



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA  
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DECORADO  
DE BALDOSAS CERÁMICAS EN EL ÁREA DE ESMALTADO.  
EMPRESA SAN LORENZO S.A.C. LURÍN. LIMA. 2015**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**EVERT DAVID MARCELO TUÑOQUE**

**ASESOR:**

**ING. LEONIDAS BENITES RODRIGUEZ**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA**

**LIMA PERÚ**

**2016**

## PAGINA DEL JURADO

---

**Mg.**

PRESIDENTE DEL JURADO

---

**Ing.**

SECRETARIO DEL JURADO

---

**Ing.**

VOCAL DEL JURADO

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi DIOS, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Asimismo a la Mg Teresa Gonzales Moncada por su infinito apoyo para culminar mi tesis.

A mi familia por el soporte que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A la empresa CERÁMICA SAN LORENZO S.A.C, a los ingenieros del área de producción, en el Cual actualmente me encuentro trabajando. Por todo El apoyo y facilidad que me brindaron en horas De trabajo para poder realizar mis estudios.

A todos mis amigos y compañeros de clases por el afecto que me ofrecieron para concluir con mi carrera profesional.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Evert David Marcelo Tuñoque con DNI N<sup>o</sup>. 41269582, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grado y Título de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Agosto del 2016

---

Evert David Marcelo Tuñoque  
DNI 41269582

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE DECORADO DE BALDOSAS CERÁMICAS EN EL ÁREA DE ESMALTADO. EMPRESA SAN LORENZO S.A.C. LURÍN LIMA 2015”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

La presente tesis ha sido desarrollada en base a los conocimientos y experiencia obtenida como estudiante y colaborador en el área de Producción, tanto en el campo universitario como en el campo de investigación, reforzando la información con fuente bibliográfica revisada sobre la materia en estudio. Esta tesis consta de siete capítulos: Capítulo I: Introducción, Capítulo II: Marco metodológico, Capítulo III: Resultados, Capítulo IV: Discusión, Capítulo V: Conclusiones, Capítulo VI: Recomendaciones, por último el Capítulo VII: Referencias y anexos.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal evaluar si la Aplicación de la Metodología Six Sigma Mejora la Productividad del Proceso de Decorado de Baldosas Cerámicas en el Área de Esmaltado. Empresa San Lorenzo S.A.C. Lurín, Lima 2015.

## ÍNDICE GENERAL

|   |      |
|---|------|
| PAGINA DEL JURADO   | II   |
| DEDICATORIA   | III  |
| AGRADECIMIENTO  | IV   |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD                              | V    |
| PRESENTACIÓN  | VI   |
| ÍNDICE GENERAL  | VII  |
| ÍNDICE DE CUADROS   | X    |
| ÍNDICE DE TABLAS  | XI   |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS  | XII  |
| ÍNDICE DE IMÁGENES  | XIII |
| RESUMEN   | XIV  |
| ABSTRACT  | XV   |
| <br>  |      |
| CAPÍTULO I  | 1    |
| INTRODUCCIÓN  | 1    |
| 1.1 Realidad Problemática:                                | 2    |
| 1.2 Trabajos Previos                                      | 8    |
| 1.3 Teorías relacionadas al tema                          | 12   |
| 1.3.1 Metodología Six Sigma                               | 12   |
| 1.3.1.1 Historia de la metodología Six Sigma.             | 13   |
| 1.3.1.2 Características de la metodología Six Sigma       | 14   |
| 1.3.1.3 La importancia del Seis Sigma                     | 15   |
| 1.3.1.4 Fases y Herramientas en la Metodología Seis Sigma | 18   |
| 1.3.1.5 Objetivo de la metodología Six Sigma              | 19   |
| 1.3.2 Concepto de Productividad                           | 22   |
| 1.3.2.1 Características de la Productividad               | 24   |
| 1.3.2.2 Importancia de la productividad                   | 25   |
| 1.3.2.3 Indicadores de la productividad                   | 27   |
| 1.3.2.4 Productividad y sus dimensiones                   | 30   |
| 1.4 Formulación del problema                              | 32   |
| 1.5 Justificación del Estudio                             | 32   |
| 1.6 Hipótesis   | 34   |

|              |  |     |
|--------------|--|-----|
| 1.7          | Objetivos  | 35  |
| CAPÍTULO II  |  | 36  |
| MÉTODO       |  | 36  |
| 2.1          | Diseño de investigación y tipo de estudio                                | 37  |
| 2.2          | Variables, Operacionalización  | 38  |
| 2.2.1        | Variables  | 38  |
| 2.2.2        | Operacionalización de Variables  | 38  |
| 2.3          | Población y muestra  | 41  |
| 2.3.1        | Población  | 41  |
| 2.3.2        | Muestra.   | 41  |
| 2.3.3        | Muestreo.  | 41  |
| 2.3.4        | Criterios de selección   | 42  |
| 2.4          | Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 42  |
| 2.4.1        | Técnicas e instrumentos de recolección de datos                          | 42  |
|              | Instrumento  | 42  |
| 2.4.2        | Validación y confiabilidad del instrumento                               | 43  |
| 2.5          | Métodos de análisis de datos   | 43  |
| 2.6          | Aspectos éticos  | 44  |
| CAPÍTULO III |  | 45  |
| RESULTADOS   |  | 45  |
| 3.1.         | Proceso de aplicación y mejora   | 46  |
| 3.1.1.       | Aplicación de la 1era etapa (Definir)                                    | 47  |
| 3.1.2.       | Aplicación de la 2da etapa (Medir)                                       | 55  |
| 3.1.3.       | Aplicación de la 3da etapa (Analizar)                                    | 60  |
| 3.1.4.       | Aplicación de la 4ta etapa (Mejorar)                                     | 64  |
| 3.1.5.       | Aplicación de la 5ta etapa (Controlar)                                   | 68  |
| 3.2.         | Presentación y análisis de resultados                                    | 72  |
| 3.2.1.       | Presentación de resultados:  | 75  |
| 3.2.2.       | Análisis de los resultados estadísticos                                  | 76  |
| CAPÍTULO IV  |  | 100 |
| DISCUSIÓN    |  | 100 |



|                            |     |
|----------------------------|-----|
| CAPÍTULO V                 | 104 |
| CONCLUSIÓN                 | 104 |
| <br>                       |     |
| CAPÍTULO VI                | 106 |
| RECOMENDACIONES            | 106 |
| <br>                       |     |
| CAPÍTULO VII               | 108 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 108 |
| <br>                       |     |
| ANEXOS                     | 112 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|   |    |
|---|----|
| Cuadro N° 1: Indicadores de las dimensiones de la metodología Six Sigma             | 21 |
| Cuadro N° 2: Factores que afectan la productividad en una empresa                   | 24 |
| Cuadro N° 3: Indicadores de las dimensiones de la productividad                     | 31 |
| Cuadro N° 4: Operacionalización de variables independiente                          | 39 |
| Cuadro N° 5: Operacionalización de variables dependiente                            | 40 |
| Cuadro N° 6: Técnica e instrumento  | 42 |
| Cuadro N° 7: Cronograma de actividades de la aplicación de la metodología Six Sigma | 46 |
| Cuadro N° 8: Problemas por orden de prioridad.                                      | 51 |
| Cuadro N° 9: Frecuencia de las Causas.  | 52 |
| Cuadro N° 10: Parámetros de las características de los productos                    | 55 |
| Cuadro N° 11: Paradas PH-PI   | 60 |
| Cuadro N° 12: Resultados de OEE antes de la aplicación                              | 61 |
| Cuadro N° 13: Datos fuera de parámetros   | 65 |
| Cuadro N° 14: Estandarizar los parámetros   | 65 |
| Cuadro N° 15: Estandarizar los parámetros   | 66 |
| Cuadro N° 16: Resultados de OEE después de la aplicación.                           | 67 |
| Cuadro N° 17: Formato de control de pesos y espesores                               | 68 |
| Cuadro N° 18: Formato de control del proceso de esmaltado                           | 69 |
| Cuadro N° 19: Formato de control del proceso de decorado                            | 70 |
| Cuadro N° 20: Plan Capacitaciones e inducciones                                     | 71 |
| Cuadro N° 21: Resultados de Variable Independiente                                  | 72 |
| Cuadro N° 22: Resultados de la variable dependiente                                 | 75 |
| Cuadro N° 23: Comparación de resultados de la variable dependiente                  | 76 |
| Cuadro N° 24: resultados de los indicadores evaluados (Antes-Después)               | 82 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla N° 1: Estadística descriptiva hipótesis general              | 76 |
| Tabla N° 2: Prueba de normalidad variable dependiente              | 78 |
| Tabla N° 3: Estadística de muestras relacionadas                   | 80 |
| Tabla N° 4: Significancia de la prueba. Hipótesis general          | 81 |
| Tabla N° 5: Estadística descriptiva de la Dimensión 1: Eficiencia  | 82 |
| Tabla N° 6: Prueba de normalidad de la Dimensión 1: Eficiencia     | 85 |
| Tabla N° 7: Estadística de muestras relacionadas                   | 88 |
| Tabla N° 8: Significancia de la prueba. Hipótesis específica 1     | 89 |
| Tabla N° 9: Estadística descriptiva de la Dimensión 2: Efectividad | 90 |
| Tabla N° 10: Prueba de normalidad de la Dimensión 2: Efectividad   | 91 |
| Tabla N° 11: Estadística de muestras relacionadas D2.              | 93 |
| Tabla N° 12: Significancia de la prueba. Hipótesis específica 2    | 94 |
| Tabla N° 13: Estadística descriptiva de la Dimensión 3: Eficacia   | 95 |
| Tabla N° 14: Prueba de normalidad de la Dimensión 3: Eficacia      | 96 |
| Tabla N° 15: Estadística de muestras relacionadas D3.              | 98 |
| Tabla N° 16: Significancia de la prueba. Hipótesis específica 3    | 99 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico N° 1: Diagrama de Causa y efecto                                 | 7  |
| Gráfico N° 2: fases del Six sigma  | 18 |
| Gráfico N° 3: Productividad y recursos utilizados                        | 24 |
| Gráfico N° 4: Equipo de trabajo Six Sigma                                | 47 |
| Gráfico N° 5: Proceso de decorado  | 48 |
| Gráfico N° 6: Diagrama de Causa y efecto                                 | 50 |
| Gráfico N° 7: Diagrama de Pareto:  | 52 |
| Gráfico N° 8: Proceso de solución de defectos                            | 54 |
| Gráfico N° 9: Diagrama de actividades (toma de densidad)                 | 57 |
| Gráfico N° 10: Diagrama de actividades (toma de viscosidad)              | 59 |
| Gráfico N° 11: Resultados diarios de producción (OEE).                   | 62 |
| Gráfico N° 12: Resultados diarios cumplimiento de objetivos.             | 63 |
| Gráfico N° 13: Diagrama de caja de la variable dependiente               | 77 |
| Gráfico N° 14: Normalidad (antes)  | 79 |
| Gráfico N° 15: Normalidad (después)                                      | 79 |
| Gráfico N° 16: Diagrama de caja de los Recursos de producción            | 84 |
| Gráfico N° 17: Diagrama de caja del cumplimiento de las actividades      | 85 |
| Gráfico N° 18: Normalidad Recursos de producción (antes)                 | 86 |
| Gráfico N° 19: Normalidad Recursos de producción (después)               | 87 |
| Gráfico N° 20: Normalidad Cumplimiento de las actividades (Antes)        | 87 |
| Gráfico N° 21: Normalidad Cumplimiento de las actividades (después)      | 88 |
| Gráfico N° 22: Diagrama de caja: Resultados de cumplimiento de objetivos | 91 |
| Gráfico N° 23: Normalidad D2: Efectividad (antes)                        | 92 |
| Gráfico N° 24: Normalidad D2: Efectividad (después)                      | 93 |
| Gráfico N° 25: Diagrama de caja: Tiempo de paradas                       | 96 |
| Gráfico N° 26: Normalidad D3: Eficacia (antes)                           | 97 |
| Gráfico N° 27: Normalidad D3: Eficacia (después)                         | 98 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|  |    |
|--|----|
| Imagen N° 1: Instrumento para medición de densidad (Picnómetro)  | 56 |
| Imagen N° 2: Instrumento para medición de viscosidad (Copa Ford) | 58 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| Anexo 1: Matriz de consistencia                               | 113 |
| Anexo 2: Instrumento de recolección de datos                  | 114 |
| Anexo 3: Certificados de validación de instrumentos           | 115 |
| Anexo 4: Etapas del Six Sigma                                 | 121 |
| Anexo 5: Proceso de producción                                | 122 |
| Anexo 6: Organigrama de la empresa                            | 123 |
| Anexo 7: Organigrama de producción                            | 124 |
| Anexo 8: Diagrama de Operaciones de Proceso                   | 125 |
| Anexo 9: Diagrama de Proceso. Área Prensa y Esmaltado         | 126 |
| Anexo 10: Diagrama de Proceso. Planta de Cerámica San Lorenzo | 127 |
| Anexo 11: Fichas Técnicas de Productos                        | 128 |
| Anexo 12: Indicadores de Productividad                        | 130 |
| Anexo 13: Formatos de control                                 | 131 |
| Anexo 14: Concepto de mejora continua.                        | 134 |
| Anexo 15: Cerámica Industrial                                 | 135 |

## RESUMEN

La aplicación de la metodología Six Sigma para mejorar la productividad del proceso de decorado de baldosas cerámicas en el área de esmaltado. Empresa SAN LORENZO S.A.C. Lurín. Lima 2015, es el título de la investigación cuyo objetivo es determinar la Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar la Productividad del proceso de Decorado de Baldosas Cerámicas en el área de Esmaltado. Empresa SAN LORENZO S.A.C. Six Sigma, aplicación de la metodología cuyos requisitos utilizados para esta investigación fueron Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Asimismo (Pérez. M. 2010). Productividad, cita a tres importantes dimensiones como Eficiencia, Efectividad y Eficacia. Asimismo (Gutiérrez, H. 2010).

El diseño de investigación es pre experimental de tipo aplicado, cuya población está conformada por cinco lotes de fabricación de baldosas cerámicas para piso de 6,500 m<sup>2</sup> en el área de esmaltado de la empresa Cerámica San Lorenzo, se tuvo como muestra los cinco lotes de baldosas cerámicas de 6500 m<sup>2</sup> , el tipo de muestreo fue no probabilístico, la técnica utilizada fue la revisión y análisis de los datos, cuyo instrumento de medición utilizado es la ficha de recolección de datos donde se registraron todo el historial de los estimados. La estadística descriptiva (media, mediana, desviación estándar, normalidad y varianza) e inferencial (la prueba de T- Student y la comparación de medias) son métodos utilizados para la obtención de los resultados de la cual se elaboró la discusión, conclusión y recomendación.

Finalmente, la aplicación de la metodología Six Sigma mejoró la productividad del proceso de decorado de baldosas cerámicas en el área de esmaltado. Empresa SAN LORENZO S.A.C. Lurín 2015, como resultado del cumplimiento de la eficiencia de un 81% a 89%, efectividad de un 91% a 97% y la eficacia reduciendo los errores de un 5% a 2%, producto del trabajo interno de los procesos.

**Palabras claves:** Six Sigma, Productividad, baldosas cerámicas.

## ABSTRACT

The application of the Six Sigma methodology to improve the productivity of the process of scenery of ceramic tiles in glazed area. Company SAN LORENZO S.A.C. Lurin. Lima 2015, is the title of the research which aims to implement the application of the Six Sigma methodology to improve the productivity of the process of scenery of ceramic tile in the glazed area. Company SAN LORENZO S.A.C. Six Sigma methodology whose requirements used for this research were to define, measure, analyze, improve and control. Also (Pérez.) M. 2010) productivity, appointment to three important dimensions such as efficiency, effectiveness, and efficiency. Also (Gutierrez, H. 2010).

Design research is experimental pre of applied type, whose population is composed of five batches of manufacture of ceramic tiles for floor of 6,500 m<sup>2</sup> in the area of glazing of ceramic Enterprise San Lorenzo, had as shown in five batches of 6500 m<sup>2</sup> ceramic tiles, sampling was non-probability, the technique used was the review and analysis of data whose instrument of measurement used is the data collection where all history of estimates were recorded. Descriptive statistics (mean, median, standard deviation, normality and variance) and inferential (T - Student test and the comparison of averages) are methods used to obtain the results of which was discussion, conclusion and recommendation.

Finally, the application of the Six Sigma methodology improved the productivity of the process of scenery of ceramic tiles in glazed area. Company SAN LORENZO S.A.C. Lurin 2015, as a result of compliance with the efficiency of 81% to 89%, effectiveness of 91% to 97% and the efficiency by reducing errors from 5% to 2%, product of the inner workings of processes.

Key words: Six Sigma, productivity, tile ceramics.