

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **OPTIMIZING PRODUCTION IN CERAMIC TILE MANUFACTURING THROUGH LEAN MANUFACTURING TOOLS: A CASE STUDY IN PERU**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Sofia Mercedes Cochachi Malpica**

**Código 20173226**

**Asesor**

Juan Carlos Quiroz Flores

Lima – Perú

Julio de 2024



## Título

*OPTIMIZING PRODUCTION IN CERAMIC TILE MANUFACTURING THROUGH LEAN MANUFACTURING TOOLS: A CASE STUDY IN PERU*

## Autor(es)

Sofia Mercedes Cochachi Malpica

[20173226@aloe.ulima.edu.pe](mailto:20173226@aloe.ulima.edu.pe)

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima,  
Perú

Juan Carlos Quiroz Flores

[jcquiroz@ulima.edu.pe](mailto:jcquiroz@ulima.edu.pe)

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Lima, Perú

**Resumen:** El sector cerámico en el Perú enfrenta importantes desafíos relacionados con la eficiencia y calidad de los procesos productivos. Estudios previos han mostrado mejoras sustanciales con la implementación del Lean Manufacturing en diversas industrias, pero su aplicación específica en el sector cerámico peruano ha sido poco explorada, lo que justifica esta investigación. Los problemas críticos incluyen altos niveles de desperdicio, baja productividad y falta de estandarización. Se requieren soluciones inmediatas para esos problemas, por ello se planteó la implementación de herramientas Lean Manufacturing, como 5S, Poka Yoke, estandarización del trabajo y SMED. El modelo integrado propuesto incluyó capacitación del personal y estandarización de procesos. Los resultados mostraron una mejora del 25% en la producción diaria, reduciendo el tiempo de ciclo a 136 minutos por lote y reduciendo el costo de producción por pieza en S/. 0,79. La puntuación de la auditoría 5S mejoró de 88 a 136 puntos, mostrando mayor eficiencia y calidad. Este estudio tiene un importante impacto académico y socioeconómico, proporcionando un modelo replicable para empresas del sector industrial. Se recomienda realizar investigaciones futuras sobre la integración de tecnologías avanzadas con metodologías de manufactura esbelta para mantener mejoras continuas en los procesos productivos.

**Palabras Clave:** Lean Manufacturing, Sector Cerámico, Optimización de la Producción, Metodología 5S, Poka Yoke

**Abstract:** The ceramic sector in Peru faces important challenges related to the efficiency and quality of production processes. Previous studies have shown substantial improvements with the implementation of Lean Manufacturing in various industries, but its specific application in the Peruvian ceramic sector has been little explored, which justifies this research. Critical problems include high levels of waste, low productivity and lack of standardization. Immediate solutions are required for these problems, which is why the implementation of Lean Manufacturing tools was proposed, such as 5S, Poka Yoke, work standardization and SMED. The proposed integrated model included staff training and process standardization. The results showed a 25% improvement in daily production, reducing cycle time to 136 minutes per batch and reducing the production cost per piece by S/. 0.79. The 5S audit score improved from 88 to 136 points, showing greater efficiency and quality. This study has an important academic and socioeconomic impact, providing a replicable model for companies in the industrial sector. It is recommended to conduct future research on the integration of advanced technologies with lean manufacturing methodologies to maintain continuous improvements in production processes.

**Keywords:** Lean Manufacturing, Ceramic Tile Sector, Production Optimization, 5S Methodology, Poka Yoke

**Línea de investigación IDIC – ULIMA:** (9) - Gestión de Ingeniería

**Área y Sub-áreas de Investigación:** (4) - Procesos de negocios

**Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS):** (8) - Gestión y mejora de procesos

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El caso de estudio ha generado una pérdida de S/9,723,318.00 soles por año causadas por el incumplimiento en el plan de producción debido a problemas de calidad y demora en los cambios de producto y actividades de esmaltado.

Durante el año 2023, la empresa mantuvo una ratio promedio sobre cumplimiento de producción del 64.4%. Un 25.6% debajo del estándar en plantas industriales.

La diferencia del indicador se debe a 2 causas principales: procesos no estandarizados, falta de orden y limpieza en las estaciones de trabajo.

### **OBJETIVOS**

El objetivo general es que la implementación de metodologías Lean impacte en los procesos productivos generando un incremento en el cumplimiento productivo. Para tener estaciones de trabajo ordenados y limpios, además de evitar paradas repentinas en la línea de producción debido a equipos contaminados y reprocesos por falta de orden y limpieza, se implementara la metodología 5S (Huamán & Jesús, 2020); para poder trabajar con estandarización se debe establecer métodos y secuencias para cada proceso y trabajador (Arezes & Alves, 2015) y finalmente se debe identificar actividades internas y externas en el proceso para poder reducir tiempos en las actividades por ello se implementara SMED (Huamán & Jesús, 2020).

### **JUSTIFICACIÓN**

En estudios previos concluyen que los problemas con el cumplimiento del metraje de producción y fechas acordadas en plantas industriales son frecuentes y se debe a los procesos no estandarizados, personal deficiente, desorden, falta de limpieza, entre otros. Entre los problemas principales destaca el cumplimiento de producción. Por ello, para lograr un crecimiento económico, se decidió aplicar las herramientas de Lean Manufacturing, específicamente las herramientas 5S, Jidoka (Poka Yoke), Trabajo Estandarizado y SMED en una empresa del sector industrial. La herramienta 5S aplicada por una auditoría interna y una prueba piloto en el área de línea de esmalte. Jidoka fue aplicada en conjunto con el piloto de las 5S con el fin de eliminar los errores del proceso general del área. El Trabajo estandarizado y SMED se realizó una simulación.

### **HIPÓTESIS (Si aplica)**

La aplicación de un Modelo de operaciones basado en el Lean Manufacturing incrementará el indicador de cumplimiento de producción en una empresa del sector cerámico.

## DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo: Aplicada

La presente investigación fue de tipo aplicada con la finalidad de aumentar el porcentaje de cumplimiento de plan de producción de la línea de producción mediante la implementación de un modelo de operaciones basado en herramientas Lean.

Enfoque: Cuantitativo

El enfoque es cuantitativo debido a que se busca evaluar, comparar e interpretar los datos obtenidos en su fase de pre-test (diagnóstico) y posterior a la implementación (validación), analizar el comportamiento del mismo grupo (proceso) en la etapa post-test.

Alcance: Causal

El alcance es causal porque el objetivo es conocer el efecto que producen la implementación de las herramientas Lean en el indicador de cumplimiento de plan de producción.

Técnicas e instrumentos:

- 5S
- Poka Yoke
- Trabajo estandarizado
- SMED

Etapas del desarrollo de la investigación:

La investigación comenzó con una entrevista a un jefe de producción quien nos brindó información y conocimiento de su estado. En este caso de estudio, el problema fue el incumplimiento de los cronogramas de producción.

Después de planificar qué hacer utilizando herramientas y estudios de casos similares, realice una auditoría previa a las 5S para verificar los datos reales y compararlos con las mejoras implementadas en el futuro (en este caso solo el piloto).

Una vez que los datos brutos del escenario están disponibles (es decir, el escenario post-piloto), se compilan en Excel y se introducen en el software Arena para su simulación.

Al comparar los escenarios, los resultados muestran que las propuestas de mejora son factibles utilizando aplicaciones piloto y estadísticas del software Arena.

**NOTAS (AGRADECIMIENTOS):** Agradecimiento a mi familia, por su apoyo para poder cumplir mis objetivos y a mi asesor por transmitirme los conocimientos necesarios para poder obtener este logro.

## REFERENCIAS

Banco Central de Reserva del Perú.(2022).  
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Transparencia/NotasInformativas/2022/nota-informativa-2022-02-19.pdf>

Canales-Huaman, D. S., Gamio-Valdivia, K. G., & Quiroz-Flores, J. C. (2022). Modelo integrado Lean Logística-Almacenamiento para reducir Lead Time en una Pyme del sector alimentos: una investigación en Perú. En El 3er Congreso Internacional de Ingeniería Industrial y Gestión Industrial (IEIM 2022), 12-14 de enero de 2022, Barcelona, España. ACM. <https://doi.org/10.1145/3524338.3524366>.

Cárdenas, A. G. L., Dueñas, A. N. O., Sáez, S. S. G., & Campaña, A. E. P. (2022). Implementación de la Metodología 5s en Empresas Industriales periodo – 2021. Qantu Yachay, 2(1), 16-25. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v2i1.18>

E. L. Vargas Crisóstomo y J. W. Camero Jiménez, “Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para incrementar la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa

fabricante”, Datos industriales, vol. 24, núm. 2, págs. 249–271, 2021. doi: 10.15381/idata.v24i2.19485.

- Emiliani, ML (2008). Trabajo estandarizado para el liderazgo ejecutivo. *Revista de liderazgo y desarrollo organizacional*, 29 (1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/01437730810845289>
- García-García, G., Singh, Y. y Jagtap, S. (2022). Optimización del cambio a través de Lean-Manufacturing Principios: un estudio de caso en una fábrica de alimentos. *Sostenibilidad*, 14(14), 8279. <https://doi.org/10.3390/su14148279>
- INEI: sector construcción creció 41.9% en el primer trimestre de 2021 (Vol. 41). (2021). *Revista Especializada Peruvias*. <https://peruvias.pe/inei-sector-construccion-crecio-en-41-porcentaje-en-primer-trimestre-del-2021/>
- Kawakami-Arevalo, S., Veliz-Torres, M. S., Quiroz-Flores, J. C. y Noriega-Aranibar, M. T. (2022). Aumento de la productividad a través de un modelo productivo basado en lean Manufacturing y herramientas SLP en pequeñas empresas. Talleres de fabricación de muebles. En la 8ª Conferencia Internacional de Industria y Negocios Ingeniería (ICIBE 2022), 27 al 29 de septiembre de 2022, Macao, China (págs. 1-7). ACM. <https://doi.org/10.1145/3568834.3568873>
- León, R. A. G., Flórez-Solano, E., & Medina-Cárdenas, Y. (2018). Caracterización física de arcillas utilizadas en la fabricación de productos de albañilería para la construcción en Ocaña Norte de Santander. *Revista ESPACIOS*, 39(53). <http://es.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-06.html>
- Mercado Internacional, D. (2023). Nota de Inteligencia Empresarial. Org.pe. Recuperado el 28 de octubre de 2023, de [https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2023/02/CIEN\\_NSIM3\\_Enero\\_2023\\_Placas-ybaldosas-de-ceramica-3.pdf](https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2023/02/CIEN_NSIM3_Enero_2023_Placas-ybaldosas-de-ceramica-3.pdf)
- Mercado Internacional, D. (2023). Nota de Inteligencia Comercial. Org.pe. Recuperado 2023, de [https://www.cien.adexperu.org.pe/wpcontent/uploads/2023/02/CIEN\\_NSIM3\\_Enero\\_2023\\_Placa-sybaldosas-de-ceramica-3.pdf](https://www.cien.adexperu.org.pe/wpcontent/uploads/2023/02/CIEN_NSIM3_Enero_2023_Placa-sybaldosas-de-ceramica-3.pdf)
- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S. y Sachdeva, A. (2019). La productividad aumenta mediante la estandarización del trabajo en una empresa manufacturera. *Revista de gestión de tecnología de fabricación*, 30(6), 899-919. <https://doi.org/10.1108/jmtm-07-2017-0151>
- Murga, A. G. A., Guzmán, V., García, M., & Martínez, R. O. (2023). Diseño de un sistema poka yoke incorporando automatización para el aseguramiento de la calidad. *ResearchGate*. [https://www.researchgate.net/publication/370716385\\_Diseño\\_de\\_un\\_sistema\\_poka\\_yoke\\_incorporando\\_la\\_automatización\\_para\\_el\\_aseguramiento\\_de\\_la\\_calidad](https://www.researchgate.net/publication/370716385_Diseño_de_un_sistema_poka_yoke_incorporando_la_automatización_para_el_aseguramiento_de_la_calidad)
- Oltra-Badenes, R. F. y Gil-Gómez, H. (2014). El sector cerámico español: Una oportunidad de negocio para las empresas de servicios de consultoría ERP. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio/Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 53(3), V-VIII. <https://doi.org/10.3989/cyv.2014.v53.i3.1275>
- Pattaro, R. G., Junior, Inácio, R. H., Da Silva, I. B., Hassui, A. y Barbosa, G. F. (2022). Una novela marco para el intercambio de matrices en un solo minuto (SMED) asistido por herramientas eficientes. *La revista internacional de Tecnología de fabricación avanzada/Revista internacional, Tecnología de fabricación avanzada*, 119(9-10), 6469-6487. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08534-w>
- R. G. Pattaro, R. H. Junior, I. B. Da Silva, A. Hassui y G. F. Barbosa, "Un marco novedoso para el intercambio de matrices en un solo minuto (SMED) asistido por herramientas eficientes", *The International Journal Of Advanced Tecnología de fabricación*, vol. 119, núm. 9-10, págs. 6469-6487, 2022. doi: 10.1007/s00170-021-08534-w.
- Ramos-León, H., Montoya-Valdiviezo, G., Castillo, J. y Cárdenas, L. (2023). Un modelo de gestión de servicios de producción utilizando herramientas Lean para incrementar la productividad en una empresa agroexportadora. *Conferencia AIP Actas*. <https://doi.org/10.1063/5.0134879>
- Realyvásquez-Vargas, A., Arredondo-Soto, K. C., Blanco-Fernandez, J., Sandoval-Quintanilla, J. D., Jiménez-Macías, E., & García-Alcaraz, J. L. (2020). Estandarización del trabajo y diseño antropométrico de estaciones de trabajo como enfoque integrado para lugares de trabajo sostenibles en la industria manufacturera. *Sostenibilidad*, 12(9), 3728. <https://doi.org/10.3390/su12093728>.
- Sanz-Angulo, P., De Benito-Martín, J. J., Gento-Municio, Á. M., Redondo-Castán, A., Pascual-Ruano, J. A., Galindo-Melero, J., & Javato-Martín, M. (2017). Una revisión de las actividades docentes

innovadoras Realizado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad de Valladolid en el Ámbito de la Empresa Organización. Apuntes de conferencias sobre gestión e ingeniería industrial, 221-232. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-55889-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-55889-9_15)

Siddiqui, A. (2021). Presentación POKA YOKE. Inédito. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23492.14722>

Uhanovita, A. C. N., Ranadewa, K. A. T. O. y Parameswaran, A. (2023). Beneficios y barreras para la implementación de poka-yoke para minimizar variaciones en los proyectos de construcción. Revista FARU/Diario Faru, 10(1), 9-17. <https://doi.org/10.4038/faruj.v10i1.181>

Valenzuela-Ramos, M., Pacora-Valverde, A., Quiroz-Flores, J., Collao-Díaz, M., & Flores-Pérez, A. (2023). Modelo de optimización de la producción basado en la aplicación de herramientas Lean para aumentar la productividad en PYMES fabricantes de calzado. Revista internacional de modelado y optimización, 66–71. <https://doi.org/10.7763/ijmo.2023.v13.827>

Vargas Crisóstomo, E. L., & Camero Jiménez, J. W. (2021b). Aplicación de Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para incrementar la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. Datos industriales, 24(2), 249–271. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>

Wilson, R. y Lavarack, B. (2018). El desarrollo de procedimientos operativos estándar para calderas en MackaySugarLimited. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/328393310\\_The\\_development\\_of\\_standard\\_operating\\_procedures\\_for\\_boilers\\_at\\_Mackay\\_Sugar\\_Limited](https://www.researchgate.net/publication/328393310_The_development_of_standard_operating_procedures_for_boilers_at_Mackay_Sugar_Limited)

## **ANEXO. Datos del artículo publicado**

- **Nombre del artículo:** Optimizing Production in Ceramic Tile Manufacturing through Lean Manufacturing Tools: A Case Study in Peru
- **Autores:** Sofia Mercedes Cochachi Malpica
- **Co autor(es):** Juan Carlos Quiroz Flores

### **Publicación en revista**

- **Nombre de la revista:** Kexue Tongbao/Chinese Science Bulletin
- **Volumen:**
- **Número:**
- **Año:**
- **Pp:**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** DOI:0009-0001-0994-3035

### **Presentación en congreso**

- **Nombre del congreso:**
- **Organizador:**
- **Sede:**
- **Año:**
- **Pp:**
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):**

## FPR

---

### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

### ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

3%

★ Submitted to Universidad Tecnologica del Peru

Trabajo del estudiante

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo