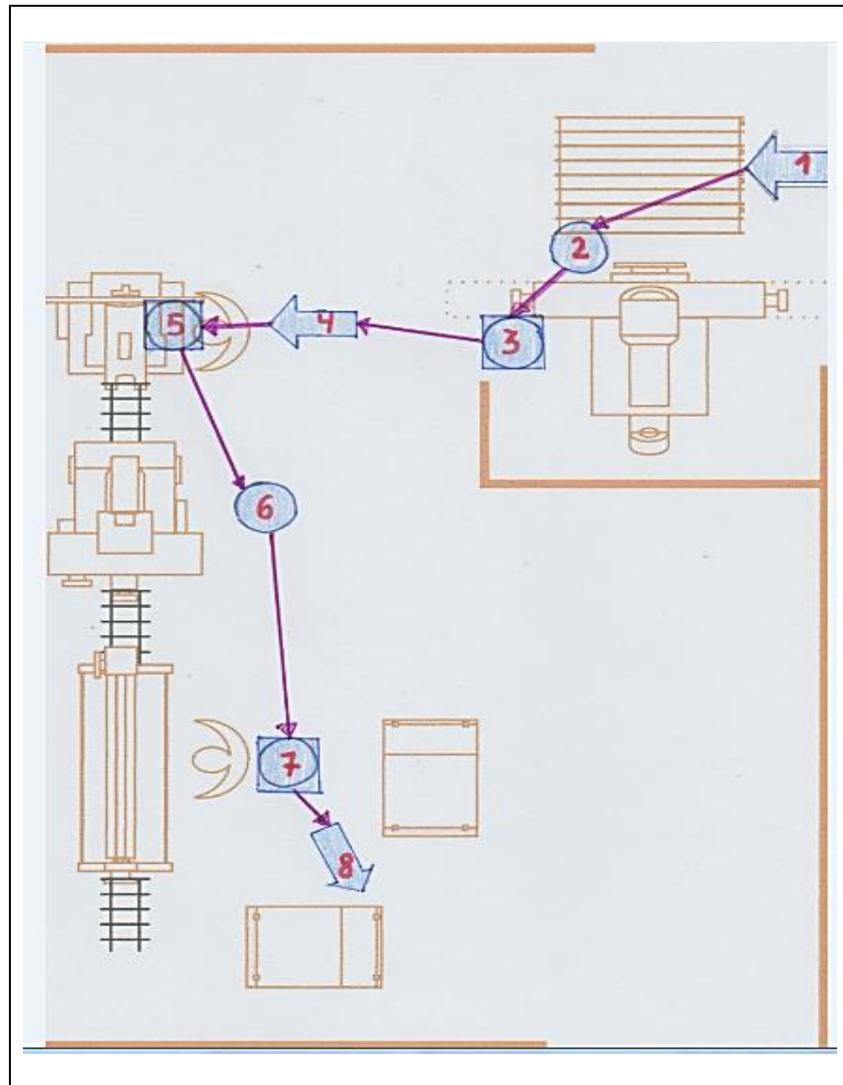
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Figura 20. Diagrama de recorrido - fase diagnóstica se corrobora que el material es transportado con la grúa, luego es descabezado con la máquina descabezadora de 4 columnas, después se corta en filanjas y estas son transportadas hacia un área de almacenamiento temporal, tal como se observa en el transporte N°4 y luego nuevamente son transportadas a la máquina descabezadora de tiras, posteriormente pasan al proceso de calibrado y pulido, seguidamente a la máquina cortadora para ser cortadas en un formato de 40x40 cm, y finalmente son recepcionadas para su embalaje.

De acuerdo a la filosofía Kaizen, los cambios pueden ser pequeños.

Es así que, partiendo de esta filosofía se optimiza la actividad N° 4: Transporte, según la Figura 21. Diagrama de recorrido - mejora Kaizen la actividad de transporte sufre una modificación que consiste en la reducción de sus 2 elementos a 1 solo elemento.

Figura 21. Diagrama de recorrido - mejora Kaizen



Fuente: Elaboración propia

4.1.5.2. Presentación, designación de responsabilidades y compromiso con el jefe de planta.

En primer lugar, luego de diseñar el diagrama de recorrido se presenta la optimización al jefe de planta y a los trabajadores de la planta del Instituto Regional del Mármol en una capacitación titulada “Puesta en

marcha de la optimización mediante Kaizen”, la cual tuvo como objetivos:

- Mostrar cómo es que se trabajaba antes de la optimización.
- Explicar cómo debe ser el recorrido del material de acuerdo a la Figura 21. Diagrama de recorrido - mejora Kaizen.
- Comunicar los resultados del diagnóstico de los indicadores de productividad, eficacia, eficiencia y efectividad.
- Promover el compromiso al cambio designando responsabilidades y comprometiendo a todos los trabajadores.

Figura 22. Capacitación puesta en marcha de la optimización de los procesos



4.1.5.3. Análisis de los puestos de trabajo

En esta etapa se realizó un análisis de cada puesto de trabajo, con el fin de crear una guía de trabajo para capacitar sobre la puesta en marcha de la optimización de los procesos de transformación del mármol travertino.

Tal es así que, se presentó en una capacitación titulada “Optimizando tu puesto de trabajo”, cuyos objetivos fueron:

- Explicar cómo se llevaban a cabo los procesos antes de la optimización de los procesos

- Explicar cómo debería ser el funcionamiento de la optimización de los procesos del mármol travertino.
- Comunicar a los trabajadores acerca de los elementos eliminados, las actividades modificadas.
- Proponer y explicar los controles que se adoptaran para evitar la reparación de los elementos eliminados.

A. TRANSPORTE CON GRÚA

ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	Área	Transporte con grúa
	N° de trabajadores	Dos
	Máquinas utilizadas	Grúa de aguilón Carro portabloque motorizado
	Funciones del trabajador en el puesto	Dirigir los movimientos de la grúa.
<p>El trabajo se realiza en posición de pie toda la jornada. Cuando ingresa la escalla o bloque de mármol, esta es sujeta en la grúa y el operario con el control remoto maneja el movimiento de la grúa, luego el bloque o escalla es desmontado sobre el carro portabloque motorizado y trasladado hacia la máquina cortadora de 4 columnas.</p>		

B. DESCABEZADO DE BLOQUE

ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	Área	Descabezado de bloque
	N° de trabajadores	Dos, uno fijo
	Máquina utilizada	Cortadora de bloques de 4 columnas
	Funciones del trabajador en el puesto	Controlar las medidas del Descabezado del bloque o escalla.
<p>El trabajo se realiza en posición de pie toda la jornada. Cuando ingresa la escalla o bloque de mármol sobre el carro portabloque, esta es centrada mediante el control de la caja PLC. Una vez que coincide el punto centro de la escalla con punto guía de la máquina 4 columnas se enciende la máquina y los discos vertical y horizontal que han sido controladas previamente, inician a descabezar el bloque de mármol hasta darle una forma simétrica.</p>		

C. CORTE DE FILAGNIAS

ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	Área	Corte de filagnias
	N° de trabajadores	Uno
	Máquina utilizada	Cortadora 4 columnas con disco vertical y horizontal

	Funciones del trabajador en el puesto	Controlar el corte de las filagnias
<p>El trabajo se realiza en posición de pie toda la jornada. Cuando la escalla o bloque de mármol ha sido descabezado hasta tener una forma cúbica, automáticamente el operario a través del PLC programa el corte vertical y horizontal para la obtención de filagnias.</p>		

D. TRANSPORTE

ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	Área	Transporte
	N° de trabajadores	1 fijo
	Máquina utilizada	Operación manual
	Funciones del trabajador en el puesto	Transportar las filagnias desde la cortadora 4 columnas hacia la máquina descabezadora de tiras.
<p>Cuando la máquina ha terminado de cortar una pieza de filagnia, esta debe ser transportada por un operario hacia la maquina descabezadora de tiras.</p>		

E. DESCABEZADO DE TIRAS

ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	Área	Descabezado de tiras
	N° de trabajadores	2
	Máquina utilizada	Encabezadora de tiras 1 INTO 600
	Funciones del trabajador en el puesto	Restado de tiras de mármol, control del corte que debe efectuar el mandril
DESCRIPCIÓN DE METODO DE TRABAJO		
<p>En esta operación el operario permanece de pie durante toda la jornada, carga la filagnia para apoyarla en el banco y esta es deslizada sobre las guías de recirculación de bolas hasta coincidir con el punto de la regla y un mandril con movimiento transversal realiza el descabezado de un borde, luego el operario carga la filagnia y la gira apoyándola nuevamente sobre la banca y se repiten los mismo pasos.</p>		

F. CALIBRADO Y PULIDO

ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	Área	Calibrado y pulido
	N° de trabajadores	1 fijo
	Máquina utilizada	Transportador de rodillos motorizados
		Calibradora pulidora
Funciones del trabajador en el puesto	Controlar el proceso de calibrado y pulido de las filagnias	
DESCRIPCIÓN DE METODO DE TRABAJO		
<p>El operario debe controlar en posición de pie durante toda la jornada, cada cierto tiempo se cargan y separan ciertas piezas de filagnia resquebrajadas. Las filagnias descabezadas son transportadas a través del transportador de rodillos motorizados e ingresan hacia la cámara de los mandriles calibradores luego a la zona de alisado y pulido donde dos discos pulidores pulen la superficie según la medida de grosor requerida por el cliente.</p>		

G. CORTE DE BALDOSAS

ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	Área	Corte de baldosas
	N° de trabajadores	1 fijo
	Máquina utilizada	Transportador de rodillos motorizados
		Línea de biselado
Funciones del trabajador en el puesto	Controlar el corte baldosas	
DESCRIPCIÓN DE METODO DE TRABAJO		
<p>El operario debe controlar el biselado de las filagnias, la posición del operario es de pie durante toda la jornada. Esta operación requiere atención para evitar la caída de las baldosas. También se realiza la carga de estas baldosas y el transporte hacia el área de recepción y control.</p>		

H. RECEPCION Y CONTROL

ANÁLISIS DEL PUESTO DE TRABAJO		
	Área	Recepción y control
	N° de trabajadores	1
	Máquina utilizada	Operación manual
	Funciones del trabajador en el puesto	
DESCRIPCIÓN DE METODO DE TRABAJO		
<p>Una vez que la baldosa ha sido cortada, es recogida por el operario y trasladada hacia el almacenamiento para que pueda secarse y luego ser conservado en los contenedores de madera.</p>		

4.1.5.4. Evaluación de los tiempos y movimientos después de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen.

Luego de haber adoptado la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen, se procedió a realizar una evaluación de los tiempos, con el objetivo de determinar los nuevos resultados.

Para la fase inicial se trabaja con una muestra preliminar compuesta por 8 a 10 tomas de tiempo.

Tabla 20. Tiempos preliminares luego de Kaizen

ESTUDIO DE TIEMPOS PRELIMINARES LUEGO DE LA MEJORA KAIZEN

Estudio N°: Reducción de tiempo Hoja N°: 1 Hecho por: Dayana Sihara Aguilar García

Operación	Elemento		X	X ²	N'	(x) ²	N
Transporte con grúa	A	Cargar	11645	10956079	10	135616040	9
	B	Mover	7378	4416169	10	54438721	4
	C	Descargar	7241	4459670	10	52439177	9
Descabezado	D	Descabezado	4361	1575997	10	19018408	4
Corte de filagnias	E	Corte vertical y horizontal	4617	1725356	10	21312442	4
	F	Transporte para almacenamiento	280	6361	10	78585	7
Descabezado de tiras	G	<i>Transporte desde almacenamiento* Elemento eliminado</i>	99	770	10	9843	0
	H	Habilitado de primer borde	165.46	2291	9	27377	6
	I	Corte de primer borde	105.24	836	10	11075	8
	J	Habilitado para segundo corte	115.28	1082	10	13289	7
	K	Corte de segundo borde	90.57	703	9	8203	15
Calibrado y pulido de filagnias	L	Transporte por faja	1329.78	148409	9	1768315	4
	M	Calibrado y pulido	4190.00	1560347	10	17556100	22
Corte de baldosas	N	Transporte por faja	264.03	6153	8	69712	10
	O	Corte en baldosas	232.56	4619	8	54084	17
Recepción y control de producto	P	Recepción y transporte	204.22	3868	8	41706	1

UNIDAD DE TIEMPO	Segundos
-------------------------	----------

TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN	42319
----------------------------------	-------

REGISTROS																
CE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	1108	729.9	660.14	394.44	432.76	29.12	10.11	19.87	12.40	12.32	9.68	154.52	326.12	36.50	36.12	25.59
2	1206	712.2	613.62	418.92	472.63	26.14	11.48	19.16	11.10	10.07	11.10	157.23	336.80	35.85	30.12	26.32
3	1217.8	714.1	702.21	428.90	483.13	32.19	10.73	18.19	10.09	11.30	12.30	149.12	450.13	34.12	29.13	24.82
4	1090.67	789.2	736.12	487.92	450.20	29.15	8.59	18.12	10.09	10.20	9.00	149.49	450.14	31.02	28.13	25.11
5	1096.12	715.4	789.9	441.28	440.13	27.01	9.11	17.14	10.42	11.26	9.40	136.26	436.14	31.17	28.92	25.10
6	1001.23	710.3	707.02	442.87	512.42	26.16	9.90	17.12	10.11	11.90	10.04	138.23	412.52	29.92	26.10	26.12
7	1206.08	724.3	780.92	437.29	459.13	26.16	7.24	16.90	10.09	12.12	9.12	156.80	401.40	29.71	27.92	26.10
8	1286.98	792.4	752.02	421.34	457.92	29.10	12.32	19.75	11.06	12.02	10.06	149.33	492.14	35.74	26.12	25.06
9	1286.79	789.2	725.29	448.92	459.10	28.15	10.52	19.21	9.98	11.89	9.87	138.80	450.12			
10	1145.76	701.3	774.25	439.13	449.12	27.15	9.21		9.90	12.20			434.49			
TO	11645.4	7378	7241.49	4361	4616.5	280.33	99.21	165.5	105.2	115.28	90.57	1329.78	4190	264.03	232.6	204.2

Los datos mostrados corresponden a los tiempos muestrales luego de la optimización de los procesos de transformación de los procesos del mármol travertino; y para estandarizar el valor del control de tiempos y movimientos de cada elemento se aplica la fórmula Fórmula 1. Cálculo muestral y por cada elemento se realizan nuevas observaciones tal como se muestra en la Tabla 21. Estudio de tiempos en la fase de mejora.

Tabla 21. Estudio de tiempos en la fase de mejora

ESTUDIO DE TIEMPOS FASE DE MEJORA											
Estudio N°: 6		Hoja N°: 1			Hecho por: Dayana Sihara Aguilar García						
Operación	Elemento		X	TO	FV	TN	SUP.	T. std	f	T std*	
Transporte con grúa	A	Cargar	12345.02	1371.67	1.1	1508.84	0.25	1886	0.0035	6.59	
	B	Mover	2846.89	711.72	1.1	782.89	---	782.89	0.0035	2.74	
	C	Descargar	6584.76	731.64	1.1	804.80	0.2	965.76	0.0035	3.38	
Descabezado de bloque	D	Descabezado	1593.36	398.34	1.1	438.17	0.25	547.72	0.0182	9.96	
Corte de filagnias	E	Corte vertical y horizontal	1034.23	258.56	1.1	284.41	---	284.41	0.5	142.21	
Transporte	F	Transporte para almacenamiento	191.72	27.39	1.1	30.13	0.2	36.153	0.5	18.08	
	G	<i>Transporte desde almacenamiento* Elemento eliminado</i>	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	
Descabezado de tiras	H	Habilitado de primer borde	86.78	14.46	1.05	15.19	0.38	20.957	1	20.96	
	I	Corte de primer borde	87.40	10.93	1.1	12.02	0.47	17.666	1	17.67	
	J	Habilitado para segundo corte	70.98	10.14	1.05	10.65	0.38	14.693	1	14.69	
	K	Corte de segundo borde	148.43	9.90	0.95	9.40	0.38	12.972	1	12.97	
Calibrado y pulido	L	Transporte por faja	534.11	133.53	1.05	140.20	---	140.2	0.5	70.10	
	M	Calibrado y pulido	9004.72	409.31	1	409.31	---	409.31	0.5	204.65	
Corte de baldosas	N	Transporte por faja	297.01	29.70	1.1	32.67	---	32.671	0.5	16.34	
	O	Corte en baldosas	435.84	25.64	1.1	28.20	---	28.201	0.5	14.10	
Recepción y control	P	Recepción y transporte	108.96	21.79	1.1	23.97	0.29	23.971	1	23.97	
UNIDAD DE TIEMPO		Segundos		TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN				578.4			

REGISTROS																
CE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	1365.24	710.12	735.67	385.72	245.14	27.18		15.12	11.29	10.21	9.55	134.63	400.16	29.49	26.03	21.12

2	1368.87	711.52	734.96	409.14	312.42	26.98		15.20	10.55	9.75	9.56	135.26	406.12	29.12	26.08	22.02
3	1362.52	710.13	733.85	400.00	241.52	27.02		14.02	10.52	10.21	10.04	131.87	400.06	30.08	26.45	22.10
4	1383.13	715.12	734.01	398.50	235.15	27.15		14.29	10.80	10.20	9.65	132.35	416.26	31.10	24.72	22.16
5	1371.72		733.95			27.67		14.23	10.76	10.20	9.87		416.13	29.02	25.03	21.56
6	1362.15		730.85			27.67		13.92	11.03	10.20	10.03		415.14	29.12	25.22	
7	1374.12		720.76			28.05			11.13	10.21	9.52		401.2	30.20	25.12	
8	1383.13		731.86						11.32		9.45		410.1	29.90	25.38	
9	1374.14		728.85								10.25		410.02	28.90	25.72	
10											9.87		411	30.08	25.09	
11											10.01		410.14		26.57	
12											10.16		409.06		25.06	
13											10.13		410.13		27.16	
14											10.20		412.11		25.26	
15											10.14		401.4		26.13	
16													408.7		26.1	
17													408.78		24.72	
18													416.27			
19													423.16			
20													400.1			
21													412			
22													406.68			
TO	12345.02	2846.89	6584.76	1593.36	1034.23	191.72	0.00	86.78	87.40	70.98	148.43	534.11	9004.72	297.01	435.84	108.96

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 21. Estudio de tiempos en la fase de mejora nos muestra los tiempos correspondientes a los tiempos estandarizados de cada elemento. Se observa la variación de los tiempos una vez que se ha eliminado el elemento “transporte desde almacenamiento” y reemplazado por “transporte para habilitado” correspondiente a la actividad N°4.

4.1.5.5. Herramientas de mejora de la filosofía Kaizen para la optimización los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol.

En la fase de mejora, la herramienta SIPOC tiene los mismos proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes, por lo que no se vuelve a detallar la misma información.

Tabla 22. Datos para el mapa de valor - fase de mejora Kaizen

DATOS PARA EL MAPA DE VALOR FASE DE MEJORA KAIZEN													
N°	Operación	Actividad	Hora inicio	Hora fin	Cant	Productividad Piezas/H-h	Horas	Horas	Unid/h-H	Unid/min-H	Estudio de tiempos		
											T/C	T/C + ANV	ANAV
											AAV		
1	Transporte con grúa	Cargar	08:21	09:25	286	268.13	01:04	1.07	268.13	0.22	6.59	13.43	6.83
		Mover	10:38	11:00	286	780.00	00:22	0.37	780.00	0.08	2.74	4.62	1.88
		Descargar	09:58	10:20	286	780.00	00:22	0.37	780.00	0.08	3.38	4.62	1.24
2	Descabezado	Descabezado	12:06	13:33	286	197.24	01:27	1.45	197.24	0.30	9.96	18.25	8.29
3	Corte de filagnias	Corte vertical y horizontal	08:16	15:26	100	13.95	07:10	7.17	13.95	4.30	142.21	258.00	115.79
4	Transporte	Transporte para almacenamiento	12:27	14:21	286	150.53	01:54	1.90	150.53	0.40	18.08	23.92	5.84
		Transporte desde almacenamiento	12:30	14:29	286	0.00				0.00	0.00	0.00	0.00
5	Descabezado de tiras	Habilitado para primer corte	09:31	12:46	286	88.00	03:15	3.25	88.00	0.68	20.96	40.91	19.95
		Corte de primer borde	11:01	12:46	286	163.43	01:45	1.75	163.43	0.37	17.67	22.03	4.36
		Habilitado para segundo corte	10:11	12:21	286	132.00	02:10	2.17	132.00	0.45	14.69	27.27	12.58
		Corte de segundo borde	08:32	10:12	286	171.60	01:40	1.67	171.60	0.35	12.97	20.98	8.01
6	Calibrado y pulido	Transporte por faja	08:02	14:28	286	44.46	06:26	6.43	44.46	1.35	70.10	80.98	10.88
		Calibrado y pulido	08:23	16:02	115	15.03	07:39	7.65	15.03	3.99	204.65	239.48	34.83
7	Corte de baldosas	Transporte por faja	09:33	11:17	286	165.00	01:44	1.73	165.00	0.36	16.34	21.82	5.48
		Corte en baldosas	15:02	16:50	286	158.89	01:48	1.80	158.89	0.38	14.10	22.66	8.56
8	Recepción y control	Recepción y transporte	12:00	14:32	286	112.89	02:32	2.53	112.89	0.53	23.97	31.89	7.92

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 22. Datos para el mapa de valor - fase de mejora Kaizen, se muestran los tiempos de ciclo de cada elemento, así como también los tiempos de las actividades que agregan y no agregan valor.

Tabla 23. Mapa de valor de los procesos de transformación productiva del mármol travertino - fase mejora Kaizen

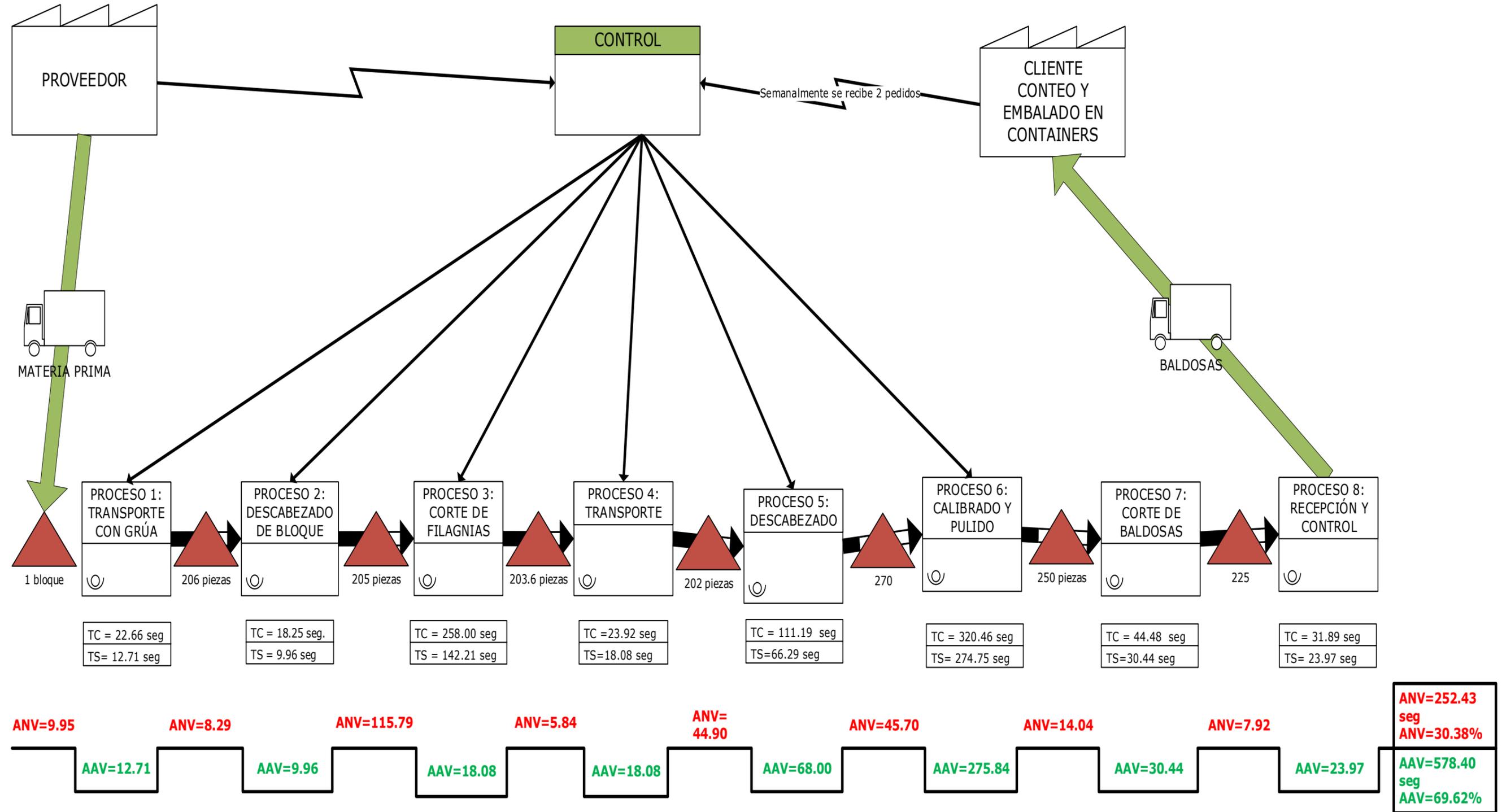
MAPA DE VALOR DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO - FASE DE MEJORA KAIZEN											
Operación	TC ACTUAL	AAV	ANAV	Elemento	Máquina	TC	TC + ANAV	ANAV	AAV	ANAV	TC ACTUAL
						seg/pieza	seg/pieza	seg/pieza	seg/pieza	seg/pieza	seg/pieza
Transporte con grúa	22.66	12.71	9.95	Cargar	CPM NT4	6.59	13.43	6.83	6.59	6.83	13.43
				Mover	CPM NT4	2.74	4.62	1.88	2.74	1.88	4.62
				Descargar	CPM NT4	3.38	4.62	1.24	3.38	1.24	4.62
Descabezado	18.25	9.96	8.29	Descabezado	Manual	9.96	18.25	8.29	9.96	8.29	18.25
Corte de filagnias	258.00	142.21	115.79	Corte vertical y horizontal	NT4 2M - 1700	142.21	258.00	115.79	142.21	115.79	258.00
Transporte	23.92	18.08	5.84	Transporte para almacenamiento	Manual	18.08	23.92	5.84	18.08	5.84	23.92
				Transporte desde almacenamiento	Manual	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Descabezado de tiras	111.19	66.29	44.90	Habilitado para primer corte	Manual	20.96	40.91	19.95	20.96	19.95	40.91
				Corte de primer borde	1 INTO 600	17.67	22.03	4.36	17.67	4.36	22.03
				Habilitado para segundo corte	Manual	14.69	27.27	12.58	14.69	12.58	27.27
				Corte de segundo borde	1 INTO 600	12.97	20.98	8.01	12.97	8.01	20.98
Calibrado y pulido	320.46	274.75	45.70	Transporte por faja	LM600RX 28 / 210 INT RX	70.10	80.98	10.88	70.10	10.88	80.98
				Calibrado y pulido	LM600RX 28 / 210 INT RX	204.65	239.48	34.83	204.65	34.83	239.48
Corte de baldosas	44.48	30.44	14.04	Transporte por faja	60RLM 30OS-P	16.34	21.82	5.48	16.34	5.48	21.82
				Corte en baldosas	SMM 600-24	14.10	22.66	8.56	14.10	8.56	22.66
Recepción y control	31.89	23.97	7.92	Recepción y transporte	Manual	23.97	31.89	7.92	23.97	7.92	31.89

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 23. Mapa de valor de los procesos de transformación productiva del mármol travertino - fase mejora Kaizen, muestra los tiempos correspondientes a cada actividad, tiempos de las actividades que agregan y no agregan valor a los procesos de transformación productiva del mármol travertino.

Value Stream Mapping

Tabla 24. Value Stream Mapping - fase mejora Kaizen



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 23. Mapa de valor de los procesos de transformación productiva del mármol travertino - fase mejora Kaizen y a la Tabla 24. Value Stream Mapping - fase mejora Kaizen, se obtiene como resultado lo siguiente:

AAV=578.40 segundos; que representa un 69,62%

ANAV=252.43 segundos; que representa el 30.38%

4.1.5.6. Evaluación de la productividad luego de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol mediante la filosofía Kaizen.

La Tabla 25. Demanda de baldosas luego de la optimización de procesos , nos muestra la demanda de baldosas de 40x40 cm durante la evaluación final.

Tabla 25. Demanda de baldosas luego de la optimización de procesos

	Noviembre	Enero	Febrero
Pzas 40x40	2912	2836	2448

Tabla 26. Demanda de baldosas durante la evaluación final de la productividad

PRODUCCIÓN PROGRAMADA - SEMANAL (UNIDADES DE PRODUCCIÓN)			
Meses	Noviembre	Enero	Febrero
TOTAL	2912	2836	2448
PRODUCCIÓN REAL - SEMANAL (UNIDADES DE PRODUCCIÓN)			
Meses	Noviembre	Enero	Febrero
TOTAL	2894	2798	2400
HORAS - HOMBRE PROGRAMADAS (RECURSOS PROGRAMADOS)			
Meses	Noviembre	Enero	Febrero
TOTAL	182	154	168
HORAS - HOMBRE REALES (RECURSOS UTILIZADOS)			
Meses	Noviembre	Enero	Febrero
TOTAL	290	182	140

Fuente: Elaboración propia

A partir de la Tabla 26. Demanda de baldosas durante la evaluación final de la productividad, se obtuvieron los siguientes datos con respecto a la producción real, producción programada, horas-hombre

programada, horas-hombre reales. Las cuales se presentan en la Tabla 27. Demanda total, producción, horas-hombre programadas y reales durante la evaluación final de la productividad.

Tabla 27. Demanda total, producción, horas-hombre programadas y reales durante la evaluación final de la productividad

CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD			
	NOVIEMBRE	ENERO	FEBRERO
H-H REALES	290	182	140
H-H PROGRAMADAS	182	154	168
PROD. REAL	2894	2798	2400
PROD. PROGRAMADA	2912	2836	2448

Fuente: Elaboración propia

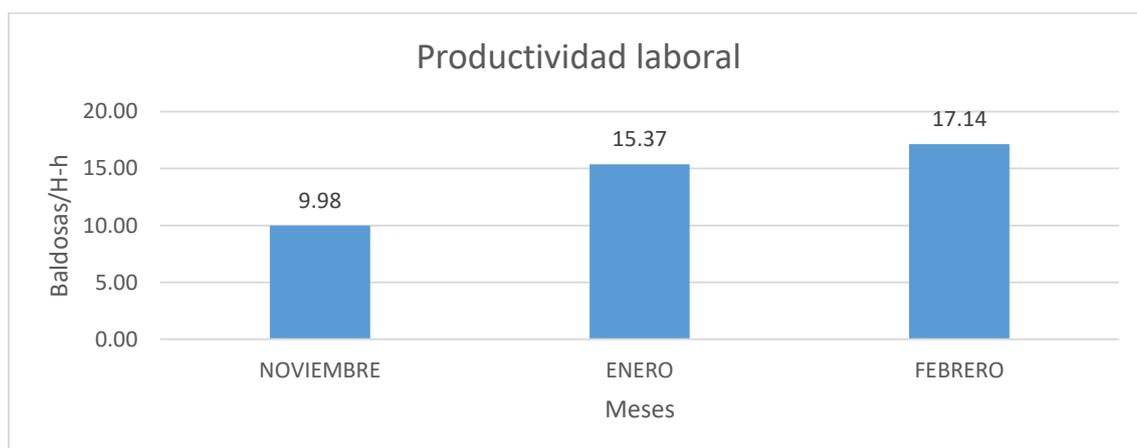
En función a los datos recolectados se procede a calcular la productividad, eficacia, eficiencia y la efectividad final luego de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen.

Tabla 28. Evaluación final de la productividad

	NOVIEMBRE	ENERO	FEBRERO	PROMEDIO
Productividad	9.98	15.37	17.14	14.17

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Evaluación final de la productividad



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 28. Evaluación final de la productividad y la Figura 23. Evaluación final de la productividad, nos muestran que se registró una productividad promedio de 14.17 baldosas/hora-hombre luego de la optimización de los procesos de transformación

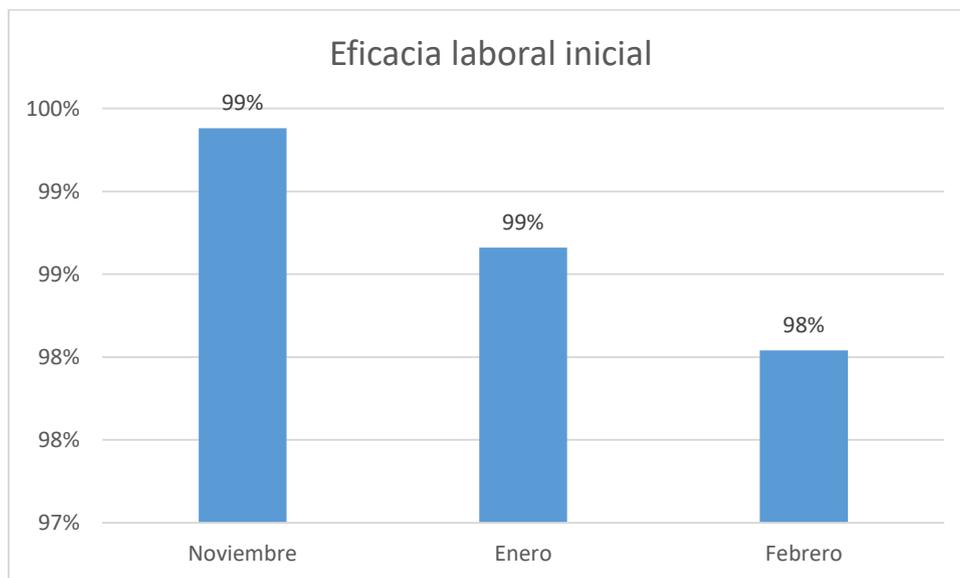
productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen, destacando un crecimiento positivo desde el mes de Noviembre.

Tabla 29. Evaluación final de la eficacia

	Noviembre	Enero	Febrero	Promedio
Eficacia laboral	99%	99%	98%	99%

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Evaluación final de la eficacia



Fuente: Elaboración propia

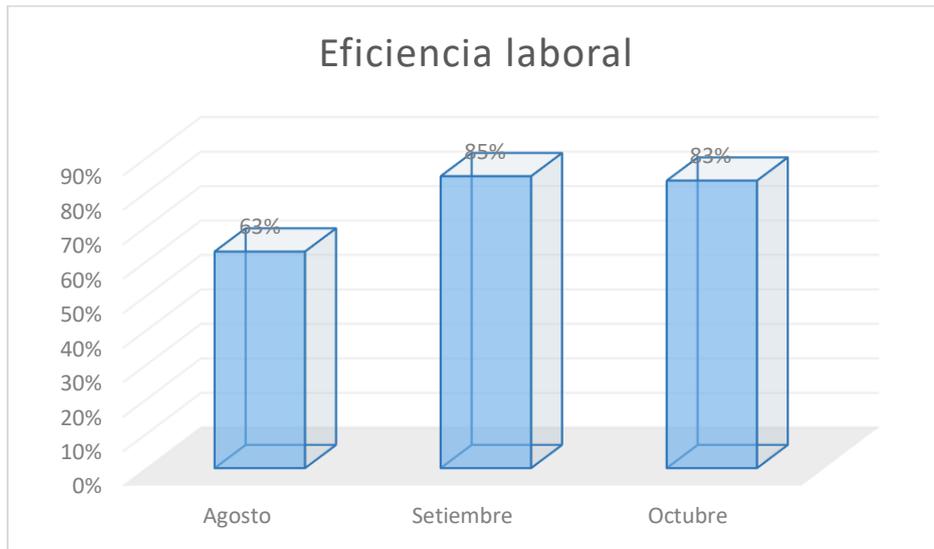
La Figura 24. Evaluación final de la eficacia y la Tabla 29. Evaluación final de la eficacia, nos muestran una eficacia promedio de 99%, luego de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto del Mármol, cabe mencionar que se observa la descendencia mínima del porcentaje respectivo.

Tabla 30. Evaluación final de la eficiencia

DIMENSIÓN	Noviembre	Enero	Febrero	Promedio
Eficiencia	63%	85%	83%	77%

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Evaluación final de la eficiencia



Fuente: Elaboración propia

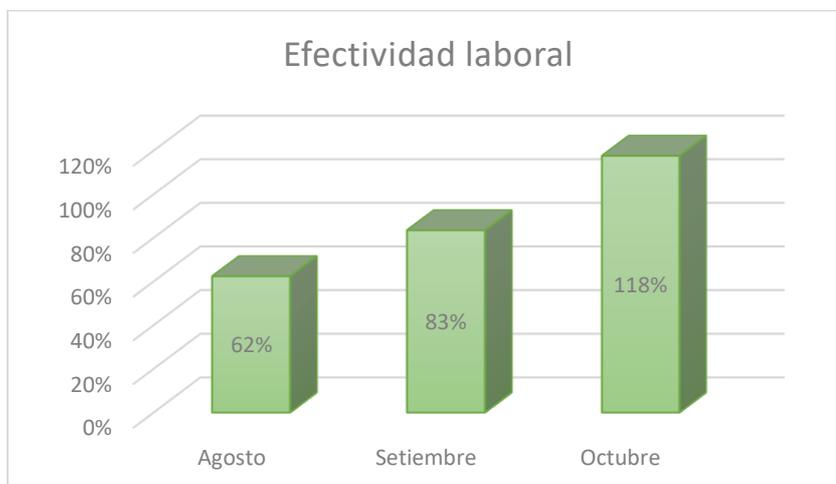
La Tabla 30. Evaluación final de la eficiencia y la Figura 25. Evaluación final de la eficiencia, nos muestran una eficacia final promedio de 77% luego de la optimización de los procesos de transformación productividad del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen, destacando un crecimiento sostenible.

Tabla 31. Evaluación final de la efectividad

	Noviembre	Enero	Febrero	Promedio
Efectividad	62%	83%	118%	88%

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Evaluación final de la efectividad



Fuente: Elaboración propia

La Figura 26. Evaluación final de la efectividad y la Tabla 31. Evaluación final de la efectividad, nos muestran una efectividad promedio de 88% luego de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen.

4.1.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN PRODUCTIVA DEL MÁRMOL TRAVERTINO EN EL INSTITUTO REGIONAL DEL MÁRMOL MEDIANTE LA FILOSOFÍA KAIZEN.

Tabla 32. Comparación de TC de los procesos de transformación productiva del mármol travertino

	Transporte con grúa	Descabezado de bloque/escalla	Corte de filagnias	Transporte	Descabezado de tiras	Calibrado y pulido de filagnias	Corte de baldosas	Recepción y control	Total
Antes	58.53	30	194	71.75	144.97	406.52	71.54	54.13	1031.44
Después	22.66	18.25	258	23.92	111.19	320.46	44.48	31.89	830.85

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 32. Comparación de TC de los procesos de transformación productiva del mármol travertino, muestra la comparativa general de los tiempos de ciclo (TC) de cada operación, se observa que el cambio en el tiempo de ciclo antes de la optimización de los procesos era igual a 1031.44 segundos, y luego de la optimización mediante la filosofía Kaizen, el TC es igual a 830.85 segundos.

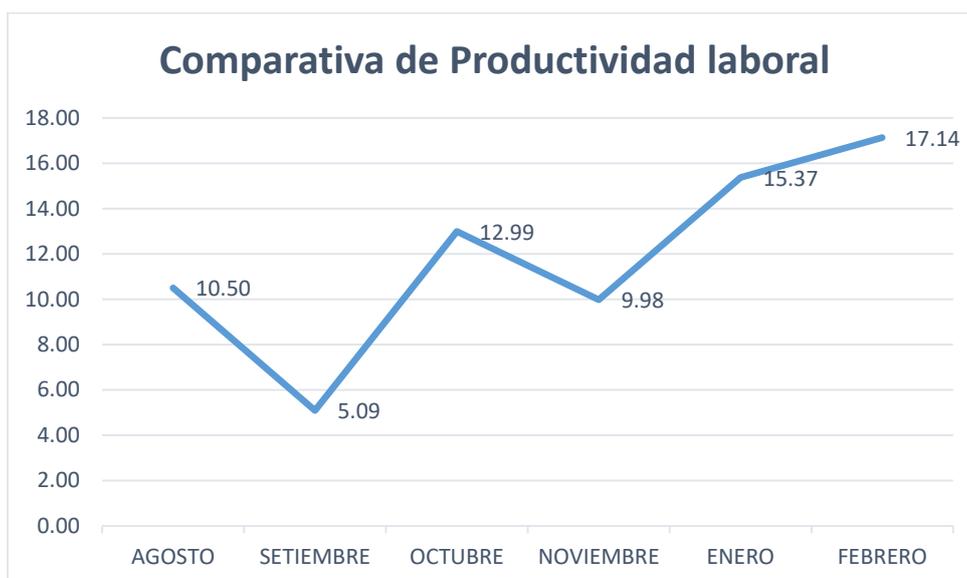
Al analizar estos resultados se puede afirmar que el TC controlado inicialmente se ha reducido, por lo que se puede afirmar que la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen fue significativa y efectiva.

Tabla 33. Comparativa de nivel de productividad

	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	ENERO	FEBRERO
Productividad	10.50	5.09	12.99	9.98	15.37	17.14

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Comparativa de la productividad



Fuente: Elaboración propia

La Tabla 33. Comparativa de nivel de productividad y la

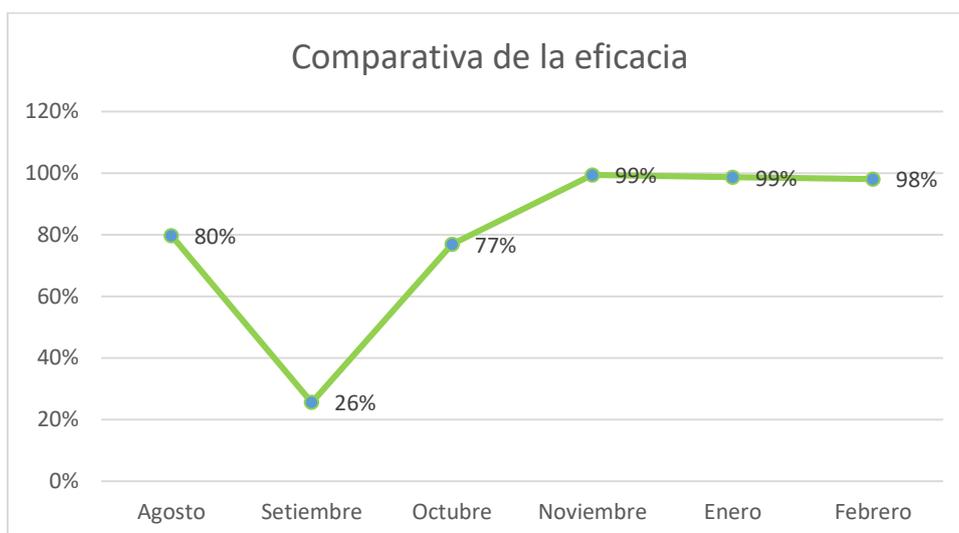
Figura 27. Comparativa de la productividad nos muestran la comparativa de la productividad el cual inicio en 10.50 baldosas por hora-hombre y mejoro hasta 17.14 baldosas por hora-hombre, por lo que se puede concluir que la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen ha optimizado la productividad en 6.64 baldosas por hora-hombre.

Tabla 34. Comparativa de la eficacia

	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Enero	Febrero
Eficacia laboral	80%	26%	77%	99%	99%	98%

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Comparativa de la eficacia



Fuente: Elaboración propia

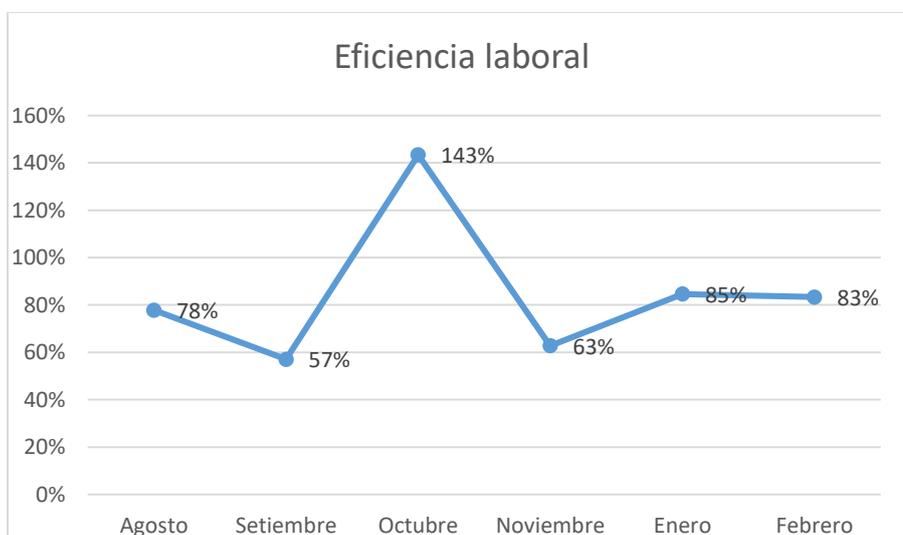
La Figura 28. Comparativa de la eficacia y la Tabla 34. Comparativa de la eficacia, nos muestran un crecimiento notable en la eficacia que inició en un 80% y creció hasta un 98%. De esta manera se puede concluir que la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen mejoró la eficacia en un 18%

Tabla 35. Comparativa de la eficiencia

DIMENSIÓN	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Enero	Febrero
Eficiencia laboral	78%	57%	143%	63%	85%	83%

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Comparativa de la eficiencia



Fuente: Elaboración propia

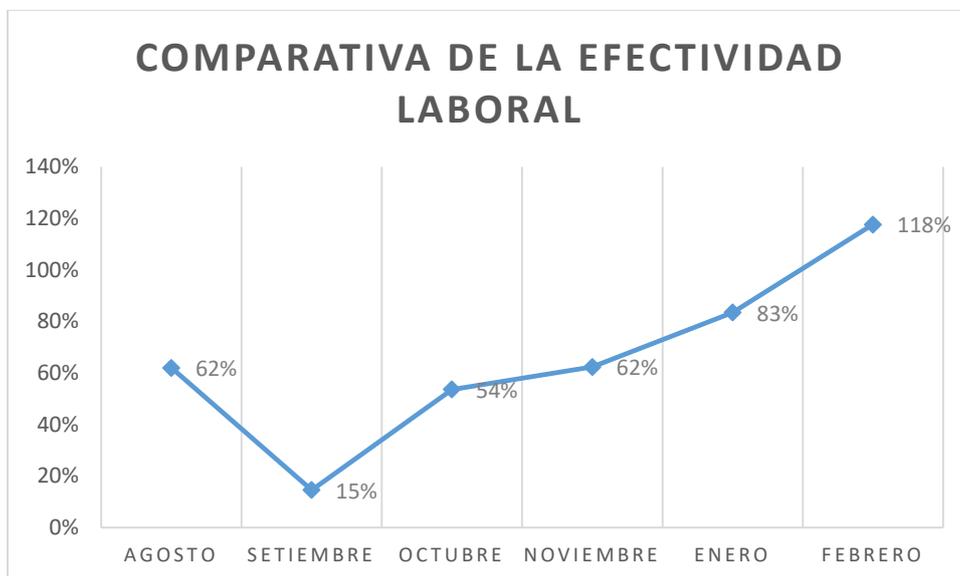
La Tabla 35. Comparativa de la eficiencia y la Figura 29. Comparativa de la eficiencia, nos muestran un crecimiento notable de la eficiencia que inició con un 78% y creció hasta 83%. De esta manera se puede concluir que la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen mejoró la eficiencia en un 5%.

Tabla 36. Comparativa de la efectividad

	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Enero	Febrero
Efectividad laboral	62%	15%	54%	62%	83%	118%

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Comparativa de la efectividad



Fuente: Elaboración propia

La Figura 30. Comparativa de la efectividad y la Tabla 36. Comparativa de la efectividad, nos muestran un crecimiento de la efectividad que inició con 62% y mejoró hasta 118%. Por lo que se puede concluir que la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto del Mármol mediante la filosofía Kaizen ha mejorado la efectividad en un 56%.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la realización de la prueba de hipótesis general se utilizaron los datos recopilados por los registros del control de tiempos por cada proceso.

Transporte con grúa	ANTES DE LA FILOSOFÍA KAIZEN	DESPUÉS DE LA FILOSOFÍA KAIZEN
1	58.53	22.66
2	57.15	21.86
3	58.9	22.64
4	58.76	22.6
5	58.36	21.98
6	57.89	21.89
7	59.03	22.02
8	58.72	22.14
9	58.52	21.93
10	58.02	21.42
11	58.11	21.15

Descabezado de bloque/escalla	ANTES DE LA FILOSOFÍA KAIZEN	DESPUÉS DE LA FILOSOFÍA KAIZEN
1	30	18.25
2	29.87	18.22
3	29.63	18.63
4	29.63	19.51
5	30.13	18.21
6	30.15	18.12
7	29.63	18.24
8	31.42	18.18
9	31.13	18.17
10	30.14	18.12
11	30.29	18.2

Corte de filagnias	ANTES DE LA FILOSOFÍA KAIZEN	DESPUÉS DE LA FILOSOFÍA KAIZEN
1	194	258
2	193.74	257.11
3	194.13	258.11
4	194.16	257.9
5	193.89	257.83
6	194.73	258.02
7	193.89	257.42
8	194.02	257.5
9	194.11	257.17
10	193.75	258.07
11	194.24	258.02

Transporte	ANTES DE LA FILOSOFÍA KAIZEN	DESPUÉS DE LA FILOSOFÍA KAIZEN
1	71.75	23.92
2	70.98	23.91
3	71.75	23.12
4	70.86	24.12
5	71.65	23.74
6	71.89	23.85
7	72.85	24.12
8	71.63	24.09
9	70.9	24.1
10	71.7	23.75
11	71.73	23.64

Descabezado de tiras	ANTES DE LA FILOSOFÍA KAIZEN	DESPUÉS DE LA FILOSOFÍA KAIZEN
1	144.97	111.19
2	145.02	111.78
3	144.95	111.18
4	144.76	111.73
5	145.87	112.02
6	145.12	111.78
7	144.98	111.15
8	144.12	111.17
9	145.11	111.32
10	145.1	111.18
11	144.87	111.28

Calibrado y pulido de filagnias	ANTES DE LA FILOSOFÍA KAIZEN	DESPUÉS DE LA FILOSOFÍA KAIZEN
1	406.52	320.46
2	405.98	320.4
3	406.12	320.36
4	406.5	320.18
5	406.45	320.33
6	406.57	320.16
7	405.98	321.25
8	406.12	320.15
9	406.36	320.64
10	406.89	320.18
11	406.48	320.4

Corte de baldosas	ANTES DE LA FILOSOFÍA KAIZEN	DESPUÉS DE LA FILOSOFÍA KAIZEN
1	71.54	44.48
2	71.5	44.47
3	72.18	44.46
4	71.53	44.49
5	71.33	44.51
6	71.27	45.12
7	71.53	45.02
8	71.36	44.52
9	71.45	44.4
10	71.47	44.33
11	71.32	44.12

Recepción y control	ANTES DE LA FILOSOFÍA KAIZEN	DESPUÉS DE LA FILOSOFÍA KAIZEN
1	54.13	31.89
2	53.96	31.87
3	53.12	32.02
4	54.12	31.78
5	54.15	31.88
6	54.2	31.35
7	54.4	31.98
8	54.1	31.88
9	54.17	31.85
10	54.2	31.88
11	54.155	31.92

Los datos anteriores se muestran en la siguiente tabla

	ANTES DE KAIZEN	DESPUÉS DE KAIZEN
TC1	1031.44	830.85
TC2	1028.2	829.62
TC3	1030.78	830.52
TC4	1030.32	832.31
TC5	1031.83	830.5
TC6	1031.82	830.29
TC7	1032.29	831.2
TC8	1031.49	829.63
TC9	1031.75	829.58
TC10	1031.27	828.93
TC11	1031.195	828.73

Para contrastar las hipótesis específicas considerando el antes y después de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino se basa en datos de control semanal, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 37. Datos de la productividad, eficacia, eficiencia y efectividad de los procesos, antes y después de la optimización de los procesos.

	PRODUCTIVIDAD		EFICACIA		EFICIENCIA		EFECTIVIDAD	
1	5.18	12.2	52	68	76	80	48	52
2	5.2	11.25	60	70	77	85	47	55
3	6.2	10.58	62	75	78	86	50	56
4	7.7	11.12	65	70	82	88	52	54
5	6.7	12.13	68	78	80	80	50	58
6	10.5	9.98	80	99	78	83	62	62
7	5.09	15.37	26	9	57	88	15	83
8	6.99	17.14	77	98	73	92	54	98
9	9.12	12.99	70	79	78	82	52	78
10	7.12	10.32	65	82	92	88	50	78
11	6.58	12.48	60	88	95	83	54	80
12	8.12	13.12	59	88	80	84	53	86
13	8.19	14.16	50	89	76	90	50	82
14	7.15	15.12	62	90	72	91	55	80
15	7.18	14.98	65	91	77	90	56	79
16	7.28	14.25	64	92	75	88	52	81
17	7.37	14.12	67	79	72	81	53	83
18	8.02	13.6	66	88	75	87	54	84
19	7.98	13.98	67	91	73	88	56	82
20	8.15	12.87	68	92	74	89	53	82
21	6.34	13.16	59	79	73	84	52	84

22	5.78	12.67	58	81	73	85	55	86
23	6.13	13.5	59	88	72	85	57	84
24	7.14	11.87	61	84	70	86	52	79
25	8.15	11.98	65	84	76	84	53	79
26	7.13	12.67	55	86	64	88	51	74
27	7.15	13.67	62	88	74	81	52	89
28	8.12	13.85	61	81	80	86	56	82

Fuente: Elaboración propia

Con estos datos es posible contrastar y dar validez a las pruebas de hipótesis.

Hipótesis general

La filosofía Kaizen optimiza significativamente los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

Hipótesis a contrastar

Ho: No existe diferencia significativa en la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol antes y después de la filosofía Kaizen

Hi: Existe diferencia significativa en la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol antes y después de la filosofía Kaizen

- Nivel de significancia = 5% = 0.05

Tabla 38: Datos estadísticos de los tiempos de ciclo (optimización)			Tabla 39. Test de Shapiro Wilk de los tiempos de ciclo (optimización)																	
	<i>ANTES</i>	<i>DESPUÉS</i>	Shapiro-Wilk Test																	
Mean	1031.125909	830.196364																		
Standard Error	0.334513771	0.314707																		
Median	1031.44	830.29																		
Standard Deviation	1.109456665	1.04376504																		
Sample Variance	1.230894091	1.08944545																		
Kurtosis	5.056210916	0.27076153																		
Skewness	2.060880978	0.53788664																		
Range	4.09	3.58																		
Maximum	1032.29	832.31																		
Minimum	1028.2	828.73																		
Sum	11342.385	9132.16																		
Count	11	11																		
Geometric Mean	1031.125366	830.195767																		
Harmonic Mean	1031.124822	830.195171																		
AAD	0.741404959	0.81669421																		
MAD	0.38	0.67																		
IQR	0.7975	1.085																		
			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><i>ANTES</i></th> <th><i>DESPUES</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>W-stat</td> <td>0.79134306</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>p-value</td> <td>0.00723714</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>alpha</td> <td>0.05</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>normal</td> <td>no</td> <td>yes</td> </tr> </tbody> </table>				<i>ANTES</i>	<i>DESPUES</i>	W-stat	0.79134306	5	p-value	0.00723714	3	alpha	0.05	0.05	normal	no	yes
	<i>ANTES</i>	<i>DESPUES</i>																		
W-stat	0.79134306	5																		
p-value	0.00723714	3																		
alpha	0.05	0.05																		
normal	no	yes																		

Fuente: Real statistics

De acuerdo a la Tabla 39. Test de Shapiro Wilk de los tiempos de ciclo (optimización) se observa un valor de p menor a 0.05, por lo que se procede a evaluar mediante T de student.

Tabla 40. Estadístico de muestra T de Student para la optimización

T Test: Two Paired Samples								
SUMMARY		Alpha			Hyp Mean Diff		0	
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Cohen d</i>	<i>Effect r</i>
ANTES	11	1031.125	1.109456					
DESPUES	11	830.1963	1.043765					
Difference	11	200.9295	1.480061	0.446255356	450.25688	10	135.7575	0.999975
T TEST								
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>			
One Tail	3.59227	0			yes			
Two Tail	7.18454	0.69981	200.617	201.2418403	yes			

Fuente: Real statistics

De acuerdo a la Tabla 39. Test de Shapiro Wilk de los tiempos de ciclo (optimización)Tabla 40. Estadístico de muestra T de Student para la optimización, se obtiene como resultado que:

Si $p < 0.05$ se acepta H_1

Por lo que, se rechaza H_0

Conclusión: Al 95% de confianza, se afirma que existe diferencia significativa en la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino, antes y después de la optimización de los procesos de transformación del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen.

Hipótesis específica N° 4

La productividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 del Instituto Regional del Mármol mejora significativamente mediante la filosofía Kaizen.

Hipótesis a contrastar

H_0 : No existe diferencia significativa en la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol antes y después de la optimización de procesos mediante la filosofía Kaizen

H_1 : Existe diferencia significativa en la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol antes y después de la optimización mediante la filosofía Kaizen

Nivel de significancia = 5% = 0.05

Tabla 41. Datos estadísticos del indicador de la productividad			Tabla 42. Shapiro-Wilk test del indicador de la productividad		
PRODUCTIVIDAD			PRODUCTIVIDAD		
Mean	7.20571429	13.0403571	W-stat	0.952325	0.98446277
Standard Error	0.22640416	0.30655428	p-value	0.22654073	0.94038676
Median	7.15	13.055	alpha	0.05	0.05
Mode	8.12	12.67	normal	yes	yes
Standard Deviation	1.1980182	1.62213276	d'Agostino-Pearson		
Sample Variance	1.43524762	2.63131468	DA-stat	2.36472128	0.70269917
Kurtosis	1.04495365	0.36975509	p-value	0.30655422	0.70373769
Skewness	0.37149187	0.21698854	alpha	0.05	0.05
Range	5.41	7.16	normal	yes	yes
Maximum	10.5	17.14			
Minimum	5.09	9.98			
Sum	201.76	365.13			
Count	28	28			
Geometric Mean	7.1097168	12.9429013			
Harmonic Mean	7.01290541	12.8449948			
AAD	0.87367347	1.24678571			
MAD	0.85	0.995			
IQR	1.525	1.9225			

Fuente: Real statistics

Como se observa en la Tabla 42. Shapiro-Wilk test del indicador de la productividad, se aplica una distribución normal, por lo que se aplica una prueba paramétrica puesto que se relacionan dos muestras del “antes y después” de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino; considerando que los datos son cuantitativos continuos se aplica la prueba T de student para las muestras.

Tabla 43. Estadístico de muestra T de Student para la productividad

T Test: Two Paired Samples								
SUMMARY		Alpha			Hyp Mean Diff		0.5	
Groups	Count	Mean	Std Dev	Std Err	t	df	Cohen d	Effect r
Antes	28	7.2057	1.1980					
Después	28	13.0404	1.62213					
Difference	28	-5.8346	2.1255	0.40168	-15.7703006	27	2.98030667	0.94977277
T TEST								
	p-value	t-crit	lower	upper	sig			
One Tail	1.9E-15	1.70329			yes			
Two Tail	3.8E-15	2.05183	-6.6588	-5.0105	yes			

Fuente: Real statistics

De acuerdo a la Tabla 43. Estadístico de muestra T de Student para la productividad se obtiene como resultado que:

Si $p < (\text{menor})$ a 0.05 se acepta H_1

Por lo que, se rechaza H_0

Conclusión: Al 95% de confianza, se afirma que existe diferencia significativa en la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino, antes y después de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen.

Hipótesis específica N° 5

La eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol mejora significativamente mediante la filosofía Kaizen en el periodo 2017-2018.

Hipótesis a contrastar:

H_0 : No existe diferencia significativa en la eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 del Instituto Regional del Mármol antes y después de la optimización de los procesos mediante la filosofía Kaizen.

H_1 : Existe diferencia significativa en la eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 del Instituto Regional del Mármol antes y después de la optimización de los procesos mediante la filosofía Kaizen.

Nivel de significancia = 5% = 0.05

Tabla 44. Datos estadísticos del indicador de la eficacia			Tabla 45. Prueba Shapiro-Wilk de la eficacia		
	<i>Antes</i>	<i>Después</i>	Shapiro-Wilk Test		
	<i>Antes</i>	<i>Después</i>	<i>Antes</i>	<i>Después</i>	
Mean	67.6785714	83.5357143	W-stat	0.91561588	0.93466759
Standard Error	2.11072693	1.53915574	p-value	0.0270626	0.08090764
Median	65	85	alpha	0.05	0.05
Mode	65	88	normal	no	yes
Standard Deviation	11.1689171	8.14444661	d'Agostino-Pearson		
Sample Variance	124.744709	66.3320106	DA-stat	3.72314354	2.79697284
Kurtosis	0.10513503	0.02875698	p-value	0.15542814	0.24697049
Skewness	0.84285196	0.72690916	alpha	0.05	0.05
Range	42	33	normal	yes	yes
Maximum	92	98			
Minimum	50	65			
Sum	1895	2339			
Count	28	28			
Geometric Mean	66.842305	83.1315811			
Harmonic Mean	66.0561013	82.7053223			
AAD	8.51530612	6.45918367			
MAD	5.5	5			
IQR	12	10.25			

Fuente: Real statistics

Como se observa en la Tabla 45. Prueba Shapiro-Wilk de la eficacia, existe una distribución normal, por lo que se aplica una prueba paramétrica con relación de dos muestras del “antes y después” de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen; considerando que los datos son cuantitativos continuos se aplica la prueba T de student para las muestras.

Tabla 46. Estadístico T de Student para la eficacia									
SUMMARY		Alpha			0.05		Hyp Mean Diff	0.5	
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Cohen d</i>	<i>Effect r</i>	
Antes	28	67.6786	11.16892						
Después	28	83.5357	8.144447						
Difference	28	-15.8571	13.72404	2.5936	-6.30673	27	1.19186084	0.77178784	
T TEST									
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>				
One Tail	4.7	1.70329			yes				
Two Tail	9.5	2.05183	-21.1788	-10.536	yes				

Fuente: Real statistics

De acuerdo a la Tabla 46. Estadístico T de Student para la eficacia se obtiene como resultado que:

Si $p < 0.05$ se acepta H_1

Por lo que, se rechaza H_0

Conclusión: Al 95% de confianza, se afirma que existe diferencia significativa en la eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino antes y después de la optimización de los procesos de transformación del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

Hipótesis específica N° 6

La eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 del Instituto Regional del Mármol mejora significativamente mediante la filosofía Kaizen.

Hipótesis a contrastar:

H_0 : No existe diferencia significativa en la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino antes y después de la optimización de los procesos mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

H_1 : Existe diferencia significativa en la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino antes y después de la optimización de los procesos de transformación mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

- Nivel de significancia = 5% = 0.05

Tabla 47. Datos estadísticos del indicador de la eficiencia			Tabla 48. Test de Shapiro-Wilk de la eficiencia		
	<i>Antes</i>	<i>Después</i>	Shapiro-Wilk Test		
			<i>Antes</i>	<i>Después</i>	
Mean	77.5714285	85.42857143			
Standard Error	1.55194754	0.659542433			
Median	76.5	85.5	W-stat	0.95352603	0.970614
Mode	73	88			7
Standard Deviation	8.21213452	3.489970513	p-value	0.24266462	0.597167
Sample Variance	67.4391534	12.17989418	alpha	0.05	0.05
Kurtosis	0.89030072	-0.743249533	normal	yes	yes
Skewness	0.07024148	-0.077900548	d'Agostino-Pearson		
Range	38	13			
Maximum	95	92	DA-stat	1.32121096	1.001814
Minimum	57	79			7
Sum	2172	2392	p-value	0.51653849	0.605980
Count	28	28	alpha	0.05	0.05
Geometric Mean	77.1468203	85.3596018	normal	yes	yes
Harmonic Mean	76.7134286	85.29042178			
AAD	6.01020408	2.857142857			
MAD	3.5	2.5			
IQR	7.5	5			

Fuente: Real statistics

De acuerdo a la Tabla 48. Test de Shapiro-Wilk de la eficiencia, se observa una distribución normal, por lo que se aplica una prueba paramétrica de relación de dos muestras del “antes y después” de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018; considerando que los datos son cuantitativos continuos se aplica la prueba T de student para las muestras.

Tabla 49. Estadístico T de Student para la eficiencia								
T Test: Two Paired Samples								
SUMMARY		Alpha		0.05		Hyp Mean Diff		0.5
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Cohen d</i>	<i>Effect r</i>
Antes	28	77.57143	8.212135					
Después	28	85.42857	3.489971					
Difference	28	-7.85714	9.917117	1.874159	-4.459143	27	0.84269884	0.65123732
T TEST								
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>			
One Tail	7E-05	1.703288			yes			
Two Tail	0.0001	2.051831	-11.7026	-4.01169	yes			

Fuente: Real statistics

De acuerdo a la Tabla 49. Estadístico T de Student para la eficiencia, se obtiene como resultado que:

Si $p < (\text{menor})$ a 0.05 se acepta H_1

Por lo que, se rechaza H_0

Conclusión: Al 95% de confianza, se afirma que existe diferencia significativa en la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino antes y después de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

Hipótesis específica N° 7

La efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 del Instituto Regional del Mármol mejoran significativamente mediante la filosofía Kaizen.

Hipótesis a contrastar

H_0 : No existe diferencia significativa en la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 antes y después de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol.

H_1 : Existe diferencia significativa en la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 antes y después de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol.

- Nivel de significancia = 5% = 0.05

Tabla 50. Datos estadísticos del indicador de la efectividad			Tabla 51. Test de Shapiro-Wilk de la efectividad		
	<i>Antes</i>	<i>Después</i>	Shapiro-Wilk Test		
			<i>EFFECTIVIDAD</i>	<i>0</i>	
Mean	58.32142857	76.10714286	W-stat	0.660695122	0.82410054
Standard Error	2.474234194	2.241585846	p-value	8.30742	0.00029288
Median	53	80	alpha	0.05	0.05
Mode	52	84	normal	no	no
Standard Deviation	13.09241672	11.86135738	d'Agostino-Pearson		
Sample Variance	171.4113757	140.6917989	DA-stat	18.18090094	3.90508301
Kurtosis	2.589606213	0.139070078	p-value	0.000112737	0.14191294
Skewness	1.956228513	0.883815498	<i>alpha</i>	<i>0.05</i>	<i>0.05</i>
Range	46	46	normal	no	yes
<i>Maximum</i>	<i>93</i>	<i>98</i>			
Minimum	47	52			
Sum	1633	2131			
Count	28	28			
Geometric Mean	57.18119588	75.11275689			
Harmonic Mean	56.27328242	74.01319916			
AAD	9.147959184	9.410714286			
MAD	2.5	3.5			
IQR	4.25	8.75			

Fuente: Real statistics

Como se observa en la Tabla 51. Test de Shapiro-Wilk de la efectividad, existe una distribución normal, por lo que se aplica una prueba paramétrica de relación de dos muestras del “antes y después” de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino; considerando que los datos son cuantitativos continuos se aplica la prueba T de student para las muestras.

Tabla 52. Estadístico T de Student para la efectividad

T Test: Two Paired Samples								
SUMMARY		Alpha	0.05	Hyp Mean Diff	0.5			
<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Std Dev</i>	<i>Std Err</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Cohen d</i>	<i>Effect r</i>
Antes	28	58.32143	13.09242					
Después	28	76.10714	11.86136					
Difference	28	-17.78571	15.35109	2.9010841	-6.30306	27	1.191167	0.771606
T TEST								
	<i>p-value</i>	<i>t-crit</i>	<i>lower</i>	<i>upper</i>	<i>sig</i>			
One Tail	4.8	1.703288			yes			
Two Tail	9.6	2.051831	-23.7382	-11.83318	yes			

De acuerdo a la Tabla 52. Estadístico T de Student para la efectividad, se obtiene como resultado que:

Si $p < 0.05$ se acepta H_1

Por lo que, se rechaza H_0

Conclusión: Al 95% de confianza, se afirma que existe diferencia significativa en la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino antes y después de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Posteriormente a la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol, se puede afirmar que las hipótesis planteadas al inicio de la investigación fueron correctas, ya que la productividad promedio de los procesos mejoró de 10.5 baldosas por hora-hombre a 14.17 baldosas por hora-hombre; en el caso de sus dimensiones: la eficacia tuvo una mejora de 80% al 98%, la eficiencia 78% a 83%, finalmente la efectividad de 68% a 118%.

En la investigación de Benites Socola, Junior Francisco (46), titulada “Implementación del Kaizen para mejorar la productividad en la línea de producción de pinturas epóxicas en la empresa Interpaints S.A.C. Lima - 2017”, presentada en la universidad Cesar Vallejo, en el año 2017, concluye que al iniciar la jornada de trabajo tenían una media de la productividad de 0.073, la cual se incrementa a un 0.8600; del mismo modo, la media de la eficiencia antes de la implementación de la filosofía Kaizen era de 0.8093 y luego se incrementó a 0.8780; con respecto a la eficacia antes de la implementación del Kaizen, este era de 0,697 y luego se incrementa a 0,872. En el caso de nuestra investigación se tienen resultados similares ya que al iniciar nuestra investigación se comprobó que la productividad, eficiencia y eficacia tienen un incremento progresivo.

De acuerdo con la teoría de la filosofía Kaizen que presenta Suárez (47), donde dice que la filosofía Kaizen utiliza herramientas de ingeniería para incrementar el nivel productivo de toda empresa, en este caso se utilizaron las herramientas para estandarizar los tiempos del desarrollo de cada actividad.

Por otro lado, según Rodríguez Quilca, Cristian Wilder (48), cuyo trabajo es titulado: “Modelo de optimización del proceso productivo en la empresa analítica Mineral Services S.A.C.”, en la que se menciona: La eficiencia es de un 64.2% y que se puede traducir en una deficiencia del 35.8%, lo que indica que la empresa subsiste con las mínimas o nulas ganancias y con conflictos en cada área de trabajo; de tal forma según Cortés (49), quien hace referencia a la importancia del control de indicadores, entonces se puede decir que en el caso del Instituto Regional del Mármol, el rendimiento de la materia prima con respecto al producto terminado es poco controlado con referencia a las dimensiones del bloque o escalla que ingresa a la planta.

CONCLUSIONES

1. Los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018 se han optimizado significativamente mediante la filosofía Kaizen ($p < 0.05$)
2. Los procesos identificados se detallan en el diagrama de operaciones de procesos en el ANEXO 3: DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO y las actividades en el ANEXO 4: DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO, así como los elementos correspondientes al sistema de transformación productiva del mármol travertino para un formato de baldosas de 40x40 cm, por lo que se afirma que después de la optimización de los procesos de transformación productiva mediante la filosofía Kaizen resultan ser 5 los procesos, 8 las actividades y 16 elementos.
3. A través del diagnóstico situacional se muestra que el tiempo de ciclo era de 1031.43 segundos, la productividad promedio era de 9.53 baldosas por hora-hombre, la eficacia promedio igual a 61%, la eficiencia de 93% y la efectividad promedio igual a 43%.
4. Las herramientas que se utilizaron para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen fueron: El control de tiempos y movimientos, luego: El diagrama SIPOC en la cual se detallan los proveedores, las entradas, las salidas y los clientes de cada proceso. Luego de la identificación de los involucrados, se elaboró el mapa de valor con los tiempos de cada proceso y finalmente la herramienta "Value Stream Mapping, en la cual inicialmente se determinó un tiempo de ciclo igual a 1031.43 segundos, de los cuales 606.11 segundos representa el tiempo del desarrollo de las "actividades que agregan valor" que es un 58.76%, y las "actividades que no agregan valor" representaban un 41.24% con 425.32 segundos. Luego mediante la filosofía Kaizen se optimizan los procesos de transformación productiva del mármol travertino, siendo así: "las actividades que agregan valor" representan un 69,62% con un tiempo de ciclo de 578.40; mientras que las "actividades que no agregan valor" se redujeron a 252.43 segundos que representa el 58.76%.
5. La filosofía Kaizen ha optimizado significativamente los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018 ($P < 0.5$), la productividad inicial fue de 10.50 baldosas por hora-hombre y mejoró a 17.14 baldosas por hora-hombre. La eficacia inicial era de 80% y mejoro a 98%, la eficiencia inicial fue de 78% y mejoró a 83%.

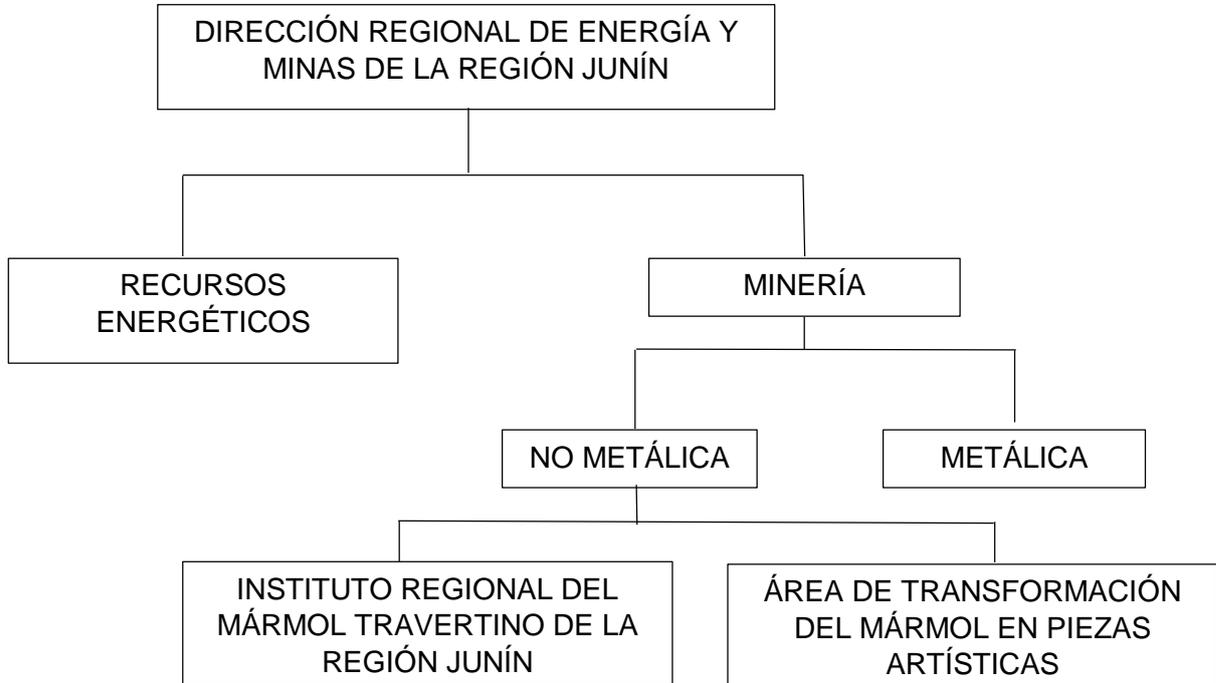
6. La filosofía Kaizen, optimiza significativamente la eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018 ($P < 0.05$), porque la eficacia se incrementó en 18% (Ver Figura 18. Diagnóstico de la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino).
7. La optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen mejoró significativamente la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018, la dimensión eficiencia se incrementó en 5% (Ver Figura 29. Comparativa de la eficiencia).
8. La optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen, mejoró significativamente la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol, posterior a la optimización de los procesos, se puede concluir que la dimensión efectividad se incrementó en 56% ($P < 0.05$).

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda un sistema de información con el fin de controlar los indicadores de forma segura y eficiente.
2. Es fundamental la capacitación del personal para el desempeño de las operaciones, con el fin de fomentar la rotación de puestos, puesto que varias operaciones de este sistema requieren de concentración y estas al ser desarrolladas durante un periodo de tiempo prolongado generan estrés laboral.
3. Es necesario desarrollar una base de datos de los proveedores de materia prima para hacer un seguimiento continuo a los tiempos de entrega de las escallas y/o bloques como materia prima, así como mantenerlos informados de las características que se encuentran en el material durante el procesos de transformación del mármol travertino.
4. Mediante el convenio que existe con la Universidad Continental se recomienda realizar el análisis de material del mármol travertino para determinar las características físicas y químicas a detalle con la intención de conocer sus ventajas competitivas.
5. Es recomendable desarrollar un protocolo de los productos que se obtienen de los procesos de transformación del mármol travertino, ya que también se obtienen otros tipos de baldosas en diferentes presentaciones.
6. Es necesario prestar atención a las máquinas y al mantenimiento de estas, ya que sobretodo afectan a la producción cuando se paralizan o funcionan debajo de su capacidad, obligando a los operarios a realizar las operaciones implicando tiempo extra.
7. Es recomendable realizar la implementación de un sistema de seguridad y salud ocupacional dentro de la empresa, el mismo que podrá ayudar a gestionar mejor las fuentes de riesgo, su evaluación y control.
8. Se recomienda un estudio de costos a profundidad puesto que ayudaría a la negociación de la prestación de servicios de transformación de mármol travertino para la condición de empresas externas.
9. Este proyecto de optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen tiene sostenibilidad a través de la Dirección Regional de Energía y Minas de la Región Junín bajo la responsabilidad del Instituto Regional del Mármol (ver Tabla 53. Sostenibilidad

de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino), por lo que recomienda continuar con el soporte requerido.

Tabla 53. Sostenibilidad de la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino



Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARQHYS, Revista. Arqhys arquitectura. *Arqhys arquitectura*. [En línea] 21 de 12 de 2012. [Citado el: 17 de 01 de 2018.] <https://www.arqhys.com/arquitectura/marmol.html>.
2. ECURED. EcuRed. *EcuRed*. [En línea] MediaWiki, 11 de 10 de 2010. [Citado el: 12 de 02 de 2018.] https://www.ecured.cu/Piedra_caliza.
3. Zegarra Moreno, Atilio Nikki. *Estudio de Factibilidad de un proyecto de explotación y transformación de mármol*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
4. Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior. *Principales 10 países importadores de mármol*. Lima : SIICEX, 2017.
5. Vicharra, Jaime. El valor del mármol travertino. *Radio Programas del Perú*. Radio Programas, Huancayo : 99.9, 12 de Mayo de 2013.
6. Vargas Navarrete, Hugo. *KAIZEN: MÉTODO DE MEJORA CONTINUA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN*. México : Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México, 2013.
7. Pérez Montiel Gómez, Clemente. *Análisis y propuesta de mejora del proceso de manufactura de productos de línea blanca utilizando la metodología Kaizen*. Mexico : Red de repositorios de acceso a la ciencia, 2014.
8. Gómez Acosta, Ali Inés. *Mejora en la calidad del proceso productivo de la empresa de cantera "Jaramillo" en Huichapan, Hidalgo*. Queretaro : Repositorio de la Universidad Autónoma de Queretaro, 2014.
9. Gomez Ariza Ada, Luz. *Rediseño de planta de producción de mármoles*. Santander : Repositorio de la Universidad Industrial de Santander, 2007.
10. Francisco, Benites Socola Junior. *Implementación del Kaizen para mejorar la productividad en la línea de producción de pinturas epóxicas en la empresa Interpaints S.A.C*. Lima : Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo, 2017.
11. Delgado Araujo, Carlos Kaeith, Nuñez Huaman. *Gestión de procesos para mejorar la productividad del proceso de fabricación de azúcar en la empresa Agropucalá S.A.A*. Chiclayo : Repositorio de la Universidad Señor de Sipan, 2015.
12. Natalia Marmolejo, Ana Milena Mejía, Ileana Gloria Pérez-Vergara, Mauricio Caro, José A. Rojas. *Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones*. La Habana : Scielo, 2016. ISSN 1815-5936.
13. Vivan André, Luiz; Huertas Ortiz, Felipe Alfonso, Paliari José Carlos. *Modelo para o desenvolvimento de projetos kaizen para a indústria da construção civil*. São Carlos - Brasil : Scielo, 2016. ISSN 1806-9649.
14. José Á. Aznar-Sánchez, Anselmo Carretero-Gómez, Juan F. Velasco-Muñoz. *Un distrito industrial alrededor de un recurso minero: el caso del mármol de Macael en Almería*. Almería - España : Journal of Regional Research, 2015.
15. Midiala Oropesa-Vento, Jorge Luis García-Alcaraz, Leonardo Rivera, Diego F. Manotas. *Effects of management commitment and organization of work teams*. Medellín : Universidad Nacional de Colombia - sede Medellín , 2015.
16. ATEHORTUA TAPIAS YEISON ANDRES, RESTREPO CORREA JORGE HERNAN. *Kaizen un caso de estudio*. Pereira - Colombia : Universidad Tecnológica de Pereira, 2010.
17. Pérez Fernández de Velasco, Jose Antonio. *Gestión por procesos. Gestión por procesos*. Madrid : Anormi S.L., 2009.

18. Ministerio de Fomento. Principios de la gestión de la Calidad. *Principios de la gestión de la Calidad*. [En línea] La gestión por procesos, 21 de Mayo de 2005. [Citado el: 17 de Diciembre de 2017.] <http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9541acde-55bf-4f01-b8fa-03269d1ed94d/19421/CaptuloIVPrincipiosdelagestindelaCalidad.pdf>.
19. Rafael Cabrera Calva. Academia. *Academia*. [En línea] 1 de Octubre de 2017. [Citado el: 28 de Octubre de 2017.] https://www.academia.edu/5205722/Manual_de_Lean_Manufacturing_TPS_Americanizado.
20. *Optimización de procesos industriales*. Moncayo, Ramón. Venezuela : Universidad Alonso de Ojeda, 2015.
21. Baca U, Gabriel, y otros. Introducción a la ingeniería industrial. *Introducción a la ingeniería industrial*. Mexico : Patria, 2007.
22. Escalante Vázquez, Edgardo J. Seis-Sigma Metodología y Técnicas. *Seis-Sigma Metodología y Técnicas*. Mexico : Editorial Limusa S.A., 2007.
23. EcuRed, 2008. EcuRed. *EcuRed*. [En línea] MediaWild, 11 de Marzo de 2008. [Citado el: 17 de Diciembre de 2017.] <https://www.ecured.cu/2008>.
24. Mármol Perú. Mármoles y travertinos. *Mármoles y travertinos*. [En línea] Mármoles 100% peruanos, 19 de Enero de 2016. [Citado el: 12 de Mayo de 2018.] <https://marmolperu.pe/noticia/que-es-el-travertino/>.
25. Feed. Rocas y Minerales. *Rocas y Minerales*. [En línea] 21 de Diciembre de 2015. [Citado el: 12 de Noviembre de 2017.] <https://www.rocasyminales.net/marmol/>.
26. PULYCORT Others try the impossible. PULYCORT. *Tipos de mármol*. [En línea] Pulycort - La Romana, 21 de Setiembre de 2015. [Citado el: 02 de Abril de 2019.] https://www.pulycort.com/marmol/tipos-de-marmol.html?cli_action=1554413039.169.
27. Yacimientos de Minerales y Rocas Industriales. *Yacimientos de Minerales y Rocas Industriales*. [En línea] Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino , 23 de Junio de 2014. [Citado el: 14 de Diciembre de 2017.] https://www.academia.edu/27652608/YACIMIENTOS_DE_MINERALES_Y_ROCAS_INDUSTRIALES.
28. Antevenio. Qué es la metodología Kaizen. *¿Qué es la metodología Kaizen?* [En línea] Marketing Digital, 04 de Mayo de 2017. [Citado el: 18 de Marzo de 2018.] <https://www.antevenio.com/blog/2017/05/que-es-la-metodologia-kaizen/>.
29. Niebel, Benjamín W. y Freidvals, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo. *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño de trabajo*. México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, 2009.
30. Humberto Cantú Delgado. Desarrollo de una cultura de Calidad. *Desarrollo de una cultura de Calidad*. Mexico : McGraw Hill, 2001.
31. Blanco, Sergio. Prezi. *Diagrama de operaciones de proceso*. [En línea] Prezi Classic, 19 de Enero de 2015. [Citado el: 26 de Enero de 2018.] <https://prezi.com/icf-oxac2zw4/diagrama-de-operaciones-de-proceso-dop/>.
32. F. Meyers. Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. *Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil*. Mexico : Pearson, 2000.
33. Carlos Cabrera Calva Rafael. TPS: Mapeo de flujo de información y Materiales. *Cadena de valor*. [En línea] Wordpress, 21 de Mayo de 2013. [Citado el: 12 de Diciembre de 2017.] <https://eddymercado.files.wordpress.com/2013/05/analisis-del-mapeo-de-la-cadena-de-valor.pdf>.

34. Venki. Planificación estratégica. *Planificación estratégica*. [En línea] Heflo, 11 de Mayo de 2015. [Citado el: 05 de Abril de 2019.] <https://www.heflo.com/es/blog/planificacion-estrategica/indicadores-rendimiento-procesos/>.
35. DÍAZ VALLADARES, César Armando. INGENIERÍA DE MÉTODOS. *INGENIERÍA DE MÉTODOS*. Lima : Universidad Continental, 2014.
36. Gallos Mármol. Gallos Mármol. *Gallos Mármol*. [En línea] Gallos Mármol - empresa cooperativa, 12 de Mayo de 2009. [Citado el: 18 de Enero de 2018.] <http://gallosmarmol.com.pe/8/que-es-el-marmol-travertino>.
37. Galvez Carrasco, Wilfredo. *PHVA*. [Docencia] Adobe Reader : Lima, 2013.
38. CALETEC. 6 Sigma, Lean y Kaizen. *Blog de Sandrine, Consutora Senior Black Belt Six sigma y Lean*. [En línea] 6 sigma, 21 de 06 de 2016. [Citado el: 28 de 01 de 2018.] <http://www.caletec.com/blog/otros/sipoc-mapa-de-proceso-a-alto-nivel/>.
39. Lean Solutions. Lean Manufacturing. *Lean Manufacturing*. [En línea] Lean Solutions, 08 de Julio de 1999. [Citado el: 02 de Febrero de 2018.] <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>.
40. Salazar López, Brayan. Ingeniería de métodos. *Ingeniería de métodos*. [En línea] Ingeniería de métodos, 21 de Setiembre de 2016. [Citado el: 16 de Enero de 2018.] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/ingenier%C3%ADa-de-metodos/>.
41. Slideshare. Tiempos estandar. *Tiempos estandar*. [En línea] Linkedin corporation, 19 de Junio de 2016. [Citado el: 23 de Enero de 2018.] <https://es.slideshare.net/publicidaddelOrie/tiempos-estandar>.
42. García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo. *Estudio del trabajo*. Puebla, Mexico : McGrawHill, 2005.
43. Sierra, Restituto. Técnicas de investigación social: Teoría y ejercicios. *Técnicas de investigación social: Teoría y ejercicios*. Madrid : Paraninfo, 2011.
44. Sánchez Hugo y Carlos Reyes. Metodología y diseños de la investigación científica. *Metodología y diseños de la investigación científica*. Lima : INIDE, 1992.
45. Roberto Hernández; Carlos Fernández y Maria Baptista. Metodología de la Investigación . *Metodología de la Investigación* . México : McGRAW-HILL, 2014.
46. Francisco, Benites Socol Junior. *Implementación del Kaizen para mejorar la productividad en la línea de producción de pinturas epoxicas en la empresa Interpaints S.A.C*. Lima : Universidad César Vallejo, 2017.
47. M. Suárez. El Kaizen: La filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la calidad total" . *El Kaizen: La filosofía de mejora continua e innovación incremental detrás de la calidad total* . Mexico : Panorama Editorial, 2007.
48. Wilder Rodriguez Quilca Cristian. *Modelo de optimización del proceso productivo en la empresa analítica Mineral Services S.A.C*. Huancayo : Universidad Peruana Los Andes, 2017.
49. Cortés, Lian. *Propuesta de mejoramiento del procesos productivo y del sistema de control de inventarios en la empresa "Productos y arepas de mi tierra"*. Bogota : LTDA, 2013.
50. Perú, Desarrollo Peruano - noticias y análisis del desarrollo económico y social del. Desarrollo Peruano. *Desarrollo Peruano*. [En línea] Blogspot, 12 de Julio de 2007. [Citado el: 2 de Mayo de 2018.] <http://desarrolloperuano.blogspot.com/2007/12/per-potencia-del-mrmol-y-travertino.html>.

51. Correo, Diario. Gobierno Regional de Junín reabrirá Instituto del mármol | Diario Correo. *Correo*. 10, 2010, Vol. 1, 10.
52. Zárate, Aldrin. Producción en el Instituto Regional del Mármol Travertino de Sicaya. *Junin lidera producción del mármol travertino*. Unitel, Huancayo : 49, 19 de Enero de 2015.
53. Universidad de los Andes . Facultad de Ingeniería. *Industrial Uniandes*. [En línea] Universidad de los Andes, 12 de Octubre de 2017. [Citado el: 29 de Marzo de 2019.] <https://industrial.uniandes.edu.co/en/puntoentrada/478-diseno-en-ingenieria-industrial>.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN
¿Cómo es la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?	Determinar cómo es la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	La filosofía Kaizen optimiza significativamente los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	Optimización de los procesos de transformación productiva	TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">O1 – X – O2</div>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
¿Cuáles son los procesos, actividades, elementos del sistema de procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol Travertino en el periodo 2017-2018?	Identificar los procesos, actividades, elementos del sistema de procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	Son 5 los procesos, 8 las actividades y 16 elementos en la optimización de procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	Filosofía Kaizen	DISEÑO: Pre-experimental con pre-test y post-test a un solo grupo.
¿Cuál es el diagnóstico situacional de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018?	Realizar el diagnóstico situacional de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	El diagnóstico situacional muestra que se requiere la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen para el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS TÉCNICA: Observación	POBLACIÓN Y MUESTRA POBLACIÓN: Todos los procesos del Instituto Regional del Mármol.
¿Qué herramientas se construyen para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?	Construir las herramientas para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	Las herramientas que se construyen para la optimización de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018 son: Control de tiempos y movimientos, Mapa de Valor, SIPOC, Value Stream Mapping.	INSTRUMENTOS Hoja de diagrama DOP y DAP, Registro de tiempos y control de movimientos Ficha de registro para mapa de valor.	MUESTRA: Los procesos de transformación productiva de baldosas de 40x40 cm de mármol travertino del Instituto Regional del Mármol.
¿De qué manera la filosofía Kaizen optimiza la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?	Determinar la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	La filosofía Kaizen optimiza significativamente la productividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el periodo 2017-2018.		CRITERIO DE INCLUSIÓN Se eligieron los procesos de transformación productiva porque corresponden al sistema de los procesos operativos de la planta del Instituto Regional del Mármol Travertino.
¿De qué manera la filosofía Kaizen mejora la eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?	Determinar la eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	La eficacia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 del Instituto Regional del Mármol se optimiza significativamente mediante la filosofía Kaizen.		
¿De qué manera la filosofía Kaizen optimiza la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?	Determinar la eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	La eficiencia de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el periodo 2017-2018 del Instituto Regional del Mármol se optimiza significativamente mediante la filosofía Kaizen.		
¿De qué manera la filosofía Kaizen optimiza la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018?	Determinar la efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino mediante la filosofía Kaizen en el Instituto Regional del Mármol en el periodo 2017-2018.	La efectividad de los procesos de transformación productiva del mármol travertino se optimiza significativamente mediante la filosofía Kaizen en el periodo 2017-2018.		

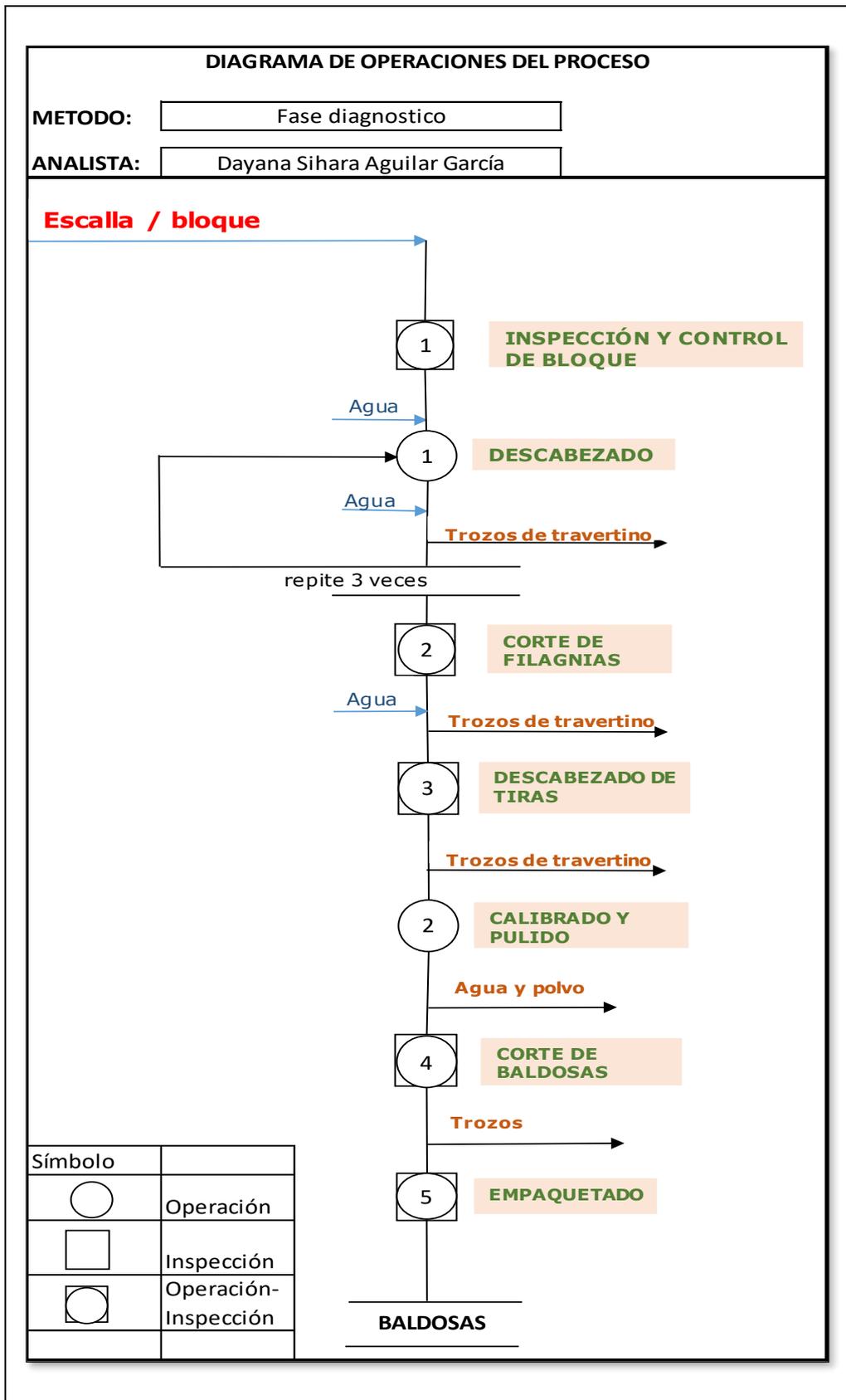
ANEXO 2: SUPLEMENTOS PARA EL CONTROL DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

		Hombre	Mujer			Hombre	Mujer
1	SUPLEMENTOS CONSTANTES			E	Calidad de aire (factores climáticos)		
	Suplemento por necesidades personales	5	7		Buena ventilación o aire libre	0	0
	Suplemento básico por fatiga	4	4		Mala ventilación, pero sin emanaciones tóxicas ni nocivas	5	5
	Total	9	11		proximidades de hornos, calderas, etc.	5	15
2	SUPLEMENTOS VARIABLES			F	Tensión visual		
A	Suplemento por trabajar de pie	2	4		trabajos de cierta precisión	0	0
B	Suplemento por postura anormal				Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
	Ligeramente incómodo	0	1		Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
	Incómodo inclinado	2	3	G	Tensión auditiva		
	Muy incómodo (echado-estirado)	7	7		Sonido continuo	0	0
C	Levantamiento de pesos y uso de fuerza (levantar, tirar o empujar)				Intermitente y fuerte	2	2
	Peso levantado o fuerza ejercida (en Kg.)				Intermitente y muy fuerte	3	3
	2.5 Kg	0	1		Estridente y fuerte	5	5
	5 Kg	1	2	H	Tensión mental		
	7.5 kg	2	3		Proceso bastante complejo	1	1
	10 kg	3	4		Proceso complejo o atención muy dividida	4	4
	12.5 kg	4	6		Muy complejo	8	8
	15 kg	6	9	I	Monotonía mental		
	17.5 kg	8	12		Trabajo algo monótono	0	0
	20 kg	10	15		Trabajo bastante monótono	1	1
	22.5 kg	12	18		Trabajo monótono	4	4
	25 kg	14	0	J	Monotonía física		
	30 kg	19	0		Trabajo algo aburrido	0	0
	40 kg	33	0		Trabajo aburrido	2	1
	50 kg	58	0		Trabajo muy aburrido	5	2
D	Intensidad de la luz						
	Ligeramente por debajo de lo recomendado		0				0
	Bastante debajo		2				2
	Absolutamente insuficiente		5				5

Fuente: Organización Internacional del Trabajo - OIT

	Tipo de velocidad	Factor valoración	
	Operario normal	100%	
	Operario lento	80% - 90%	
	Operario rápido	110% - 120%	

ANEXO 3: DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO



ANEXO 4: DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO								
Diagrama N°:		2		Hoja N°:		2		Método: Actual
Departamento: Área de producción				Analista: Dayana Aguilar García				
Descripción de la actividad							Tiempo de ciclo	Distancia (m)
Transporte de escalla							22.66	6.7
Descabezado de bloque/escalla							18.25	
Corte de filagnias							258.00	
Transporte de filagnias							23.92	4
Descabezado de tiras							111.19	
Calibrado y pulido							320.46	
Corte de baldosas							44.48	
Recepción y control de producto							31.89	
TOTAL	2		3		3		830.85	10.7

ANEXO 4: FORMATO DE INGRESO DE BLOQUEO O ESCALLA

FORMATO DE PROCESAMIENTO DE BLOQUE/ESCALLA								
Responsable: <input style="width: 400px; height: 20px;" type="text"/>			Mes: <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>					
Nota: Ingresar estos datos en la recepción de la materia prima								
Fecha de inicio de transformación	Fecha de final de transformación	Código	Descripción	Alto	Largo	Ancho	Formato	Filagnias a obtener

ANEXO 5: OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS

