

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean Manufacturing en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia de Cúcuta, Norte de Santander

Proyecto presentado a la Universidad de Pamplona como requisito para la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Autor:
MARIA CAMILA GUZMAN PEÑA

Director:
RONALD CASTRO GARCIA
Ingeniero Industrial

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
Cúcuta, 2022

Dedicatoria

Este logro en mi vida se lo dedico a todos los esfuerzos de mi madre que es mi ejemplo a seguir, mujer luchadora, a mi hermana que la amo mucho, a mi abuela materna que es mi otra madre gracias por siempre apoyarme y quererme.

Agradecimientos

Le doy las gracias a Dios ante todo por permitirme cumplir esta meta, por regalarme vida y salud.

Gracias a mi familia que es todo para mí, espero estén orgullosos de este logro que he alcanzado, sin ustedes nada hubiese sido posible.

Un agradecimiento muy especial a todos mis docentes que fueron fundamentales en este proceso de formación, de cada uno me llevo lo bueno que pudieron aportarme, sus consejos, conocimientos, experiencias compartidas y gratos momentos, mil gracias por poner su granito de arena.

Muchas gracias a la Ing. Isley Espitia y para mi director Ing. Ronald Castro que fueron mi guía en mi práctica empresarial y en especial a la empresa Cerámica Italia por abrir sus puertas y aportar en mi desarrollo como profesional

Y por último pero no menos importante me agradezco por nunca rendirme y seguir adelante ante cualquier situación que se me pudo presentar, otra vez confirmo que lo que me proponga lo puedo lograr siempre de la mano de Dios y mi familia.

Resumen

Con este proyecto se pretende contribuir a la mejora de la calidad del producto mediante pruebas en el laboratorio de materias primas se puede conocer en qué condiciones empieza la pasta su proceso de transformación en tableta y con esta información poder anteponerse a los diferentes defectos que se presentan en las baldosas cuando ya han sido terminadas, lo que retrasa el proceso de entregas, genera mucho más gastos en procesos de reprocesamientos de esa rotura cocida que solo se reutiliza una pequeña parte y lo demás es desechado, lo que también produce contaminación.

Mediante el método de observación y análisis de los datos obtenidos de los defectos que se vinieron presentando en el producto terminado en el mes de agosto, septiembre y octubre se realizaron diagramas de Pareto de cada formato que se tuvo en producción y un consolidado por mes, donde resalto la causa de grieta lateral, que puede ser causado por choques en el transcurso de las líneas, por baja resistencia o por cambios fuertes de temperaturas en los hornos. Este estudio de pruebas se hace con la finalidad de mostrar que es primordial corregir las causas de los defectos en los primeros procesos de producción y no esperar a que el producto ya este cocido y se convierta en rotura, garantizando así la mayor producción de productos de calidad primera para satisfacer a los clientes y disminuir los reclamos por calidad del producto.

Palabras clave Producción, aprovechamiento, Calidad, satisfacción, optimización

Abstract

With this project it is intended to contribute to the improvement of product quality through tests in the raw materials laboratory, it is possible to know in what conditions the paste begins its process of transformation into a tablet and with this information to be able to overcome the different defects that appear in the tiles when they have already been finished, which delays the delivery process, generates much more expenses in reprocessing processes of that fired break that only a small part is reused and the rest is discarded, which also produces contamination.

Through the method of observation and analysis of the data obtained from the defects that were shown to be presenting in the September product finished in the month of August, and October, Pareto diagrams were made for each format that was in production and one consolidated per month, where I highlight the cause of the lateral crack, which can be caused by shocks in the course of the lines, by low resistance or by strong temperature changes in the furnaces. This test study is carried out in order to show that it is essential to correct the causes of the defects in the first production processes and not wait for the product to be cooked and become broken, thus guaranteeing the highest production of quality products. First quality to satisfy customers and reduce claims for product quality.

Keywords Production, use, Quality, satisfaction, optimization

Tabla de Contenido

¡Error! Marcador no definido.9

1. 1010

1.1. 1010

1.1.1 Antecedentes internacionales 10

1.1.2 Antecedentes nacionales 11

1.1.3 Antecedentes regionales 12

1.2. **¡Error! Marcador no definido.4**

1.3 Marco conceptual 14

1.4 **¡Error! Marcador no definido.8**

2. 2020

2.1 Formulación del problema 20

3. 211

3.1 Objetivo General 21

3.2 Objetivos específicos 21

4. 222

6. 2323

6.1 Método de investigación 23

6.2 Pruebas de laboratorio 23

6.3 Muestras 23

7. 2424

7.1 Descripción de actividades 24

8. 2626

9. 5555

10. **¡Error! Marcador no definido.56**

11. **¡Error! Marcador no definido.57**

12. Anexos 61

Lista de tablas

Tabla 1. Cronograma y descripción de actividades por mes.....	24
Tabla 2. Causas Rotura mes de Agosto.....	26
Tabla 3. Rotura Formato 60x60	26
Tabla 4. Formato 30 x60.....	27
Tabla 5. Rotura Formato 30x60 / Formato 25x75.....	27
Tabla 6. Formato 25x75.....	27
Tabla 7. Rotura Formato 25x75.....	28
Tabla 8. Formato 45x90,1 /Rotura Formato 45x90,1.....	28
Tabla 9. Rotura Formato 45x90,1	28
Tabla 10. Causas Rotura Mes de Septiembre.....	29
Tabla 11. Rotura Formato 60x60 /Formato 30x60.....	29
Tabla 12. Rotura Formato 30x60.....	29
Tabla 13. Formato 25x75.....	30
Tabla 14. Rotura Formato 25x75.....	30
Tabla 15. Rotura 25x75.....	30
Tabla 16. Formato 58,4 x 118,4.....	31
Tabla 17. Rotura Formato 58,4 x 118,4.....	31
Tabla 18. Formato 45x90,1	31
Tabla 19. Rotura formato 45x90,1	32
Tabla 20. Rotura Formato 30x60	32
Tabla 21. Formato 30x60.....	32
Tabla 22. Rotura de Formato 60x60.....	33
Tabla 23. Formato 58,4 x 118,40.....	33
Tabla 24. Rotura Formato 58,4 x 118,40.....	33
Tabla 25. Formato 25 x75	34
Tabla 26. Rotura Formato 25x75.....	34
Tabla 27. Formato 45x90,1	34
Tabla 28. Rotura Formato 45x90,1	35
Tabla 29. Agosto y Pareto Rotura Agosto.....	35
Tabla 30. Pareto Rotura Agosto.....	35
Tabla 31. Septiembre	36
Tabla 32. Diagrama de Pareto Rotura septiembre.....	36
Tabla 33. Diagrama Pareto Rotura septiembre.....	36
Tabla 34. Octubre	37
Tabla 35. Diagrama Pareto Rotura Octubre.....	37
Tabla 36. Resultados prueba de humedad /Sistema 2.....	40
Tabla 37. Prueba de Granulometría.....	42
Tabla 38. Prueba de Fluidez.....	44
Tabla 39. Compactación.....	45
Tabla 40. Prensado.....	47

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Lista de figuras

Figura 1. Diagramación Procesos Cerámica Italia.....	18
Figura 2. Norma Técnica NTC 919/ISO 13006.....	19
Figura 3. Procedimiento toma de muestras.....	39
Figura 4. Procedimiento Toma de Humedad.....	39
Figura 5. Procedimiento Prueba de Granulometría.....	42
Figura 6. Procedimiento Prueba de Fluidéz.....	43
Figura 7. Procedimiento Prueba de Prensado.....	46
Figura 8. Procedimiento Prueba de Secado.....	49
Figura 9. Muestras en seco.....	50
Figura 10. Procedimiento de Cocción.....	50
Figura 11. Muestras de Cocido.....	51
Figura 12. Densidad aparente.....	52

Introducción

Desde finales de los años 70 mediante estudios realizados en el departamento se identificó arcillas rojas caolíticas y líticas, cuyas características abrieron una cadena de oportunidades para la industria, y es así como surge la empresa Cerámica Italia consolidándose como una empresa líder en el sector por la producción de productos cerámicos, destacándose siempre por buscar la mejora continua.

El desarrollo de la industria de la cerámica en la ciudad de Cúcuta, en Norte de Santander ha generado un cambio significativo en la cantidad producida y en los controles en cada uno de los procesos, controlando el paso a paso para que los volúmenes y la cantidad de producción se den de acuerdo a los lineamientos de competitividad frente a otras fábricas que al igual que cerámica Italia, se enfocan en producir cerámica en diversas presentaciones.

Sin embargo, desde el enfoque de competitividad, el personal encargado de producción es consciente que se requiere maximizar la calidad de la producción, reducir los índices de emisiones generados por el proceso de combustión, cumpliendo así con la normativa en cuanto a emisión de material que contamine al medio ambiente.

Este anteproyecto pretende contribuir mediante la gestión del conocimiento, seguimiento de los controles de los procesos, la verificación de información capturada y el análisis de datos para la toma de decisiones y detectar las inconsistencias presentadas durante la fabricación del producto.

1. Marco Referencial

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes Internacionales

* Ortiz, Saravia E (2016), estudiante de la Universidad San Antonio Abad de Cusco, realiza un trabajo investigativo para determinar la relación entre la calidad de los procesos y los productos, analizando las fases en la fabricación de la cerámica que es usada generalmente para decoración.

* Maldonado Roger (2017), buscó mediante la investigación determinar los indicadores de gestión de producción que permiten mejorar la producción de baldosas, mediante la aplicación de procesos en el distrito San Martín de Porres en Lima, tomando los días 91 antes y después de la investigación como indicadores y contrastando resultados de productividad usando la prueba T-Student para verificar la reducción de quiebra en 0,6% respecto al valor inicial.

* Guzmán y Valle, Enrique. (2020). Estudiante de la Facultad de Tecnología de la Universidad Nacional de Educación, en su monografía titulada “El control de calidad en los procesos productivos de la industria de la cerámica”, hace una relación entre los procesos productivos y las propiedades de la cerámica y la industria definiendo los canales de administración y producción en los procesos de fabricación, producción y modelado desde el control de calidad ISO 9000 para mejora y control de calidad de la arcilla.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

* Téllez, A, Elizabeth et al. (2022). Mediante el proyecto investigativo denominado Estrategia para reducir el porcentaje de calidad segunda generada en la fabricación de productos brillantes en la Empresa Cerámica Italia, cuyo fin es contribuir a la reducción del porcentaje de la calidad segunda debido al impacto negativo que puede afectar a la empresa Cerámica Italia, teniendo en cuenta que para mejorar la calidad se deben tener en cuenta variables y tendencias actuales en el sector de la cerámica, y determinando que la desactualización de fichas técnicas, la mala práctica laboral hacen parte de las incidencias que afectan la calidad del producto.

* García-Morales, F. M., Sánchez-Molina, J., & Gelves-Díaz, J. F. (2021). Caracterización de materias primas y formulación de pastas cerámicas, con este proyecto investigativo se presentaron los resultados de caracterización de las materias primas para una empresa fabricante de baldosas en Cúcuta, buscando la reducción de la heterogeneidad de los valores usando rayos X, difracción de rayos y análisis térmico complementado con el proceso de seguimiento a 31 días de producción a cinco pastas cerámicas que actualmente presentan menos dispersión.

* Aguilar, Gutiérrez, Jessica. (2019), de la Universidad Santo Tomás Sede Tunja realizó investigación sobre la inclusión de la Ceniza de Carbón en la elaboración de ladrillos evaluando el valor agregado de la sustitución de la arcilla en la elaboración de productos cerámicos, haciendo caracterización mediante la técnica de difracción de rayos X con grados

sustitución de 0% y 15% en peso, y acordes a lo requerido por con cocción a una temperatura de 950°C.

* Velasco, Z, Claudia; Páez, Díaz, Julio. (2.018), investigadora de la Universidad ECCI, Propone el mejoramiento del nivel de manejo de roturas en relación con el producto terminado, mediante la reducción del nivel de roturas generadas en el centro de distribución desde la necesidad de material en óptimas condiciones para garantizar el despacho adecuado al cliente con menos costos de almacenamiento para lograr el objetivo se usaron herramientas que permitieron analizar las causas reales de generación de roturas.

* Roa, B, Karol, y Paredes, R, Ricardo. (2017). Proyecto para optar a título de Ingeniero industrial en relación a la viabilidad de conformación de ladrillos reforzados con residuos cerámicos a partir de la caracterización del cascarón desecho de la micro fundición.

1.1.3 Antecedentes Regionales

* García-León, R; Flórez, S, Eder, y Quintero. (2.020), en el proyecto de investigación sobre Caracterización físico química de una arcilla colombiana, donde se resalta la importancia de la arcilla ya que se pueden producir diversos productos de mampostería, pero que paralelamente se presenta falta de análisis de la materia prima para pronosticar la calidad del producto final, el fin de esta investigación fue caracterizar la manera como se usan en los productos determinando la granulometría, plasticidad y composición mineralógica, encontrando que la materia prima (arcilla), requiere la adición de otras arcillas para mejorar la calidad del producto.

* Jurado, P, Daniel; Alvarado gallo, Andrés. (2.020). Estudio del comportamiento térmico y tecnológico de un producto cerámico extraído mediante preparación por molienda vía húmeda y sometido al proceso de cocción de horno colmena. Universidad Francisco de Paula Santander, en este proyecto evaluaron la viabilidad de la conversión tradicional del proceso productivo de la cerámica a nivel regional, estudiando las variables de preparación, conformado y cocción, obteniendo como resultado muestras tipo pavimento y las ventajas técnicas y tecnológicas sobre productos cerámicos actuales.

* Guerrero, G, Gustavo; Acevedo, P, Carlos, H; Escobar, M, Nelson. (2018), investigación de la UPB – Medellín, donde mencionan la importancia de la industria de la cerámica y la existencia de diversos productos cerámicos en Norte de Santander, específicamente en el municipio de Ocaña con una producción aproximada de 1.000.000 de productos anuales, presentando falencias técnicas especialmente en referencia a la norma NTC 4205, en la etapa de producción que afecta la calidad de los productos.

* Ortega, Flórez, Dámaris; Uribe, Ortega Glenys. (2017). Presentan una Propuesta de una metodología para la identificación de defectos en la industria cerámica, desarrollando observación de los defectos más representativos en la industria ladrillera del municipio del zulia para plantear una metodología que le permita a las empresas identificar las causas de los defectos mediante la herramienta estadística Diagrama de Pareto; después se hizo análisis cualitativo proponiendo una serie de recomendaciones de acuerdo a las condiciones y limitaciones.

1.2 Bases Teóricas

En el control estadístico por procesos (Edwards Deming (1989), se habla de la colecta, análisis e interpretación de los datos, comparando y verificando la información para utilizarla en el control de calidad del producto.

La innovación en la gestión es parte del mejoramiento en la calidad del producto, mediante un plan de trabajo definido para mejoras requeridas. (Luján, 1995).

La gestión de calidad basada en el ciclo PHVA debe estar ligada a planificar, implementar, controlar continuamente procesos y calidad en los productos, de esto se encargan las Normas NTP-ISO 9000:2001. (Manuel García P, 2003).

La no conformidad parte de la calidad de acuerdo a los requerimientos (Philip B. Crosby 2001), lo que permite llegar a una meta de cumplimiento y cero defectos, para esto el autor menciona que se debe tener en cuenta la prevención, lo que se puede practicar inspeccionando, supervisando y realizando otras actividades preventivas en los procesos.

1.3 Marco conceptual

Materiales Cerámicos: Es un material sólido inorgánico no metálico producido térmicamente, y pueden utilizarse en ambientes con temperatura alta, corrosivos, teniendo en cuenta determinadas dimensiones. (Alarcón, Javier, 2.016).

Horno: Mecanismo que provee un procesamiento térmico de un artículo o substancia en un ambiente de temperatura y atmósfera controladas, a veces por llama directa o a través de transferencia de calor por convección o radiación. (Sánchez, M. Jorge.2.010).

Cocción: Proceso de fabricación de productos cerámicos, confiriendo a la pieza las propiedades deseadas, cociéndolas en hornos, a una temperatura que va desde 875° C hasta algo más de 1000°C. (UPME, 2.011).

Etapas de cocción: Es elaboración de una pieza, porque en esta etapa se dan las características de durabilidad, resistencia física y acabados, de acuerdo al material usado en la elaboración de la pieza y el fin específico de uso.

Entre las etapas de cocción tenemos:

Pre-horno: Es cuando las baldosas entran en el horno para la eliminación del agua higroscópica residual luego de esmaltado y secado principal, a un grado de Humedad máxima no superior al 2 % en peso.

Precalentamiento: Es la fase donde se da la desgasificación del cuerpo cerámico para evitar que se ocasionen hinchamientos, burbujas, agujeros, tonos y porosidad del esmalte, usando varios métodos para la aplicación del calor de manera controlada. (Instituto Asteco, 2.020).

Enfriamiento rápido: Es la parte del proceso térmico donde se baja la temperatura para solidificar, debiendo alcanzar la máxima temperatura de cocción y los 600 °C, logrando el enfriamiento progresivo y que la arcilla se mantenga sin deformarse. (Artes cerámicas, 2.021).

Enfriamiento lento: Es la parte del proceso donde se da la re transformación alotrópica del cuarzo. (Artes cerámicas, 2.021).

Enfriamiento final: Es la última fase del proceso que busca reducir al máximo el calor latente del producto. (Artes cerámicas, 2.021).

Trazabilidad: Es el de los procedimientos preestablecidos y autosuficientes que contienen información sobre la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a en la cadena de suministros a través de unas herramientas determinadas. (Saldívar, Gabriela. (2018).

Cadena de valor: Modelo que describe todas las actividades necesarias en la cadena de producción. (Celsus, 2.021).

Lean Manufacturing: Es un sistema de organización del trabajo que elimina aquellas actividades que no aportan valor al proceso ni al cliente, denominadas despilfarros o desperdicios. (Andreu, Irene, 2.021).

Desperdicios: Cualquier elemento del proceso de producción que añade costo sin añadir valor al producto. (Intedya, 2.014).

Desperdicios necesarios: Hace referencia a aquellas actividades que no se pueden evitar, a pesar de que no estén generando valor para los clientes. Ejemplo de desperdicios necesarios son: Control de inventarios, transportes internos. (Contreras, I, 2.021)

Desperdicio Puro: Están asociados a las tareas que no generan valor y que se pueden evitar si se mejoran los procesos. Ejemplo de desperdicio puro: Inspecciones, demoras y reprocesos. (Contreras, Op cit).

Desperdicio por sobreproducción: Se da cuando se producen más productos de los requeridos por el cliente, lo que genera producción extra que se relaciona en el inventario y es almacenado por tiempo no planeado. (Cardona, E. 2.021).

Desperdicio de espera: Tiempo del proceso productivo que no añade valor, como son esperas de material, información, maquinas, herramientas, retrasos en el proceso de lote, averías, cuellos de botella, recursos humanos. (Mondragón y Samán, 2.016. p.26).

Desperdicio innecesario: No aporta valor al producto y representa gasto en dinero, combustible y retraso en las entregas, aumentando el cansancio en los operarios y restando tiempo a tareas que aporten valor a la producción. (Kress, M. 2.016).

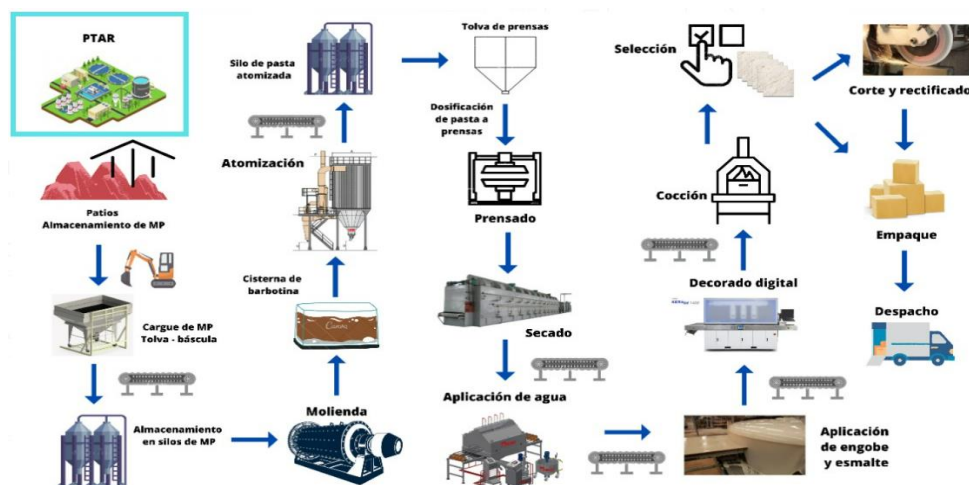
Desperdicio de sobre procesamiento: Se relaciona con la tecnología empleada para la colocación de materiales. (Mondragón y Samán, Op cit, 2.016)

Desperdicio de Inventario: Productos guardados para ventas a futuro, generando gastos y no aporta valor al producto. (Mondragón y Samán, Op cit, 2016, p.30).

Desperdicio de defectos: Cuando el producto no cumple en diseño, calidad y debe volver a elaborarse. (Mondragón y Samán, Op cit, 2016, p.30).

Desperdicio de Talento humano: Ocurre cuando no tenemos claras las capacidades de nuestros colaboradores, por eso, debemos tener en cuenta los todos los talentos que tenga la empresa . (Ullilen,M, Carolina; Ullilen, M, Romel, 2.018).

Figura 1. Diagramación procesos Cerámica Italia



Fuente Cerámica Italia

1.4 Bases legales

1.4.1 La familia ISO 9000 Es un conjunto de normas que representan un consenso internacional de Buenas Prácticas de Gestión de los clientes. (Familia ISO 9000, 2.019).

1.4.2 ISO 9001 Se establecen los requisitos que le permitan a la empresa demostrar su capacidad de satisfacer los requisitos del cliente. (Norma Familia ISO 9000, 2.019).

1.4.3 Norma Técnica colombiana NTC 4017 Esta norma trata de los métodos para unidades de mampostería como rótulo, congelamiento y descongelamiento, uniformidad dimensional, perforaciones y análisis térmico diferenciales. (Icontec, 2.018).

1.4.4 Norma Técnica NTC 919 /ISO 13006 porcelanatos enfocada en las tolerancias permitidas en las medidas finales en las baldosas de porcelanato, a continuación, se relacionan las tolerancias permitidas de acuerdo a normas nacionales e internacionales, así las medidas

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

dentro de estos niveles de tolerancia se entenderán como normales y no se entenderán como defectos de material o fabricación. (Prestige, 2.022).

1.4.5 NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4205 Establece los requisitos y manejo de las unidades de mampostería: arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos. (Vallegres, 2.016).

1.4.6 Norma 4205 – 1 Requisitos que las Unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos, para el manejo en la producción sometidas a la cocción que conduzca a la aceptación por parte del cliente (véase terminología de la NTC 4051).

Figura 2. Norma Técnica NTC 919/ISO 13006

**NORMA TÉCNICA NTC-919 / ISO 13006
SOBRE PORCELANATOS**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Technical Characteristics		ENSAYO / Test	ESPECIFICACIÓN / Specification NTC 919 / ISO 13006
	ANCHO Y LARGO Length and Width	NTC 4311 - 2 ISO 10545 - 2	(a) 2.00% del tamaño de fabricación; hasta máximo 5 mm
	CURVATURA CENTRAL Central Curvature	NTC 4311 - 2 ISO 10545 - 2	(a) 0.50% de la diagonal del tamaño de fabricación
	PLANARIDAD DE LA SUPERFICIE Surface Flatness	NTC 4311 - 2 ISO 10545 - 2	(a) 0.50% de la diagonal del tamaño de fabricación
	CURVATURA DEL LADO Edge Curvature	NTC 4311 - 2 ISO 10545 - 2	(a) 0.50% de la diagonal del tamaño de fabricación
	DEFORMACIÓN Warpage	NTC 4311 - 2 ISO 10545 - 2	(a) 0.50% de la diagonal del tamaño de fabricación
	DEFECTOS SUPERFICIALES Surface Defects	NTC 4311 - 2 ISO 10545 - 2	Mínimo 95% libre de defectos/ Minimum 95% without defects
	ABSORCIÓN DE AGUA Water Absorption	NTC 4311 - 3 ISO 10545 - 3	Máximo 0.50%
	RESISTENCIA A LA ROTURA Breaking Strength	NTC 4311 - 4 ISO 10545 - 4	Mínimo 1300 N / Minimum 1300 N
	MÓDULO DE ROTURA Modulus of rupture	NTC 4311 - 4 ISO 10545 - 4	Mínimo 35 N/mm ² / Minimum 35 N/mm ²
	RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Abrasion Resistance	NTC 4311 - 7 ISO 10545 - 7	Informe de cumplimiento de la clase de abrasión y los ciclos
	COEFICIENTE DE FRICCIÓN DINÁMICO Dynamic coefficient of friction	NTC 4311 - 17 ISO 10545 - 17	Declarado por el fabricante / Metodo de ensayo disponible
	RESISTENCIA AL MANCHADO Resistance to staining	NTC 4311 - 14 ISO 10545 - 14	Mínimo clase 3 / Minimum class 3
	RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS CASEROS Y SALES EMPLEADAS EN PISCINAS Resistance to household chemicals and swimming pool salts	NTC 4311 - 13 ISO 10545 - 13	Mínimo clase GB / Minimum GB class
	RESISTENCIA A BAJAS CONCENTRACIONES DE ÁCIDOS Y ALCALIZ Resistance to low concentration of acids and alkalis	NTC 4311 - 13 ISO 10545 - 13	La indicada por el fabricante/Manufacturer to state classification

Tomado de <https://www.pisosprestige.com/es/norma-tecnica-ntc-919-iso-13006-porcelanatos/>

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

2. Planteamiento del problema

La industria cerámica es un proceso productivo que diariamente cambia las condiciones de la materia prima por diferentes factores como, por ejemplo: el clima, la manipulación, las formulaciones y demás, así que desde ese momento varía el resultado del producto terminado, que diariamente sale del horno con diversos defectos que producen rotura o producto grado B.

Partiendo de esta premisa se sabe que lo más importante para la empresa es producir producto cerámico de excelente calidad que cumpla toda la norma técnica y supere las expectativas de los clientes, por esto es necesario un control continuo realizando todas las pruebas necesarias para conocer las condiciones reales de la pasta y de esta manera anticiparse a cualquier defecto que se pueda presentar más adelante, ya que al producto ser cocido y salir con defectos todos los gastos empiezan a incrementar, partiendo de esto se debe pagar a una empresa externa para que pulvericen la rotura cocida y poder utilizar el 1% de ese material que en este momento es el segundo componente más costoso de la formulación de la pasta, por todos los costos que incurre volver a pulverizarla para consumirla posteriormente, por el contrario si se detectan los defectos antes de la cocción se podrá ahorrar el dinero de esa transformación, ya que la rotura cruda es mucho más fácil pulverizar y se puede hacer en la misma planta sin incurrir en costos de transporte y demás.

2.1 Formulación del problema

¿Minimizando los desperdicios en los procesos de hornos y producto terminado se podrá garantizar una mayor eficiencia en la producción y mejor calidad en el producto?

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Proponer una metodología para disminuir los desperdicios en los procesos de hornos y producto terminado garantizando mejor calidad primera en la empresa Cerámica Italia S.A.

3.2 Objetivos Específicos

- Conocer el estado actual de los procesos de hornos y producto terminado.
- Evaluar las causas de la rotura mediante pruebas de laboratorio.
- Proponer la utilización de la herramienta Lean Manufacturing para la disminución de los desperdicios encontrados.

4. Justificación

El proceso de cocción es una de las partes más importantes del procedimiento de fabricación de producto de revestimiento cerámico, ya que se logran obtener las propiedades cerámicas requeridas mediante la transmisión de calor en etapas, de igual manera el proceso de producto terminado debe ser muy objetivo en cuanto a la revisión de las muestras que van saliendo de los hornos, debe estar todo bajo norma porque la finalidad de la planta día a día es lograr los niveles de eficiencia y minimizar los desperdicios que se puedan presentar.

Se considera pertinente un análisis de y revisión de los procesos que se realizan en la planta de producción de la Empresa Cerámica Italia porque es allí donde se gestionan productos cerámicos de calidad, que permitan al cliente satisfacción en el servicio, por ello se considera pertinente la toma correcta de información de manera continua se disminuye la producción de producto tipo B y tipo C, ya que se pueden evidenciar las falencias en la toma de muestras y actuar con antelación de manera que se aumente la calidad del producto terminado.

La propuesta de gestión de mejoramiento de los procesos de producción busca minimizar los desperdicios que comúnmente se presenta, los cuales restan valor al producto que se produce y genera más gastos a la compañía.

5. Metodología

Esta investigación se basa en el análisis de las pruebas que se le realizan a la pasta en sus diferentes cambios que atraviesa para convertirse en producto terminado, con esta información se puede evidenciar si las condiciones son buenas o podrían incurrir en defectos del producto, se quiere poder corregir los posibles defectos antes de que el producto se queme en los hornos y sea muy tarde para remediar, ya que pasaría a ser rotura cocida que es uno de los mayores desperdicios que se tienen al solo consumir el 1 % de ese material en la formula, lo demás es desechado. Se realizaron pruebas de humedad, granulometría, lavado, secado, fluidez, compactación, prensado, cocción, resistencia y densidad aparente.

5.1 Métodos de investigación

5.1.1 Observación Directa Mediante este proceso se pueden determinar las actividades que se realizan en las diversas áreas de producción en la Empresa Cerámica Italia.

5.1.2 Entrevistas Realizando historias de usuario con los operarios podemos conocer las problemáticas que afectan los procesos y la calidad del producto terminado.

5.2 Pruebas de laboratorio Se realizaron diferentes pruebas a la pasta en el laboratorio de materias primas para conocer sus condiciones en cada etapa de producción.

5.3 Muestra Se estudiaron 64 muestras de la prensa 0 con la fórmula 569 de pasta

Se han realizado visitas de control en compañía de la ingeniera de producción para revisión.

6. Cronograma de actividades

6.1 Fecha descripción de actividades:

1. Tabla 1. Fecha descripción de Actividades

ACTIVIDAD	SEMANAS															
	septiembre				octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. Conocer el proceso cerámico																
2. Definición de procesos a estudiar																
3. Identificación de las partes interesadas																
4. Identificar las variables del proceso																
5. Identificar las variables del producto																
6. Análisis de variables recolectadas																
7. Identificar los desperdicios en el proceso																
8. Proponer acciones para disminuir los desperdicios																
10. Medir resultados de las acciones																

Elaboración propia

6.2. Descripción de actividades: Las actividades que se planean para el logro de los objetivos, de acuerdo a la observación de Procesos son:

A.1 Conocer el proceso cerámico.

A.1.1 Estudiar la documentación de los procesos por medio de las bases de datos actuales

A.1.2 Realizar visitas a las instalaciones de la planta de producción.

A.1.3 Observar la dinámica de los procesos en cada puesto de trabajo.

A.2 Definición de procesos a estudiar (a detalle)

A.2.1 Desglosar las actividades de cada proceso en estudio

A.2.2 Elaborar los diagramas de proceso individuales y generales.

A.3 Identificación de partes interesadas

A.3.1 Participar en las reuniones de seguimiento del proceso.

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

A.3.2 Elaborar la matriz de partes interesadas de cada proceso.

A.4 Identificar las variables del proceso

A.4.1 Conocer el tipo de variables a estudiar

A.4.2 Clasificar el tipo de variables

A.4.3 Estandarizar las unidades de medida de las variables

A. 5 Análisis de variables recolectadas.

A.5.1 Verificar la confiabilidad de los datos

A.5.2 Verificar la coherencia de los datos

A.6 Identificar los 8 desperdicios del proceso

A.6.1 Observar los procesos

A.6.2 Priorizar los desperdicios

A.7 Proponer acciones para disminuir los desperdicios

A.7.1 Utilizar un método lean manufacturing para lograr disminuir desperdicios

A.8 Entrega y socialización del proyecto

7. Resultados

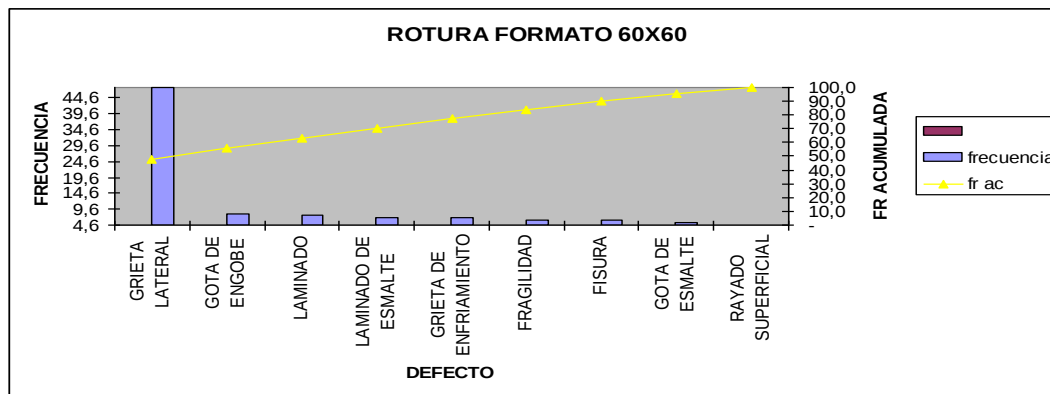
Para darle solución al primer objetivo se recopilaron los datos de la rotura por cada formato que se corrió en los últimos 3 meses (agosto, septiembre, octubre), en las siguientes tablas se pueden evidenciar las diferentes causas que provocan la rotura (perdida del producto); a esta información se le realizó un análisis mediante el diagrama de Pareto, en los cuales se muestra que el 20% de las causas de la rotura provocan el 80% de los desperdicios en la producción.

Tabla 2. Causas Rotura mes de Agosto

FORMATO 60X60 AGOSTO			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GRIETA LATERAL	47,9	47,9	38,8
GOTA DE ENGOBE	8,0	55,8	6,5
LAMINADO	7,6	63,5	6,2
LAMINADO DE ESMALTE	7,1	70,6	5,8
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	6,9	77,5	5,6
FRAGILIDAD	6,2	83,7	5,0
FISURA	6,2	89,9	5,0
GOTA DE ESMALTE	5,5	95,4	4,5
RAYADO SUPERFICIAL	4,6	100,0	3,8
	100,0		81,0

Elaboración propia

Tabla 3. Rotura Formato 60x60



Elaboración propia

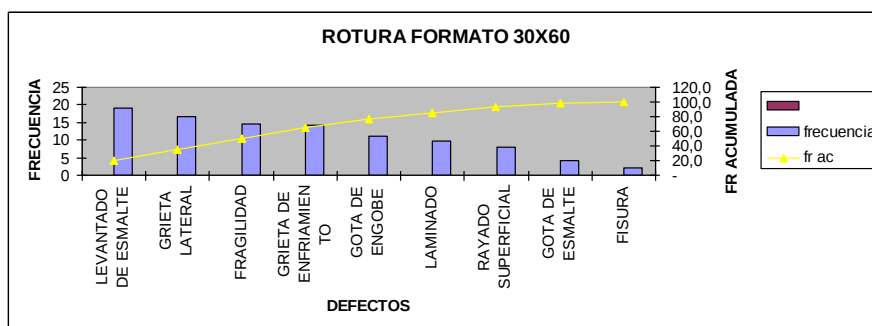
Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 4. Formato 30x60

FORMATO 30X60 AGOSTO			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
LEVANTADO DE ESMALTE	19,2	19,2	13,7
GRIETA LATERAL	16,6	35,8	11,8
FRAGILIDAD	14,6	50,4	10,4
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	14,3	64,7	10,2
GOTA DE ENGOBE	11,3	76,0	8,0
LAMINADO	9,7	85,7	6,9
RAYADO SUPERFICIAL	7,8	93,5	5,6
GOTA DE ESMALTE	4,3	97,8	3,1
FISURA	2,2	100,0	1,5
	100,0		71,1

Elaboración propia

Tabla 5. Rotura Formato 30x60



Elaboración propia

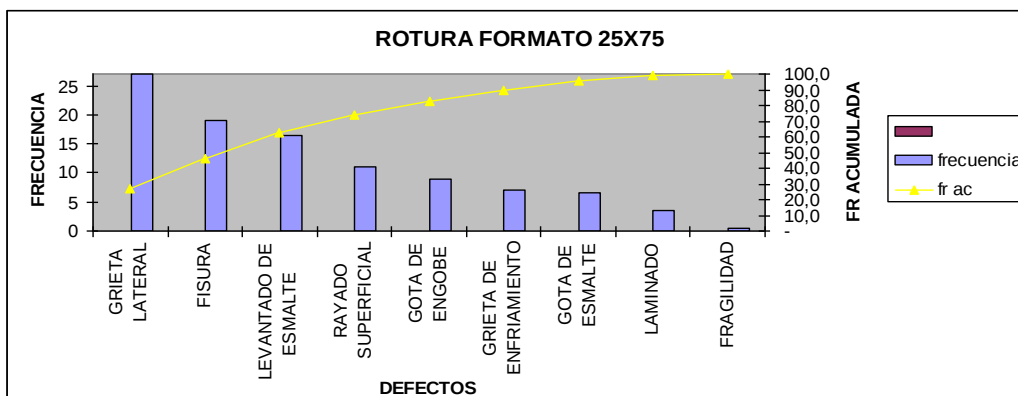
Tabla 6. Formato 25x75

FORMATO 25X75 AGOSTO			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GRIETA LATERAL	27,0	27,0	19,6
FISURA	19,0	46,0	13,8
LEVANTADO DE ESMALTE	16,4	62,4	11,9
RAYADO SUPERFICIAL	11,1	73,5	8,1
GOTA DE ENGOBE	8,8	82,4	6,4
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	7,1	89,4	5,1
GOTA DE ESMALTE	6,6	96,0	4,8
LAMINADO	3,5	99,5	2,5
FRAGILIDAD	0,5	100,0	0,4
	100,0		72,5

Elaboración propia

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 7. Rotura Formato 25x75



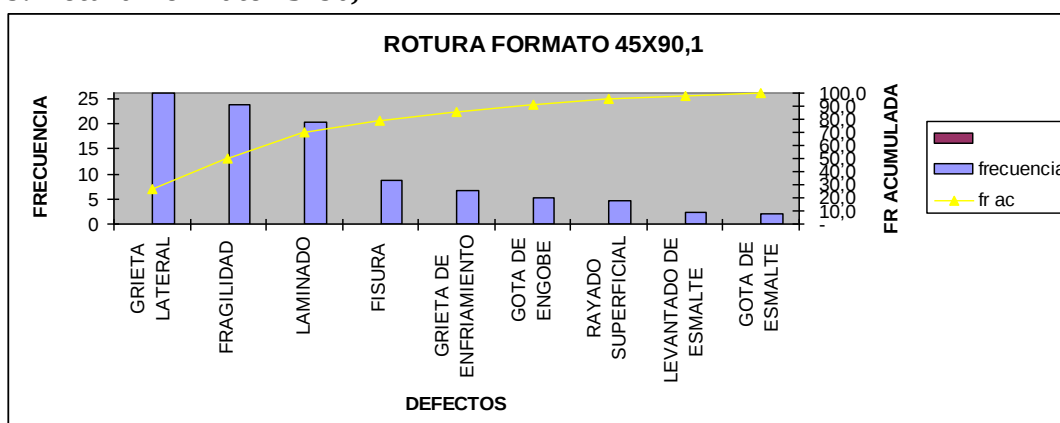
Elaboración propia

Tabla 8. Formato 45x90,1

FORMATO 45X90,1 AGOSTO			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GRIETA LATERAL	26,2	26,2	21,1
FRAGILIDAD	23,9	50,1	19,3
LAMINADO	20,3	70,4	16,4
FISURA	8,8	79,2	7,1
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	6,7	85,9	5,4
GOTA DE ENGOBE	5,1	91,0	4,1
RAYADO SUPERFICIAL	4,7	95,6	3,8
LEVANTADO DE ESMALTE	2,4	98,0	1,9
GOTA DE ESMALTE	2,0	100,0	1,6
	100,0		80,7

Elaboración propia

Tabla 9. Rotura Formato 45x90,1



Elaboración propia

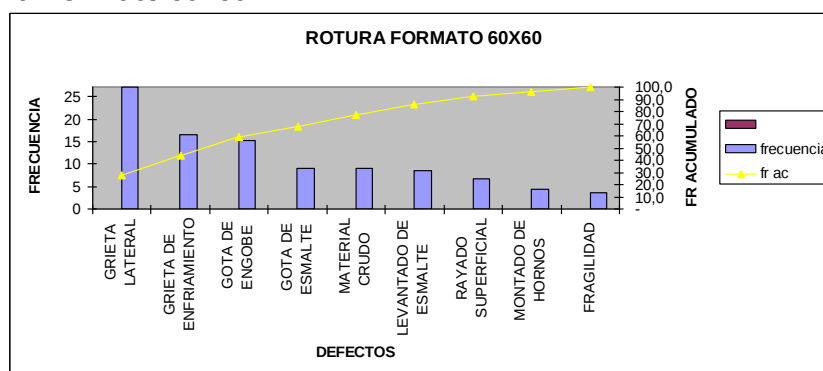
Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 10. Causas de Rotura Mes de Septiembre

FORMATO 60X60 SEPTIEMBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GRIETA LATERAL	27,1	27,1	20,8
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	16,6	43,7	12,7
GOTA DE ENGOBE	15,2	58,9	11,6
GOTA DE ESMALTE	9,2	68,1	7,0
MATERIAL CRUDO	8,9	77,0	6,8
LEVANTADO DE ESMALTE	8,4	85,4	6,4
RAYADO SUPERFICIAL	6,7	92,1	5,2
MONTADO DE HORNOS	4,3	96,5	3,3
FRAGILIDAD	3,5	100,0	2,7
	100,0		76,4

Elaboración propia

Tabla 11. Rotura Formato 60x60



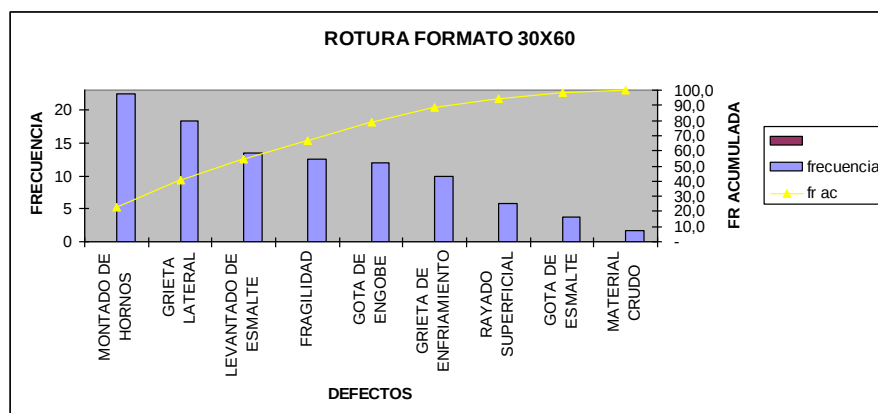
Elaboración propia

Tabla 12. Formato 30x60

FORMATO 30X60 SEPTIEMBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
MONTADO DE HORNOS	22,4	22,4	17,8
GRIETA LATERAL	18,3	40,7	14,6
LEVANTADO DE ESMALTE	13,5	54,3	10,8
FRAGILIDAD	12,6	66,9	10,0
GOTA DE ENGOBE	12,0	78,8	9,5
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	9,9	88,7	7,9
RAYADO SUPERFICIAL	5,8	94,5	4,6
GOTA DE ESMALTE	3,8	98,4	3,1
MATERIAL CRUDO	1,6	100,0	1,3
	100,0		79,6

Elaboración propia

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

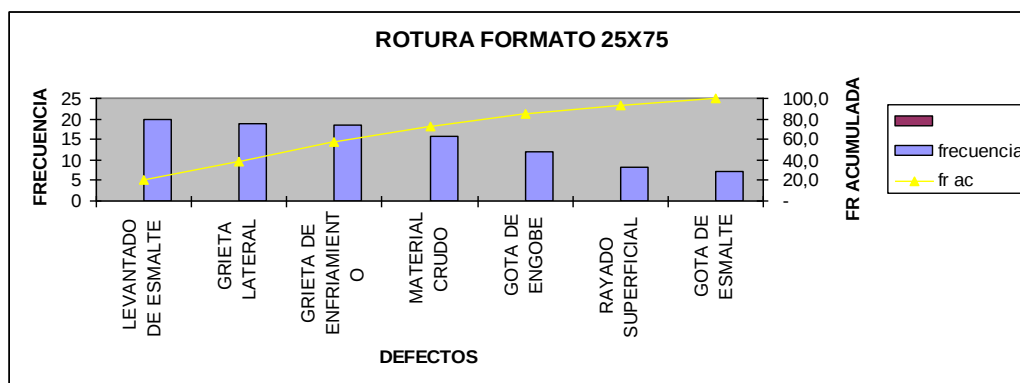
Tabla 13. Rotura Formato 30x60

Elaboración propia

Tabla 14. Formato 25x75

FORMATO 25X75 SEPTIEMBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
LEVANTADO DE ESMALTE	19,9	19,9	14,7
GRIETA LATERAL	18,9	38,8	14,0
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	18,4	57,2	13,6
MATERIAL CRUDO	15,7	72,9	11,6
GOTA DE ENGOBE	11,9	84,8	8,8
RAYADO SUPERFICIAL	8,1	92,9	6,0
GOTA DE ESMALTE	7,1	100,0	5,2
	100,0		73,8

Fuente Propia

Tabla 15. Rotura 25x75

Elaboración propia

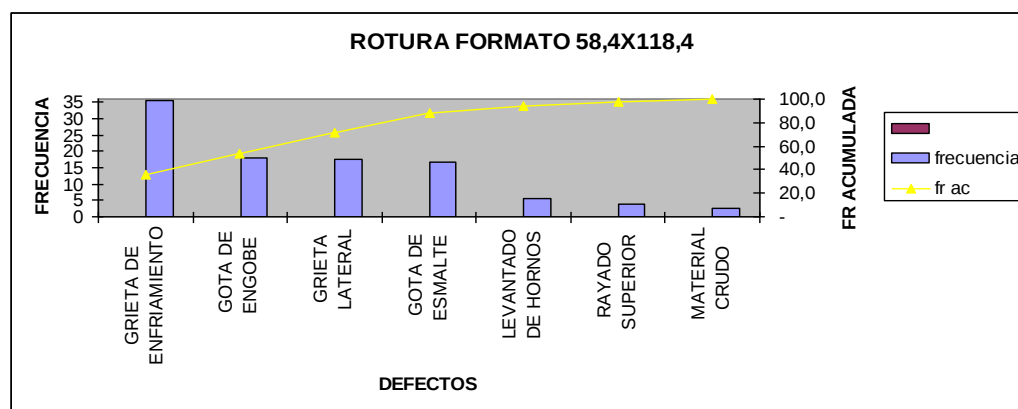
Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 16. Formato 58,4 x118,4

FORMATO 58,4X118,4 SEPTIEMBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	35,5	35,5	24,2
GOTA DE ENGOBE	18,1	53,6	12,3
GRIETA LATERAL	17,7	71,3	12,0
GOTA DE ESMALTE	16,7	88,0	11,4
LEVANTADO DE HORNOS	5,7	93,7	3,9
RAYADO SUPERIOR	3,7	97,4	2,5
MATERIAL CRUDO	2,6	100,0	1,8
	100,0		68,1

Elaboración propia

Tabla 17. Rotura formato 58,4 x118,4



Elaboración propia.

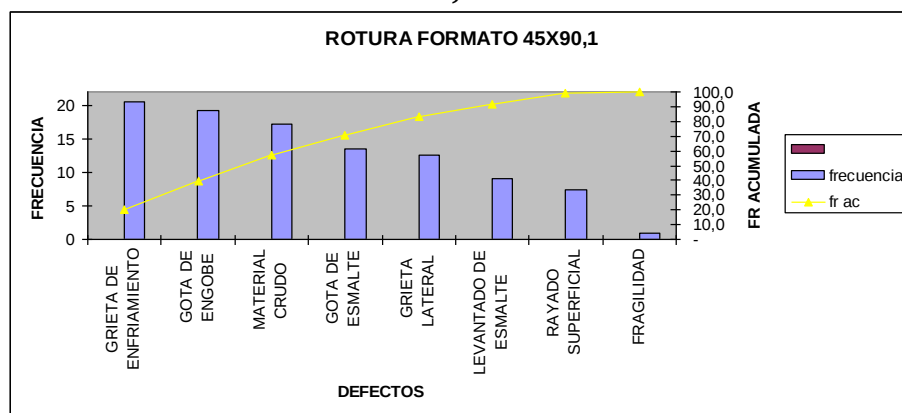
Tabla 18. Formato 45x90,1

FORMATO 45X90,1 SEPTIEMBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	20,5	20,5	14,8
GOTA DE ENGOBE	19,2	39,7	13,9
MATERIAL CRUDO	17,1	56,8	12,4
GOTA DE ESMALTE	13,5	70,3	9,8
GRIETA LATERAL	12,5	82,8	9,0
LEVANTADO DE ESMALTE	9,0	91,8	6,5
RAYADO SUPERFICIAL	7,3	99,1	5,3
FRAGILIDAD	0,9	100,0	0,6
	100,0		72,2

Fuente Elaboración propia

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 19. Rotura Formato 45x90,1



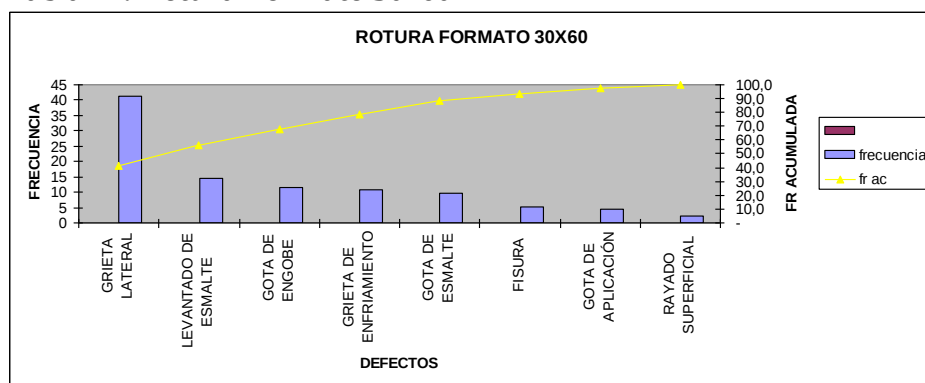
Elaboración propia

Tabla 20. Causas de Rotura Mes de Octubre

FORMATO 30X60 OCTUBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GRIETA LATERAL	41,4	41,4	32,9
LEVANTADO DE ESMALTE	14,5	55,9	11,6
GOTA DE ENGOBE	11,6	67,5	9,3
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	10,7	78,3	8,5
GOTA DE ESMALTE	9,8	88,1	7,8
FISURA	5,1	93,2	4,1
GOTA DE APLICACIÓN	4,4	97,6	3,5
RAYADO SUPERFICIAL	2,4	100,0	1,9
	100,0		79,5

Fuente Elaboración propia

Tabla 21. Rotura Formato 30x60



Elaboración propia

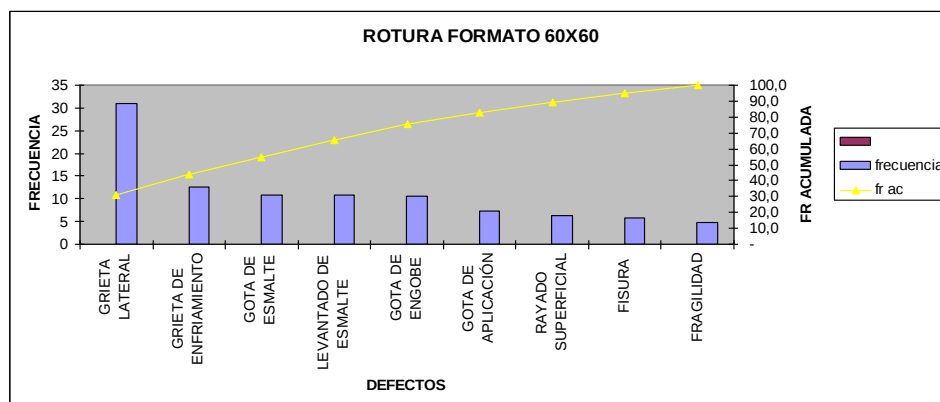
Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 22. Formato 60x60

FORMATO 60X60 OCTUBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GRIETA LATERAL	31,0	31,0	23,8
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	12,6	43,6	9,6
GOTA DE ESMALTE	10,9	54,4	8,3
LEVANTADO DE ESMALTE	10,7	65,2	8,2
GOTA DE ENGOBE	10,5	75,7	8,1
GOTA DE APLICACIÓN	7,2	82,9	5,5
RAYADO SUPERFICIAL	6,4	89,3	4,9
FISURA	5,8	95,1	4,4
FRAGILIDAD	4,9	100,0	3,8
	100,0		76,7

Elaboración propia

Tabla 23. Rotura formato 60x60



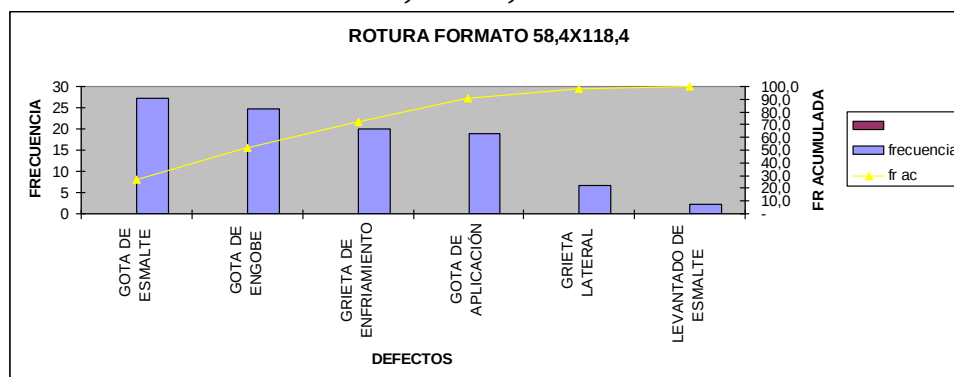
Elaboración propia

Tabla 24. Formato 58,4x 118,4

FORMATO 58,4X118,4 OCTUBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GOTA DE ESMALTE	27,2	27,2	19,9
GOTA DE ENGOBE	24,8	52,1	18,1
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	20,0	72,0	14,6
GOTA DE APLICACIÓN	19,0	91,0	13,8
GRIETA LATERAL	6,8	97,7	5,0
LEVANTADO DE ESMALTE	2,3	100,0	1,7
	100,0		73,0

Elaboración propia

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

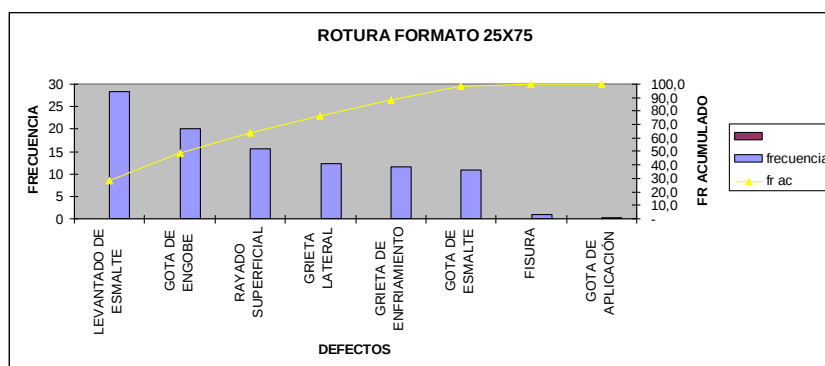
Tabla 25. Rotura Formato 58,4 x 118,4

Elaboración propia

Tabla 26. Formato 25 x 75

FORMATO 25X75 OCTUBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
LEVANTADO DE ESMALTE	28,4	28,4	24,1
GOTA DE ENGOBE	20,0	48,4	17,0
RAYADO SUPERFICIAL	15,5	63,9	13,2
GRIETA LATERAL	12,4	76,3	10,5
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	11,5	87,8	9,8
GOTA DE ESMALTE	10,9	98,7	9,3
FISURA	1,0	99,7	0,8
GOTA DE APLICACIÓN	0,3	100,0	0,2
	100,0		85,0

Elaboración propia

Tabla 27. Rotura formato 25x75

Elaboración propia

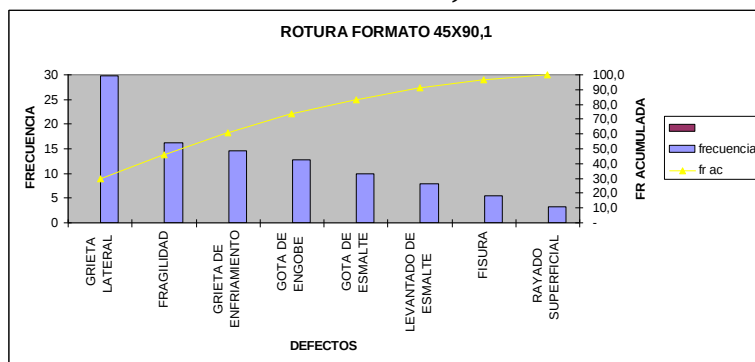
Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 28. Formato 45x90,1

FORMATO 45X90,1 OCTUBRE			
DEFECTOS	frecuencia	frecuencia acu	%
GRIETA LATERAL	29,8	29,8	20,0
FRAGILIDAD	16,3	46,1	10,9
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	14,5	60,6	9,7
GOTA DE ENGOBE	12,8	73,4	8,6
GOTA DE ESMALTE	9,9	83,2	6,6
LEVANTADO DE ESMALTE	7,9	91,2	5,3
FISURA	5,5	96,7	3,7
RAYADO SUPERFICIAL	3,3	100,0	2,2
	100,0		67,0

Fuente Elaboración propia

Tabla 29. Rotura Formato 45x90,1



Elaboración propia

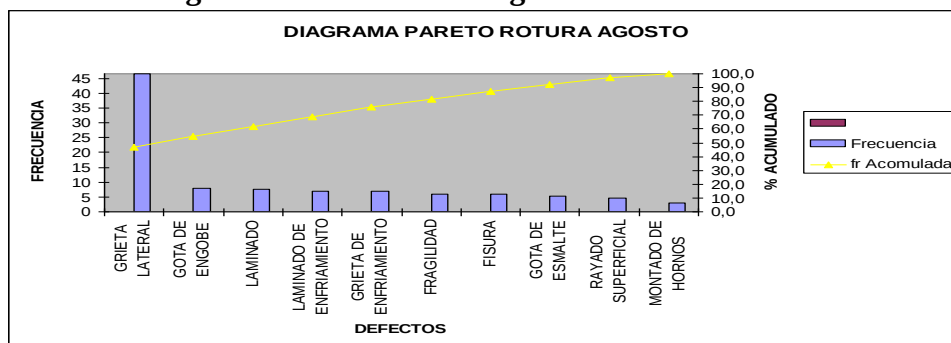
Se consolidó toda la información por mes, evidenciando las causas que más se presenta y que propensa la rotura en la planta.

Tabla 30. Agosto

AGOSTO				
DEFECTOS	Frecuencia	fr Acomulada	%	% fr acu
GRIETA LATERAL	46,6	46,6	143%	47%
GOTA DE ENGOBE	7,8	54,4	24%	54%
LAMINADO	7,5	61,9	23%	62%
LAMINADO DE ENFRIAMIENTO	6,8	68,7	21%	69%
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	6,8	75,6	21%	76%
FRAGILIDAD	5,9	81,4	18%	81%
FISURA	5,9	87,3	18%	87%
GOTA DE ESMALTE	5,2	92,5	16%	93%
RAYADO SUPERFICIAL	4,6	97,1	14%	97%
MONTADO DE HORNO	2,9	100,0	9%	100%
	100,0		307%	

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 31. Diagrama Pareto Rotura Agosto

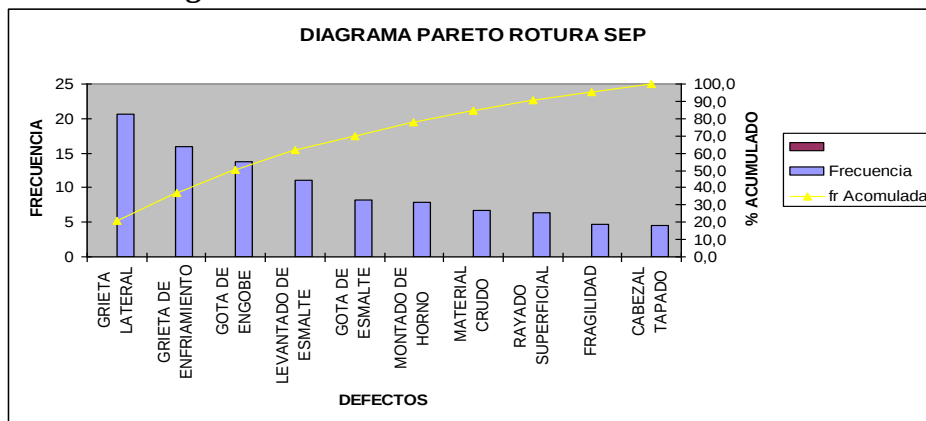


Elaboración propia

Tabla 32. Septiembre

SEPTIEMBRE				
DEFECTOS	Frecuencia	fr Acomulada	%	% fr acu
GRIETA LATERAL	20,7	20,7	65%	21%
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	15,9	36,6	50%	37%
GOTA DE ENGOBE	13,7	50,3	43%	50%
LEVANTADO DE ESMALTE	11,1	61,5	35%	61%
GOTA DE ESMALTE	8,3	69,7	26%	70%
MONTADO DE HORNO	8,0	77,7	25%	78%
MATERIAL CRUDO	6,7	84,4	21%	84%
RAYADO SUPERFICIAL	6,37	90,76	20%	91%
FRAGILIDAD	4,8	95,54	15%	96%
CABEZAL TAPADO	4,5	100,00	14%	100%
	100,0		314%	

Tabla 33. Diagrama Pareto Rotura SEP



Elaboración propia

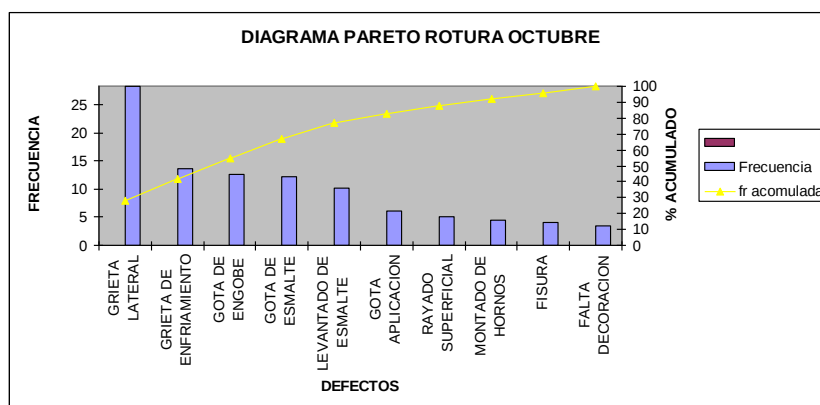
Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 34. Octubre

OCTUBRE				
DEFECTOS	Frecuencia	fr acumulada	%	% fr acu
GRIETA LATERAL	28,28	28,28	56%	28%
GRIETA DE ENFRIAMIENTO	13,64	42	27%	42%
GOTA DE ENGOBE	12,63	55	25%	55%
GOTA DE ESMALTE	12,12	67	24%	67%
LEVANTADO DE ESMALTE	10,1	77	20%	77%
GOTA APLICACION	6,06	83	12%	83%
RAYADO SUPERFICIAL	5,05	88	10%	88%
MONTADO DE HORNOS	4,55	92	9%	92%
FISURA	4,04	96	8%	96%
FALTA DECORACION	3,54	100	7%	100%
	100		198%	

Elaboración propia

Tabla 35. Diagrama Pareto Rotura Octubre



Elaboración propia

Con la información anterior se evidencio que el defecto que más se presentó en el mes de agosto, septiembre y octubre fue la grieta lateral, la cual pudo ser causada por diferentes factores, como por ejemplo pequeños golpes en el transcurso de las líneas, por fuertes cambios en el horno o por densidad aparente.

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

COSTOS DE LA ROTURA CAUSADOS POR GRIETA LATERAL

Mes	m2 totales de rotura	% de rotura por grieta lateral	m2 de rotura por grieta lateral	Costo del m2	Costo total rotura
AGOSTO	39,673	46%	18,273	\$35,596	\$650,459370
SEPTIEMBRE	38,923	20%	7,812	\$35,596	\$278,070474
OCTUBRE	29,369	28%	8,306	\$35,596	\$295,644472

Con los datos anteriores se evidencia la gran cantidad de dinero que se se deja de generar por defectos en la producción, solo en esos 3 meses se perdieron más de mil millones de pesos y solamente analizando el defecto de grieta lateral que es el más representativo.

Seguidamente para realizar el segundo objetivo propuesto se llevaron a cabo diferentes pruebas de laboratorio para determinar las posibles causas de la grieta lateral, partiendo de allí se produjeron 67 muestras(mini baldosas 5cm * 10cm) utilizando la misma pasta que estaba corriendo en ese momento por la producción real, dichas pruebas arrojaron que una posible causa de la grieta lateral se debe a la densidad aparente, la cual es una prueba que no se hace con la continuidad que se requiere y que se pasa por alto en algunos momentos.

La prueba inicio tomando 18 muestras de las prensas 0, 2 y 18 muestras de la prensa 4, se tomaron de 2Kg. A 3Kg. cada media hora y con mismo método de recogido, se cerró cada bolsa muy bien y se tomó el peso.

Figura 3. PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRAS

Elaboración Propia

Figura 4. PROCEDIMIENTO TOMA DE HUMEDAD

Elaboracion Propia

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Tabla 36. Resultados Prueba de Humedad.**RESULTADOS PRUEBA DE HUMEDAD:**

SISTEMA 1										
Hora	Hora real	Muestra	Cantidad (Kg.)	Prensa	Silos descargue	Formula de pasta	Humedad (%)	Hora Prueba %H	Desfase tiempo (dd, hh:mm:ss)	Desfase tiempo (hh)
6:30 AM	9/11/2022 6:30:00	1A	2,844	0	7,13,15	569	6,18	9/11/2022 17:02:00	30, 10:32:00	10
7:00 AM	9/11/2022 7:00:00	2A	2,459	0	7,13,15	569	6,11	9/11/2022 17:13:00	30, 10:13:00	10
7:30 AM	9/11/2022 7:30:00	3A	1,580	0	7,13,15	569	6,19	9/11/2022 17:25:00	30, 9:55:00	09
8:00 AM	9/11/2022 8:00:00	4A	2,901	0	7,13,15	569	6,11	10/11/2022 10:07:00	31, 2:07:00	26
8:30 AM	9/11/2022 8:27:00	5A	2,805	0	7,13,15	569	6,11	10/11/2022 10:19:00	31, 1:52:00	25
9:00 AM	9/11/2022 9:00:00	6A	2,307	0	7,13,15	569	6,05	10/11/2022 10:32:00	31, 1:32:00	25
9:30 AM	9/11/2022 15:28:00	7A	2,316	0	7,13,15	569	6,04	10/11/2022 10:46:00	30, 19:18:00	19
10:00 AM	9/11/2022 16:02:00	8A	2,526	0	7,13,15	569	5,97	10/11/2022 11:02:00	30, 19:00:00	19
10:30 AM	9/11/2022 10:31:00	9A	2,350	2	7,13,15	569	5,99	10/11/2022 17:56:00	31, 7:25:00	31
11:00 AM	9/11/2022 11:01:00	10A	2,442	2	7,13,15	569	5,97	10/11/2022 18:28:00	31, 7:27:00	31
11:30 AM	9/11/2022 11:32:00	11A	2,250	0	7,13,15	569	5,95	11/11/2022 8:33:00	31, 21:01:00	45
12:00 PM	9/11/2022 12:02:00	12A	2,365	0	7,13,15	569	6,25	11/11/2022 9:31:00	31, 21:29:00	45
12:30 PM	9/11/2022 12:32:00	13A	2,432	0	7,13,15	569	5,98	11/11/2022 10:05:00	31, 21:33:00	45
1:00 PM	9/11/2022 13:02:00	14A	2,129	0	7,13,15	569	6,17	11/11/2022 10:27:00	31, 21:25:00	45
1:30 PM	9/11/2022 13:30:00	15A	2,113	0	7,13,15	569	6,04	11/11/2022 11:01:00	31, 21:31:00	45
2:00 PM	9/11/2022 14:00:00	16A	2,080	0	7,13,15	569	6,18	11/11/2022 11:29:00	31, 21:29:00	45
2:30 PM	9/11/2022 14:34:00	17A	2,273	2	7,13,15	569	6,19	11/11/2022 11:47:00	31, 21:13:00	45
3:00 PM	9/11/2022 15:03:00	18A	2,289	0	7,13,15	569	6,07	11/11/2022 12:09:00	31, 21:06:00	45

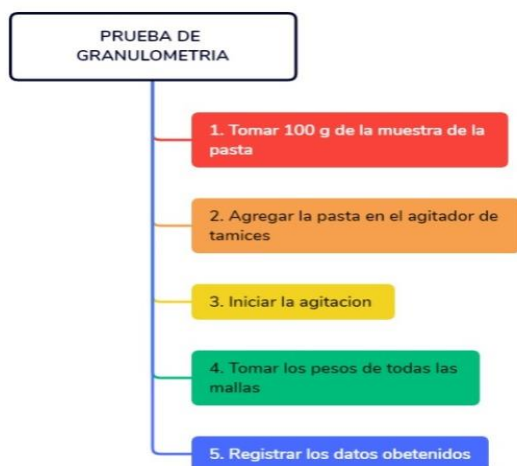
Elaboración propia

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

SISTEMA 2										
Hora	Hora real	Muestra	Cantidad (kg)	Prensa	Silos descargue	Formula de pasta	Humedad (%)	Hora Prueba %H	Desfase tiempo (dd, hh:mm:ss)	Desfase tiempo (hh)
6:30 AM	9/11/2022 6:31:00	1B	3	4	1,8,9	569	5,88	9/11/22 16:04:00	30 - 09:33:00	09
7:00 AM	9/11/2022 6:57:00	2B	2,3	4	1,8,9	569	5,72	9/11/22 16:23:00	30 - 9:26:00	09
7:30 AM	9/11/2022 7:27:00	3B	2,319	4	1,8,9	569	5,76	9/11/22 16:48:00	30 - 09:21:00	09
8:00 AM	9/11/2022 7:58:00	4B	2,454	4	1,8,9	569	5,81	10/11/22 8:20:00	31 - 00:22:00	24
8:30 AM	9/11/2022 8:43:00	5B	2,472	4	1,8,9	569	5,86	10/11/22 9:04:00	31 - 00:21:00	24
9:00 AM	9/11/2022 9:02:00	6B	2,431	4	1,8,9	569	5,98	10/11/22 9:19:00	31 - 00:17:00	24
9:30 AM	9/11/2022 9:29:00	7B	2,483	4	1,8,9	569	6,05	10/11/22 8:05:00	30 - 22:36:00	22
10:00 AM	9/11/2022 9:59:00	8B	2,334	4	1,8,9	569	6,01	10/11/22 9:50:00	30 - 23:51:00	23
10:30 AM	9/11/2022 10:31:00	9B	2,443	4	1,8,9	569	6,05	10/11/20 22 11:44:00	31 - 01:13:00	25
11:00 AM	9/11/2022 10:58:00	10B	2,412	4	1,8,9	569	6,11	10/11/20 22 12:02:00	31 - 01:04:00	25
11:30 AM	9/11/2022 11:28:00	11B	2,366	4	1,8,9	569	6,26	10/11/20 22 14:26:00	31 - 02:58:00	26
12:00 PM	9/11/2022 11:58:00	12B	2,224	4	1,8,9	569	6,37	10/11/20 22 15:05:00	31 - 03:07:00	27
12:30 PM	9/11/2022 12:31:00	13B	2,127	4	1,8,9	569	6,18	10/11/20 22 15:24:00	31 - 02:53:00	26
1:00 PM	9/11/2022 12:57:00	14B	2,171	4	1,8,9	569	6,27	10/11/20 22 16:00:00	31 - 03:03:00	27
1:30 PM	9/11/2022 13:27:00	15B	2,365	4	1,8,9	569	6,00	10/11/22 16:48:00	31 - 03:21:00	27
2:00 PM	9/11/2022 13:57:00	16B	2,237	4	1,8,9	569	6,05	10/11/22 17:03:00	31 - 03:06:00	27
2:30 PM	9/11/2022 14:21:00	17B	2,11	4	1,8,9	569	5,89	10/11/22 17:15:00	31 - 02:54:00	26
3:00 PM	9/11/2022 14:58:00	18B	2,283	4	1,8,9	569	5,83	10/11/22 17:29:00	31 - 02:31:00	26

Elaboración propia

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Figura 5. PROCEDIMIENTO PRUEBA GRANULOMETRIA**RESULTADOS PRUEBA DE GRANULOMETRIA:**

La siguiente prueba que se realizo fue la de granulometría, al generar movimiento con el agitador vibratorio de tamices con 100 g de muestra el residuo se separa en mallas, siendo la 20 el grano más grande, luego sigue malla 40, 60, 80,120 y por último el colector que es el grano más pequeño.

Tabla 37. Sistema 1

SISTEMA 1									
Muestra	20	40	60	80	120	140	Peso final	Perdida	Peso inicial
1A	0,4	22,4	39	17	10,6	9,2	98,6	1,8	100,4
2A	0,3	23	38,5	16,4	10,4	9,6	98,2	2,1	100,3
3A	1,1	43	35,1	10,2	5	4,3	98,7	1,5	100,2
4A	0,1	25,3	38,3	16,4	9,9	8,6	98,6	1,7	100,3
5A	0,4	26,8	38,9	15,5	9,2	8,1	98,9	1,5	100,4
6A	0,3	25,3	38,7	16,1	9,8	8,5	98,7	1,4	100,1
7A	0,2	26	39	16	9,8	8,2	99,2	1,3	100,5
8A	0,2	25,9	38,8	16,3	9,6	8,4	99,2	1,2	100,4
9A	0,2	24,5	38,9	16,5	10	8,5	98,6	1,5	100,1
10A	0,5	25,6	39,7	16,3	9,5	7,9	99,5	0,8	100,3
11A	0,1	24,1	39,1	16,5	10,1	8,9	98,8	1,3	100,1
12A	0,2	22,7	39,5	17,2	10,4	8,8	98,8	1,5	100,3
13A	0,1	22	38,9	17,7	10,9	9,9	99,5	0,9	100,4
14A	0,3	26,1	40	16	8,9	7,5	98,8	1,4	100,2
15A	0,2	26,3	40,1	15,8	8,9	7,5	98,8	1,4	100,2
16A	0,9	41,5	35,6	11	5,6	4,4	99	1	100
17A	0,3	25,7	38,8	16,1	9,7	8,4	99	1,1	100,1
18A	0,5	26		16	9,4	8,1	99	1,1	100,1

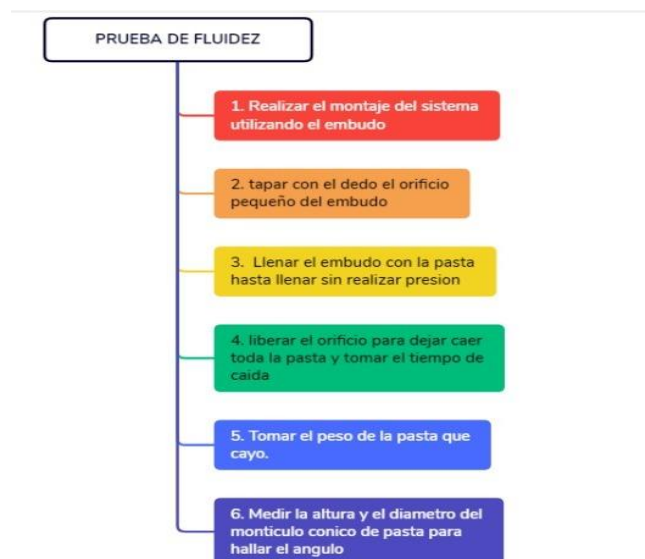
Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Sistema 2

SISTEMA 2									
	20	40	60	80	120	140	Peso final	Perdida	Peso inicial
1B	0,2	18,8	39,6	18,4	11,4	9,7	98,1	2	100,1
2B	0,2	21,3	40,5	17,3	10,4	8,9	98,6	1,9	100,5
3B	0,2	20,5	39,5	18	10,7	9,9	98,8	1,3	100,1
4B	0,2	21,1	39,7	17,3	10,7	9,8	98,8	1,8	100,6
5B	0,2	20,6	40,3	18,1	10,5	9,2	98,9	1,4	100,3
6B	0,2	20,1	40,2	17,9	11,1	9,3	98,8	1,4	100,2
7B	0,1	23,6	42,1	16,3	9,2	7,3	98,6	1,5	100,1
8B	0,1	20,5	40,4	17,9	10,7	9,2	98,8	1,3	100,1
9B	0,2	23	40,3	17,3	10,1	7,9	98,8	1,3	100,1
10B	0,3	24,3	40	17,1	9,6	7,8	99,1	1,3	100,4
11B	0,3	25,2	41,2	16,2	9,2	7,9	100	0,3	100,3
12B	0,3	23,4	41,2	16,4	9,7	8	99	1,5	100,5
13B	0,3	25,5	41,8	15,7	9	7,2	99,5	1,1	100,6
14B	0,3	24,7	40,5	16,1	9,2	7,7	98,5	1,5	100
15B	0,3	26,6	39,9	15,8	8,8	7,3	98,7	1,3	100
16B	0,4	29	40,5	14,9	8,2	6,2	99,2	1,1	100,3
17B	1	43	37,3	9,9	4,3	3,4	98,9	1,2	100,1
18B	0,5	31,7	40,1	13,9	7	5,8	99	1,2	100,2

Elaboración propia

Figura 6. PROCEDIMIENTO PRUEBA DE FLUIDEZ



Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

RESULTADOS PRUEBA DE FLUIDEZ Se tomó el tiempo de la caída de la pasta.

Tabla 38. Sistema 1 y 2

SISTEMA 1									
Muestra	Tiempo (s)	masa (g)	densidad (g/cm3)	fluidez relt volumen cm3 /s	fluidez relt masa g/s	Diámetro (cm)	Radio (cm)	Altura (cm)	Angulo de reposo
1A	24	207,9	1,0395	8,333333333	8,6625	13,4	6,7	3,3	26,2
2A	24	205,2	1,026	8,333333333	8,55	13,5	6,75	3,4	26,7
3A	25	203	1,015	8	8,12	13,5	6,75	3,5	27,4
4A	24	206	1,03	8,333333333	8,583333333	13,6	6,8	3,4	26,6
5A	24	206	1,03	8,333333333	8,583333333	13,3	6,65	3,3	26,4
6A	24	205,8	1,029	8,333333333	8,575	13,2	6,6	3,4	27,3
7A	24	205,1	1,0255	8,333333333	8,545833333	13,2	6,6	3,4	27,3
8A	23	207,2	1,036	8,695652174	9,008695652	13,5	6,75	3,3	26,1
9A	24	206,9	1,0345	8,333333333	8,620833333	13,2	6,6	3,4	27,3
10A	24	206,6	1,033	8,333333333	8,608333333	13,6	6,8	3,4	26,6
11A	24	205,4	1,027	8,333333333	8,558333333	13,3	6,65	3,3	26,4
12A	24	205	1,025	8,333333333	8,541666667	13,5	6,75	3,4	26,7
13A	24	205	1,025	8,333333333	8,541666667	13	6,5	3,3	26,9
14A	24	204,3	1,0215	8,333333333	8,5125	13,4	6,7	3,4	26,9
15A	25	204,4	1,022	8	8,176	13,2	6,6	3,4	27,3
16A	24	203,1	1,0155	8,333333333	8,4625	13,2	6,6	3,5	27,9
17A	24	204,2	1,021	8,333333333	8,508333333	13,5	6,75	3,5	27,4
18A	24	205,2	1,026	8,333333333	8,55	13,5	6,75	3,4	26,7
SISTEMA 2									
Muestra	Tiempo (s)	masa (g)	densidad (g/cm3)	fuidez relt volumen cm3 /s	fluidez relt masa g/s	Diámetro (cm)	Radio (cm)	Altura (cm)	Angulo de reposo
1B	24	207,1	1,0355	8,333333333	8,629166667	13,5	6,75	3,3	26,1
2B	23,5	205,3	1,0265	8,510638298	8,736170213	13,6	6,8	3,4	26,6
3B	24	206,6	1,033	8,333333333	8,608333333	13,5	6,75	3,4	26,7
4B	23	205,5	1,0275	8,695652174	8,934782609	13,6	6,8	3,3	25,9
5B	23	207,6	1,038	8,695652174	9,026086957	13,6	6,8	3,3	25,9
6B	24	205,4	1,027	8,333333333	8,558333333	13,3	6,65	3,4	27,1
7B	23	204,7	1,0235	8,695652174	8,9	13,5	6,75	3,4	26,7
8B	24	205,7	1,0285	8,333333333	8,570833333	13,2	6,6	3,4	27,3
9B	24	207	1,035	8,333333333	8,625	13,1	6,55	3,4	27,4
10B	23	207	1,035	8,695652174	9	13,4	6,7	3,4	26,9
11B	23	206,1	1,0305	8,695652174	8,960869565	13,4	6,7	3,3	26,2
12B	23	205,3	1,0265	8,695652174	8,926086957	13,2	6,6	3,4	27,3
13B	23	206	1,03	8,695652174	8,956521739	13,4	6,7	3,4	26,9
14B	24	207,1	1,0355	8,333333333	8,629166667	13,3	6,65	3,4	27,1
15B	24	205,4	1,027	8,333333333	8,558333333	13,2	6,6	3,5	27,9
16B	23	204,7	1,0235	8,695652174	8,9	13	6,5	3,4	27,6
17B	23	202,3	1,0115	8,695652174	8,795652174	13,3	6,65	3,4	27,1
18B	24	204,8	1,024	8,333333333	8,533333333	13,3	6,65	3,4	27,1

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

RESULTADOS PRUEBA DE COMPACTACION:**Tabla 39. Sistema 1**

SISTEMA 1								
Muestra	Masa (g)	Volumen inicial (cm3)	Volumen final(cm3)	dif	Densidad inicial	densidad final	Índice compactación	% compactado
1A	52,6	50	45	5	1,05	1,17	90%	10%
2A	51,3	49	44	5	1,05	1,17	90%	10%
3A	51,1	49	45	4	1,04	1,14	92%	8%
4A	53	50	45	5	1,06	1,18	90%	10%
5A	52,5	50	45	5	1,05	1,17	90%	10%
6A	54,2	50	46	4	1,08	1,18	92%	8%
7A	52,9	50	45	5	1,06	1,18	90%	10%
8A	54,3	50	46	4	1,09	1,18	92%	8%
9A	53	50	45	5	1,06	1,18	90%	10%
10A	52,8	50	45	5	1,06	1,17	90%	10%
11A	53,5	50	46	4	1,07	1,16	92%	8%
12A	53,1	50	45	5	1,06	1,18	90%	10%
13A	52,2	50	45	5	1,04	1,16	90%	10%
14A	52,9	50	46	4	1,06	1,15	92%	8%
15A	52,7	50	46	4	1,05	1,15	92%	8%
16A	52,2	50	46	4	1,04	1,13	92%	8%
17A	53,7	50	46	4	1,07	1,17	92%	8%
18A	52	50	45	5	1,04	1,16	90%	10%
LSA	54,8	51	47	4	1,07	1,17	92%	8%
LIA	52,7	50	46	4	1,05	1,15	92%	8%

Elaboración propia

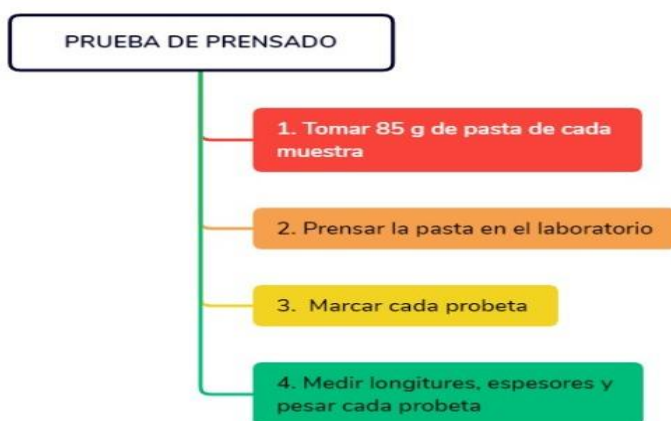
Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Sistema 2

SISTEMA 2								
Muestra	Masa (g)	Volumen inicial (cm3)	Volumen final(cm3)	dif	Densidad inicial	densidad final	Índice compactación	% compactado
1B	51,7	49	45	4	1,06	1,15	92%	8%
2B	51,3	49	44	5	1,05	1,17	90%	10%
3B	54	50	46	4	1,08	1,17	92%	8%
4B	54	50	45	5	1,08	1,20	90%	10%
5B	53,7	50	46	4	1,07	1,17	92%	8%
6B	53,9	50	46	4	1,08	1,17	92%	8%
7B	53,2	50	46	4	1,06	1,16	92%	8%
8B	52	50	45	5	1,04	1,16	90%	10%
9B	52,6	50	46	4	1,05	1,14	92%	8%
10B	52,5	50	46	4	1,05	1,14	92%	8%
11B	53,5	50	46	4	1,07	1,16	92%	8%
12B	51,4	49	44	5	1,05	1,17	90%	10%
13B	53,1	50	46	4	1,06	1,15	92%	8%
14B	53,7	50	46	4	1,07	1,17	92%	8%
15B	53,5	50	46	4	1,07	1,16	92%	8%
16B	52,6	50	46	4	1,05	1,14	92%	8%
17B	52,5	50	46	4	1,05	1,14	92%	8%
18B	52,4	50	45	5	1,05	1,16	90%	10%
LSB	54,4	50	46	4	1,09	1,18	92%	8%
LIB	55,4	50	47	3	1,11	1,18	94%	6%

Elaboración propia

Figura 7. PROCEDIMIENTO PRUEBA DE PRENSADO



Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

RESULTADOS PRUEBA DE PRENSADO

Tabla 40. Resultado de prensado

Muestra	probeta	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)
1A	1	82,2	100,83	50,65	8,13
	2	82,3	100,85	50,64	8,04
	3	82,2	100,85	50,67	7,95
	4	82,4	100,83	50,64	8,02
	5	81,9	100,79	50,65	7,94
	6	82	100,81	50,65	7,95
	7	81,9	100,77	50,63	8,04
	8	82,3	100,95	50,72	7,97
2A	1	82,8	100,8	50,65	8,02
	2	82,4	100,81	50,66	7,91
	3	82,3	100,85	50,66	7,96
	4	82,3	100,85	50,66	7,91
	5	82,3	100,83	50,65	7,84
	6	83	100,84	50,66	7,91
	7	82,6	100,78	50,66	7,94
	8	83	100,97	50,74	7,98
3A	1	82,1	100,75	50,67	8,01
	2	82,7	100,81	50,65	8
	3	82,8	100,82	50,66	8,01
	4	82,7	100,84	50,66	7,99
	5	82,9	100,86	50,67	8,01
	6	82,7	100,87	50,67	8,02
	7	82,7	100,85	50,66	8,07
	8	83,6	100,94	50,74	8,06
4A	1	81,9	100,92	50,7	7,84
	2	82,7	100,92	50,72	8
	3	83,1	100,91	50,7	7,98
	4	83,3	100,93	50,71	7,99
	5	83,1	100,92	50,76	7,99
	6	82,8	100,93	50,72	7,92
	7	82,9	100,86	50,7	7,9
	8	83,5	100,97	50,74	8
5A	1	82,9	100,88	50,7	8
	2	83,4	100,9	50,7	7,99
	3	83,4	100,9	50,73	7,97

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

	4	83,6	100,92	50,71	8,01
	5	83,4	100,92	50,71	7,91
	6	83,5	100,9	50,7	8,04
	7	83,5	100,89	50,72	8,09
	8	83,5	100,98	50,73	8,03
6A	1	82,7	100,88	50,59	8,09
	2	82,6	100,88	50,7	8,01
	3	82,8	100,88	50,69	8,08
	4	83,1	100,9	50,7	8
	5	81,2	100,9	50,69	7,83
	6	82,1	100,89	50,71	7,93
	7	82,2	100,9	50,73	7,91
	8	81,4	100,88	50,7	7,89
7A	1	83,1	100,89	50,72	8,12
	2	83,4	100,93	50,78	8,15
	3	83,5	100,91	50,71	8,1
	4	83,1	100,92	50,73	8,14
	5	83,5	100,92	50,73	8,14
	6	83,7	100,95	50,88	8,17
	7	83,4	100,87	50,73	8,13
	8	83,7	100,98	50,83	8,12
8A	1	83,5	100,93	50,71	8,18
	2	83,5	100,93	50,71	8,17
	3	82,8	100,93	50,74	8,15
	4	83,1	100,97	50,78	7,98
	5	83,5	100,97	50,73	8,21
	6	83,6	100,98	50,71	8,14
	7	83,7	100,86	50,72	8,16
	8	83,5	101,5	50,79	8,12
9A	1	82,9	100,86	50,68	8,14
	2	83,8	100,93	50,72	8,23
	3	83	100,87	50,81	8,13
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-

Elaboración propia

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

RESULTADOS RESISTENCIA EN VERDE

Por medio del equipo Crometro, se tomó la fuerza aplicada a la muestra y se halló con la formula la resistencia que tiene la pieza de soportar un golpe de un impacto fuerte.

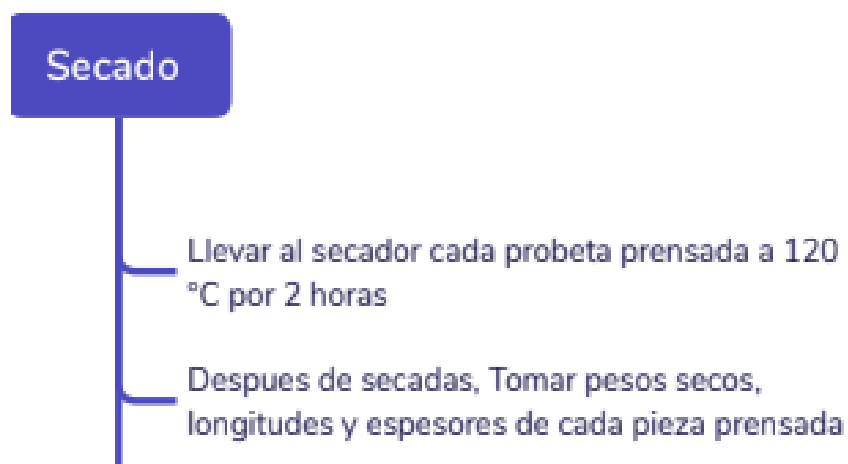
Tabla 41. Muestras en verde

$R = \text{Fuerza aplicada (N)} * \text{Distancia entre barras (mm)} / \text{Ancho de la muestra}$

MUESTRAS EN VERDE							
Muestra- Probeta	Peso verde	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Fuerza (N)	Distancia (mm)	Resistencia (N)
1A-8	82,3	101,0	50,7	8,0	36,9	80	58,20
2A-8	83,0	101,0	50,7	8,0	39,8	80	62,75
3A-8	83,6	100,9	50,7	8,1	34,1	80	53,76
4A-8	83,5	101,0	50,7	8,0	35,5	80	55,97
5A-8	83,5	101,0	50,7	8,0	35,3	80	55,67
6A-8	81,4	100,9	50,7	7,9	36,9	80	58,22
7A-8	83,7	101,0	50,8	8,1	37,6	80	59,18
8A-8	83,5	101,5	50,8	8,1	34,4	80	54,18
9A-3	83,0	100,9	50,8	8,1	32,2	80	50,70

Elaboración propia

Figura 8. PROCEDIMIENTO PRUEBA DE SECADO



Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

RESULTADOS RESISTENCIA EN SECO

Figura 9. Muestras en Seco.

MUESTRAS EN SECO							
Muestra- Probeta	Peso seco	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Fuerza (N)	Distancia (mm)	Resistencia (N)
1A-8	78,5	100,71	50,61	8,02	129,0	80	203,91
2A-8	78,5	100,72	50,58	8,05	132,1	80	208,94
3A-8	78,8	100,69	50,60	8,01	131,1	80	207,27
4A-8	78,3	100,71	50,60	8,02	132,1	80	208,85
5A-8	78,5	100,66	50,62	8,10	130,6	80	206,40
6A-8	78,6	100,54	50,68	8,09	130,6	80	206,16
7A-8	78,8	100,69	50,60	8,03	142,9	80	225,93
8A-8	78,1	100,78	50,66	8,01	132,1	80	208,61
9A-3	78,3	100,77	50,60	8,03	133,6	80	211,23

Elaboración Propia

Figura 10. PROCEDIMIENTO PRUEBA DE COCCION



Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Elaboración propia

RESULTADOS PRUEBA DE COCCION

Figura 11. Muestras en Cocido

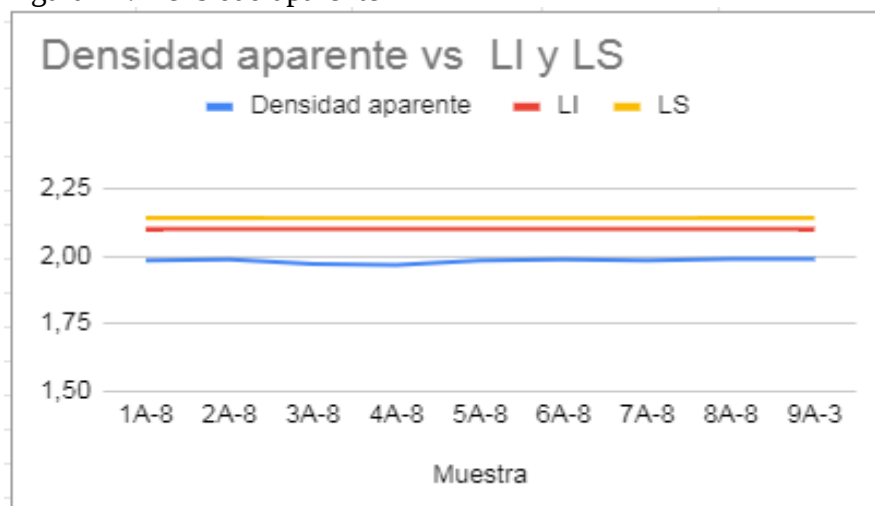
MUESTRAS EN COCIDO								
Muestra- Probeta	Peso cocido	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Fuerza (N)	Distancia (mm)	Resistencia (N)	% de contracción
1A-8	74,3	96,7	48,56	7,7	757,3	80	1247,61	4,2
2A-8	73,9	96,6	48,58	7,6	751,2	80	1237,05	4,6
3A-8	73,9	96,7	48,59	7,6	718,9	80	1183,62	4,9
4A-8	72,9	96,7	48,56	7,5	740,4	80	1219,77	5,4
5A-8	73,8	96,7	48,56	7,6	766,5	80	1262,77	4,7
6A-8	74,1	96,7	48,60	7,7	738,9	80	1216,30	4,5
7A-8	74,1	96,8	48,71	7,8	691,2	80	1135,21	4,7
8A-8	74,4	96,7	48,57	7,8	698,9	80	1151,16	3,7
9A-3	74,9	96,7	48,58	7,8	761,9	80	1254,67	3,4

RESULTADOS PRUEBA DE DENSIDAD APARENTE

Muestra	Densidad aparente	LI	LS
1A-8	1,983	2,100	2,140
2A-8	1,988	2,100	2,140
3A-8	1,971	2,100	2,140
4A-8	1,967	2,100	2,140
5A-8	1,983	2,100	2,140
6A-8	1,988	2,100	2,140
7A-8	1,983	2,100	2,140
8A-8	1,99	2,100	2,140
9A-3	1,989	2,100	2,140

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Figura 12. Densidad aparente



PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE LA HERRAMIENTA JIDOKA

Jidoka hace referencia a la automatización con un toque humano, esta herramienta permitirá evidenciar automáticamente los defectos y con ayuda del operario darle solución lo más rápido posible, de esta manera se garantiza la calidad del producto evitando reprocesos por productos defectuosos que generan más gastos y menos utilidades.

1er paso: Localizar un problema.

Con la información obtenida se pudo evidenciar el defecto de la grieta lateral que mes a mes continuaba saliendo de las líneas de producción, mediante pruebas se observó que una de sus causas es la densidad aparente, la cual debe tener un mayor control para evitar defectos por esta variable.

2do paso: Detención de la operación

Este paso es el más complicado de realizar en la empresa de Cerámica Italia, ya que en la planta la producción es continua (24/7), sin embargo se pueden hacer pausas pequeñas (20min) utilizando como ventaja la descarga de los maxicomensadores de los hornos, ya que ningún horno se puede quedar sin baldosas para quemar, por todo el gasto que contrae esos vacíos en los hornos.

Para que ocurra un paro en la operación un operario o un equipo tecnológico debe haber reconocido una anomalía, en este caso para medir la densidad aparente se debe hacer con un densímetro digital, el cual a medida que pasan las baldosas les toma la medida según el rango de

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

norma que es 2100 -2140 g/cm³, cuando la medida sea un valor fuera de este rango se enviara una señal de alerta que avisará al operario.



Densexplorer: Maquina o equipo que por medio de rayos X calcula la densidad aparente de baldosas cerámicas sin destruir el producto, lo cual es una gran ventaja, ya que con el equipo que actualmente se utiliza si se corta la baldosa en partes pequeñas para luego hacer la prueba, además esta tecnología es respetuosa con la salud de los operarios y con el medio ambiente.

3er paso: Emisión de la alerta

En este paso la mejor herramienta propuesta a implementar es el sistema Andon, la cual es un sistema visual que informa o alerta a los operarios que ha ocurrido un problema en la producción, este sistema evita tiempos muertos y ayuda a aumentar la calidad total.

Color	Condición	Acción
 Verde	Producción con flujo normal.	Se pasa al siguiente nivel.
 Amarillo	Aparición de un problema.	El operador toma las acciones pertinentes para solucionar el problema.
 Rojo	Detención de la línea productiva.	El problema no es identificado por lo que se lleva a cabo una investigación mas profunda de las causas.

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander



4to paso: Acciones preventivas y soluciones rápidas

Se buscan soluciones rápidas para poner la densidad en norma y poder reanudar la producción empleando el menor tiempo posible.

5to paso: Detectar y corregir la causa raíz

Por último se debe investigar que variables están influyendo al cambio de densidad y encontrar una solución definitiva que ayude a mitigar esas variaciones, una solución podría ser la de establecer unos rangos específicos que ayuden a mantener la densidad en norma y así disminuir la grieta lateral.

COSTOS PROYECTO JIDOKA			
HERRAMIENTA	UNIDADES	COSTO POR UND	COSTO TOTAL
SISTEMA ANDON	5	\$723.000	\$3.615.000
DENSEXPLORER	5	\$10.000.000	\$50.000.000
IMPLEMENTACION	5	\$450.000	\$2.250.000
TOTAL	15		\$55.865.000

Sumando los valores del costo de rotura del mes de agosto (\$650,459370) Septiembre (\$278,070474) y octubre (\$295,644472) da un total de \$1.224.174.283 siendo esta cantidad un valor muy grande de pérdidas para la empresa.

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

8. CONCLUSION

- De la información recopilada y analizada en base al diagrama de Pareto se dice que el 80% de los defectos están siendo causados por el 20% de las causas, resaltando la causa de grieta lateral como la más representativa.
- Al evaluar las causas de la grieta lateral mediante pruebas de laboratorio se conoció que una de ellas es la densidad aparente, ya que los datos tomados fueron menores a la norma de calidad, esto demuestra que el control de esta variable es inconsistente y de ahí nace la necesidad de realizar esta y todas las demás pruebas a las muestras del laboratorio y no solo en la producción real.
- El uso de la metodología Lean permite identificar y priorizar los problemas, a la vez que se dan criterios y alternativas de solución en el sistema productivo de la cerámica, a partir de esto se propuso la utilización de la herramienta Jidoka junto al sistema Andon, y de esta manera tener un control permanente de esta variable, lo que reduciría en gran porcentaje la rotura, lo que disminuiría las pérdidas en costos.

9. Recomendaciones

La investigadora recomienda a la Empresa Cerámica Italia implementar la herramienta TPM (Mantenimiento Productivo Total) en los equipos de laboratorio, dándole prioridad a la prensa, ya que retrasa los procesos y disminuye la calidad, esto con el fin de poder obtener datos más confiables para analizar y tener información verídica de cómo se está comportando el producto y que posibles defectos se pueden presentar en el transcurso del proceso.

Aumentar el control de la prueba de densidad aparente para tener datos más frecuentes y poder disminuir los defectos que están saliendo más constantemente, como lo es la grieta lateral.

Estandarización de los procesos de producción para que se aproveche al máximo los recursos y el tiempo en la producción, esto contribuye al aprovechamiento y fácil desarrollo de las fases de la línea productiva.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, Gutiérrez, Jessica. (2019). Elaboración de ladrillos mediante la inclusión de ceniza de carbón proveniente de la ladrillera Bella vista de Tunja- Boyacá. Universidad Santo Tomás sede Tunja. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20011/2019jessicaaguilar.pdf>
- Alarcón, J. (2016). Introducción a la Química de los materiales cerámicos. Recuperado de <https://www.uv.es/uimcv/Castellano/ModuloMatCeramicos/Unidad%201.pdf>
- Andreu, Irene. (2021). Artículo sobre Lean Manufacturing: ¿Qué es y cuáles son sus principios?. Artículo publicado en sitio web Apd el 15 de julio de 2021. recuperado de <https://www.apd.es/lean-manufacturing-que-es/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Lean%20Manufacturing,al%20proceso%20ni%20al%20cliente>
- Artes Cerámicas (2021). Enfriamiento. Recuperado de <https://artesceramicas.com/2021/01/17/enfriamiento/#:~:text=En%20esta%20parte%20del%20proceso,en%20su%20estado%20sin%20deformarse>.
- Bowman, Edward H and Fetter, Robert B. (1967). Analysis for production and operations management. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 1967.
- Cardona, E. (2021). Desperdicios o mudas en Lean Manufacturing. Recuperado de <https://www.munkys.co/desperdicios-lean-manufacturing/>
- Cerámica Italia. Quienes somos. Recuperado de <https://www.ceramicaitalia.com/corporativo/quienessomos.php>
- Celsus. (2020). Cadena de Valor Recuperado de <https://www.certus.edu.pe/blog/que-es-cadena-valor/#:~:text=Una%20cadena%20de%20valor%20es,concepci%C3%B3n%20hasta%20la%20de%20distribuci%C3%B3n>
- Contreras, J. (2021). Efectividad de procesos: Qué es y como se mejora. Atlas consultora. Recuperado de <https://www.atlasconsultora.com/como-mejorar-efectividad-procesos/>
- Cortés, José Manuel. Sistemas de Gestión de Calidad (ISO 9001:2015). 1. Ed. Málaga: ICB editores, 2017. P. 65. ISBN 978-84-9021-483-1. Recuperado de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7870/1/428246-2020-I-GC.pdf>
- Crosby, P. (2000). La Calidad y Yo: una experiencia de vida. México, D.F., México: Pearson Educación. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2250/225029797010.pdf>
- Deming, W. E. (1989). Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos (pp. 378-380). Moreno, Segundo, & Peña, J. (1992).
- García-León, R; Solano, F, Eder; Quintero, Q, Wilmer. (2019). Caracterización físico-química de una arcilla colombiana. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Facultad de Ingenierías, Grupo de Investigación INGAP. Recuperado de https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/3918

- García-Morales, F. M., Sánchez-Molina, J., & Gelves-Díaz, J. F. (2021). Caracterización de materias primas y formulación de pastas cerámicas para una empresa ubicada en el área metropolitana de Cúcuta, Colombia. *Mundo FESC*, 11(22), 21-33. Recuperado a partir de <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/777>
- Guerrero, G, Gustavo; Acevedo, P, Carlos, H; Escobar, M, Nelsón. (2018). ¿Cómo influyen las malas prácticas en la calidad de los productos cerámicos?. UPB – Medellín. Recuperado de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3965/C%C3%B3mo%20influyen%20las%20malas%20pr%C3%A1cticas%20en%20la%20calidad%20de%20los%20productos%20cer%C3%A1micos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guzmán y Valle, E. (2020). El control de calidad en los procesos productivo de la industria de la cerámica. Lima- Perú. Recuperado de <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/6161/MONOGRAF%C3%8DA%20-%20ARANA%20BENAVENTE%20SIDNEY%20KAREN%20-%20FATEC.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Historia de la Cerámica en el Ecuador, Fundación Paúl Rivet. Cuenca. Tomado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7999/1/T-UCSG-PRE-ECO-ADM-384.pdf>
- Icontec. (2018). . Recuperado de <https://tienda.icontec.org/gp-metodos-para-muestreo-y-ensayos-de-unidades-de-mamposteria-y-otros-productos-de-arcilla-ntc4017-2018.html>
- Interdya. (2014). LEAN MANUFACTURING: Herramienta de ámbito mundial para reducir costes y desperdicio. Publicado el 22 de junio de 2014. Recuperado de <https://www.intedya.com/internacional/290/noticia-lean-manufacturing-herramienta-de-ambito-mundial-para-reducir-costes-y-desperdicios.html#:~:text=En%20Lean%20Manufacturing%2C%20desperdicio%20es,producto%20y%20entregarlo%20a%20tiempo>
- Ircañaupa, M, Roger. (2017). Aplicación de la Gestión por procesos para mejorar la productividad de baldosas cerámicas, en la línea de producción Enaplic 3 de la empresa Cerámica Lima S.A, S,M, P. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería. Lima- Perú. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10368/Irca%c3%b1aupa_MRW.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Instituto Asteco (2020). Precalentamiento, aportes en la actividad de la soldadura. Recuperado de <https://institutoasteco.com/asteco/precalentamiento-aportes-en-la-soldadura/>
- ISO 9001 Sistema de gestión de calidad. Recuperado de <https://www.normas-iso.com/iso-9001/>
- Jurado, P, Daniel; Alvarado gallo, Andrés. (2020). Estudio del comportamiento térmico y tecnológico de un producto cerámico extraído mediante preparación por molienda vía húmeda y sometido al proceso de cocción de horno colmena. Universidad Francisco de Paula Santander. Recuperado de <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/4479>
- Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

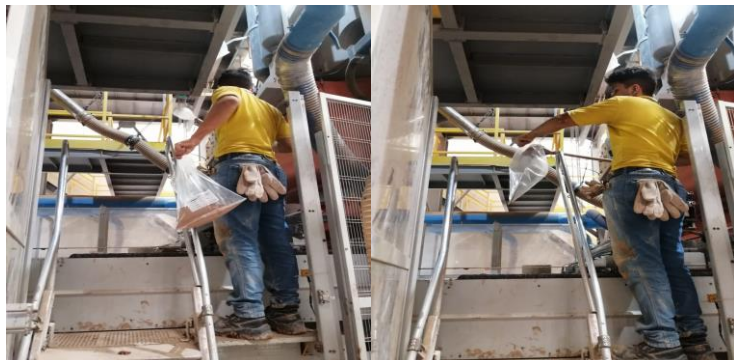
- Kress, M. (2016). Aplicación de Técnicas Lean para Reducir Desperdicios en una Pyme. Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Escuela de Ingeniería Industrial. Recuperado de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4928/PI-%20KRESS%2C%20Mailen%20Araceli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luján, Frederic (1995). Proceso de mejoramiento continuo. Recuperado de <http://www.fredericlujan.com/pdf/PMC.pdf>
- Mondragón, Owen; Samán, Omar. (2016). Control de desperdicios relacionados a los costos de materiales en la etapa de acabados para una obra de conjunto residencial destinado a nivel socioeconómico de clase B en el distrito San Miguel. Universidad peruana de ciencias aplicadas. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621920/Saman%20Rosales%20%20Omar.pdf?sequence=5>
- Norma técnica NTC 919/ISO 13006. Prestige. Recuperado de <https://www.pisosprestige.com/es/norma-tecnica-ntc-919-iso-13006-porcelanatos/>
- Ortega, Flórez, Dámaris; Uribe, Ortega Glenys. (2017). Propuesta de una metodología para la identificación de defectos de la industria cerámica ladrillera del municipio del Zulia – Norte de Santander. Universidad Francisco de Paula Santander. Recuperado de <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/6072>
- Ortiz, Saravia, E. (2016). Procesos de producción y la calidad del producto en la fabricación de cerámica de tercer fuego en Cerámicas Kantu SAC. Universidad Nacional de San Antonio Abad. Escuela de Post grado Facultad de ciencias administrativas, contables, económicas y turismo. Cusco.- Perú. Recuperado de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/2801/253T20161107.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prestige. (2022). Norma Técnica NTC 919 /ISO 13006 porcelanatos. Recuperado de <https://www.pisosprestige.com/es/norma-tecnica-ntc-919-iso-13006-porcelanatos/>
- Roa, B, Karol; Paredes, R, Ricardo. (2017). Diseño y elaboración de unidades cerámicas macizas a partir de la caracterización morfológica, química y estructural del cascarón desecho del proceso de microfundición en Fasab- Sogamoso. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Escuela de Ingeniería Industrial. Recuperado de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2227/1/TGT-760.pdf>
- Saldívar, Gabriela. (2018). Trazabilidad interna y externa. LinkedIn. Publicado 10 de octubre de 2018. Recuperado de <https://www.linkedin.com/pulse/trazabilidad-gabriela-sald%C3%ADvar/?originalSubdomain=es>
- Sánchez, M, Jorge. (2010). Estrategias para la competitividad del cluster de la cerámica del área metropolitana de Cúcuta. Año 2010. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Juan-Diaz-Garcia/publication/313638499_Introduccion_a_los_Hornos_utilizados_en_la_industria_a_ceramica_tradicional/links/5af793b64585157136dd7e99/Introduccion-a-los-Hornos-utilizados-en-la-industria-ceramica-tradicional.pdf

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

- Téllez, Angulo, E; et al. (2022). Estrategia para reducir el porcentaje de calidad segunda generada en la fabricación de productos brillantes en la empresa Cerámica Italia. Universidad EAN. Recuperado de <https://repository.universidadean.edu.co/bitstream/handle/10882/12073/UribeWilliam2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ullilen, M, Carolina; Ullilen, M, Romel. (2018). 7 desperdicios en la producción y 1 más: El talento humano. Recuperado de <https://www.ergonomauullilen.com/blog/7-desperdicios-en-la-produccion-y-1-mas-el-talento-humano/165/>
- UPME. Unidad de Planeación Minero-Energética de Colombia (UPME), "Ahorro de energía en la industria cerámica", Revista VirtualPRO,, 2011. Consultado en línea en la Biblioteca Digital de Bogotá (<https://www.bibliotecadigitaldebogota.gov.co/resources/3072433/>), el día 2022-09-28
- Vallegres. (2016). Norma técnica Colombiana NTC 4205. Recuperado de <https://www.vallegres.com/norma-tecnica-colombiana-ntc-4205-1/>
- Velasco, Z, Claudia; Páez, Díaz, Julio. (2018). Propuesta de mejoramiento del nivel de roturas en el manejo del nivel de roturas en el manejo de producto terminado caso: Productos cerámicos Universidad ECCI. Recuperado de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/2169/Propuesta%20de%20mejoramiento%20del%20nivel%20de%20roturas%20en%20el%20manejo%20de%20producto%20terminado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexos EVIDENCIAS DE LAS PRUEBAS

TOMA DE MUESTRAS



PRUEBA DE GRANULOMETRIA



PRUEBA DE FLUIDEZ



Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

PRUEBA DE COMPACTACION



PRUEBA DE LAVADO DE PASTA



PRUEBA DE SECADO DE PASTA



Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

PRUEBA DE PRENSADO



PRUEBA DE SECADO DE PROBETAS



PRUEBA DE COCCION



Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

PRUEBA DE RESISTENCIA



PRUEBA DENSIDAD APARENTE



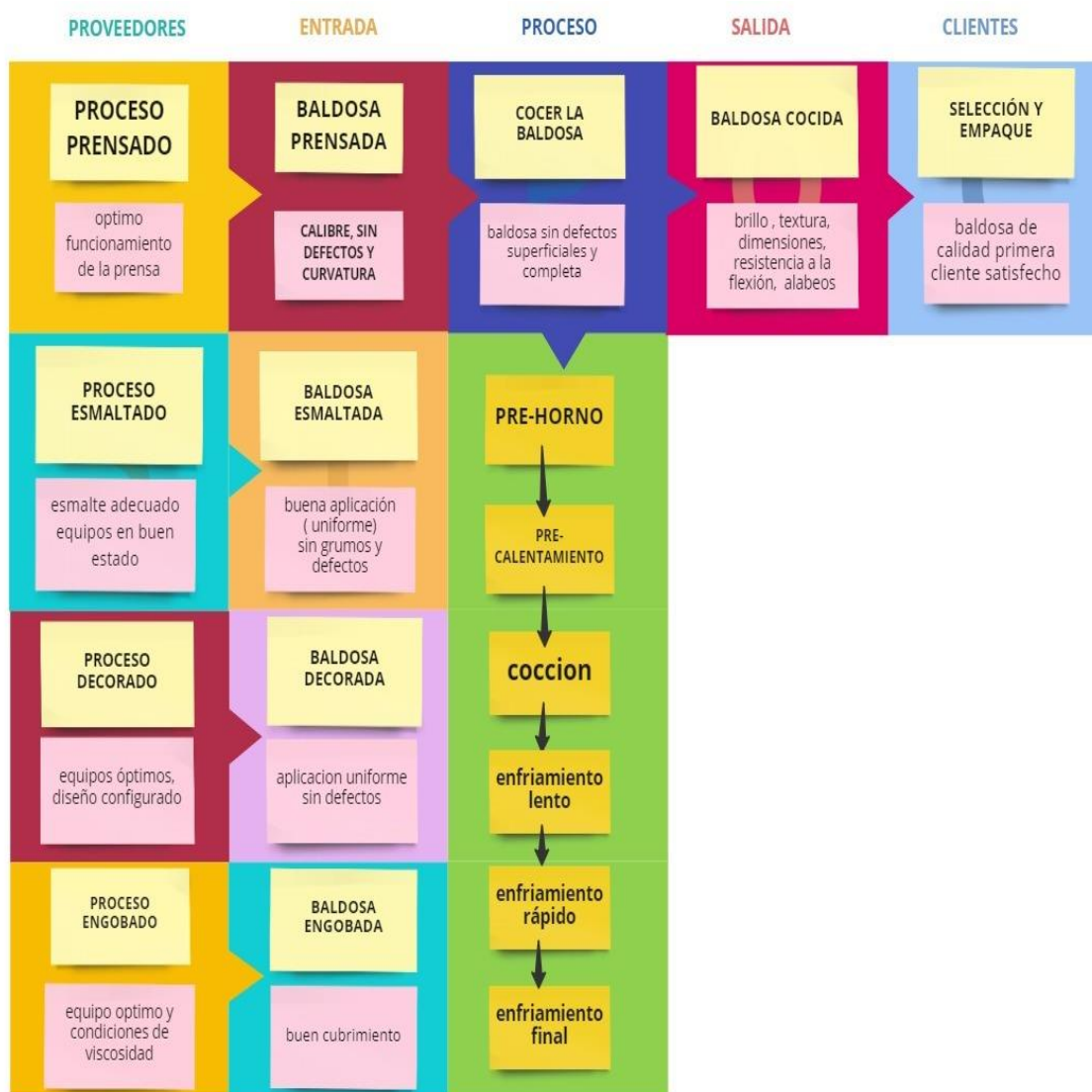
En el transcurso de la prueba se pudo evidenciar que hay problemas con los equipos de medición, como por ejemplo la prensa del laboratorio, este equipo tiene una fuga de pasta en un lado, lo que ocasiona pérdida de pasta al prensar y disminuye el espesor en ese lado, lo que ocasiona pérdida de resistencia en ese lado de la muestra, esa prensa es un equipo que ya tiene muchos años de uso y poco mantenimiento y si se desea mejoras en los procesos y en la calidad se debe empezar por mejorar los pequeños procesos para garantizar el proceso real.

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

DEFECTO EN LA PRENSA

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

DIAGRAMA SIPOC DEL PROCESO



miro

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander

Diagrama de proceso de flujo

Diagrama de proceso de flujo				resumen					
Proceso : Homos y seleccion				operacion		se produce o se realizar algo			
Lugar: Planta de Produccion				inspeccion		se verifica la calidad o cantidad del producto			
Operario : Walter Cabrera				espera		demora entre operaciones o abandono momentario			
Elaborado por: Camila Guzman		fecha:	15-11-22	transporte		se cambia de lugar o se mueve un objeto			
Aprobado por:		fecha:		almacenaje		se guarda o se protege el producto o los materiales			
descripcion	cantidad	distancia (m)	tiempo (s)	actividad					obervaciones
									
1. revisar defectos superficiales de las baldosas antes de entrar al horno			15		x				
2. supervizar entrada de baldosas al horno			2		x				
3. Pre-hornear baldosa (Prehorno)			300	x					
4. Precalear baldosa (precalentamiento)			930	x					
5. quemar la baldosa (coccion)			570	x					
6. Enfriar baldosa rapidamente (enfriamiento rapido)			180	x					
7. Enfriar baldosa lentamente (enfriamiento lento)			600	x					
8. Enfriar baldosa (enfriamiento final)			420	x					
9. revisar defectos superficiales al salir la baldosa del horno			20		x				
10. clasificar baldosa segun calidad			30		x				
11. elegir caja de empaque segun calidad			10	x					
12. llenar caja con baldosas iguales			120	x					
13. estibar cajas de baldosas		1	600				x		
14. zunchar las estibas			180	x					
15. mover estiba al palet		6	240				x		
16. legalizar estiba			120		x				
17. pesar estiba			60	x					
18. paletizar estiba			150	x					
19. mover estiba al centro de distribucion		15	300				x		
TOTAL		22	49727						

Propuesta Minimización de desperdicios mediante la metodología lean en los procesos de hornos y producto terminado en la planta Cerámica Italia del área metropolitana de Cúcuta, Norte de Santander