

**Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa PCI
Mármoles, Piedra y Granito mediante el análisis de sus recursos y herramientas
del Lean Manufacturing**

Cristian Camilo Moreno Cobos
Jhojan Steven Jiménez Benavides

Universitaria Agustiniana
Facultad de Ingenierías
Programa de Ingeniería Industrial
Bogotá D.C.
2020

**Propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa PCI
Mármoles, Piedra y Granito mediante el análisis de sus recursos y herramientas del
Lean Manufacturing**

Cristian Camilo Moreno Cobos
Jhojan Steven Jiménez Benavides

Director
Luis Héctor Peña Vargas

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniiana
Facultad de Ingenierías
Programa de Ingeniería Industrial
Bogotá D.C.
2020

Resumen

La finalidad de este proyecto de grado es identificar y describir todos aquellos problemas que generan el retraso de los procesos productivos de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito. Se inicia con un diagnóstico que permite identificar las variables que conllevan a una baja productividad. Mediante una auditoría Lean, se pretende diagnosticar el estado actual de la organización frente a herramientas como las 5's, el Poka Yoke, El control visual (Andon), El SMED, el TPM, El Gemba Kaizen y obtener el estado actual de la empresa. Después de hacer el análisis de los factores involucrados en el proceso que disminuyan la productividad se realiza una selección y análisis del posible mejoramiento de estos que contribuyan a la mejora de la productividad de la empresa. Con base en esta información se establecerá el plan de mejoramiento teniendo en cuenta los recursos necesarios y la disposición final de estos.

Palabras claves: SMED, 5s, Poka Yokes, Andon, Lean Manufacturing.

Abstract

The purpose of this degree project is to identify and describe all those problems that generate the delay of the production processes of the company PCI Marmoles, Piedra y Granito. It begins with a diagnosis that allows identifying the variables that lead to low productivity. Through a Lean audit, it is intended to diagnose the current state of the organization against tools such as the 5's, Poka Yoke, Visual control (Andon), SMED, TPM, Gemba Kaizen and obtain the current state of the company. After making the analysis of the factors involved in the process that decrease productivity, a selection and analysis of the possible improvement of these that contribute to the improvement of the productivity of the company is carried out. Based on this information, the improvement plan will be established considering the necessary resources and their final disposition.

Keywords: SMED, 5s, Poka Yokes, Andon, Lean Manufacturing.

Tabla de contenidos

Introducción.....	12
1. Identificación del problema	13
1.1 Antecedentes del problema	13
1.1.1 Productividad global.....	13
1.1.2 Productividad en Colombia.	13
1.1.3 Infraestructura en la producción.	14
1.1.4 Proceso de máquinas en la productividad.....	14
1.1.5 Seguridad y salud en el trabajo y Seguridad ambiental.....	16
1.1.6 Seguridad y salud en el trabajo y Seguridad ambiental en Colombia.	16
1.1.7 Generación de residuos en la empresa PCI Mármol, Piedra y Granito.	17
1.2 Descripción del problema	18
1.2.1 Diagrama Ishikawa.	27
1.2.2 Árbol de problemas.	28
1.3. Formulación del problema	29
1.4. Sistematización del problema	29
2. Justificación	30
3. Objetivos.....	31
3.1 Objetivo General.....	31
3.2 Objetivos específicos	31
4. Marco referencial.....	32
4.1 Antecedentes investigativos.....	32
4.2 Marco teórico.....	34
4.2.1 Lean Manufacturing.	34
4.2.2. Smed.	35
4.2.3. 5S's.	36
4.2.4. Eliminar (Seiri).	36
4.2.5. Ordenar (Seiton).	36
4.2.6. Limpieza e inspección (Seiso).	37
4.2.7. Estandarizar (Seiketsu).	37
4.2.8. Disciplina (Shitsuke).	37

4.2.9.	Kaizen.....	37
4.2.10.	Residuos.....	38
4.2.11.	Eliminación.....	38
4.2.12.	Reutilización.....	38
4.2.13.	Reciclaje.....	38
4.3.	Marco conceptual.....	38
4.4.	Marco legal.....	39
4.4.1	Tipo de sociedad.....	39
4.4.2	Leyes especiales de acuerdo con la actividad económica.....	39
5.	Marco metodológico.....	42
5.1.	Tipo de investigación.....	42
5.2.	Áreas de estudio.....	42
5.3.	Variables de la investigación.....	42
5.4.	Hipótesis de investigación.....	42
5.5.	Proceso metodológico.....	42
5.6.	Tamaño poblacional y muestra.....	44
5.7.	Métodos e instrumentos de recolección de datos.....	44
6.	Diagnostico lean.....	46
6.1.	Tabla diagnostico Lean.....	46
6.2.	Indicador actual de implementación Lean Manufacturing.....	49
7.	Mudas.....	50
7.1.	Procesos inapropiados.....	50
7.2.	Desperdicio o producto desechado.....	51
7.3	Planos.....	51
7.3.1	Planos actuales: primer y segundo piso.....	51
7.3.2	Diagramas de proceso de los productos de la empresa.....	52
7.3.3	Diagrama de recorridos de los productos.....	56
7.4	Accidentes presentados en los últimos 6 meses del 2019.....	57
7.5	Materiales en sitios inapropiados.....	59
8.	Selección de herramientas y plan de trabajo.....	60
9.	Adaptación e implementación de las herramientas Lean Manufacturing.....	61

9.1	Implementación de las 5's	61
9.2.	Proceso de implementación	70
10.	Reorganización	71
10.1.	Redistribución de las máquinas para evitar cruces en las operaciones	71
10.2.	Nuevo diagrama de recorrido	72
11.	Gestión ambiental	75
11.1	Métodos de cuantificación de los desechos	75
11.2	Método de cuantificación mediante el análisis del peso y el volumen de los residuos	75
11.3	Método de cuantificación mediante el análisis del número de cargas	75
11.4	Método de cuantificación mediante el Balance de residuos	75
11.5	Selección del método	75
11.6	Análisis de la generación de residuos por medio del método seleccionado del peso y el volumen de los residuos	76
11.7	Clasificación de los residuos.....	76
	Residuos tipo 1	76
	Residuos tipo 2:.....	76
11.8	Mejora orientada a los tipos de residuos.....	77
11.9	Composición de los residuos por área	78
11.9.1	Área de corte.....	78
11.9.2	Área de Pulido.	79
11.9.3	Área de Acabados.	80
11.10	Análisis de datos.....	81
11.10.1	Área de corte y pulido.....	81
11.10.2	Área de acabados.	83
11.11	Alternativas de uso	83
11.11.1	Lodos.	83
11.11.2	Retal.	84
11.11.3	Empaques.....	84
12	Sistema de seguridad y salud en el trabajo	86
12.1	Identificación de los riesgos	86

12.2	Descripción de los tipos de riesgos.....	87
12.3	Elementos de protección personal utilizados en la empresa.....	89
12.4	Propuesta de EPP para la empresa.....	90
12.4.1	Guantes anticorte.....	90
12.4.2	Delantal antifluido.....	90
12.4.3	Tapabocas de alta eficiencia.....	91
12.4.4	Orejeras o disipadores de ruidos.....	91
12.4.5	Botas plásticas.....	92
12.5	Presupuesto necesario para la compra.....	93
	Conclusiones.....	94
	Referencias.....	95

Lista de tablas

Tabla 1. Formato de registros históricos de tiempos alimentación pulidora de cinta.	22
Tabla 2. Formato de registros históricos toma de tiempos recepción pulidora de cinta.....	23
Tabla 3. Formato de registros históricos toma de tiempos corte de placa 80x52Cm.	24
Tabla 4. Formato de registros históricos toma de tiempos corte de placa 120x52Cm.	25
Tabla 5. Problemas frecuentes de la empresa.	25
Tabla 6. Leyes especiales de acuerdo con la actividad económica.	39
Tabla 7. Diagnostico Lean.	46
Tabla 8. Productos fabricados.	51
Tabla 9. Desperdicios.	51
Tabla 10. Accidentes presentados en los últimos 6 meses.	57
Tabla 11. implementación de las 5's, Seiri: Clasificar.	61
Tabla 12. implementación de las 5's, Seiton: Ordenar.	62
Tabla 13. Implementación de las 5's, Seiso: Limpiar.	65
Tabla 14. Implementación de las 5's, Seiketsu: Estandarizar.	67
Tabla 15. Implementación de las 5's Shitsuke: Diciplina.	69
Tabla 16. Ganancias esperadas por venta de productos alternos.....	85
Tabla 17. Identificación de los riesgos.	86
Tabla 18. Descripción de los tipos de riesgos.	87
Tabla 19. Presupuesto necesario para la compra.	93

Lista de figuras

Figura 1. Grafica países principales en productividad	13
Figura 2. Grafica productividad en Latinoamérica.....	13
Figura 3. Empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito.....	19
Figura 4. Línea de productos de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito, Autoría	20
Figura 5. VSM actual de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito, Autoría propia	21
Figura 6. Grafica problemas frecuentes.....	26
Figura 7. Diagrama Ishikawa.....	27
Figura 8. Árbol de problemas	28
Figura 9. Casa Lean Manufacturing	35
Figura 10. 5S	36
Figura 11. Marco conceptual	38
Figura 12. Proceso metodológico	44
Figura 13. Procesos inapropiados en el almacenamiento	50
Figura 14. Proceso inapropiado en el almacenamiento del producto (Piedras decorativas).50	
Figura 15. Plano actual primer piso.....	52
Figura 16. Plano actual segundo piso	52
Figura 17. Actividades que se desarrollan actualmente en el proceso de corte, maquina cortadora lineal grande	53
Figura 18. Actividades que se desarrollan actualmente en el proceso de corte, maquinas cortadora de puente y cortadora lineal mediana.....	54
Figura 19. Actividades que se desarrollan actualmente en el área de Acabados y en empaques	55
Figura 20. Diagrama de recorridos de los productos primer piso	56
Figura 21. Diagrama de recorridos de los productos segundo piso.....	57
Figura 22. Piedras decorativas acumuladas en un sitio inapropiado para su almacenamiento	59
Figura 23. Desechos acumulados en un sitio inapropiados	59
Figura 24. Propuesta de redistribución de las maquinas primer piso	71
Figura 25. Diagrama de recorrido con la propuesta de distribución de las maquinas primer piso	72

Figura 26. Pronóstico de distancias de las actividades que se desarrollan en el proceso de corte, maquina cortadora lineal grande	73
Figura 27. Pronóstico de tiempos de las actividades que se desarrollan en el proceso de corte, maquina cortadora lineal grande	74
Figura 28. Residuos generados en el proceso de producción	77
Figura 29. Análisis por medio del peso y el volumen de los residuos del área de corte	79
Figura 30. Análisis por medio del peso y el volumen de los residuos del área de pulido	79
Figura 31. Análisis por medio del peso y el volumen de los residuos del área de acabados.	81
Figura 32. Falta de EPP	89
Figura 33. Guantes anticorte.....	90
Figura 34. Delantal antilíquido.....	90
Figura 35. Tapabocas de alta eficiencia.....	91
Figura 36. Orejeras o disipadores de ruidos	91
Figura 37. Botas plásticas.....	92

Introducción

La industria de la marmolería genera una amplia gama de productos: estas empresas son importantes en el sector de la construcción por que surten productos para la arquitectura, diseño, el mejoramiento de los acabados.

La empresa PSY Mármoles y Granitos S.A es una empresa encargada de la transformación y comercialización de piezas fabricadas a base de mármol a pedido, se encarga de diseñar diferentes piezas artísticas con este tipo de materiales según sea el pedido o también se encarga de suplir la necesidad de tabletas, mesones, piedras de mármol para fuentes, entre otros objetos. La organización actualmente no cuenta con un sistema de gestión de recursos que les permita identificar y medir la participación de estos dentro de la productividad de la empresa.

El siguiente trabajo de investigación buscará por medio del Lean Manufacturing establecer las herramientas necesarias para poder medir el impacto de estos problemas en la productividad de la empresa.

Todo este proceso empieza con el desarrollo de un diagnostico Lean el cual nos permitirá conocer en qué estado se encuentra la empresa, después de esto se dará a inicio con una identificación de las mudas ocasionadas por el proceso productivo, se realizará una medición de las mudas que ocasionan perdidas en la organización, además de esto se evaluara los elementos inmersos en el proceso de producción (maquinaria, mano de obra, instalaciones, materia prima). Y a partir de esto poder identificar cuáles son los puntos de mejora, se priorizarán los fallos que afecten la productividad y se generara una propuesta de mejoramiento al sistema de producción. Para ello se evaluará la propuesta mediante la evaluación financiera de proyectos.

1. Identificación del problema

1.1 Antecedentes del problema

1.1.1 Productividad global.

Según el Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la productividad global es débil respecto a las tasas anteriores dadas por la crisis, desde el año 2010 el crecimiento de la productividad anual se ha desacelerado en aproximadamente un 0.9% anualmente.

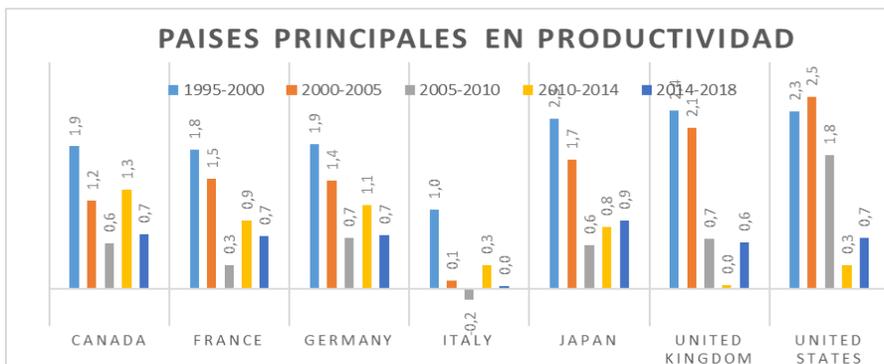


Figura 1. Grafica países principales en productividad, Autoría propia, (2020).

1.1.2 Productividad en Colombia.

Según el Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), nos indica los niveles de productividad laboral para el año 2018 representado en Miles de USD por trabajador, con esta información podemos identificar la diferencia que existen entre los países que cuentan con una mayor productividad como Canadá, Japón, Estados unidos y países latinoamericanos como Colombia, Chile, Brasil y México.

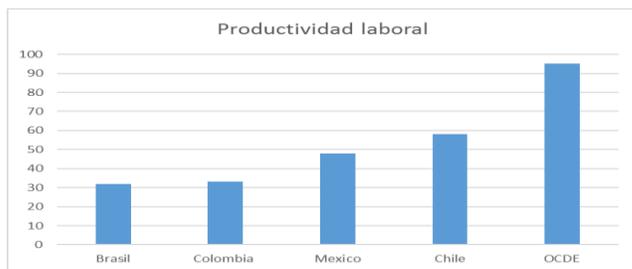


Figura 2. Grafica productividad en Latinoamérica, Autoría propia, (2020).

El crecimiento ha sido resiliente y la pobreza y la informalidad han descendido. Gracias a la adopción de unas políticas macroeconómicas sólidas y creíbles, el ajuste ante el importante shock de los precios del petróleo de 2015-16 ha sido suave. Las políticas educativas y sociales han mejorado los resultados sociales. Sin embargo, existen aún desafíos para mantener el

desempeño y seguir mejorando los niveles de vida. El crecimiento de la productividad ha seguido una tendencia a la baja y la informalidad, que sigue siendo elevada, constituye un importante desafío económico y social. Las desigualdades regionales siguen siendo considerables y la exposición a las condiciones financieras mundiales ha aumentado.

1.1.3 Infraestructura en la producción.

La infraestructura de producción incluye sistemas, políticas, procedimientos y estructuras organizativas que apoyan el proceso de producción (gestión, control de calidad, planificación y control de producción e inventario, gestión de recursos humanos, diseño, etc.).

Debido al continuo proceso de inversión, el impacto de la infraestructura en el desempeño de la empresa se da en el mediano o largo plazo, por lo que debido a la competencia este impacto es difícil de replicar en el corto plazo. "La enfermedad de la comprensión del tiempo" (Dierickx y Cool, 1989). Además, la infraestructura productiva de una empresa es difícil de transferir a otra empresa porque es específica del entorno organizacional en el que se establece la empresa y, en la mayoría de los casos, se desconoce la compleja combinación de prácticas y políticas que mantiene la empresa. Por tanto, las empresas manufactureras más competitivas prestan cada vez más atención a la infraestructura de producción (Avella Camarero et al., 1999). El impacto estratégico de la infraestructura productiva se puede analizar desde dos perspectivas: contingente y positiva. Desde un enfoque accidental, algunas personas piensan que la infraestructura de producción debe configurarse para lograr las metas de producción (o prioridades competitivas) definidas por la estrategia empresarial. Por su parte, una visión positiva enfatiza el compromiso de implementar prácticas y políticas prometedoras para ayudarlos a desarrollar la capacidad de producción. Sánchez, R. (2008). Infraestructura, productividad y competitividad. iirsa. Recuperado de: http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/Uploads/Documents/cap_santiago08_ricardo_sanchez_dial.pdf

1.1.4 Proceso de máquinas en la productividad.

Se trata de evaluar la eficiencia de los equipos, esto es, su rendimiento. La referencia aquí no puede ser otra que la eficiencia máxima. Expresado en tanto por ciento, la eficiencia de un equipo será 100% si produce tantas piezas como es capaz de producir, trabajando todo el tiempo disponible a su velocidad nominal. Por ejemplo, una máquina o instalación capaz de

producir 100 unidades por turno tendrá un rendimiento del 65% si realmente produce 65 unidades por turno.

La experiencia de trabajo en la mejora de productividad de los equipos lleva a la necesidad de ir a un nivel de detalle mayor en el análisis de su rendimiento para proporcionar indicadores gestionables, es decir, orientados a la acción.

En un primer lugar es importante distinguir cuántas unidades se dejan de producir simplemente porque el equipo está parado. La ratio que expresa este factor del rendimiento se suele denominar DISPONIBILIDAD del equipo, y expresa la relación entre el tiempo total que el equipo debería estar operativo y en tiempo real de operación.

Dentro del ámbito de la productividad o del “Lean Manufacturing” se suelen denominar a las metodologías encaminadas a la mejora del mantenimiento, Total Productive Maintenance, TPM.

Reducir esta pérdida supondrá actuar sobre las máquinas, los utillajes o los procedimientos de trabajo empleados en los cambios. Dentro del ámbito de la productividad o del “Lean manufacturing” se suelen denominar a las metodologías encaminadas a la reducción de los tiempos de cambio “Single Minute Exchange of Die”, SMED.

Pero la disponibilidad no expresa suficientemente la eficiencia de un equipo. Es necesario por otro lado considerar si el equipo opera a la velocidad que debería, o por el contrario se producen pérdidas de producción por operar a velocidad reducida.

Y en último lugar, pero no menos importante, debe considerarse si las piezas producidas son efectivamente piezas buenas o no, puesto que sólo las piezas buenas deben considerarse como producción efectiva. Este factor se representa por la ratio de Calidad, que de una forma similar al caso de la velocidad podemos calcularlo debido a número de piezas o de tiempos.

La métrica de eficiencia se expresa como la relación entre el tiempo útil (es decir, el tiempo necesario para producir piezas calificadas que se producen realmente, funcionando a la velocidad nominal sin tiempo de inactividad) y el tiempo real reservado o planificado de la máquina. Desde un punto de vista financiero más que técnico, a veces se utiliza la tasa de rendimiento global o la tasa de rendimiento global, que tiene en cuenta el tiempo no productivo no planificado. Evidentemente, esta pérdida no tiene origen técnico y no se puede solucionar con herramientas de productividad. En este caso, existe un exceso de capacidad de producción. La solución se logrará aumentando las ventas o reduciendo la capacidad

reduciendo el número de máquinas. Bluered, (2020). OEE: Medida y gestión de la eficiencia de las máquinas o equipos [Entrada de Blog]. Recuperado de: <https://bluered.es/blog/oeemedida-y-gestion-de-la-eficiencia-de-las-maquinas-o-equipos-2>

1.1.5 Seguridad y salud en el trabajo y Seguridad ambiental.

La OIT estima que se producen más de un millón de muertos en el trabajo al año y cientos de millones de trabajadores son víctimas de accidentes en el lugar de trabajo y de exposición profesional a sustancias peligrosas a través del mundo, expresó el jefe del programa de salud y seguridad de la OIT ante los delegados reunidos en el 15º Congreso Mundial sobre Salud y Seguridad en el Trabajo.

En el discurso de la primera reunión del Congreso, el Dr. Jukka Takala, jefe del programa de salud y seguridad de la OIT, señaló que la hecatombe del trabajo que representa un 1.1 millón de muertos excede el promedio anual de decesos causados por los accidentes de tránsito (999.000), las guerras (502.000), la violencia (563.000) y el Sida (312.000). Aproximadamente un cuarto de las muertes es producido por la exposición a sustancias peligrosas que causan enfermedades de incapacidad como el cáncer y los trastornos cardiovasculares, respiratorios y del sistema nervioso. Advirtió que se prevé que las enfermedades relacionadas con el trabajo se duplicarán en el año 2020 y que, si no se implementan medidas de mejoramiento ahora, las exposiciones actuales producirán la muerte de personas en el año 2020. Organización Internacional del Trabajo (OIT), (2020). La OIT estima que se producen más de un millón de muertos en el trabajo cada año. Recuperado de: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008562/lang-es/index.htm

1.1.6 Seguridad y salud en el trabajo y Seguridad ambiental en Colombia.

En el Sistema General de Riesgos Laborales, para la población trabajadora afiliada al sistema, se han definido tres indicadores como son las tasas de accidentalidad, enfermedad laboral y mortalidad, los cuales buscan medir el impacto de las actividades de promoción y prevención que se realizan en las empresas, y las Administradoras de Riesgos Laborales - ARL, que obedecen a políticas emanadas por el Gobierno Nacional (Ministerios de Salud y Protección Social y del Trabajo).

La tasa de accidentalidad hace referencia al número de accidentes calificados, la tasa de mortalidad corresponde al número de muertes por accidente y enfermedad calificados de

origen laboral, y la tasa de enfermedad laboral corresponde al número de enfermedades calificadas como de origen laboral, todas con respecto a la población afiliada y en un período determinado.

Para hacer el seguimiento y monitoreo a las condiciones de salud y trabajo de la población trabajadora afiliada al Sistema General de Riesgos Laborales, se han consolidado en unas tablas de datos por ARL, actividad económica, departamento, año y mes; cuyas variables son: Empresas Afiliadas, Trabajadores afiliados dependientes, Trabajadores afiliados independientes, Presuntos accidentes de trabajo sucedidos, Accidentes de trabajo calificados, Presuntas enfermedades profesionales reportadas, Enfermedades calificadas como profesionales, Muertes reportadas por accidente de trabajo, Muertes reportadas por enfermedad profesional, Muertes reportadas por accidentes de trabajo calificadas como profesional, Muertes por enfermedad profesional calificadas, Nuevas pensiones de invalidez pagadas por accidente de trabajo, Nuevas pensiones de invalidez pagadas por enfermedad profesional, Incapacidad permanente parcial pagada por accidente de trabajo. Organización Internacional del Trabajo (OIT), (2020). La OIT estima que se producen más de un millón de muertos en el trabajo cada año. Recuperado de: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008562/lang--es/index.htm

1.1.7 Generación de residuos en la empresa PCI Mármol, Piedra y Granito.

En la empresa PCI el material que genera mayores residuos es el mármol, los residuos que se generan son sólidos, estos materiales son desechados después de su vida útil en el proceso productivo de una empresa. Según su fuente se puede clasificar como industrial y según su composición es tóxico y patógeno.

En cuanto a los residuos sólidos, se puede decir que existen muy pocos lugares para la disposición final de los desechos o plantas de tratamiento equipados con básculas para pesar los camiones recolectores.

En la actualidad se ha producido una revolución mundial en el cuidado del medio ambiente, muchas personas han centrado su atención en los residuos que genera la industria del mármol los cuales generan contaminación en el suelo y en el aire.

En lo que respecta al suelo donde se desechan los residuos de mármol se puede indicar que se encontrará fuertemente contaminado debido a la acumulación de polvo en la superficie donde se deposita el residuo, debido a que el mármol suelta el componente de óxido de calcio

(CaO) que el suelo absorberá, produciendo que el suelo se vuelva estéril y no permita que crezca la vegetación.

Es importante señalar que uno de los temas más debatidos es la generación de residuos de polvo que se esparce en el ambiente bajo el movimiento del viento, debido a que genera problemas ambientales y de salud, según estudios se ha denotado que se ocasionan complicaciones como son el asma bronquial y la contaminación visual; además, esto genera problemas económicos para los empresarios dado que los empresarios deben pagar multas por no tener un plan de gestión de residuos,

“Algunas alternativas al uso de residuos de mármol es hacer otros materiales como mortero, losas de pavimento y utilizarlos para hacer ladrillos. Recientemente, se han realizado pruebas en una mezcla de concreto autocompactante utilizando polvo de mármol como relleno, la mezcla puede reemplazar hasta un 30% del cemento, y otros estudios también han encontrado que puede reemplazar la arena en estos hormigones”. (Betancourt Chávez, Julio Roberto, & Lizárraga Mendiola, Liliana Guadalupe, & Narayanasamy, Rajeswari, & Olguín Coca, Francisco Javier, & Sáenz López, Agustín), (2015), (p. 6).

Se tiene el conocimiento de fertilizantes a base de mármol y otros materiales para cultivos, teniendo en cuenta que pueden llegar a ser sustancialmente más económicos y de mayor calidad que los ofrecidos en el mercado hechos con productos químicos.

Los residuos de mármol sólido que poseen tamaños más grandes se pueden reutilizar para generar piedras decorativas y otras figuras para la decoración del hogar.

1.2 Descripción del problema

La empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito es una empresa que pertenece al sector de la transformación de materias primas como son el mármol y granitos para ser diferentes tipos de proyectos según sea la necesidad del cliente. Esta empresa se encuentra localizada en la Calle 44 D sur # 72A-68 (Ver figura 3) en el barrio Nuevo Delicias, en la localidad de Kennedy, cuenta con más de diez años de experiencia en todo lo que tenga que ver con la comercialización de productos a base de mármoles y granitos.



Figura 3. Empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito. Autoría propia, (2020).

La demanda de los diferentes productos ha sido establecida “voz a voz” y “por contrato”, es decir, se generan diferentes pactos verbales con diferentes clientes según sea el tipo de producto que requiere, otros son por medio de intermediarios los cuales generan contratos según sea el tamaño del proyecto.

Para la fabricación de los productos, la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito trabaja por órdenes de fabricación y dependiendo del producto a elaborar, este puede pasar por una sola maquina o por varias máquinas, evidenciándose el sistema de fabricación por taller.

Actualmente la organización cuenta con cuatro operarios a término indefinido y el gerente que se encarga de la parte de planeación y comercialización, tienen un horario de lunes a sábado de ocho de la mañana a cinco de la tarde. Los operarios no tienen una función definida por lo que laboran en diferentes tareas según sea la necesidad del proceso.

La empresa, en el desempeño de su actividad económica, tiene varios procesos para llegar al producto terminado. Entre ellos está la transformación del material que llega en placas de diferentes tamaños, de acuerdo con la procedencia de importación, cada una con un peso aproximado de 50 a 60 Kg según sea la referencia. La empresa cuenta con maquinaria para transformar estas placas en producto terminado como tabletas en mármol o de granito, placas para mesones, productos a base de los residuos del mármol como piedras de mármol decorativas y se encarga de crear diferentes tipos de proyectos según sea el pedido de los clientes con los materiales que ofrecen como son mesones en mármol, islas para cocinas, baños, entre otros productos (ver figura 4).

Tabla de productos	
M a r m o l	 <p>Se comercializa marmol de diferentes tonalidades como: Marmol emperador, blanco, crema, crema perlado, entre otros. Este se comercializa en cajas de diferentes tamaños según sea la necesidad, cantidad de 6 tabletas por caja, también es utilizado para proyectos propuestos por los clientes a la empresa.</p>
G r a n i t o	 <p>Se comercializa granito de diferentes tonalidades como: Granito blanco roca, grey, negro, negro de la india entre otros. Este se comercializa en cajas de diferentes tamaños según sea la necesidad. también es utilizado para proyectos propuestos por los clientes a la empresa.</p>
P r o y e c t o s	 <p>Se realizan proyectos de toda índole con los productos que ofrece la empresa como son mármoles y granitos. La empresa utiliza estos para hacer mesones en marmol o granito, baños, decoraciones personalizadas, entre otros productos.</p>

Figura 4. Línea de productos de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito. Autoría propia, (2020).

Se puede observar que la empresa cuenta con la maquinaria necesaria para cumplir con sus pedidos, aunque se identificó que el 75% se encuentra en condiciones de operabilidad, el 10% tienen fallos leves y por último un 15% corresponde a las máquinas que no están en funcionamiento para la producción. La distribución actual de la empresa permite observar que las distancias superan los 12 metros entre máquinas de corte, lo cual hace que sea desgastante para el empleado tener que transportar la pieza en la que se está trabajando, teniendo en cuenta que esta tiene un peso que oscila entre los 45kg a 60kg, y el transporte se realiza de forma manual, por tal razón tiene que ser transportado por más de un operario, lo cual conlleva a que el tiempo destinado a la producción se vea interrumpido por este tipo de proceso, sin contar que además de esto se pone en riesgo la salud de los trabajadores.

Por otra parte, podemos identificar la acumulación de diversos residuos o desechos del material en los diferentes procesos, como retazos de materiales, acumulación de polvo de Mármol o de la acumulación de lodos en los pozos encargados de retener este material para que no sea desechado en el alcantarillado sin ser procesado.

En el siguiente gráfico podemos evidenciar el proceso necesario para ensamblar un mesón de mármol. El VSM actual de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito (ver figura 5), nos muestra el flujo de materiales e información necesaria para que este mesón llegue al cliente.

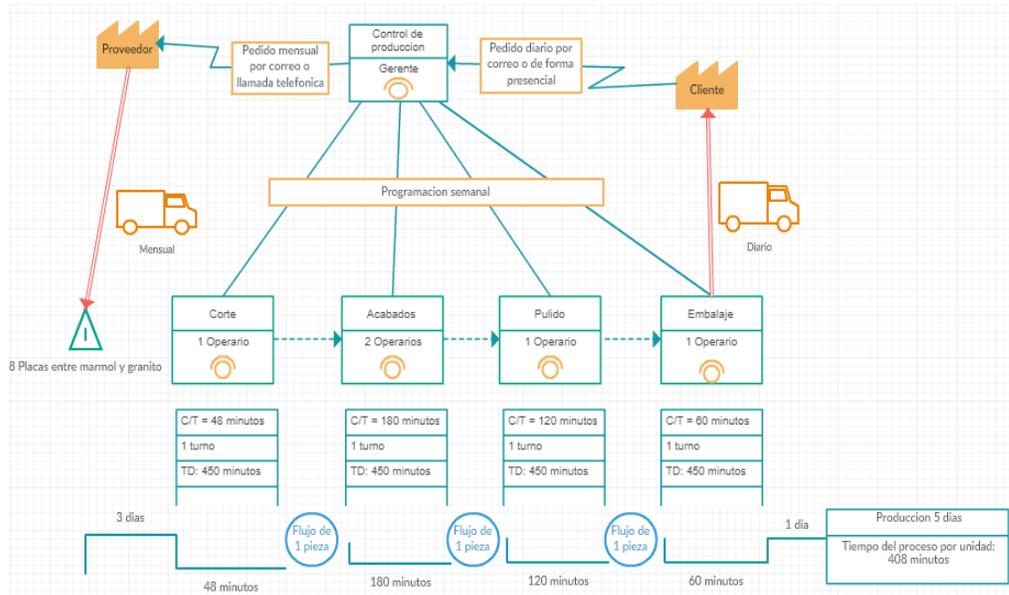


Figura 5. VSM actual de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito. Autoría propia, (2020).

En el siguiente formato podemos ver los tiempos necesarios para la actividad de alimentar la pulidora de cinta (ver tabla 1), los tiempos de la recepción del material ya pulido (ver tabla 2) y las observaciones respectivas para ambas actividades.

Tabla 1.

Formato de registros históricos de tiempos alimentación pulidora de cinta.

Operación	Alimentación de la pulidora de cinta		Estudio N°	1
Maquina	Pulidora de cinta		Observado por:	Cristian Moreno y Jhojan Jimenez
Producto	Baldosa en marmol Negro caracol			
Operario (s)	Andres, Aldemar		Presentado a:	Niccola Baladachi
#	Operación	Tiempo (Segundos)	Observacion	
1	Alimentación de la pulidora de cinta	7,97		
2		7,9		
3		8,52		
4		12	Quiebre de baldosa al alimentar la pulidora, cambio de baldosa	
5		8,9		
6		8,5		
7		13,12	Quiebre de baldosa al alimentar la pulidora, baldosa en mal estado quedo en la maquina	
8		8,3		
9		7,36		
10		7,45		
11		7,5		
12		8,21		
13		8,31		
14		8,05		
15		13,52	Quiebre de baldosa al alimentar la pulidora, baldosa en mal estado quedo en la maquina	

Nota: Realizado con datos recopilados de PCI Mármoles, Piedra y Granito, (2020.)

Tabla 2.

Formato de registros históricos toma de tiempos recepción pulidora de cinta.

Operación		Recepcion y tansporte del material en		Estudio Nº		2	
Maquina		Pulidora de cinta		Observado por:		Cristian Moreno y Jhojan Jimenez	
Producto		Baldosa en marmol Negro caracol					
Operario (s)		Andres, Aldemar		Presentado a:		Niccola Baladachi	
#	Operación	Recepcion	Transporte	Tiempo total	Observacion		
1	Recepcion y tansporte del material en la pulidora de cinta	2,35	3,98	6,33			
2		3	3,5	6,5			
3		3,1	3,58	6,68			
4		3,02	3,55	6,57			
5		2,5	3,75	6,25			
6		3,22	3,66	6,88			
7		3	6,14	9,14	Transporte del material defectuoso a la estiba de desecho		
8		3,2	3,56	6,76			
9		2,5	3,66	6,16			
10		2,7	3,55	6,25			
11		2,6	3,65	6,25			
12		2,8	3,76	6,56			
13		2,75	3,56	6,31			
14		3	3,5	6,5			
15		2,98	6,8	9,78	Transporte del material defectuoso a la estiba de desecho		

Nota: Realizado con datos recopilados de PCI Mármoles, Piedra y Granito, (2020.)

En los siguientes formatos podemos ver los tiempos necesarios para el corte de dos placas de diferentes medidas necesarias para un mesón de mármol (ver tabla 2 y 3), ambos formatos con las observaciones pertinentes a la actividad.

Tabla 3.

Formato de registros históricos toma de tiempos corte de placa 80x52Cm.

Operación		Corte de placa		Estudio Nº	4
Maquina		Cortadora lineal mediana		Observado por:	Cristian Moreno y Jhojan Jimenez
Producto		Media placa de marmol Café pinto			
Operario (s)		Aldemar			
#	Operación	Transporte de la placa desde el soporte a la maquina (minutos)	Colocado de la placa en la maquina (Segundos)	Tiempo total	Observacion
1	Transporte y colocado de la placa en la maquina	1,5	0,30	1,8	El transporte es manual, la actividad la realiza un solo trabajador que se dedica al transporte y al corte
#	Operación	Calibracion (Segundos)	Tiempo de corte (Minuto)	Tiempo total	Observacion
1	Corte de placa dimensiones 80x52 Cm	0,25	2,5	2,75	Calibracion y corte Alto: 80 Cm
2		1	0	1	Movimiento de la pieza para realizar el siguiente corte
3		0,28	1,6	1,88	Calibracion y corte Largo: 52 Cm
4		1	0	1	Movimiento de la pieza para realizar el siguiente corte
5		0,35	2,5	2,85	Calibracion y corte Alto: 80 Cm
6		1	0	1	Movimiento de la pieza para realizar el siguiente corte
7		0,32	1,6	1,92	Calibracion y corte Largo: 52 Cm
#	Operación	Transporte de la placa desde la maquina hasta el area de	Colocado de la placa en banco de trabajo	Tiempo total	Observacion
1	Transporte al area de acabados	2,2	0,30	2,5	El transporte es manual todo el trayecto hasta colocarla en el banco de trabajo, aumenta el tiempo ya que el area de acabados se encuentra en el segundo piso de la planta

Nota: Realizado con datos recopilados de PCI Mármoles, Piedra y Granito, (2020.)

Tabla 4.

Formato de registros históricos toma de tiempos corte de placa 120x52Cm.

Operación		Corte de placa		Estudio N°	3
Maquina		Cortadora lineal grande		Observado por:	Cristian Moreno y Jhojan Jimenez
Producto		Placa de marmol Café pinto			
Operario (s)		Aldemar		Presentado a:	Nicola Baladachi
#	Operación	Transporte de la placa desde el soporte a la maquina (minutos)	Colocado de la placa en la maquina	Tiempo total	Observacion
1	Transporte y colocado de la placa en la maquina	3,3	1	4,3	El transporte es manual todo el trayecto hasta colocarla en la maquina, Necesarios 2 trabajadores
#	Operación	Calibracion (Minutos)	Tiempo de corte (Minuto)	Tiempo total	Observacion
1	Corte de placa dimensiones 120x52 Cm	1,32	3,2	4,52	Calibracion y corte Alto: 120 Cm
2		1	0	1	Movimiento de la pieza para realizar el siguiente corte
3		1,72	1,6	3,32	Calibracion y corte Largo: 52 Cm
4		1	0	1	Movimiento de la pieza para realizar el siguiente corte
5		1,50	3,2	4,7	Calibracion y corte Alto: 120 Cm
6		1	0	1	Movimiento de la pieza para realizar el siguiente corte
7		2,00	1,6	3,6	Calibracion y corte Largo: 52 Cm
#	Operación	Transporte de la placa desde la maquina hasta el area de acabados	Colocado de la placa en banco de trabajo	Tiempo total	Observacion
1	Transporte al area de acabados	3,02	1,10	4,12	El transporte es manual todo el trayecto hasta colocarla en el banco de trabajo, aumenta el tiempo ya que el area de acabados se encuentra en el segundo piso de la planta

Nota: Realizado con datos recopilados de PCI Mármoles, Piedra y Granito, (2020.)

Los desperdicios en la producción corresponden a reprocesos o productos defectuosos que se almacenan en la misma empresa, por lo cual se identifican problemas en tiempos y movimientos, en una deficiente distribución de planta, entre otros aspectos que generan paradas no planificadas en la planta. (Tabla 5) y (Figura 5).

Tabla 5.

Problemas frecuentes de la empresa.

Problemas frecuentes de la empresa			
Causa/ Problema/ Fenómeno	Datos recolectados	frecuencia	frecuencia acumulada
Mal manejo de desperdicios	31	25,83%	25,83%
Parada por esfuerzo excesivo del trabajador	26	21,67%	47,50%
Demoras en transporte	25	20,83%	68,33%
Accidente de trabajo	17	14,17%	82,50%
daño de piezas (manejo de personas)	14	11,67%	94,17%
Retrasos de producción por personal incapacitado	7	5,83%	100,00%
	120	100%	

Nota: Realizado con datos recopilados de PCI Mármoles, Piedra y Granito.

En el siguiente Pareto vamos a observar los problemas frecuentes de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito:

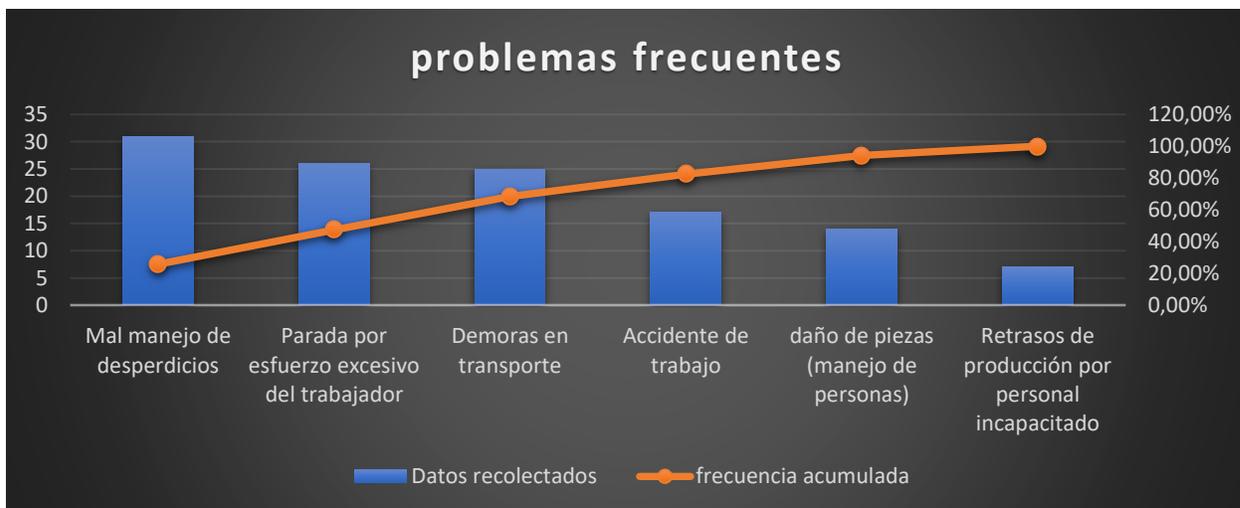


Figura 6. Grafica problemas frecuentes. Autoría propia (2020)

1.2.1 Diagrama Ishikawa.

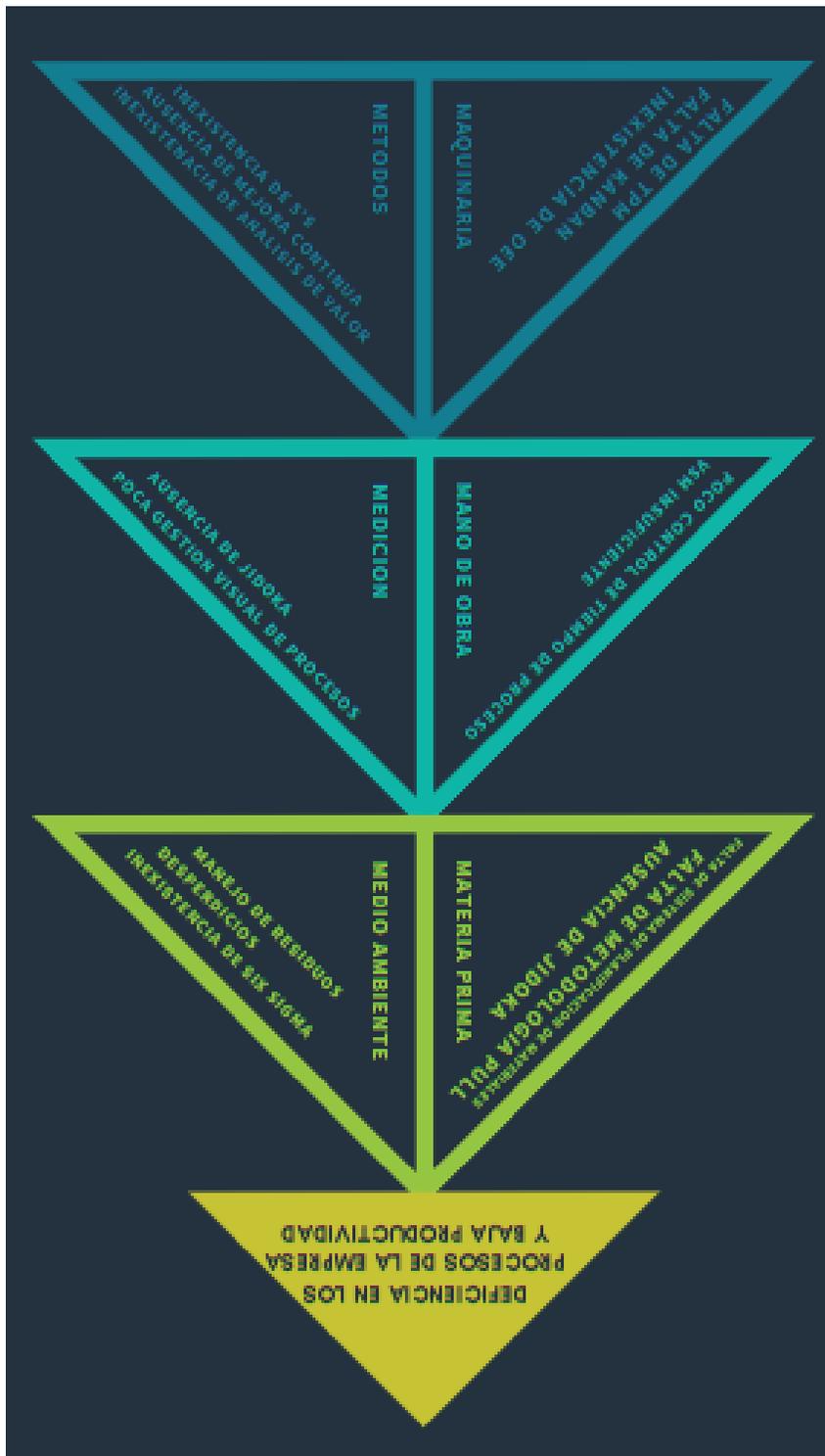


Figura 7. Diagrama Ishikawa. Autoría propia (2020).

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo de investigación se realiza con el fin de establecer una mejora de producción en la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito, haciendo uso de herramientas Lean manufacturan, en busca de disminuir la pérdida de los clientes por insatisfacción de la demanda o por la entrega de productos defectuosos, además de realizar un plan correcto de operación para que los trabajadores tengan claro los momentos de acción, esto para determinar con prontitud paradas por defecto, retraso de producción, daño de la máquina y la mejor forma de efectuar el movimiento de las piezas para mitigar el daño de su salud.

1.2.2 Árbol de problemas.

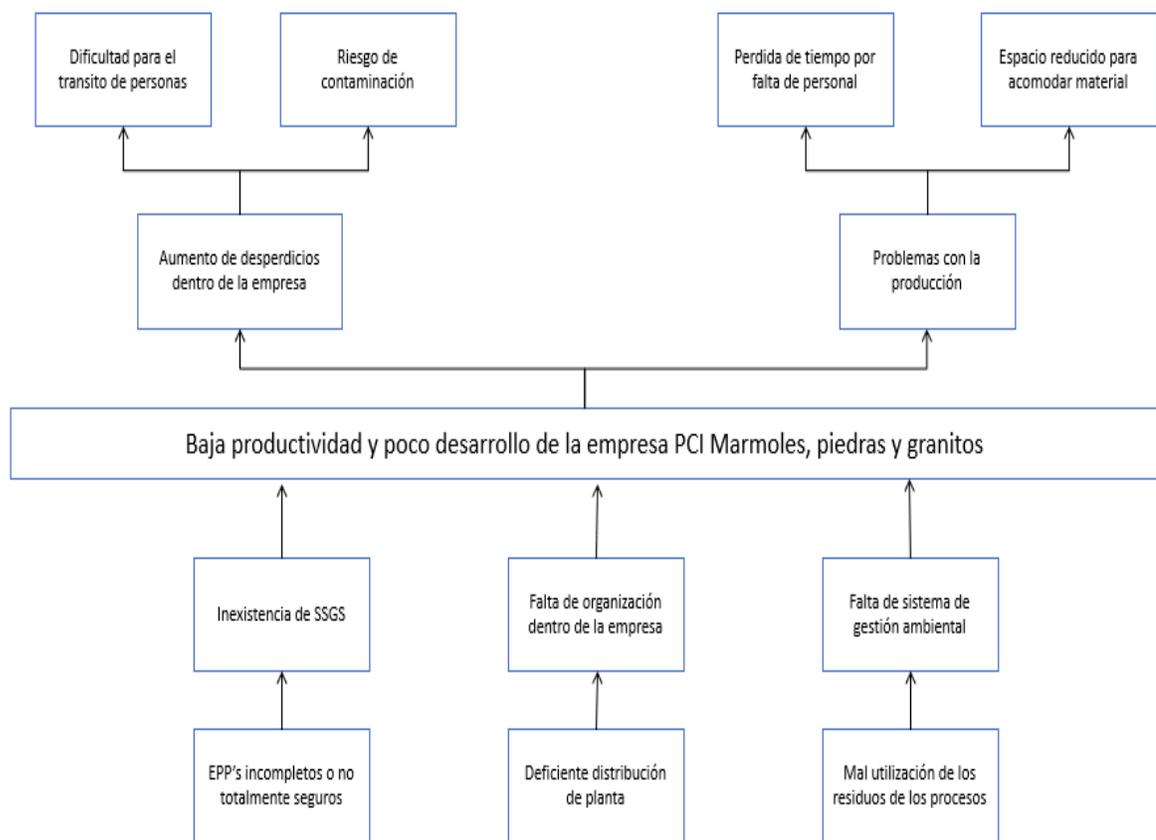


Figura 8. Árbol de problemas. Autoría propia (2020).

1.3. Formulación del problema

Según lo anteriormente planteado, el continuo diagnóstico en PCI Mármoles, Piedra y Granito, nos preguntamos: ¿Cómo mejorar la productividad y organización de la empresa, por medio del análisis de los recursos que intervienen en el proceso productivo?

1.4. Sistematización del problema

¿Cómo puede una organización de planta deficiente afectar el proceso de producción de la empresa?

¿Es importante el flujo de materiales a la hora de un buen desempeño productivo?

¿El buen estado de las maquinas garantiza que la productividad sea buena?

¿Los empleados cuentan con los elementos necesarios para la elaboración de los productos de la empresa que salvaguarden su integridad?

¿Cómo afecta a la empresa incumplir con los protocolos de seguridad de los trabajadores en el proceso de producción?

¿Qué tipo de elementos de protección personal utiliza actualmente la empresa?

2. Justificación

Cuando una empresa quiere mantener un alto estándar de calidad y además mantener precios de gran competitividad se puede apoyar en el uso de herramientas del Lean Manufacturing como pueden ser implementación del TPM, Smed, 5's entre otras, teniendo en cuenta que la empresa PSY Mármoles y Granitos S.A dejó de ganar para el año 2018, una suma aproximada de \$ 13'400.000 COP, por producto no fabricado y producto no conforme, es por eso que al proponer una mejora enfocada a la productividad relacionada con los elementos que intervienen en la producción, podría ayudarlo a tener una mayor rentabilidad, sin descuidar otros aspectos como los procesos y el mantenimiento de la calidad de los productos que ofrece y puede llegar a ofrecer, haciendo los cambios relevantes que requiere la planta, de tal manera es necesario obtener recursos para una posible inversión que le permita una mayor cobertura. Si no se realiza ningún cambio de inmediato o en el futuro cercano, la planta no podrá satisfacer la demanda actual, ya que las faltas encontradas durante las visitas realizadas indican un deterioro claro y constante tanto en la maquinaria, herramientas e implementos utilizados para la producción como en el proceso desarrollado por los operadores, lo que podría llevar al cierre de las instalaciones

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta que permita mejorar la parte productiva de la empresa PCI Mármol, Piedra y Granito, mediante el análisis y la buena utilización de los recursos empleados en la producción.

3.2 Objetivos específicos

- a. Analizar cuales recursos utilizados en la parte productiva de la empresa son los que pueden generar un aumento de la productividad.
- b. Identificar posibles alternativas de organización de la planta de producción que ayude a mejorar la productividad de la empresa.
- c. Analizar la utilización de la materia prima con respecto a la requerida por el producto terminado.
- d. Identificar el ciclo de vida y los procesos necesarios para el manejo de desechos de la empresa PCI Mármol, Piedra y Granito.
- e. Analizar la existencia y uso de los EPP actuales y determinar si son los más apropiados para el desarrollo de los procesos de la empresa.

4. Marco referencial

4.1 Antecedentes investigativos

Un primer trabajo corresponde a (Peña & Javier, 2017), quienes realizaron “propuesta de mejora de procesos productivos mediante la filosofía Lean Manufacturing en la empresa Tintorería Mega procesos y terminados S.A.S. de BOGOTÁ D.C.” en este trabajo se fundamentan en las herramientas del lean Manufacturing para el cálculo inicial del OEE y la medición de KPI's por medio de las herramientas basadas en la filosofía Manufacturing, entre otras herramientas adoptadas como referencia para generar propuestas bien encaminadas a la mejora de los procesos de la empresa con el fin de encaminarla al crecimiento industrial que desea.

Un segundo trabajo corresponde a (Sánchez & Melo, 2019), quienes realizaron “Propuestas para el mejoramiento de eficiencia en la línea de autoadhesivos de la empresa FILMTEX S.A.S mediante herramientas Lean Manufacturing” en este trabajo nos muestran una propuesta de técnicas 5S, SMED, Kanban y estandarización, con el fin de aumentar la eficiencia y la productividad al área de fabricación de películas en PVC mediante el proceso de calibrado.

Un tercer trabajo que corresponde a (Aguirre, 2014), quien realizo “Análisis de las herramientas Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicio en la pymes” en este trabajo nos muestra respecto al análisis de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing lo importante que son para las Pymes en la eliminación de los desperdicios con el fin de mejorar la productividad, por medio del uso de tres herramientas del Lean como son el TPM, el Andon y el TOC apoyándose en la simulación, explica como la combinación de estas herramientas en los procesos productivos de las Pymes son más significativas que implementarlas de manera individual.

Un cuarto trabajo corresponde a (Corredor & Quintero, 2018), quienes realizaron “Diseño Lean Manufacturing para la reestructuración de procesos productivos de la empresa Industrias Sueño Dorado S.A.S”. Este trabajo nos muestra en el análisis distintos inconvenientes con los cuales cuenta la empresa industrias sueño Dorado S.A.S en los cuales se planea una mejora con el diseño de un plan de mejora por medio de herramientas Lean Manufacturing; las herramientas mencionadas en el trabajo son la matriz de auto calidad, el TPM, las 5S, entre otros.

Un quinto trabajo corresponde a (Gaitán, 2013), quien realizó “LINEAMIENTOS PARA LA GESTION AMBIENTAL DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (RCD) EN BOGOTÁ D.C.”. En este trabajo nos muestra la problemática dada por el crecimiento, expansión y el desarrollo de la Ciudad de Bogotá D.C respecto a los desechos de construcción, ya que, por medio de las distintas actividades de adecuación, construcción y creación de nuevos proyectos de construcción se generan desechos con relación a los cuales no se tienen un claro conducto para la disposición de estos mismos, no se cuenta con una gestión ambiental clara que del conducto regular para su debido desecho y/o reutilización. Esto afecta al medio ambiente por un deficiente control de todo este material el cual va a parar a unos pocos lugares certificados y la gran mayoría de este material desechado puede verse en vías, aceras, inmuebles, parques, entre otros lugares, generando problemas de salud, ambientales y urbanos en Bogotá.

Un sexto trabajo corresponde a (Machado, 2018), quien realizó “Lineamientos de gestión ambiental urbana para la reutilización de materiales de construcción y demolición (RCD) en proyectos de infraestructura en Bogotá”. En este trabajo nos muestra aspectos de las políticas de gestión urbana haciendo énfasis en las empresas de construcción como responsables de llevar a cabo adecuado manejo de sus residuos con el fin de fomentar una adecuada reutilización o aprovechamiento de estos materiales en los proyectos de construcción.

Un séptimo trabajo corresponde a (Betancourt Chávez, Julio Roberto, & Lizárraga Mendiola, Liliana Guadalupe, & Narayanasamy, Rajeswari, & Olguín Coca, Francisco Javier, & Sáenz López, Agustín, 2015), quienes realizaron “Revisión sobre el uso de residuos de mármol, para elaborar materiales para la construcción.” En este trabajo nos muestran las características del Mármol, la generalidad del mármol en el mundo y las diferentes aplicaciones de los residuos del mármol para la creación distintos productos o elementos a base de este desecho.

Un octavo trabajo que corresponde a (Ponce., Carrillo & López, 2020), quienes realizaron “Fabricación de ladrillos con polvo-residuo de mármol en México”. En este trabajo nos muestran el proceso investigativo de las propiedades del Mármol específicamente del polvo residual del proceso de transformación; por medio de distintas pruebas nos muestran los distintos pasos desde la investigación, la dosificación del materias con distintos tipos de materiales de construcción para comenzar a generar pruebas de producto y comenzar a

calcular las resistencias, y por ultimo generar diversos tipos de pruebas a estos prototipos necesarios para determinar su durabilidad y sobre todo su factibilidad dependiendo de cuál sea el uso que se le quiera dar a estos materiales.

Un noveno trabajo corresponde a (Romero Amorocho Luisa Fernanda, 2018), quien realizo “Propuesta del diseño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) en la Empresa Nacional de Eléctricos HH Ltda.”. Este trabajo muestra la forma en la que esta empresa desea realizar un plan de seguridad para todas las áreas de la empresa y para todas las operaciones realizadas por los operarios de la empresa con la utilización de los elementos de protección necesarios para estas labores

Un décimo trabajo corresponde a (Gómez Pérez Jeimy Dayan, 2018), quien realizó “Diseño de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo”. En este trabajo podemos observar la búsqueda de un diseño que permita que la empresa desarrolle de manera adecuada las prácticas de la empresa con la responsabilidad adecuada para los trabajadores de la empresa, que a su vez permita una buena organización y relación con los empleados, utilizando las diferentes normativas que se tiene en el momento.

Se puede ver que existe una correlación entre las diferentes los documentos previamente anexados desde diferentes repositorios, en los cuales es recurrente el uso de la Filosofía Lean Manufacturing, el uso de las herramientas Lean para buscar la mejora en distintos sistemas productivos; que incluyen la reducción de desperdicios, problemas de organización y mejoras significativas en el espacio de producción, en el tiempo de respuesta para llevar los productos al cliente final, la disposición de la materiales, la seguridad de los trabajadores y su rendimiento. Para estos proyectos es ideal utilizar Lean Manufacturing ya que estas herramientas pueden reducir el tiempo al realizar actividades, lo cual conducirá a disminuir costos, reducción significativa de gastos, el aumento de la productividad en la empresa y el aumento de las ganancias generales

4.2 Marco teórico

4.2.1 Lean Manufacturing.

Según un trabajo que corresponde a (Matías & Idiopé, 2013, p.10) el Lean Manufacturing es una filosofía trabajo basada en personas que busca la mejor forma de hacer las cosas y optimizar el sistema de producción apoyándose en la identificación y en la eliminación que cualquier tipo de desperdicio, los cuales son definidos como los procesos y/o actividades que

usan más recursos de los necesarios,, un ejemplo claro de esto es la sobreproducción, tiempos de espera, transporte, exceso de procesado, mucho inventario, movimientos y defectos en el producto terminado. Falta uno... son hoy en día 8

En la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito, se buscará por medio de las herramientas 5's, el Poka Yoke, El control visual (Andon), El SMED, el TPM, El Gemba Kaizen y la identificación de KPI 's la mejora significativa de los procesos productivos en la organización, el aumento de calidad en el producto terminado para el cliente, todo esto con el fin de tener una nueva misión de mercado para aumentar las ventas y ganancias de la empresa; con el fin de disminuir las actividades que son consideradas desperdicio de tiempo y de recursos, planeando diferentes tipos de opciones de mejora que logren racionalizar los gastos y mantener el presupuesto asignado para las actividades, enfocándose en la importancia de entregar un producto de calidad a los clientes en el momento dado, al mantenimiento y el orden adecuado de todas las actividades necesarias para llevar la producción de la empresa.



Figura 9. Casa Lean Manufacturing. Adaptado de Lean Solution (2019).

4.2.2. Smed.

En gestión de la producción, SMED (acrónimo de Single-Minute Exchange of Die) es un método de reducción de los desperdicios en un sistema productivo que se basa en asegurar un tiempo de cambio de herramienta de un solo dígito de minutos.

Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase single minute. Se entiende por cambio de herramientas el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie

siguiente; no únicamente el tiempo del cambio y ajustes físicos de la maquinaria. (Matías & Idiope, 2013, p.42).

4.2.3. 5S's.

La herramienta 5S corresponde a la aplicación de los principios de orden y limpieza, el objetivo es poner orden a los diferentes puestos de trabajo y lograr estandarizar las condiciones de estos mismos a través de las cinco fases de implementación que se realizan de manera secuencial. Todo esto corresponde al seguimiento de la organización y el control que deben tener las personas dentro de su área de trabajo. El nombre 5S se deriva de las iniciales de las palabras japonesas, Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke las cuales se traducen como eliminar, ordenar, limpiar, estandarizar y por último crear un hábito respectivamente. (Matías & Idiope, 2013, p.36).



Figura 10. 5S. Adaptado de Prevencionar (2016).

4.2.4. Eliminar (Seiri).

Clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. Se hace una pregunta clave ¿esto es útil o inútil?, Esto, con el fin de separar lo que sirve de lo que no y puede generar estorbo. En la práctica es un procedimiento simple ya que consiste en el uso de tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser prescindibles. (Matías & Idiope, 2013, p.38).

4.2.5. Ordenar (Seiton).

Consiste en la organización de los elementos de manera que se encuentren con facilidad, darle un lugar determinado para facilitar su uso y por último el retorno en el lugar definido. La actitud “lo ordeno mañana”, hace que se tome por costumbre “dejar las cosas en cualquier lugar”.

Para ponerlo en práctica, se debe decidir en qué lugar poner las cosas y como ordenarlas teniendo en cuenta cuál es su frecuencia de uso bajo el criterio de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar un nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia,

en busca de darle a los empleados un ambiente laboral que favorezca la ejecución de sus actividades. (Matías & Idiope, 2013, p.39).

4.2.6. Limpieza e inspección (Seiso).

Consiste en limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse antes de que sucedan los defectos.

La limpieza es el primer y más importante tipo de inspección que se hace a los equipos. A través de este procedimiento se pueden identificar diferentes fallos de las máquinas, como tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar, detectar para corregir. (Matías & Idiope, 2013, p.39).

4.2.7. Estandarizar (Seiketsu).

Esta fase permite consolidar las metas unas veces asumidas las 3 primeras “S”, ya que sistematizar lo conseguido asegura unos efectos duraderos. Estandarizar supone seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar de la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para todos. (Matías & Idiope, 2013, p.40).

4.2.8. Disciplina (Shitsuke).

Esta fase se traduce en la disciplina y su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. La aplicación está ligada al desarrollo de una cultura de auto disciplina para hacer perdurar el proyecto de las 5S; este proceso es el más fácil y el más difícil a la vez. La manera más fácil consiste en aplicar regularmente las normas establecidas para mantener el estado de las cosas. Lo más difícil es que la aplicación depende de la organización a lo largo del proyecto de la implantación. El líder de la implantación debe establecer diversos sistemas o mecanismos que permitan el control. (Matías & Idiope, 2013, p.41).

4.2.9. Kaizen.

Kaizen viene de las palabras japonesas “Kai” y “Zen “, que hacen referencia a la acción del cambio y la mejora continua. Es por ello por lo que implementar esta metodología supone que elimines los desperdicios de tus sistemas productivos. Como has podido observar es un proceso que apuesta por el crecimiento continuo. Por lo tanto, nunca se deja de ejecutar.

4.2.10. Residuos.

Cualquier sustancia u objeto de cualquier categoría que aparezca en la clasificación de residuos, cuyo titular tenga la intención o la obligación de deshacerse de ellos. (Xabier Elías, 2009, P.19).

4.2.11. Eliminación.

Todos los procedimientos de instrucción, buen vertido o destrucción total o parcial de los residuos en condiciones que no pongan en peligro la salud de las personas y sin utilizar métodos que puedan causar daño al medio ambiente. (Xabier Elías, 2009, P.19).

4.2.12. Reutilización.

El aprovechamiento de un producto o material usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente. (Xabier Elías, 2009, P.19).

4.2.13. Reciclaje.

Conversión de residuos, en el proceso de producción, usado para su propósito original u otros propósitos, incluyendo compostaje, Biometanización u otros, pero no se puede incinerar mediante la recuperación de energía. (Xabier Elías, 2009, P.19).

4.3. Marco conceptual

La correlación del marco conceptual se demuestra en la "Figura 12", que muestra las herramientas, principios y ventajas de la Filosofía Lean Manufacturing. Estos se utilizan para proponer mejoras para PCI Mármoles, Piedra y Granito.

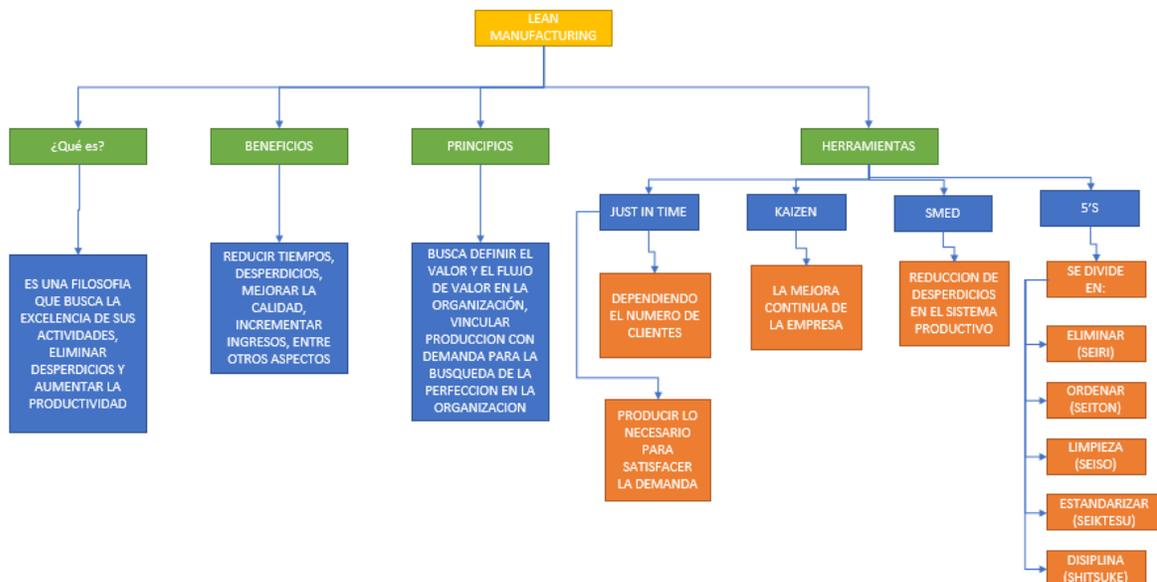


Figura 11. Marco conceptual. Autoría propia (2020)

4.4. Marco legal

4.4.1 Tipo de sociedad.

La empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito cuenta con su inscripción respectiva en la Cámara de Comercio de Bogotá desde el año 2015, bajo la actividad económica de actividades de construcción especializada, la cual está conformada por representación del Gerente General Niccola Badalacchi Ramírez identificado con la cedula de ciudadanía 79.288.259, quien es una persona natural representante legal de esta empresa.

4.4.2 Leyes especiales de acuerdo con la actividad económica.

Tabla 6.

Leyes especiales de acuerdo con la actividad económica.

legislación	Año	Descripción	Fuente
ley 23 de 1973	1973	El propósito de la ley es prevenir y controlar la contaminación ambiental, buscar mejorar, proteger y restaurar los recursos naturales renovables y defender la salud y el bienestar de todos los residentes del país.	el congreso de Colombia
decreto 2811 de 1974	1974	Promulgó el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente. La preservación y gestión de los recursos naturales renovables también tienen usos públicos y beneficios sociales.	ministerio de ambiente
resolución 2400 de 1979	1979	Viviendas en el lugar de trabajo, normas de higiene y seguridad. La resolución contiene los siguientes títulos o partes: disposiciones generales, ámbito de aplicación, obligaciones de los empleadores, obligaciones de los trabajadores, bienes inmuebles destinados al lugar de trabajo, edificios y casas, servicios de salud, servicios permanentes, lugares de trabajo sanitarios. Orden y limpieza, evacuación de residuos o desechos de los campamentos de trabajadores,	Ministerio de trabajo y seguridad social

resolución 8321 de 1983	1983	Normas para proteger y mantener la audición, la salud y el bienestar de las personas.	Minsalud
Decreto 1990 de diciembre de 2016	2016	Se revisaron las reglas aproximadas del valor contenido en la forma de autoevaluación de las donaciones; se especificaron los límites de tiempo y las condiciones para la autoevaluación y el pago de las cuotas al sistema integral de seguridad social y la cuasi-financiación, respectivamente.	ministerio del trabajo
decreto 1563 de 2016	2016	Mediante este acuerdo, es posible regular el sistema general de riesgo ocupacional de los trabajadores independientes ganen uno (1) o más del salario mínimo mensual legal vigente (smlmv) y el método de pago de las cotizaciones con el fin de reglamentar el pago de los aportes necesarios.	ministerio del trabajo
decreto 052 de 2017 SG-SST	2017	Trata sobre el Sistema Temporal de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)	ministerio del trabajo
decreto 614 de 1984	1984	Por medio de este decreto se determina la base para la organización y gestión de la salud laboral en el país.	Minsalud
decreto 1295 de 1994	1994	Por medio de este decreto se determina la base para la organización y gestión de la salud laboral en el país.	Minsalud
decreto 3615 de 2005	2005	De esta manera, se regula la situación en la que los trabajadores independientes se unen colectivamente al sistema integral de seguridad social.	Minsalud
ley 1010 de 2006	2006	Por medio de estas medidas se busca prevenir, corregir y sancionar el acoso laboral y otras medidas de acoso en el marco de las relaciones laborales.	congreso de Colombia

ley 100 de 1993	1993	Por medio de esta ley se busca construir un sistema integral de seguridad social y emitir otras regulaciones	congreso de Colombia
ley 0004 de 1976	1976	Mediante esta ley, se prevén pensiones para los sectores público, oficial, semioficial y privado.	Minsalud

Nota: Autoría propia (2020).

5. Marco metodológico

5.1. Tipo de investigación

En esta investigación se utiliza como tipo de investigación el descriptivo porque nuestro trabajo se enfoca en el análisis a través de las herramientas Lean Manufacturing de la situación presente en la empresa, demostrando como es su estado y como se manifiesta en la organización por medio de la medición de sus atributos, en este caso el proceso productivo de la misma, para el caso del tipo explicativo se desarrolla porque nosotros buscamos las razones o causas que ocasionan estos problemas, a su vez que se explica el porqué de los mismos nuevamente todo esto por medio de las herramientas Lean Manufacturing.

5.2. Áreas de estudio

El área de estudio en que nos vamos a centrar en esta investigación es toda el área que tenga proceso productivo de los elementos que se manejan actualmente en la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito.

5.3. Variables de la investigación

Para lograr los objetivos propuestos de este proyecto, es esencial realizar una recopilación de datos adecuada en todos los procesos de la planta de producción, recopilar datos sobre tiempos y el movimiento de operarios y materias primas, ver cómo en la empresa se encuentran distribuidos los puestos de trabajo, la organización de las máquinas, en general, todos los procesos que permitan generar medidas de diseño para tratar y mejorar los inconvenientes encontrados PCI Mármoles, Piedra y Granito.

5.4. Hipótesis de investigación

Por medio del análisis de los elementos intervinientes en el proceso de producción de la empresa se puede hacer que la productividad aumente.

5.5. Proceso metodológico

Para desarrollar el proyecto, se llevarán a cabo una serie de actividades para obtener los datos necesarios e identificar posibles problemas en la planta de producción PCI Mármoles, Piedra y Granito y posteriormente sugerir diferentes soluciones con el fin de aumentar la productividad, teniendo en cuenta lo ya planteado se organiza el proceso asignado de la siguiente forma:

1. Proceso de consulta y recolección de datos: Se procede a estudiar y consultar conceptos relacionados con el Lean Manufacturing con el fin de un adecuado desarrollo de los

objetivos propuestos, todo esto con los métodos de recolección de datos seleccionados con anterioridad, ya que estos nos brindan la información necesaria para llevar a cabo la implementación correcta de la Metodología Lean Manufacturing y las otras propuestas que desembocan de esta para generar propuestas que generen beneficio a la empresa.

2. Diagnóstico de las distintas áreas en la empresa: Este se realiza mediante un proceso de observación de las áreas necesarias para llevar a cabo la actividad económica de la misma por medio de visitas, con la finalidad de identificar puntos de fallo en cada una de estas que nos permitan generar propuestas de mejora.

Se utilizarán los medios de recolección de datos como las entrevistas a los trabajadores y directivos de la empresa, revisión documental, diagramas e indicadores.

Todo esto con el fin de enfocarnos en los procesos de la empresa que en la actualidad puedan generar una disminución de la productividad.

3. Proceso para plantear estrategias de mejoramiento.
 - Elaboración de una propuesta de distribución de planta y realizar un análisis con la finalidad de acortar distancia y tiempo de los procesos, evitar el cruce de los flujos de estos.
 - Implementación de un sistema enfocado tener una empresa más organizada, ordenada y limpia con el fin de mejorar la productividad por medio de las 5's.
 - Generar propuestas por medio de un análisis e identificación de la gestión de los residuos actuales en la empresa, con el fin de generar propuestas que permita la mayor utilización de los residuos.
 - Por medio de un sistema de seguridad y salud en el trabajo identificar riesgos, con el fin de observar posibles fuentes de riesgo, observar si los trabajadores cuentan con los elementos de protección personal necesarios para llevar a cabo sus actividades con el fin de evitar lesiones, tiempos muerto y una disminución considerable a la productividad.
4. Socialización del proyecto: Se busca dar a conocer los directivos la propuesta para el mejoramiento de los procesos productivos de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito con el fin de mostrar las propuestas de mejora y de mostrar los posibles resultados obtenidos si se llegase a implementar en la empresa.

5. Revisión del proyecto, arreglos y aprobación.

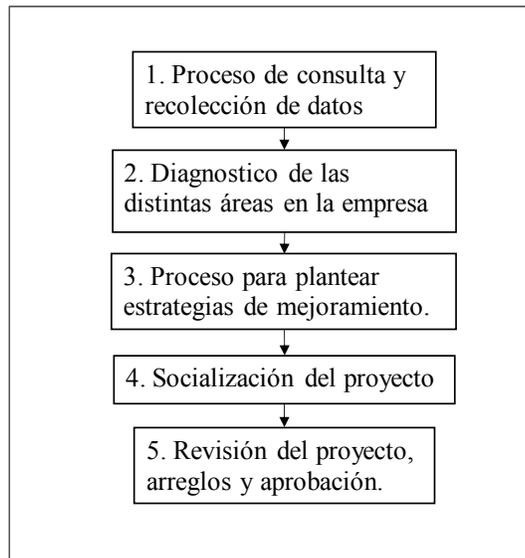


Figura 12. Proceso metodológico. Autoría propia (2020).

5.6. Tamaño poblacional y muestra

La empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito cuenta con diferentes áreas en la organización necesarias para su funcionamiento y operación, dentro de las cuales se encuentran el área de recursos humanos y financiera, el área de producción, de abastecimiento y de despacho; todas las áreas de la empresa forman parte de la población, ya que al ser una empresa de tamaño pequeño con una cantidad de empleados reducida podemos tomar todas las áreas de la empresa como objeto de estudio.

Se debe resaltar que este caso de estudio no se centrará en una sola área de la empresa, ya que al generar una propuesta fundamentada en la seguridad y salud de todos los empleados de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito se debe tener en cuenta todas sus áreas para las correcciones necesarias con el fin de maximizar los resultados obtenidos de manera general en la organización por medio de un trabajo conjunto en el cumplimiento de las metas y objetivos del proyecto.

5.7. Métodos e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de esta propuesta se utilizarán diferentes métodos e instrumentos de recolección de datos, como son:

- Entrevistas: Se realizarán entrevistas con el dueño y los operarios de la empresa PCI Mármoles, Piedra y Granito con el fin de recolectar datos necesarios de los

diferentes procesos en la organización necesarios de la empresa para la realización del proyecto.

- Revisión documental: Se revisará y recopilará toda información pertinente para nutrir el proyecto con la información relevante de estos mismos como pueden ser libros, proyectos de grado, publicaciones científicas, etc.
- Diagramas: Mediante diagramas de flujo, diagramas de procesos, VSM o mapa de flujo de valor, entre otros, estos nos permiten ver la situación actual de la empresa, poder identificar puntos de fallos y mejora en la organización por medio de este proyecto.
- Indicadores: se manejarán indicadores de productividad, calidad, eficiencia, etc. Que nos permitirán ver cómo está la empresa en materia de estas variables y así determinar los puntos a corregir.

6. Diagnostico lean

6.1. Tabla diagnostico Lean

Tabla 7.

Diagnostico Lean.

Etapa	Descripción de las herramientas o ítems de Lean Manufacturing	¿Existe actualmente?	
		SI	NO
Planear	1. Cultura gerencial en contra de los 7 desperdicios, ya sea en cuanto a controles administrativos, documentales o procedimentales.		X
Actuar	2. La empresa realiza mejora continua de los procesos o actividades productivas con herramientas de Lean Manufacturing.		X
Hacer	3. Se cuenta con las 5's implementadas y se emplean mecanismos para controlar el mantenimiento de estas a través del tiempo.		X
Actuar	4. La empresa cuenta con grupos de mejora continua con personal administrativo u operativo, que se enfocan en consolidar y analizar la información para generar e implementar planes de mejora continua.		X
Verificar	5. Se cuenta con un enfoque de Lean Manufacturing para controles de calidad.		X
Verificar	6. La empresa cuenta con mecanismos o procedimientos destinados a la gestión visual de los procesos.		X
Planear	7. Los procesos se encuentran estandarizados y se cuenta con evidencia documental de cómo es la mejor alternativa para realizar las tareas del proceso.		X

Planear	8. Se cuenta con una distribución de planta adecuada la cual fue instaurada con herramientas convenientes que se adapten a Lean Manufacturing.		X
Planear	9. La empresa cuenta con VSM validado y actualizado.		X
Verificar	10. Se cuenta con indicadores de productividad establecidos, supervisados y controlados.		X
Verificar	11. La empresa ha implementado tableros visuales en donde se relacionan los indicadores o mecanismos de control que se supervisan constantemente.		X
Hacer	12. Se cuentan con medidas de rendimiento OEE para la maquinaria y la productividad.		X
Planear	13. Se cuentan con mecanismos claves para organizar y gestionar efectivamente los sistemas de producción.		X
Hacer	14. El sistema de producción cuenta con una secuenciación adecuada.	X	
Planear	15. El sistema de producción funciona bajo una metodología Pull.		X
Planear	16. El sistema de planeación y control de la producción se encuentra equilibrado, es decir es entendible y se presta para el análisis efectivo.		X
Hacer	17. La empresa ha implementado Kanban.		X
Hacer	18. La empresa ha implementado SMED.		X
Hacer	19. La empresa ha implementado TPM.		X

Verificar	20. La empresa ha implementado herramientas estadísticas que contribuyen al control y a la mejora de los procesos.		X
Actuar	21. La empresa analiza constantemente las oportunidades de mejora para los puestos de trabajo.		X
Verificar	22. La empresa ha implementado círculos de calidad en todo su proceso productivo y con sus equipos de trabajo.		X
Actuar	23. La empresa ha implementado filosofías como JIT		X
Actuar	24. La empresa ha establecido mecanismos de control y evaluación con proveedores y clientes.		X
Actuar	25. La empresa realiza análisis de valor de cada uno de sus procesos.		X
Hacer	26. La empresa ha implementado AMFE.		X
Hacer	27. La empresa ha implementado JIDOKA.		X
Planear	28. La empresa ha implementado el ciclo PHVA.		X
Hacer	29. La empresa ha implementado Seis sigmas.		X
Actuar	30. La empresa ha implementado métodos de resolución de problemas.	X	
Planear	31. Existe comunicación y trabajo en equipo en todas las áreas de la compañía.	X	
Verificar	32. La empresa implementa mecanismos de dirección a través de reuniones	X	
Actuar	33. La empresa realiza motivación de equipos Constantemente		X

Nota: Autoría propia, (2020).

6.2. Indicador actual de implementación Lean Manufacturing

Formula del cálculo para el indicador: $\frac{\text{Numero de herramientas que si estan implementadas}}{\text{Numero de herramientas totales}}$

Cálculo del indicador de implementación: $\frac{4}{33} \times 100 = 12,12\%$ de implementación.

Podemos ver que según este indicador la empresa cuenta con un 12,12% de las herramientas que nos ofrece el Lean Manufacturing implementadas.

7. Mudas

7.1. Procesos inapropiados

La ausencia de las 5's y de la optimización en los procesos ha ocasionado que la empresa este experimentando demoras en su tiempo productivo, debido a que múltiples actividades que se ejecutan actualmente no agregan valor al producto, además, los desórdenes hacen que las actividades anteriores tomen muchísimo más tiempo, pues en ocasiones lo que fácilmente se puede hacer en pocos minutos se extiende demasiado porque el operario necesita diversos materiales que no tiene a su alcance. Se han tomado diversas fotos en las instalaciones donde este despilfarro se evidencia más claramente.



Figura 13. Procesos inapropiados en el almacenamiento. Autoría propia (2020).



Figura 14. Proceso inapropiado en el almacenamiento del producto (Piedras decorativas).
Autoría propia (2020)

7.2. Desperdicio o producto desechado

Según la información obtenida de la empresa estas son las cifras de productos fabricados para el año de 2019 en su segundo semestre.

Tabla 8.

Productos fabricados.

Producción segundo semestre 2019							
Productos	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Mesones	30 UDS	30 UDS	29 UDS	25 UDS	37 UDS	16 UDS	167 UDS
Tabletas	4000 UDS	4196 UDS	4130 UDS	3276 UDS	3360 UDS	5786 UDS	24748 UDS
Islas	20 UDS	20 UDS	18 UDS	15 UDS	13 UDS	18 UDS	104 UDS
Decorativos	33 UDS	38 UDS	46 UDS	30 UDS	16 UDS	27 UDS	190 UDS

Nota: Realizado con datos recopilados de PCI Mármoles, Piedra y Granito.

Los datos para los desperdicios generados en el segundo semestre del 2019 son los siguientes:

Tabla 9.

Desperdicios.

Desperdicio generado segundo semestre 2019							
Productos	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Mesones	6 UDS	6 UDS	5 UDS	4 UDS	7 UDS	2 UDS	30 UDS
Tabletas	750 UDS	810 UDS	800 UDS	645 UDS	613 UDS	945 UDS	4563 UDS
Islas	2 UDS	1 UDS	4 UDS	2 UDS	1 UDS	3 UDS	13 UDS
Decorativos	5 UDS	7 UDS	10 UDS	5 UDS	6 UDS	4 UDS	37 UDS

Nota: Realizado con datos recopilados de PCI Mármoles, Piedra y Granito.

7.3 Planos

Con base en la información recogida se procede a realizar los planos actuales de la empresa, estos nos muestran la infraestructura actual de los dos pisos en donde se ubican las áreas necesarias para llevar a cabo la actividad económica.

7.3.1 Planos actuales: primer y segundo piso.

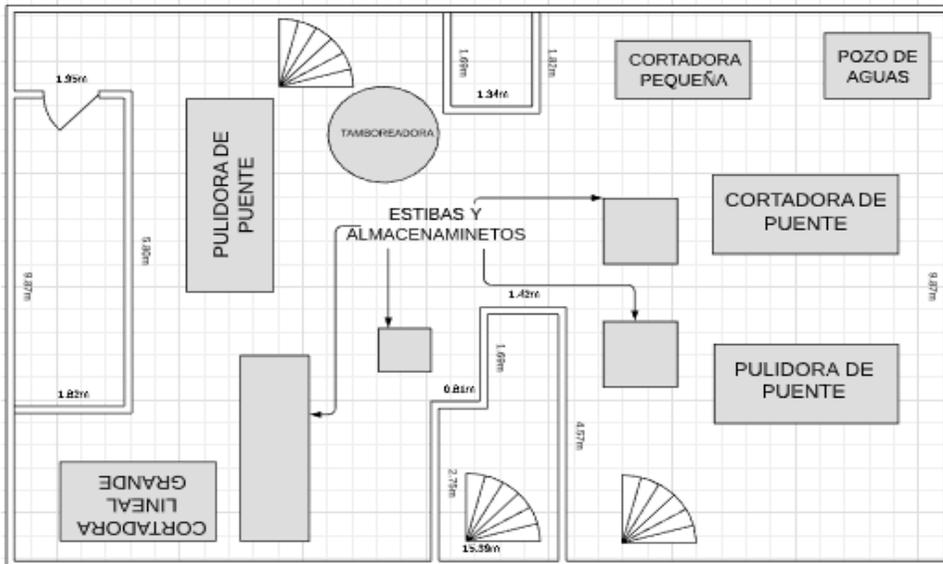


Figura 15. Plano actual primer piso. Autoría propia (2020).

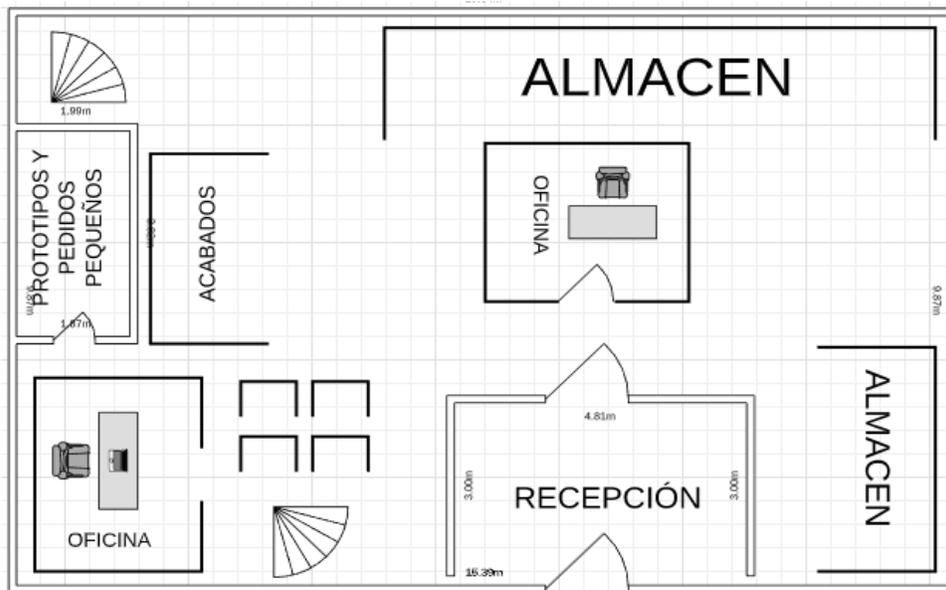


Figura 16. Plano actual segundo piso. Autoría propia (2020).

7.3.2 Diagramas de proceso de los productos de la empresa.

En los siguientes diagramas podemos ver las actividades que se realizan para transformar la materia prima en las diferentes áreas, entre estos están los transportes, las operaciones, las esperas, los almacenamientos y las inspecciones identificadas para cada uno de los procesos.

Actividades actuales del operario de corte en la cortadora lineal grande								
Etapa	Item	Descripcion	Simbolos					Distancia en metros
								
Durante el proceso	1	Movilizarse hasta la puerta de almacen						13,50
	2	Recibir el material						-
	3	Contar y revisar las materias primas						-
	4	Transporte de la materia prima hacia los soportes de almacenamiento para las losas de marmol o granito						7,50
	5	Almacenamiento de las Losas en los soportes de almacenamiento						-
	6	Transporte de la materia prima hacia las maquinas de corte						14,50
	7	Verificacion del estado del material						-
	8	Calibrar la maquina						-
	9	Posicionar la materia prima en la maquina						-
	10	Realizar el corte						-
	11	Transporte del material ya procesado al area de acabados						9,00
	12	Entrega del material a los encargados del area de acabados						-
	13	Regresar al area de almacenamiento del material para comenzar otro pedido de corte						23,00
Total							67,50	

Figura 17. Actividades que se desarrollan actualmente en el proceso de corte, maquina cortadora lineal grande. Autoría propia (2020).

Actividades actuales del operario de corte en la cortadora de puente y en la cortadora lineal mediana								
Etapa	Item	Descripcion	Simbolos					Distancia en metros
			➔	●	◐	▲	■	
Durante el proceso	1	Movilizarse hasta la puerta de almacen	➔					13,50
	2	Recibir el material		●				-
	3	Contar y revisar las materias primas					■	-
	4	Transporte de la materia prima hacia los soportes de almacenamiento para las losas de marmol o granito	➔					7,50
	5	Almacenamiento de las Losas en los soportes de almacenamiento				▲		-
	6	Transporte de la materia prima hacia las maquinas de corte	➔					2,00
	7	Verificacion del estado del material					■	-
	8	Calibrar la maquina		●				-
	9	Posicionar la materia prima en la maquina		●				-
	10	Realizar el corte		●				-
	11	Transporte del material ya procesado al area de acabados	➔					23,00
	12	Entrega del material a los encargados del area de acabados					■	-
	13	Regresar al area de almacenamiento del material para comenzar otro pedido de corte	➔					23,00
Total							69,00	

Figura 18. Actividades que se desarrollan actualmente en el proceso de corte, maquinas cortadora de puente y cortadora lineal mediana. Autoría propia (2020).

Actividades actuales del operario de ensamble y empaquetado, producto ensamblado y de entrega inmediata								
Etapa	Item	Descripción	Símbolos					Distancia en metros
			→	●	◐	▲	■	
	3	Inspeccion del material recibido por la persona encargada del area de corte					■	-
	4	Realizar el ensamble del material según sea el producto		●				-
	5	Transportar el producto a la puerta principal	→					12,50
	6	Inspeccion del producto ya ensamblado					■	-
	7	Movilzarse hasta la bodega para recoger los implementos necesarios para el empaque del producto	→					2,00
	8	Seleccionar el material para el empaque y/o embalaje		●				-
	9	Seleccionar la etiqueta anexa al producto		●				-
	10	Empacar o embalar el producto		●				-
	11	Movilzarse hasta gerencia	→					8,00
	12	Informar al gerente sobre el producto terminado listo a entregar			◐			-
		Movilzarse hasta la puerta principal	→					8,00
	13	Inspeccion del producto embalado por parte del gerente y del encargado del transporte					■	-
	14	Entregar el producto al encargado del transporte		●				-
	15	Transportar el producto embalado hasta el transporte	→					4,00
			Total					34,50

Figura 19. Actividades que se desarrollan actualmente en el área de Acabados y en empaque. Autoría propia (2020).

7.3.3 Diagrama de recorridos de los productos.

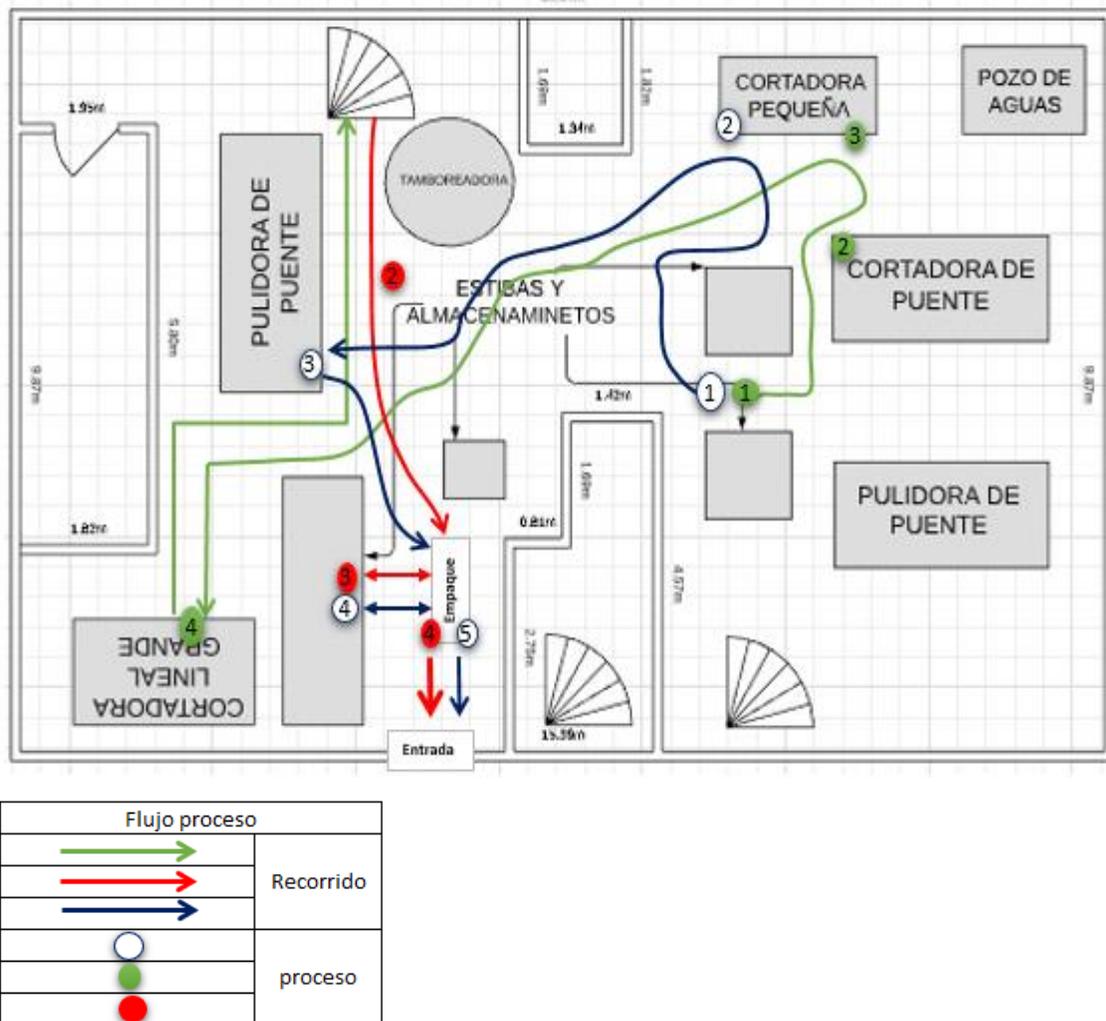


Figura 20. Diagrama de recorridos de los productos primer piso. Autoría propia (2020).

En esta imagen se puede observar que los flujos de los procesos en algunos puntos se entrelazan lo que ha generado además de desorden un cierto grado de peligro por cuestiones de choques, además esta distribución presenta rutas largas lo que perjudica a los operarios ya que estos tienen que hacer este recorrido con piezas pesadas lo que lleva a poner en riesgo su salud.

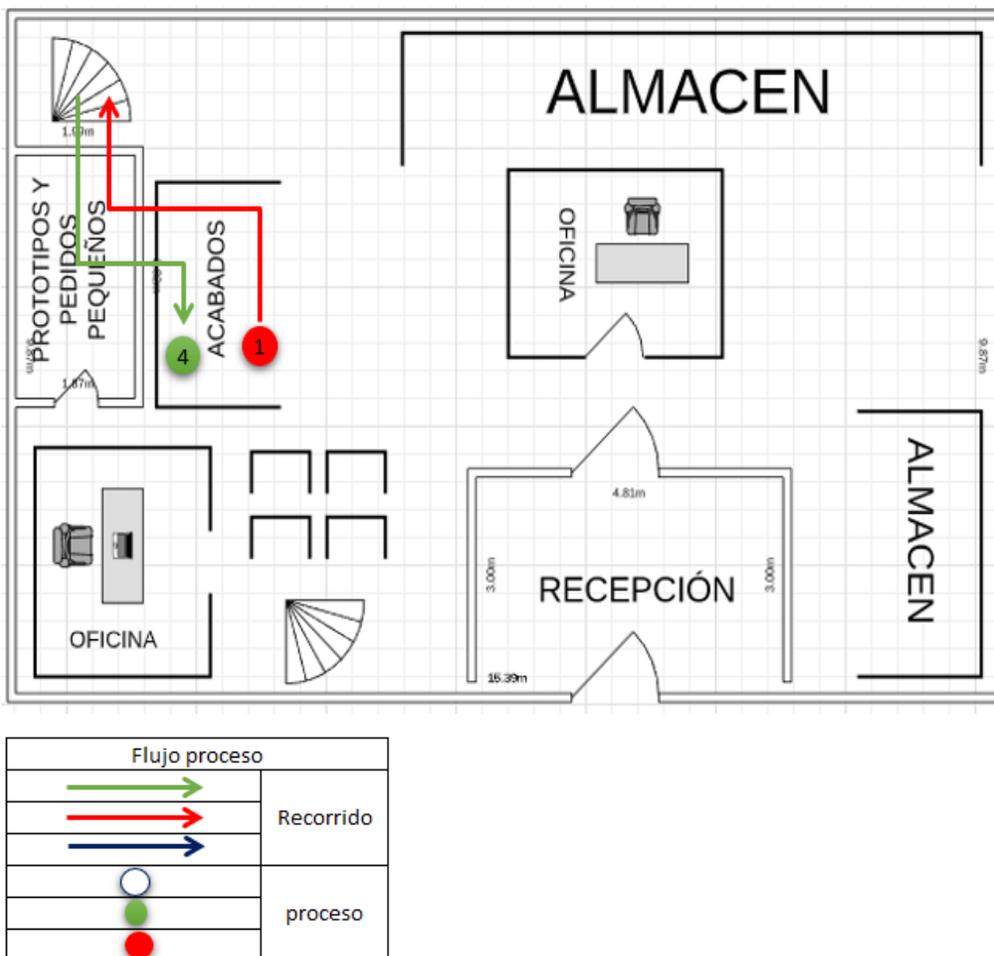


Figura 21. Diagrama de recorridos de los productos segundo piso. Autoría propia (2020).

7.4 Accidentes presentados en los últimos 6 meses del 2019

Tabla 10.

Accidentes presentados en los últimos 6 meses.

Accidentes registrados los últimos 6 meses del 2019					
Causa	Numero de eventos presentados	Incapacidad		Tiempo promedio de incapacidad	
		Si, cuantos	No, cuantos	Días	Meses
Dolor de espalda	18	11	7	33	1,375
Corte	16	10	6	30	1,25
Caída	5	3	2	6	0,25
Problemas respiratorios	20	12	8	24	1,000
Golpe	18	11	7	22	0,9167

Total	77	47	30	115	4,792
-------	----	----	----	-----	-------

Nota: Realizado con datos recopilados de PCI Mármoles, Piedra y Granito.

En esta tabla podemos observar la relación de los tipos de accidentes registrados para el último semestre del 2019 en la cual se puede discriminar por tipo y además cuanto tiempo le costó a la empresa este tipo de lesión o de afección.

Por una primera parte se puede observar que los problemas que más se presentaron fueron los temas relacionados con problemas respiratorios, aunque cabe aclarar que no se puede tener exactitud que el proceso desarrollado dentro de la empresa fuera el causante del problemas si se puede tener en cuenta que el proceso que en ésta se desarrolla arroja partículas que pueden agravar situaciones de este tipo por lo que el uso del tapabocas se hace indispensable y además de esto se hace necesario tener uno de alta eficiencia por lo que aunque no lo cause puede ser uno de los principales responsables del problema.

En segundo lugar encontramos el dolor de espalda y los golpes, el primero se debe a que los empleados tienen que hacer labores de carga y transporte de piezas con pesos considerados excesivos con lo cual cada proceso se hace con carga que pone en riesgo la integridad física del trabajador por eso se debe nivelar el peso de carga y reducirlo a un máximo de 25 kilogramos por empleado, el segundo caso se debe a que la empresa no cuenta primero con una buena distribución lo que genera que durante el turno de trabajo los empleados se encuentren en constante movimiento y puedan chocar o golpearse con las máquinas de la empresa y, segundo no tiene una buena organización en cuanto a los desechos y materia prima acomodándola en cualquier parte lo que causa que un empleado en su función pueda chocar o golpearse con estos materiales que no deberían estar en ese sitio. Es por esto por lo que se debe reorganizar la empresa de forma que los procesos se desarrollen de buena manera para poder disminuir este tipo de obstáculos para los empleados. Aunque es la más baja de todas las caídas, son generadas también por este tipo de desechos, además que se convierte en desechos que caen sobre el piso el cual lo convierte en una zona con potencial peligro para los empleados puesto que estos no cuentan con el calzado requerido para la labor otro de los puntos en los cuales se buscaran las mejoras.

El último de los ítems registrados en la tabla es el corte, este se genera por la manipulación de las máquinas las cuales cuentan con cuchillas afiladas que obviamente son catalogadas como riesgo inminente y a las cuales se les debe prestar mucha atención. Por tal motivo se

busca mediante el correcto uso, además del necesario uso de los EPP (elementos de protección personal) que estos problemas disminuyan de forma considerable, pues si tenemos en cuenta el factor tiempo en cuanto a las incapacidades el tiempo perdido es de 4,8 meses de un operario, el cual se pudo aprovechar en materia de producción.

7.5 Materiales en sitios inapropiados

Constantemente se puede observar que los materiales que se utilizan o alguna de las piezas sobrantes (desechos), son dejados en sitios que no corresponden lo cual trae como consecuencia el obstaculizar el movimiento y la normal operación con consecuencias como accidentes, demoras y pérdidas para la empresa. Por tal motivo este proyecto busca organizar de una manera que cada desecho se pueda aprovechar en algún otro proceso y de no ser así por lo menos tener un sitio específico para que este no interrumpa las labores de los trabajadores.



Figura 22. Piedras decorativas acumuladas en un sitio inapropiado para su almacenamiento. Autoría propia (2020).



Figura 23. Desechos acumulados en un sitio inapropiados. Autoría propia (2020).

8. Selección de herramientas y plan de trabajo

Para poder ofrecer alternativas de solución a los problemas evidenciados que presenta la empresa, en una primera instancia se realiza la implementación de algunas herramientas del Lean Manufacturing, un diseño de un sistema de gestión ambiental, un sistema de seguridad y salud en el trabajo con el fin de estrategias en diferentes áreas de la empresa para llevar a soluciones que beneficien a la empresa, para lograr esto se lleva a cabo:

- Implementación de las 5's: Esta es una de las herramientas del Lean que genera mayor impacto respecto a los problemas ya mencionados en el documento, por lo cual se busca implementar al inicio del proceso del proyecto, ya que se pretende demostrar la efectividad del Lean manufacturing a toda la organización con el fin que todos se habitúen.
- Distribución de planta: después de los resultados encontrados anteriormente procedemos a revisar si se pueden hacer cambios que generen valor al proceso, además de esto se procede a evaluar si la distribución actual es adecuada o si existen posibles mejoras de ésta. A partir de ello se procede a realizar cambios con los que se buscará que la productividad en cuanto tiempo y distancia sea mejor.
- Identificación y cuantificación de los desechos: Posteriormente a lo ya realizado se procede al estudio de los desechos por medio de la selección de un método de cuantificación con el fin de generar una identificación de los residuos por área, posterior a esto identificar el peso de estos para poder generar un análisis detallado de cada uno, generar un costeo de estos mismo y proponer alternativas de uso para estos desechos.
- Sistema de seguridad y salud en el trabajo: con análisis de lo procedente de los trabajadores se pudo identificar que estos no cuentan con los elementos que garantizan que su productividad sea la mejor, en este caso lo que buscamos es garantizar el bienestar de ellos y así poder hacer que la empresa no pierda productividad por falta de personal.

9. Adaptación e implementación de las herramientas Lean Manufacturing

9.1 Implementación de las 5's

En las siguientes tablas podremos observar la metodología usada para plantear la implementación de las 5's en la empresa PCI Mármol, Piedra y Granito, podemos ver las acciones a realizar para cada una de las "s" que se deben aplicar en la organización:

Tabla 11.

Implementación de las 5's, Seiri: Clasificar.

Seiri: Clasificar			
Descripción	Área	Elementos no necesarios identificados	
Se clasifican los elementos que no sean necesarios para el área de los que pueden ser desechados o reutilizados	Entrada de materia prima	1	Desperdicios industriales
		2	Antiguo stock de materia prima
		3	Stock de producto reprocesado
		4	Stock de producto terminado
	Bodega	1	Herramientas no usadas
		2	Desperdicios industriales
		3	Estanterías sin uso
	Bodega de materia prima	1	Desperdicio industrial
		2	Antiguo stock de materia prima
		3	Stock de producto reprocesado
		4	Stock de producto terminado
		5	Materia prima sin procesar
	Corte	1	Excedente de material
		2	Desperdicio industrial
		3	Antiguo stock de materia prima
			Antiguo stock de producto terminado
	Pulido	1	Desperdicio industrial
		2	Excedente de material
	Acabados	1	Desperdicio industrial
		2	Antiguo stock de materia prima
		3	Excedente de material

		4	Herramientas no usadas
		5	Antiguo stock de producto terminado
	Empaque	1	Desperdicio industrial
		2	Herramientas no usadas
		3	Antiguo stock de materia prima

Nota: Autoría propia, (2020).

Tabla 12.

Implementación de las 5's, Seiton: Ordenar.

Seiton: Ordenar				
Descripción	Área	Elementos necesarios en el área		Acción a realizar
Se debe organizar los elementos necesarios para cada una de las áreas	Bodega	1	Herramientas	Organizar las herramientas en el tablero de herramientas después de su uso, utilizar las estanterías para el almacenamiento de los empaques, plásticos y zunchos
		2	Empaques	
		3	Plásticos y zunchos	
	Bodega de materia prima	1	Placas de mármol	Delimitar y marcar el área para almacenar las placas de los materiales disponibles en los soportes, organizar el material sin procesar en un lugar determinado para este material
		2	Placas de granito	
		3	Material sin procesar	
	Corte	1	Discos de corte	Establecer una ubicación específica y adecuada para cada herramienta dispuesta según las condiciones de uso
		2	Moldes	
		3	Marcadores	
		4	Herramientas	
		5	Regla	
		6	Metro	
	Pulido	1	Cabezales de pulido	Establecer una ubicación específica y adecuada para cada herramienta

		2	Herramientas	dispuesta según las condiciones de uso
Acabados		1	Maquinas: Pulidora de mano, esmeril, taladro de puente, cortadora, torno.	Delimitar y marcar el área de cada máquina, del producto a procesar y / o las materias primas, organizar los insumos y herramientas en estanterías o en los puestos de trabajo.
		2	Herramientas: Cabezales de pulido, discos de corte, metro, espátulas, pinzas, alicates, destornilladores, moldes, marcadores.	
		3	Insumos: Endurecedor, catalizador, resinas, pegantes, químicos, estopas, cintas, colorantes, material procesado.	
Empaque		1	Maquinas: Sunchadora,	

			máquina de termo encogido.	Acomodar de forma organizada Maquinas, herramientas e insumos en la estantería.
		2	Insumos: Zuncho, Cajas, plástico, etiquetas, cintas, pegantes.	
		3	Herramientas: Bisturí, alicate, serruchos.	

Nota: Autoría propia, (2020).

Tabla 13.

Implementación de las 5's, Seiso: Limpiar.

Seiso: Limpiar		
Área	Acción a realizar	
Entrada de materia prima	1	Mantener libre de material y/o desechos
	2	Mantener el lugar limpio
	3	Mantener el lugar organizado
Bodega	1	Mantener libre de polvo las herramientas e insumos
	2	Barrer constantemente
	3	Organizar herramientas e insumos en el lugar determinado
	4	Mantener el lugar limpio de desechos
Bodega de materia prima	1	Barrer constantemente
	2	Recoger los desperdicios que se puedan producir
	3	Organizar el excedente de material
	4	Organizar el antiguo stock de materia prima
	5	Mantener el lugar limpio de desechos
Corte	1	Barrer constantemente
	2	Organizar herramientas en el lugar determinado
	3	Limpiar las maquinas en el exterior constantemente
	4	Recoger los desperdicios que se puedan producir
	5	Organizar el excedente de material
Pulido	1	Barrer constantemente
	2	Organizar herramientas en el lugar determinado

	3	Limpiar las maquinas en el exterior constantemente
	4	Recoger los desperdicios que se puedan producir
Acabados	1	Barrer constantemente la basura o polvo
	2	Mantener limpios y organizados los puestos de trabajo
	3	Limpiar las maquinas en el exterior constantemente
	4	Organizar la materia prima y el producto terminado en el lugar determinado
	5	Organizar los insumos necesarios en el lugar determinado
	6	Mantener los contenedores de residuo con lonas para el adecuado desecho de los desperdicios
	7	Organizar herramientas en el lugar determinado
Empaque	1	Barrer constantemente
	2	Mantener limpias y organizadas las maquinas
	3	Mantener limpios y organizados los insumos
	4	Mantener limpios y organizados las herramientas
	5	Mantener libre polvo y de desperdicios

Nota: Autoría propia, (2020).

	4	Recoger los desperdicios que se puedan producir	X							
	5	Organizar el excedente de material	X							
Pulido	1	Barrer constantemente	X							
	2	Organizar herramientas en el lugar determinado	X							
	3	Limpiar las maquinas en el exterior constantemente							X	
	4	Recoger los desperdicios que se puedan producir	X							
Acabados	1	Barrer constantemente la basura o polvo	X							
	2	Mantener limpios y organizados los puestos de trabajo	X							
	3	Limpiar las maquinas en el exterior constantemente		X						
	4	Organizar la materia prima y el producto terminado en el lugar determinado	X							
	5	Organizar los insumos necesarios en el lugar determinado	X							
	6	Mantener los contenedores de residuo con lonas para el adecuado desecho de los desperdicios		X						
	7	Organizar herramientas en el lugar determinado	X							
Empaque	1	Barrer constantemente	X							
	2	Mantener limpias y organizadas las maquinas	X							

	3	Mantener limpios y organizados los insumos									X	
	4	Mantener limpios y organizados las herramientas	X									
	5	Mantener libre polvo y de desperdicios	X									

Nota: Autoría propia, (2020).

Tabla 15.

Implementación de las 5's Shitsuke: Disciplina.

Shitsuke: Disciplina				
Listado de verificación de mejoras				
Responsable:		Fecha:		
Área		Estado del aspecto a verificar		
núm.	Aspecto a verificar	Bueno	Regular	Malo
1	Limpieza del área			
2	Organización de las materias primas y el producto terminado			
3	Organización de los insumos y de las herramientas de trabajo			
4	Facilidad de moverse por el área			
5	Limpieza del puesto de trabajo al inicio de la jornada laboral			
6	Limpieza del puesto de trabajo al terminar la jornada laboral			
7	Limpieza de las maquinas			
8	Adecuado manejo de los desechos y desperdicios producidos en el área			

9	Respeto por las ubicaciones establecidas para las máquinas, los insumos, las herramientas, las materias primas, el producto terminado, los excedentes, los desechos y los desperdicios			

Nota: Autoría propia, (2020).

9.2. Proceso de implementación

En la actualidad el proceso de implementación se encuentra detenido, ya que la empresa, como consecuencia de la pandemia se encuentra en un proceso de reapertura, en estos momentos no cuenta con el capital ni con la mano de obra necesaria para llevar a cabo el proceso de implementación, esto nos lleva que el proceso sea socializado con el gerente con la finalidad que en el momento que la empresa se encuentre en una mejor posición sea posible implementar esta herramienta.

10. Reorganización

10.1. Redistribución de las máquinas para evitar cruces en las operaciones

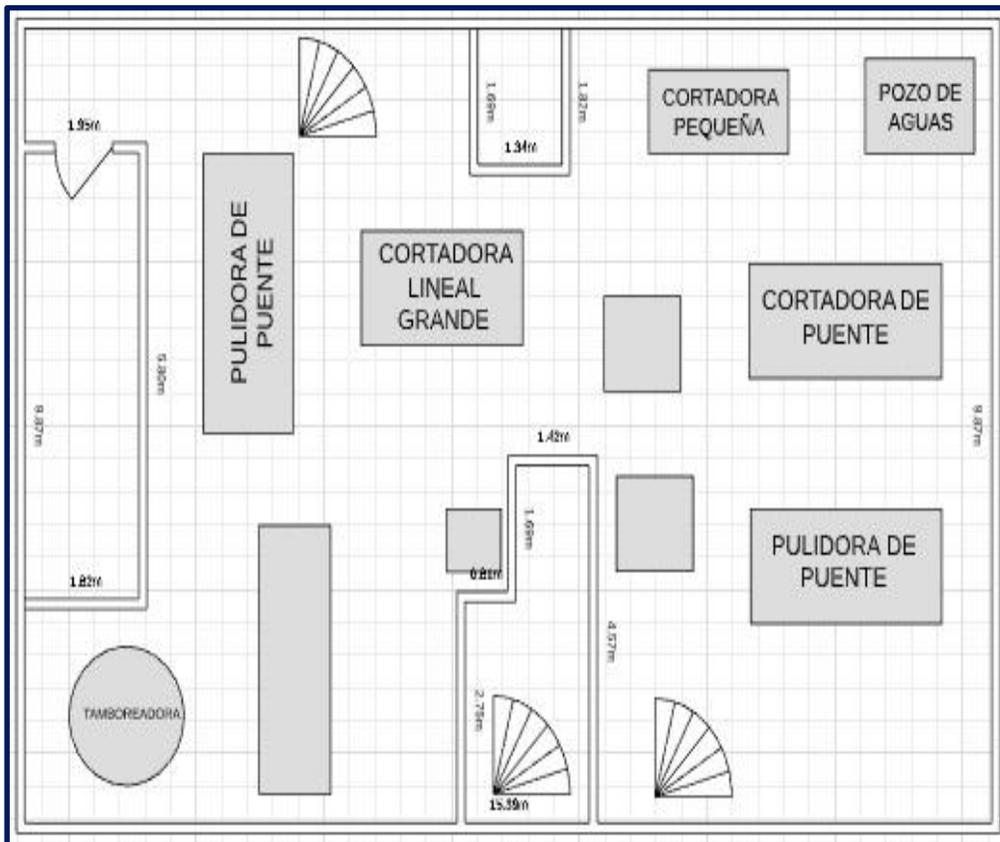


Figura 24. Propuesta de redistribución de las máquinas primer piso. Autoría propia (2020).

Con los movimientos de las máquinas cortadora lineal grande y el Tamboreador se puede observar que los flujos de proceso están organizados de forma que en la medida de lo posible no se crucen uno con el otro, lo que nos ayudará a que los operarios no compartan espacios en diferentes áreas o procesos lo que a su vez ayudará con la disminución de los accidentes y los recorridos largos con material pesado.

10.2. Nuevo diagrama de recorrido

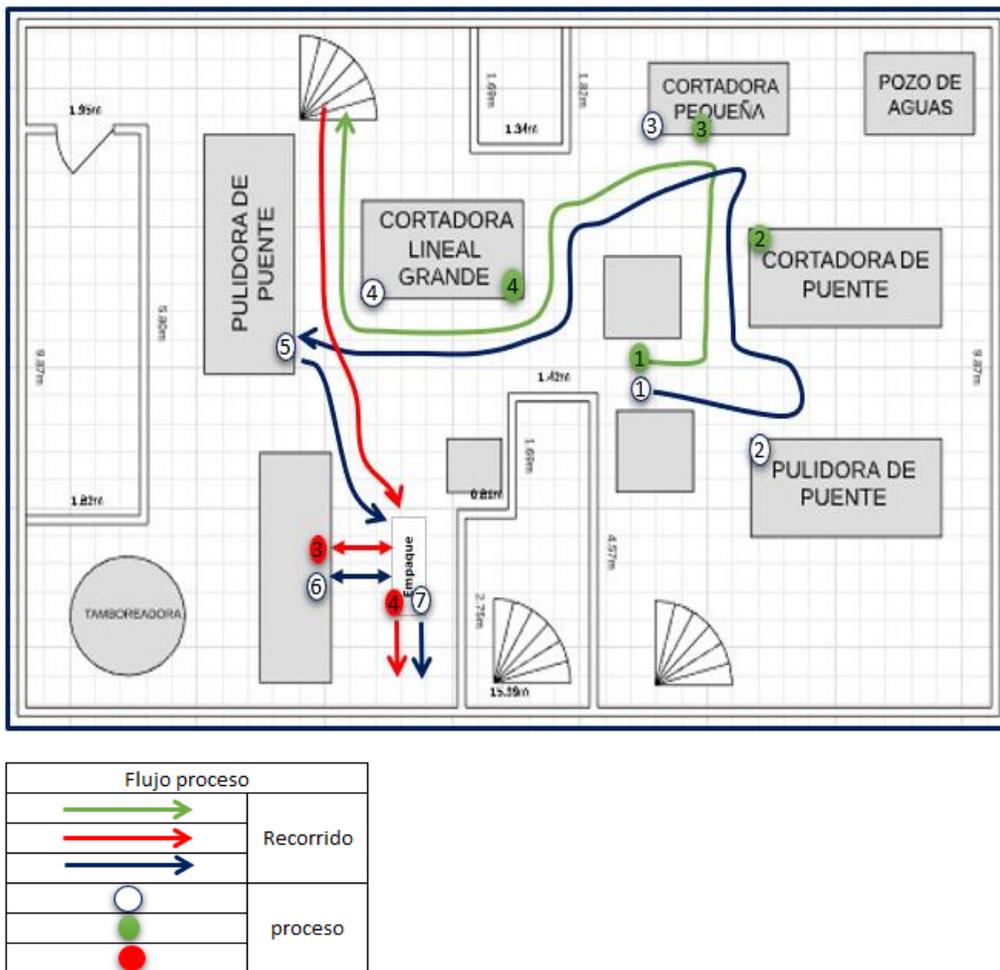


Figura 25. Diagrama de recorrido con la propuesta de distribución de las máquinas primer piso. Autoría propia (2020).

Como lo muestra la (figura 24) la nueva organización permite que las distancias de operación se acorten lo que a su vez permitirá que los tiempos de transporte sean menores ayudando así a que la productividad de la empresa tenga una mejoría como se puede evidenciar en la (figura 25) y (figura 26).

Actividades actuales del operario de corte en la cortadora lineal grande								
Etapa	Item	Descripción	Símbolos					Distancia en metros
								
Durante el proceso	1	Movilizarse hasta la puerta de almacen						13,50
	2	Recibir el material						-
	3	Contar y revisar las materias primas						-
	4	Transporte de la materia prima hacia los soportes de almacenamiento para las losas de marmol o granito						7,50
	5	Almacenamiento de las Losas en los soportes de almacenamiento						-
	6	Transporte de la materia prima hacia las maquinas de corte						4,50
	7	Verificacion del estado del material						-
	8	Calibrar la maquina						-
	9	Posicionar la materia prima en la maquina						-
	10	Realizar el corte						-
	11	Transporte del material ya procesado al area de acabados						9,00
	12	Entrega del material a los encargados del area de acabados						-
	13	Regresar al area de almacenamiento del material para comenzar otro pedido de corte						23,00
Total							57,50	

Figura 26. Pronóstico de distancias de las actividades que se desarrollan en el proceso de corte, maquina cortadora lineal grande. Autoría propia (2020).

Formato tiempos de corte y transporte para la cortadora lineal grande					
Operación		Corte de placa		Estudio N°	1
Maquina		Cortadora lineal grande		Observado por	Jhojan Jimenez y Cistian moreno
Producto		Placa de marmol café pinto			
Operación (s)		Aldemar		Presentado a:	Nicola Badalachi
#	Operación	Transporte de la placa desde el soporte a la maquina (minutos)	Colocado de la placa en la maquina	Tiempo total	Observacion
1	Transporte y colocado de placa en la maquina de corte	1,52	1	2,52	El transporte se realiza de manualmente, desde el soporte hasta la maquina y para realizar la accion se necesitan 2 trabajadores
#	Operación	Calibracion (Minutos)	Tiempo de corte (minutos)	Tiempo Total	Observacion
1	Corte placa dimensiones 120x52 Cm	1,32	3,2	4,52	Calibracion y corte Alto: 120 Cm
2		1	0	1	Movimiento de la pieza para realizar el siguiente corte
3		1,72	1,6	3,32	Calibracion y corte Largo: 52 Cm
4		1	0	1	Movimiento de la pieza para realizar el siguiente corte
5		1,5	3,2	4,7	Calibracion y corte Alto: 120 Cm
6		1	0	1	Movimiento de la pieza para realizar el siguiente corte
7		2	1,6	3,6	Calibracion y corte Largo: 52 Cm
#	Operación	Transporte de la placa ya procesada hasta el area de acabados	Colocado de la placa en el banco de trabajo	Tiempo Total	Observacion
1	Transporte al area de acabados	1,53	1,05	2,58	El transporte es manual, el tiempo de recorrido cuenta desde la maquina hasta el area de acabados que se encuentra en el segundo piso de la empresa

Figura 27. Pronóstico de tiempos de las actividades que se desarrollan en el proceso de corte, maquina cortadora lineal grande. Autoría propia (2020).

Para poder desarrollar estas propuestas se evaluaron las medidas sobre planos haciendo las redistribuciones espaciales en los planos y no en la empresa puesto que esta se encuentra en un cierre preventivo por la pandemia trabajando a menor capacidad y con menos demanda, por esta razón los datos anteriormente señalados son supuestos de los cálculos hechos sobre planos de la empresa.

11. Gestión ambiental

11.1 Métodos de cuantificación de los desechos

Los métodos de cuantificación ayudan a la empresa a realizar una valoración de los impactos a través de la medición de la cantidad de residuos que genera la empresa, mediante la adquisición de datos útiles para el desarrollo y posible implementación de un programa de gestión de residuos planteado en este proyecto, esto permite realizar una evaluación del impacto ambiental.

A continuación, se mostrarán los diferentes métodos identificados para cuantificar la cantidad de residuos que genera la empresa, en donde se compararán alternativas y se seleccionara la óptima, de manera que ayude a generar mayores medidas preventivas, correctivas y compensatorias para el programa ambiental.

11.2 Método de cuantificación mediante el análisis del peso y el volumen de los residuos

Este método nos permite conocer la cantidad de los residuos producidos por la empresa PCI que se generan a la salida de las operaciones correspondientes a la actividad económica.

11.3 Método de cuantificación mediante el análisis del número de cargas

Por medio de este método se tiene un constante registro de las diferentes características de los residuos producidos en la cadena de producción (Peso o volumen, tipo de residuo), estos se anotan en un periodo de tiempo determinado. Este se realiza con el fin de determinar la cantidad de residuos, el peso y el volumen que ocupan los residuos en la planta todo esto con el fin de conocer la tasa de generación de residuos.

11.4 Método de cuantificación mediante el Balance de residuos

Este método se utiliza para determinar cuál es la generación y el movimiento de los residuos producidos en la empresa respecto cada fuente de generación. Este método nos muestra las entradas, salidas y consumos de los diferentes materiales necesarios para llevar a cabo la actividad económica respecto un tiempo determinado.

11.5 Selección del método

Para este proyecto se va a implementar el método de análisis por medio del peso y el volumen de los residuos, ya que en el momento solo contamos con datos suministrados por parte del gerente de la empresa. Para esta metodología se realizó lo siguiente:

11.6 Análisis de la generación de residuos por medio del método seleccionado del peso y el volumen de los residuos

La empresa cuenta con sitios determinados según sea el desecho, en este punto se tiene que aclarar la empresa usa los residuos sólidos en su gran cantidad para realizar piedras decorativas por medio de un proceso en una tamboreadora, también se utilizan los lodos residuales que quedan al decantar el agua acumulada en los pozos de la empresa encargados de almacenar el polvo con el agua dado en los procesos de corte y pulido; ya aclarado esto, el material que se sitúa en estos sitios determinados es el aquel que terminó su ciclo de vida útil.

Debido a la crisis sanitaria en la cual nos encontramos no es posible realizar un estudio de datos, por lo cual el proyecto se enfoca en la base de información suministrada por la empresa, debido a que la producción no se encuentra en su nivel normal ya que descendió la actividad y se generó caída de los pedidos.

Se utilizó el método del peso y del volumen debido a que se puede cuantificar numéricamente los residuos. Respecto al peso se puede identificar la cantidad de desechos que se producen en un determinado tiempo ya sean en una hora o día productivo, de igual manera respecto al volumen de las piezas generadas como residuos se puede clasificar conforme a la utilidad futura que pueda brindar el material para que sea reutilizable.

11.7 Clasificación de los residuos

Para facilitar la interpretación de los resultados, procedimos clasificar los tipos de residuos en dos grupos ya identificados como se menciona a continuación:

Residuos tipo 1: Este grupo corresponde a los diferentes materiales que inevitablemente se convierte en residuos, los beneficios económicos y medioambientales de estos materiales están relacionados con su correcto uso.

En los residuos tipo 1 podemos encontrar: Retal de material. Lodos, polvos, residuos sólidos.

Residuos tipo 2: Este tipo de residuos se puede disminuir si los materiales se utilizan de buena manera, además de esto los residuos de este tipo pueden generar los ingresos a la empresa si se tratan y se venden ya que estos no requieren una transformación especial. Estos residuos pueden llegar a contaminar el medio ambiente, es por esto por lo que generan un gran riesgo si no se tratan adecuadamente.

En los residuos tipo 2 podemos encontrar: residuos sólidos como cajas, adhesivos o pegantes, materiales para el empaque como plásticos o zunchos, entre otros.

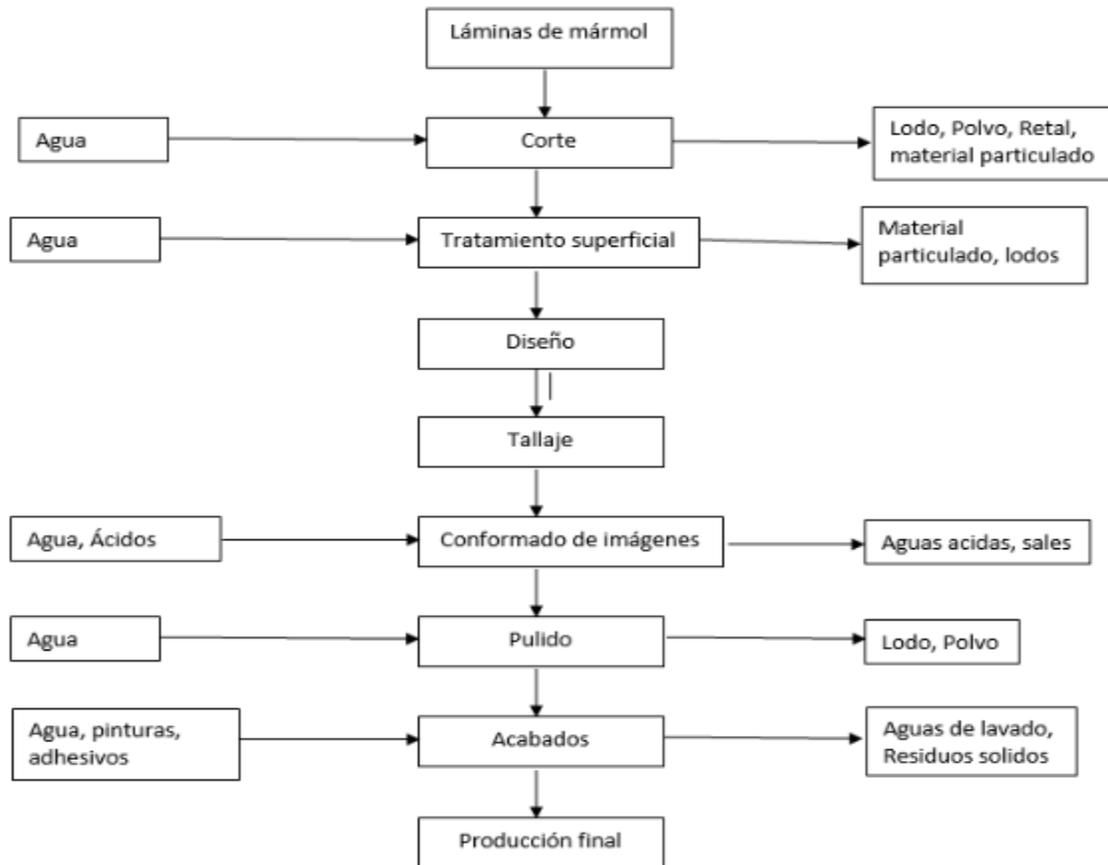


Figura 28. Residuos generados en el proceso de producción. Autoría propia (2020).

11.8 Mejora orientada a los tipos de residuos

En estos dos tipos de residuos identificados en la empresa PCI Mármol, Piedra y Granito, vimos gran potencial de mejoramiento en la gestión ambiental actual de la empresa; esta mejora puede estar orientada a 3 aspectos los cuales son:

- Generar una mejora sustancial en el medio ambiente al lograr disminuir en gran medida la cantidad de residuos producidos por la empresa. Con este fin se busca aumentar la cantidad de retal reutilizado, generar nuevas propuestas para el uso de los residuos sólidos, lodos y polvos del mármol.
- Una disminución de los costos al buscar un aprovechamiento mayor y en gran medida un inteligente uso de los recursos existentes.

- Generar un ingreso adicional a la empresa mediante la comercialización de estos materiales reutilizados, convirtiéndolos en diferentes productos. Además de esto comercializar los residuos sólidos para tener un ingreso adicional.

11.9 Composición de los residuos por área

En este ítem se dará a conocer los tipos de residuos que se generan en cada área productiva de la materia prima desde su recepción hasta la obtención del producto final.

11.9.1 Área de corte.

En el área de corte podemos identificar los diferentes tipos de residuos que genera este proceso, estos se clasifican de la siguiente manera:

- Lodo
- Polvo
- Retal

Estos residuos por un uso inadecuado o una gestión deficiente se encuentran clasificados en el grupo de residuos tipo 1.

Retal

Para tener en cuenta la cantidad de pérdida del retal se debe tener en cuenta el peso de todo este material agrupado en los sitios determinados por la empresa, anterior a la pandemia la empresa tenía un flujo de desechos quincenales de 1 Tonelada con una reutilización del material del 50% aproximadamente, todo esto con un total de desecho de 500 kilogramos antes de la pandemia.

En la actualidad después de la reapertura económica, la empresa ha generado 500 kilogramos de desechos en los últimos 3 meses con una reutilización de este material del 40% dejando un total de 300 Kilogramos de desechos para los últimos 3 meses del año.

Polvo

El polvo que puede llegar del proceso se desecha si se acumulan grandes cantidades, en los últimos 3 meses se desecharon 8 kilogramos de polvo de mármol.

Lodo

El polvo del mármol y el agua se mezclan a realizar el proceso de corte y el lodo resultante se almacena en dos pozos situados en una esquina de la empresa. Se acumula por unos meses y dependiendo de cómo se encuentren los pozos se realiza un proceso de decantado el cual separa el agua del lodo producido por el polvo del mármol, ya separado el residuo se

pasa por costales de arroz con la finalidad de extraer la mayor cantidad de agua posible y por último se deja secar para que el resultante sea el material en polvo, En la actualidad este producto se dona como abono por su alto contenido de carbonato de calcio, aproximadamente en un periodo de 3 meses y realizando todo el proceso ya mencionado se donan 3 sacos con un peso aproximado de 120 kilogramos.

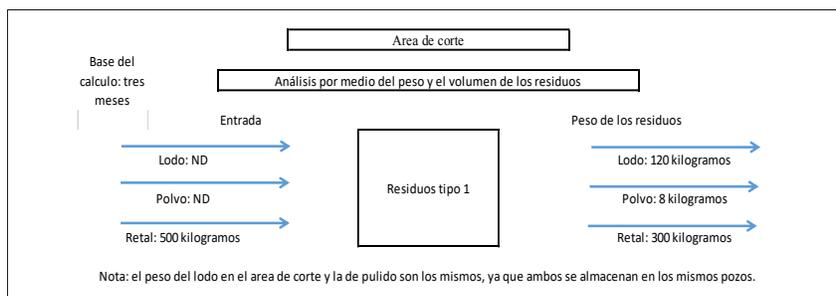


Figura 29. Análisis por medio del peso y el volumen de los residuos del área de corte. Autoría propia (2020).

11.9.2 Área de Pulido.

Estos residuos por un uso inadecuado o una gestión deficiente se encuentran clasificados en el grupo de residuos tipo 1.

Lodo

Misma información que la anteriormente presentada para el proceso del área de corte.

Polvo

El polvo que puede llegar del proceso se desecha si se acumulan grandes cantidades, en los últimos 3 meses se desecharon 4 kilogramos de polvo de mármol.

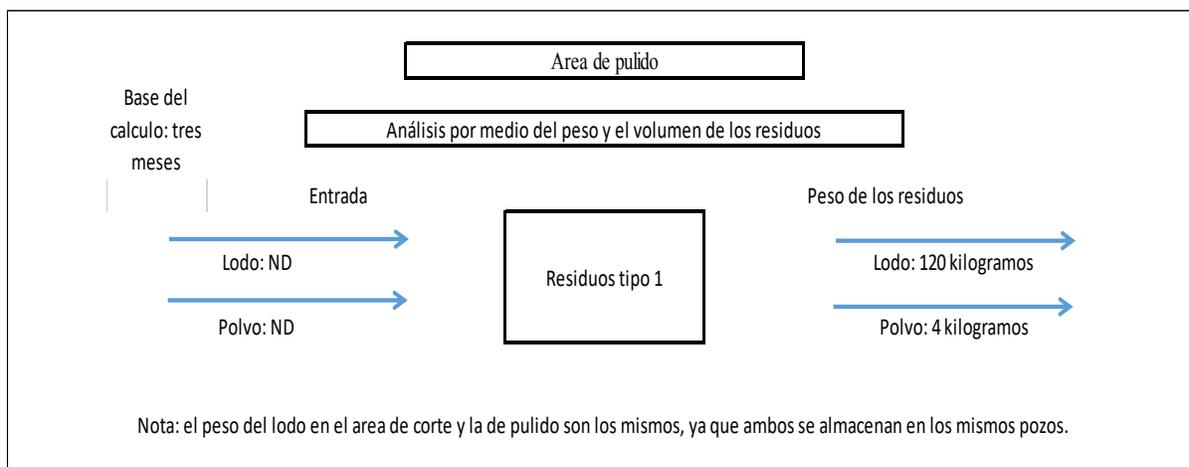


Figura 30. Análisis por medio del peso y el volumen de los residuos del área de pulido. Autoría propia (2020).

11.9.3 Área de acabados.

En el Área de Acabados podemos identificar los diferentes tipos de materiales que pueden llegar a generar desechos en este proceso, estos se clasifican de la siguiente manera:

- Plásticos
- Zunchos
- Empaques

La mayoría de estos materiales se reutilizan hasta el punto de terminar con su ciclo de vida útil, esto nos lleva a que se encuentren clasificados en el grupo de residuos tipo 2.

Plástico

Los plásticos son utilizados para el embalaje de los productos como mesones, lavabos, entre otros productos que requieran un embalaje especial para su transporte.

Para lograr obtener un aproximado de plásticos utilizados se realizó un seguimiento de los últimos 3 meses de la cantidad de rollos con los cuales cuenta la empresa durante este periodo de tiempo.

Zunchos

Para lograr obtener una cifra aproximada del zuncho utilizado en los últimos 3 meses contamos con datos del inventario de este producto de los últimos 3 meses.

Para determinar el peso del zuncho utilizado se restó del total de material en almacenamiento los rollos de este material ya utilizados, con esto encontramos la cantidad de material disponible y lo multiplicamos por el peso de un rollo.

Empaques

No se pudo realizar una aproximación de cuantos empaques entran a la empresa, ya que no se realizó un nuevo proceso de compras debido a la pandemia y los materiales de empaque que ya estaban en el almacén aún no se han agotado. Para hacer una aproximación de los residuos resultantes de esta área se hizo un seguimiento de los residuos de empaque (Cajas, Lonas y galones) en los últimos 3 meses, se procedió a pesar este residuo almacenado para poder realizar esta metodología.

Por medio de este seguimiento logramos identificar los siguientes empaques utilizados en esta área, estos son:

- Cajas de cartón
- Lonas de 45 kilogramos

- Galones, pegamento y resinas.

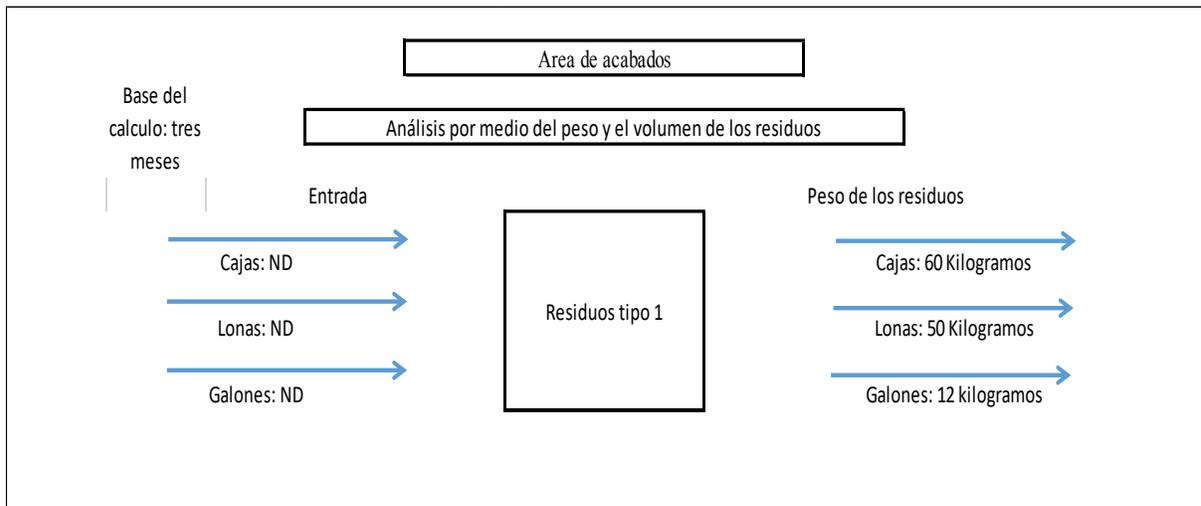


Figura 31. Análisis por medio del peso y el volumen de los residuos del área de acabados. Autoría propia (2020).

11.10 Análisis de datos

En el análisis de datos se mostrará según los desechos que se obtienen en cada área productiva como se pueden reciclar y vender en el mercado dándoles un nuevo uso y generando beneficios para la compañía y también se muestra los mecanismos que actualmente la empresa ha llevado a cabo en el manejo de los residuos.

11.10.1 Área de corte y pulido.

Unimos estas dos áreas en este análisis, ya que ambos procesos generan desechos tipo 1 por lo cual los lodos de corte y pulido se almacenan en los pozos de la empresa. El polvo solo se genera en estas dos áreas por los procesos que se realizan, pero se debe tener en cuenta que el retal solo proviene del proceso de corte. Los residuos son los siguientes:

Lodos:

Se establece por medio de la información suministrada por el gerente de la empresa que este residuo se dona a una empresa encargada a la creación de abonos, ya que contiene carbonato de calcio, este un material activo en los abonos y en otros tipos de productos.

Teniendo en cuenta precios de otros competidores los cuales cuentan con una amplia gama de producto identificamos que este producto puede ser comercializado, se aclara que se debe hacer un reproceso y quede como polvo de mármol lo cual es lo que se comercializa, teniendo en cuenta lo anterior la empresa cuenta con un desperdicio de 120 kg lo que equivale a

\$542.000 COP trimestrales, este dato surge de la comparación del precio de diferentes empresas que ofrecen este producto a la venta del consumidor.

Polvo:

Se menciona este desecho, ya que este polvo por medio de diferentes tratamientos se puede utilizar para generar esculturas, y por medio de la adición de distintos químicos puede llegar a ser resina para los acabados de los mismos productos. Entre otros productos según el uso, nos lleva a que se puede seguir reutilizando con el fin de generar algún tipo de retorno derivado de su uso.

Retal:

Se calculó por medio del Análisis del peso y el volumen de los residuos la diferencia entre el material apto para reutilización y los residuos. El material resultante del área de corte tiene un peso aproximado de 500 Kilogramos de los cuales se utiliza un 40% equivalente a 200 kilogramos como material aprovechado para fabricar piedras decorativas, el material restante equivalente a 300 kilogramos se considera desecho, ya que no se puede reutilizar como material para las piedras decorativas y no se cuenta con otro uso apropiado para el mismo.

Las causas importantes responsables del desperdicio de este material son:

- No tener la tecnología, ni la mano de obra calificada para la reutilización de estos materiales mediante la generación de diversos materiales decorativos con estos productos.
- No contar con acuerdos comerciales para poder comercializar este retal a un precio justo.

Se consultó el precio de venta de estos desechos de construcción con el gerente tanto como con otra empresa marmolería del sector e identificamos que estos desechos le cuestan a PCI Mármol, Piedra y Granito un aproximado de \$1.350.000 COP equivalente a los 300 Kg de desecho por trimestre.

Llegamos a esta cifra realizando una comparación de los precios suministrados por esta otra marmolería, ya que la empresa en la cual consultamos si generan valor con estos residuos, debido a que tienen acuerdos con empresas de construcción para la distribución de estos desechos los cuales utilizan para la fabricación de decoraciones en pisos y paredes.

11.10.2 Área de acabados.

Los residuos que genera esta área son empaques, estos están catalogados como residuos tipo 2. Tenemos en cuenta que estos residuos se reutilizan hasta que cumplen su ciclo de vida útil. Muchos de estos materiales tienen la posibilidad de ser vendidos a empresas de reciclaje, pero en el momento no se realiza esta acción y se desecha en su totalidad estos empaques. Entre estos desechos están

Cajas

Se tiene en cuenta que estas se reutilizan hasta terminar su ciclo de vida útil, las cajas que se almacenan en la empresa se acumulan y se desechan. Se hizo una cotización en una empresa de reciclaje cercana y se pudo establecer un valor de venta aproximado a los \$12.000 COP. Actualmente, ya que no se cuenta con un convenio con una empresa enfocada al reciclaje de este material, se vuelve desecho.

Lonas

Este material se utiliza para el embalaje de piedras decorativas y retazos de material, gran parte de este material se encuentra en buen estado, pero al acumular grandes cantidades se opta por desecharlas. Se hizo una cotización en una empresa de reciclaje cercana y dimos con el valor de venta aproximado a los \$90.000 COP. Al igual que en lo anterior, al no contarse con un adecuado plan para la venta de estas lonas como producto de segunda, se desecha sin ningún retorno de la inversión.

Galones

No se tiene un precio de venta aproximado, ya que son donadas a fundaciones las cuales utilizan este material como materas u se destina a otro tipo de manualidades. Teniendo en cuenta esto es un desecho, pero lo reutilizan terceros.

11.11 Alternativas de uso

En alternativas de uso se quiere mostrar según cada material que resulta como residuo del proceso manufacturero que nuevo manejo se le puede dar, y que beneficios le trae a la empresa.

11.11.1 Lodos.

Algunas alternativas para el uso de este material son:

Primera alternativa:

Para este residuo se propone la comercialización del polvo de mármol, ya que en la actualidad el material en su totalidad es donado lo que no genera un retorno de ingreso al comercializar con este producto.

Segunda alternativa

Se pudo identificar que esta materia puede ser usado como base para realizar productos artísticos como esculturas, sino se pueden producir en la misma organización se propone ofrecer este material por redes sociales para este material con el fin de ampliar las oportunidades de venta.

11.11.2 Retal.

Este es el residuo que queda después de realizar un proceso de corte para un proyecto determinado, se tiene en cuenta que un porcentaje cumple con las características necesarias para ser reutilizada con el fin de formar piedras decorativas y el restante del material no se cuenta con la posibilidad de transformarlo y darle valor. Algunas alternativas para el uso de estos materiales son:

Primera alternativa

Las piedras decorativas se pueden vender en jardines y floristerías, ya que solo se comercializan por pedidos, además los residuos de mármol que no se utilizan para formar piedras decorativas pueden ser distribuidas en lugares de producción artesanales e indígenas.

Segunda alternativa

Se pueden generar convenios con empresas de construcción que pueden utilizar el mármol para generar decoraciones en pisos y paredes para la comercialización de estos.

11.11.3 Empaques.

Se propone generar un proyecto de reutilización y reciclaje en la empresa involucrando todos los trabajadores y directivos de la empresa con el fin de utilizar todos los productos hasta terminar su ciclo de vida útil y realizando un correcto acopio en una parte determinada por la organización para todos estos materiales, todo esto con el fin de sacarles el máximo aprovechamiento y con la finalidad de venderlos a una empresa de reciclaje generando un retorno en la inversión de estos materiales.

11.11.4 Ganancias esperadas por venta de productos alternos.

Tabla 16.

Ganancias esperadas por venta de productos alternos.

Producto	Cantidad (Kilogramos)	Precio de venta (Mensual)
Polvo de mármol	40	\$ 180.667
Retal	100	\$ 450.000
Cajas	20	\$ 4.000
Lonas	16	\$ 30.000
Total		\$ 664.667

Nota: Autoría propia, (2020).

12 Sistema de seguridad y salud en el trabajo

12.1 Identificación de los riesgos

Tabla 17.

Identificación de los riesgos.

Identificación general de riesgos																													
Datos de la empresa														Datos/evaluación															
Empresa: PCI Mármoles, Piedra y Granito														Fecha: 20-09-2020															
														Realización: Moreno Cristian y Jiménez Jhojan															
Tareas	Tipos de riesgo																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Transporte manual de la pieza	x							x	x	x				x					x	x			x	x					
Corte de la pieza				x		x			x	x	x			x	x	x			x	x					x	x	x	x	x
Pulido de la pieza				x		x				x		x	x	x					x				x	x			x	x	x
Pegado de accesorios						x	x			x	x	x			x							x				x	x	x	x
Pulido final del				x		x				x		x	x	x					x				x	x			x	x	x

caída de objetos (manipulación)	10	24	accidente de tráfico
caída de objetos (desprendida)	11	25	agentes químicos
pisada sobre objetos	12	26	agentes físicos (ruido, vibraciones, iluminación)
choques contra objetos móviles de la maquina	13	27	lesiones con objetos cortopunzantes
choques contra objetos inmóviles	14	28	choques eléctricos

Nota: Realizado con datos recopilados de PCI Mármoles, Piedra y Granito.

Uno de los riesgos más evidentes presentados en la empresa es el de carga de objetos pesados y además de cargarlos transportarlos se hace una tarea bastante desgastante para los empleados lo cual a futuro puede llegar a ser uno de los principales riesgos y mayor pérdida de recurso humano para las labores de la empresa.

Por esta razón damos las siguientes recomendaciones:

Medidas preventivas para prevenir la fatiga y las lesiones en la manipulación manual de cargas es fundamental tener presentes las siguientes recomendaciones para prevenir la fatiga muscular y evitar lesiones musculoesqueléticas:

1. La primera de las medidas es evitar la manipulación manual de cargas mediante el uso de equipos para el manejo mecánico de las mismas, como grúas, carretillas, elevadoras, etc.
2. Si no es posible evitar la manipulación manual, se deberá actuar sobre las características de la carga para reducir el riesgo a un nivel tolerable:
 - El peso de las cargas debe minimizarse y no sobrepasar los 25 kg (15 kg para trabajadores jóvenes, mujeres y mayores).
 - La anchura de la carga no debería superar la anchura de los hombros, la altura debería ser inferior a 60 cm y la profundidad es conveniente que no supere los 50 cm, aunque es preferible que no sobrepase los 35 cm.
 - El objeto o el recipiente donde se transporta debe disponer de asas con las dimensiones adecuadas para poder introducir cómodamente las manos.
3. También será preciso controlar las condiciones en las que se realiza la manipulación:

- Evitar el levantamiento de cargas a nivel del suelo o por encima de los hombros, por ejemplo, mediante el uso de mesas o superficies de altura regulable.
- Habilitar el espacio de trabajo suficiente que haga innecesaria la realización de giros y torsiones del tronco.
- Las tareas de manipulación manual de cargas deben organizarse de forma que se alternen las operaciones de manipulación con otras tareas más ligeras, como puede ser controlar maquinaria, cumplimentar hojas de trabajo, etc. Cuando no sea posible, se deberían intercalar pausas para permitir la recuperación muscular y prevenir la fatiga física.
- Los trabajadores deben conocer y aplicar las técnicas de manipulación adecuadas en cada caso para realizar las tareas adoptando posturas correctas y optimizando el esfuerzo.
- Por último, no deben olvidarse dos recomendaciones importantes:
- La realización de ejercicio físico destinado a fortalecer la musculatura de piernas, espalda y abdomen.
- Seguir una dieta sana y equilibrada.

12.3 Elementos de protección personal utilizados en la empresa



Figura 32. Falta de EPP. Autoría propia (2020).

Como se puede observar en las imágenes no todos los empleados utilizan de forma adecuada los elementos de protección personal necesarios para las operaciones que

desarrollan dentro de la empresa, así mismo se evidencio que no tienen algunos más que serían indispensables para estas labores.

12.4 Propuesta de EPP para la empresa

12.4.1 Guantes anticorte.



Figura 33. Guantes anticorte. Mercado libre (2020).

Fibra de polietileno de ultra-elevado peso molecular, también conocida como Fibra de Polietileno de Alto Rendimiento. • Liviana. • Tenacidad hasta 15 veces mayor que la de un acero de buena calidad y 40% más fuerte que la Aramida. • Alta resistencia mecánica, al corte (protección anticorte nivel 5), al desgaste por abrasión y a la corrosión. • Insensibilidad a los rayos U.V. y a altas temperaturas ambientales: no se ve afectada por la exposición al sol o su uso prolongado en los climas más cálidos.

En el proceso de corte utilizado por esta empresa se deben usar este tipo de guantes para prever algún accidente.

Precio aproximado: \$90.000 - \$110.000 por par

12.4.2 Delantal antifluido.



Figura 34. Delantal antifluido. Mercado libre (2020).

Delantal de tipo industrial a base de PVC que lo hace impermeable y con una alta protección antifluido.

Este delantal se usa para evitar no solo que el trabajador entre en contacto con algún líquido dañino o que ponga en riesgo su vida, sino que también algo que le impida seguir con sus labores

Precio aproximado: \$30.000 - \$50.000 unidad

12.4.3 Tapabocas de alta eficiencia.



Figura 35. Tapabocas de alta eficiencia. Homecenter (2020).

Respirador con válvula N95 certificado bajo la norma NIOSH N95, termoformado y termosellado, con válvula de exhalación, bandas elásticas textiles sin piezas metálicas, clip de ajuste nasal.

Se utiliza para prevenir la inhalación de sustancias en el ambiente que pueden provocar daño a las personas.

Precio aproximado: \$35.000- \$50.000

12.4.4 Orejeras o disipadores de ruidos.



Figura 36. Orejeras o disipadores de ruidos. Homecenter (2020).

Este elemento se utiliza para minimizar el riesgo de exposición al ruido de las máquinas para prevenir que los empleados sufran algún daño por este.

12.4.5 Botas plásticas.



Figura 37. Botas plásticas, Mercado libre, (2020).

Bota de PVC inyectada, Fabricada con un compuesto de PVC uso general, de alta resistencia a hidrocarburos y sus derivados. De alta flexibilidad y buen comportamiento al desgaste. Sanitizada, lo que inhibe la perforación de bacterias y hongos, brindando mayor higiene y salud al usarlas, con punta de acero para evitar el riesgo de golpe.

En todo el proceso de la empresa el trabajador está expuesto a lugares llenos de agua o algún líquido que puede generar alguna caída, además de eso para algunos productos se usan cierto tipo de sustancias que pueden generar heridas lo cual las botas ayudan a minimizar este riesgo.

Precio aproximado: \$40.000 - \$60.000

12.5 Presupuesto necesario para la compra

Tabla 19.

Presupuesto necesario para la compra.

(5) Guantes anticorte	En el proceso de corte utilizado por esta empresa se deben usar este tipo de guantes para prever algún accidente.	\$ 450.000
(6) Botas plásticas	En todo el proceso de la empresa el trabajador está expuesto a lugares llenos de agua o algún líquido que puede generar alguna caída, además de eso para algunos productos se usan cierto tipo de sustancias que pueden generar heridas lo cual las botas ayudan a minimizar este riesgo.	\$ 240.000
(5) delantal antifluido	Este delantal se usa para evitar no solo que el trabajador entre en contacto con algún líquido dañino o que ponga en riesgo su vida, sino que también algo que le impida seguir con sus labores	\$ 150.000
(6) Tapabocas	Se utiliza para prevenir la inhalación de sustancias en el ambiente que pueden provocar daño a las personas.	\$ 210.000
(6) Orejeras	Este elemento se utiliza para minimizar el riesgo de exposición al ruido de las máquinas para prevenir que los empleados sufran algún daño por este.	\$ 360.000
Total	Elementos necesarios para el desarrollo de la producción	\$ 1.410.000

Nota: Autoría propia, (2020).

El valor anteriormente mencionado es el total de la inversión que se propone para los elementos de protección personal de los trabajadores de la empresa, este valor se puede minimizar con la propuesta de comercializar productos alternos derivados de los desechos de la producción, en un plazo no mayor a tres meses se puede recuperar este valor.

Conclusiones

Ante una imposibilidad de desarrollar todos los elementos del lean Manufacturing debido al tema de la pandemia que obligó al cierre de la instalación y una disminución de los procesos, la alternativa utilizada nos demuestra que basándose en todos los elementos involucrados en el proceso productivo se puede generar mejoras y con el fin de mejorar los resultados de la empresa.

Los procesos productivos en la compañía necesitan intervención urgente, pues el diagnóstico de Lean Manufacturing se encuentra en un 12,12% de implementación, esto permite evidenciar que las mudas y la ejecución inapropiada de las actividades, están restando rentabilidad a la organización.

La realización del diagrama de flujo del proceso permitió identificar y analizar todas las etapas del proceso. Y poder entender donde surgen los mayores inconvenientes de la producción para identificar los puntos a mejorar.

A través de esta propuesta, una de las herramientas a destacar es el 5S, porque este juega un papel muy importante en la empresa, debido a que este método combina la disciplina, limpieza, orden y estandarización, que puede promover el desempeño de cualquier empresa hacia un excelente desarrollo productivo.

El desarrollo de alternativas de mejoramiento de gestión ambiental es fundamental para mejorar el manejo de residuos y para encontrar alternativas que permitan la mejora de la productividad con la posibilidad de obtener ingresos.

Todos los elementos intervinientes en el proceso de producción son fundamental para la mejora de la productividad, llevando a que la empresa pueda tener estos en orden se dan los mejores resultados en cuanto a productividad.

El manejo de los elementos intervinientes en la producción es bueno, pero además de esto un buen estudio de los tiempos y movimientos ayudara a que la empresa pueda desarrollar de mejor manera los procesos de producción es por eso por lo que se recomienda hacer dicho estudio.

Referencias

- Aguirre (2014). Análisis de las herramientas lean Manufacturing para la eliminación de desperdicio en la pyme. Magister en ingeniería industrial. Universidad Nacional de Colombia. *
- Arce & Serrano (2015). El mercado de Materiales Construcción en Colombia. Recuperado de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/219975057rad0C30C.pdf>
- ARLSURA, (2020). Leyes y resoluciones. Recuperado de : <https://www.arlsura.com/index.php/decretos-leyes-resoluciones-circulares-y-jurisprudencia>
- Betancourt, J., & Lizárraga, L., & Narayanasamy, & Olguín, F., & Sáenz, A., (2015). Revisión sobre el uso de residuos de mármol, para elaborar materiales para la construcción. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 9(3),1-12. ISSN: Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1939/193943013004>
- Betancourt, J., & Lizárraga, L., & Narayanasamy, & Olguín, F., & Sáenz, A. (2015). Revisión sobre el uso de residuos de mármol, para elaborar materiales para la construcción. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 9(3),1-12. [fecha de Consulta 29 de septiembre de 2020]. ISSN. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1939/193943013004>
- Bluered, (2020). OEE: Medida y gestión de la eficiencia de las máquinas o equipos [Entrada de Blog]. Recuperado de: <https://bluered.es/blog/oe-medida-y-gestion-de-la-eficiencia-de-las-maquinas-o-equipos-2>
- Calidad total, (2016). ¿Qué es el mantenimiento productivo total (TPM)? Recuperado de: <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/07/que-es-el-mantenimiento-productivo.html>
- Camacol (2018). Informe de productividad sector construcción de edificaciones. Recuperado de <https://camacol.co/sites/default/files/INFORME-PRODUCTIVIDAD-VF.PDF>
- Candra Irawan, (2018). SEITON. Recuperado de: <https://www.slideshare.net/candrapurna7/seiton-113656445>
- Corredor & Quintero (2018). Diseño Lean Manufacturing para la reestructuración de procesos productivos de la empresa industrias sueño Dorado S.A.S. Tesis de pregrado. Universitaria Uniagustiniana.

- Díaz M, Bermúdez T. (2018) Planteamiento de un modelo Lean Manufacturing para el mejoramiento de calidad y procesos, en la empresa ABS CROMOSOL LTDA. Tesis de pregrado. Universitaria Uniagustiniana.
- Estrategia y herramientas de calidad, (2017). SHITSUKE. Recuperado de: <http://kellechevarria.blogspot.com/2017/10/shitsuke-compromiso-y-disciplina-la-5-s.html>
- Estrategia y herramientas de calidad, (2017). SEIKETSU. Recuperado de: <http://kellechevarria.blogspot.com/2017/10/seiketsu-higiene-y-visualizacion-la-4-s.html>
- Gaitán, (2013). Lineamientos para la gestión ambiental de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá D.C. de Bogota D.C. Trabajo de grado para la obtención de Magister en gestión ambiental. Pontificia Universidad Javeriana.
- IPEA, (2019). SMED. Recuperado de: <https://www.ipeaformacion.com/productividad/las-tecnicas-smed/>
- Las 9S, (2015). SEISO. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/ticsindustrialupvm01/seiso>
- Lean Solutions, (2020). ¿Qué es el Lean Manufacturing? Recuperado de: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/>
- Leanroots, (2017). ANDON. Recuperado de: <https://www.leanroots.com/wordpress/2017/10/09/andon/>
- Machado (2018). Lineamientos de gestión ambiental urbana para la reutilización de materiales de construcción y demolición (RCD) en proyectos de infraestructura en Bogotá. de Bogota D.C. Trabajo de grado para la obtención de Maestría en gestión urbana. Universidad Piloto de Colombia.
- Matías & Idiope (2013). Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. EOI. Madrid España.
- Minsalud, (2020). Leyes. Recuperado de: https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Norm_Leyes.aspx#InplviewHash8124f488-2530-4037-9cc8-da5150e170f5=Paged%3DTRUE-p_GroupCol1%3D1991-p_GroupCol2%3DSalud-PageFirstRow%3D31-WebPartID%3D%7B8124F488--2530--4037--9CC8--DA5150E170F5%7D

- MG consultor, (2020). SHITSUKE. Recuperado de: <https://www.mg-consultora.com/?p=120>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT), (2020). La OIT estima que se producen más de un millón de muertos en el trabajo cada año. Recuperado de: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008562/lang--es/index.htm
- Organización Internacional del Trabajo (OIT), (2020). La OIT estima que se producen más de un millón de muertos en el trabajo cada año. Recuperado de: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008562/lang--es/index.htm
- OCDE (2019). Compendium of Productivity Indicators 2019. Recuperado de <https://www.oecd.org/sdd/productivity-stats/oecd-compendium-of-productivity-indicators-22252126.htm>
- OCDE Colombia (2019). Estudios Económicos de la OCDE Colombia. Recuperado de <https://www.oecd.org/economy/surveys/Colombia-2019-OECD-economic-survey-overview-spanish.pdf>
- Paola Hitomy, (2017). Poka-Yoke. Recuperado de: <https://prezi.com/p/xggh6zty4wqi/poka-yoke/>
- Peña & Javier (2017). propuesta de mejora de procesos productivos mediante la filosofía lean Manufacturing en la empresa tintorería mega procesos y terminados S.A.S. de BOGOTÁ D.C. Tesis de pregrado. Universitaria Uniagustiniana.
- Prevencionar, (2016). Método de las 5 S. Recuperado de: <https://prevencionar.com/2016/06/23/metodo-las-5s/>
- Ponce Palafox C., Carrillo J., & López-Montelongo A. (2020). Fabricación de ladrillos con polvo-residuo de mármol en México. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(2). Recuperado de: <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2554>
<https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/manipulacion-cargas-riesgos-medidas-preventivas>
- Sánchez, R. (2008). Infraestructura, productividad y competitividad. iirsa. Recuperado de: http://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/Uploads/Documents/cap_santiago08_ricardo_sanchez_dial.pdf

Sánchez M, Melo C. (2019) Propuesta para el mejoramiento de eficiencia en la línea de autoadhesivos de la empresa FILMTEX S.A.S mediante herramientas Lean Manufacturing. Tesis de pregrado. Universidad Distrital Francisco José De Caldas.