

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
(UNAN - RURD)
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MATEMATICA Y ESTADISTICA



Seminario de Graduación para optar al Título de Licenciatura en Estadística.

Tema: “Análisis de la variabilidad en el tiempo de batida, peso del producto y tiempo de fraguado, en el Proceso de Fabricación de Pegamento de Porcelana o Caliche Maya Bond, mediante un Control de Calidad, en la Empresa PECASA (Pegamento Centro Americano S.A), de Octubre a Diciembre del 2014”

Autoras:

- Br: Jamileth Soza Ríos.
- Br: ArllelyValeska Castillo Granja.

Tutor: Msc. Sebastián Gutiérrez.

Asesor Metodológico: Msc. Sergio Ramírez Lanzas.

Managua, Nicaragua Mayo 2015



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
1. INTRODUCCION.....	8
1.1.ANTECEDENTES.....	9
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.3. JUSTIFICACION.....	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1.Objetivo general.....	12
2.2.Objetivos específicos.....	12
3. MARCO TEORICO.....	13
3.1.Pegamento de porcelana Maya Bond.....	13
3.2.Proceso de elaboración.....	15
3.3.Técnica estadística.....	15
3.4.Control de calidad de procesos.....	17
3.5.Diagramas de control.....	18
3.6.Gráficos de la media y de la desviación estándar.....	19
3.7.Fraguado.....	21
3.8.Batida.....	21
4. HIPOTESIS.....	22
5. DISEÑO METODOLOGICO.....	23
5.1.Tipo de estudio.....	23
5.2.Tipo de enfoque.....	23
5.3. Población y Muestra.....	23



5.4. Técnicas de recopilación de datos.....	24
5.5. Operacionalización de las variables.....	25
6. ANALISIS Y RESULTADOS.....	26
6.1. Describir el proceso de producción del pegamento de porcelana.....	26
6.2. Establecer los parámetros de calidad del peso del producto terminado en el proceso.....	28
6.3. Analizar la variación existente en las mediciones de las variables principales de estudio.....	29
6.4. Identificar las principales causas que generan variabilidad en las variables análisis del producto terminado.....	39
7. CONCLUSIONES.....	40
8. RECOMENDACIONES.....	41
9. BIBLIOGRAFIA.....	42
10. ANEXOS.....	43



Dedicatoria

A Dios primeramente por permitirme culminar mis estudios, ya que sin él no fuera sido posible porque sin él no estaría aquí y por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Paulina RíosRíos y a mi tío José Cristóbal Ríos por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, sobre todo por su inmenso amor, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me han infundado siempre y por el valor mostrado para salir adelante.

A mi padre José Alejandro Soza Rodríguez quien ya no se encuentra conmigo pero siempre se sintió orgulloso de mi y que desde el cielo sé que me desea lo mejor hoy y siempre al cual amo por el simple hecho de ser mi padre.

A mis hermana Milagrosy Jaqueling Soza Ríos por ser el ejemplo de hermanas mayores y de las cuales aprendí aciertos y de momentos difíciles; Porque siempre he contado con ellas para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido y por el apoyo, así como a las demás personas que han llegado a mi vida y me animan a salir adelante y a no desistir día a día, gracias a ti Arllely Valeska Castillo Granja, Selena Díaz y Elmer José Martínez Urbina y sobrinos a los que quiero mucho.

A mis maestros. Gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Br. Jamileth Soza Ríos.



Dedicatoria

A Dios primeramente sobre todos, por permitirme culminar mis estudios, ya que sin él no fuera sido posible, por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar y agradecer cada día más. Gracias por tu infinita bondad y amor hacia mí y los míos.

A mi madre Felicita Granja Lazo, por tus consejos que guían mis pasos, por tus esfuerzos, sacrificios y ejemplo, por el amor que me brindas día a día, por ser una de las bases que me ayudo a llegar hasta aquí.

A mi padre Rudy Antonio Castillo Ramos por sus consejos, amor y grandes enseñanzas.

Gracias papa y mama porque son el pilar de mi vida ya que son los principales protagonistas de que yo este donde este. Y a mis esfuerzo propio de perseverancia y deseo de superación.

A mi hijo Yerik Kaleb Rivera Castillo quien amo con todas mis fuerzas y es lo más importante desde el momento que llego a mi vida y la causa más importantes que me motivó a culminar mis estudios, a prepararme profesionalmente y aprender un poco cada día. Y a ti Jamileth Soza que aparte de ser mí amiga, comadre te considero mi hermana, has sido mi apoyo y has estado en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis maestros gracias por su tiempo, apoyo, consejos y regaños así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Br. Arllely Valeska Castillo Granja.



Agradecimiento

Agradecemos a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencia y sobre todo de felicidad.

A nuestros padres, por los valores que nos han inculcado y apoyado en todo momento, por habernos brindado la oportunidad de estudiar y sobre todo por ser ellos un excelente ejemplo de vida a seguir.

A nuestros hermanos y demás familiares por ser parte importante de nuestras vidas y representar la unidad familiar.

Agradecemos infinitamente la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a nuestros profesores en general por haber compartido con nosotras sus conocimientos en especial a los profesores Roberto Gutiérrez y Juan Ricardo Orozco, quienes en su área de enseñanza fueron de mucha utilidad en nuestro Seminario de Graduación como son los temas de muestreo y control de calidad. Así como al MSC. Sergio Ramírez Lanzas por el tiempo brindado en la realización de este trabajo de Seminario de Graduación

Al señor Jorge Luis Martínez Soto (Gerente General), por darnos la oportunidad de realizar nuestro estudio en la empresa Pegamento Centroamericano, S.A, y brindarnos la información necesaria en la realización del mismo.

Por ultimo pero no menos importante a la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN, Managua por ser la casa de estudio que nos brido los conocimientos necesarios para poder realizarnos como profesionales a, lo largo de nuestra carrera.



RESUMEN

Con el objeto de describir el proceso de producción, establecer los parámetros de calidad, construir los límites de control de prueba, así como identificar las principales causas que generan variabilidad en las variables a analizar se realizó un análisis de la variabilidad en el tiempo de batida, peso del producto terminado y el tiempo de fraguado en el Proceso de Fabricación de Pegamento de Porcelana o Caliche Maya Bond, mediante un Control de Calidad, en la Empresa PECASA (Pegamento Centro Americano S.A).

Siendo una investigación descriptiva-analítica, de enfoque cuantitativo, utilizando la técnica estadística, control estadístico de calidad, para conocer el nivel de variabilidad en las variables a analizar del producto terminado. Esta investigación es de corte transversal debido a que el estudio se realizó de octubre a diciembre del 2014.

En el se explicara el proceso a través de un flujo de proceso que ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en este proceso mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad.

Durante el periodo de estudio se realizaron 27 batidas de las cuales se tomo una muestra aleatoria de tamaño 30 de cada batida, obteniendo 810 unidades inspeccionadas, para el análisis se utilizo los gráficos para la media (\bar{x}) y la desviación estándar.

Estos gráficos se utilizan para el control de las medias de tendencia central (media \bar{x}) y otro para el control de la variabilidad(s), en los cuales se refleja que el proceso no se encuentra bajo control estadístico, debido a que puntos caen fuera de los límites de control. Además, se observan patrones de comportamiento bien definidos que indican la presencia de causas especiales de variación cambios en el peso durante ciertos periodos de tiempo, en algunos casos por encima de la línea central, y en otros por debajo. Dichos desplazamientos o cambios en el nivel del proceso se deben a la introducción de nuevos trabajadores, materiales o métodos, cambios en los métodos de inspección, una mayor o menor atención de los trabajadores.



1. INTRODUCCION

La competitividad de una empresa y la satisfacción del cliente están determinadas por la calidad del producto, el precio y la calidad del servicio. Se es más competitivo si se puede ofrecer mejor calidad, a bajo precio y en menor tiempo.

Casi todas las técnicas del Control Estadístico de Procesos que se utilizan hoy en día, fueron desarrolladas durante el siglo pasado. Siendo este una herramienta que permite de una forma adecuada y consistente analizar procesos con el fin de estudiar su comportamiento y evaluarlo, de tal forma que si se hallan proceso fuera de control se puedan encontrar las variables que ejercen ese comportamiento, con la finalidad de que se puedan generar mecanismos que conlleven a restablecer el control del proceso de tal forma que se puedan cumplir con las especificaciones planteadas dentro del mismo.

Las características de calidad del pegamento de porcelana maya bond o caliche están estrechamente relacionadas entre sí y a nivel comercial determinadas por el peso, el color y empaque, así como los parámetros internos directamente relacionados con el grado de duración del producto. En este estudio se monitoreara la variable principal de salida como lo es el peso del producto terminado así como el tiempo de batida y tiempo de fraguado por lo cual fue necesario contar con herramientas de control estadístico de bases sólidas que ayuden a la mejora de la producción de una empresa, así como un análisis de la situación actual de las variables mediante la observación, hojas de registros, inspección y manejo del proceso.



1.1.ANTECEDENTES

Los primeros estudios sobre la calidad se hicieron en los años 30 antes de la Segunda guerra Mundial, la calidad no mejoró sustancialmente, pero se hicieron los primeros experimentos para lograr que ésta se elevara, los primeros estudios sobre calidad se hicieron en Estados Unidos. En el año de 1933 el Doctor W. A. Shward, de los Bell Laboratories, aplicó el concepto de control estadístico de proceso por primera vez con propósitos industriales; su objetivo era mejorar en términos de costo-beneficio las líneas de producción el resultado fue el uso de la estadística de manera eficiente para elevar la productividad y disminuir los errores, estableciendo un análisis específico del origen de las mermas, con la intención de elevar la productividad y la calidad.

Cuando en 1939 estalló la Segunda Guerra Mundial, el control estadístico del proceso se convirtió poco a poco y paulatinamente en un arma secreta de la industria, fue así como los estudios industriales sobre cómo elevar la calidad bajo el método moderno consistente en el control estadístico del proceso llevó a los norteamericanos a crear el primer sistema de aseguramiento de la calidad vigente en el mundo.

En Japón utilizaban el método Taylor y seguían compitiendo en costos y precios pero no en la calidad, ya que de toda manera estaban en la época de los productos “baratos y malos”.

Al terminar la II Guerra mundial Japón que estaba destruido debido a eso comenzó a utilizar el control de la calidad para educar a la industria en Mayo de 1946.

Según la necesidad de las empresas de satisfacer a los clientes con productos de calidad, surge la Empresa PECASA, con el fin de incursionar en la importación de mercadería para posesionarse en el mercado a nivel nacional, realizando un estudio sobre el peso del producto terminado de Pegamento de Porcelana o Caliche Maya Bond, mediante un Control de Calidad ya que es una empresa joven en el mercado Nicaragüense que inició operaciones en Managua en el año 2013.

Cabe señalar que esta empresa no cuenta con estudios previos sobre control de calidad en sus productos.



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cómo reducir la variabilidad en el tiempo de batida, peso del producto y tiempo de fraguado, en el proceso de Fabricación de Pegamento de Porcelana o caliche Maya Bond en la Empresa PECASA?

Argumento:

Al realizarse la prueba piloto y con ello una muestra aleatoria para determinar el peso real de producto contenido en cada bolsa y contrastar dicho peso con el establecido en las normas, se detectó una cantidad considerable de producto no conforme; así como existencia de variación en el tiempo de batida y tiempo de fraguado lo que obligaba a revisar muy frecuentemente la calibración de las bolsas, las cuales tenían que ajustarse a la media del proceso lo más cerca que fuera posible a su valor nominal, así como una inspección en dicho proceso.



1.3.JUSTIFICACION

Es importante destacar que un buen rendimiento de la industria es alcanzado como producto de procesos permanentes de mejora continua y como resultado de un compromiso de la industria con la búsqueda de la calidad, debido a esto surgió la necesidad de muchas empresas hacer uso de técnica de control estadístico de la calidad y de esta forma mejorar sus productos para ser más competitivos en el mercado, de manera particular la empresa PECASA siente la necesidad llevar un control estadístico de calidad para normar su producción, siendo el primer análisis que se llevara a cabo en dicha compañía.

Es necesario contar con herramientas de control estadístico que contengan bases sólidas que ayude a la mejora de la producción de una empresa, de esta manera haciendo uso de algunas técnica de control se realizará un análisis de la situación actual de la variable de salida del proceso como lo es el peso del producto terminado, así como el tiempo de batida y el tiempo de fraguado en el proceso de fabricación de pegamento de porcelana o caliche, para mejorar la gestión de calidad, mediante la implementación de un sistema de control de calidad del producto previo a su comercialización.



2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GENERAL:

Analizar la variabilidad en el tiempo de batida, peso del producto y tiempo de fraguado, en el Proceso de Fabricación de Pegamento de Porcelana o Caliche Maya Bond, mediante un Control de Calidad, en la Empresa PECASA (Pegamento Centro Americano S.A).

2.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Describir el proceso de producción del pegamento de porcelana.
- Establecer los parámetros de calidad del producto terminado en el proceso.
- Analizar la variación existente en las mediciones de las variables principales del estudio como son tiempo de batida, peso del producto y tiempo de fraguado.
- Identificar las principales causas que generan variabilidad en las variables a análisis.



3. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

3.1. Pegamento de Porcelana Maya Bond (fragua para pisos y azulejos)

También conocida como caliche o lechada, es un relleno de juntas compuestas por cemento portland tipo 1, pigmentos y rellenos de alta calidad, modificado por polímeros, que forman una mezcla densa, de gran flexión, adhesión y alto poder de compresión, produciendo colores excelentes, vivos y estables para fraguar las juntas entre cerámicas y azulejos.

El cemento Tipo I es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales.

El cemento portland Tipo I (ver figura 1), se fabrica mediante la molienda conjunta de Clinker Tipo I que forma tras calcinar caliza y arcilla a una temperatura que está entre 1350 y 1450 °C. El Clinker es el producto del horno que se muele para fabricar el cemento Portland. y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.



FIGURA N° 1: Clinker

Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Clinker Portland](http://es.wikipedia.org/wiki/Clinker_Portland)

Propiedades

- ❖ Mayores resistencias iniciales
- ❖ Menores tiempos de fraguado.

Materiales.

- ❖ Cemento blanco
- ❖ Carbonato de calcio
- ❖ Químico (dióxido de titanio)
- ❖ Colorantes.



El cemento blanco (ver figura 2) tiene una amplia variedad de aplicaciones, en las cuales es posible combinar objetivos de diseño, creatividad, color, textura, rendimiento y resistencia. Su utilización abarca desde la fabricación de morteros en general (revestimientos, pastinas, etc.), baldosas y pre moldeados, pinturas antihumedad, e incluso en hormigones arquitectónicos estructurales. Los cementos blancos pueden desarrollar altas resistencias, incluso mayores a la de los cementos grises.

Figura N° 2: Cemento blanco

Fuente: PECASA

Carbonato de calcio.

El carbonato de calcio es un compuesto químico, de fórmula CaCO_3 . Se trata de un compuesto ternario, que entra dentro de la categoría de las oxosales. Es una sustancia muy abundante en la naturaleza, formando rocas, como componente principal, en todas partes del mundo y es el principal componente de conchas y esqueletos de muchos organismos (p.ej. moluscos, corales) o de las cáscaras de huevo. Es la causa principal del agua dura. En medicina se utiliza habitualmente como suplemento de calcio, como antiácido y agente adsorbente. Es fundamental en la producción de vidrio y cemento, entre otros productos.

Dióxido de Titanio

El dióxido de titanio se utiliza mucho como un pigmento blanco en pinturas exteriores por ser químicamente inerte, por su gran poder de recubrimiento, su opacidad al daño por la luz UV y su capacidad de auto limpieza. El dióxido también se ha empleado como agente blanqueador y opacador en esmaltes de porcelana, dando un acabado final de gran brillo, dureza y resistencia al ácido.

Las aplicaciones del Oxido de Titanio son múltiples, pero la principal es ser pigmento para pinturas, plásticos, tintas de impresión, cosméticos, productos textiles y alimentarios debido a sus propiedades de dispersión, su estabilidad química y su no toxicidad que lo convierte en un pigmento inorgánico con gran importancia mundial. También es utilizado como



Catalizador y en la elaboración de cerámicos.

Colorantes

Se usa diferentes tipos de colorantes, de acuerdo al color que se desea obtener como son: tabaco, naranja, celeste, chocolate, crema, caramelo, verde esmeralda, terracota, clavel, rojo vino, verde bosque, grafito, coral, azul metal, negro, blanco y gris claro.

3.2. Proceso de Elaboración

Se mezclan los materiales, de forma intercalada, hasta introducir la cantidad total, para luego ser mezcladas en una máquina llamada trompo (figura 5), El tiempo de duración en esta máquina es de 30 a 40 min por batida, donde en cada batida salen una cantidad de 248 kg de pegamento de porcelana de maya bond.

Posteriormente, el producto es descargado a las bolsas para ser pesado en bolsas de 2 kg (figura 4), Una vez que se llena cada bolsa de producto, inmediatamente es sellada mediante unas placas metálicas que operan a cierta temperatura (figura 7, 8 y 9). Los 248 kg de pegamento de porcelana maya bond son distribuidos en 10 bolsones de 12 bolsitas de 2 kg cada, más 4 bolsitas extra, es decir 124 bolsitas de estas, para luego ser comercializadas. (Figura 10 y 11)

Nota: Ver figuras en anexos.

3.3. Técnica Estadística

Se utilizara un control de calidad por proceso, definiéndose antes algunos conceptos importantes.

La historia de la humanidad está directamente ligada con la calidad desde los tiempos más remotos, el hombre al construir sus armas, elaborar sus alimentos y fabricar su vestido observa las características del producto y enseguida procura mejorarlo.

En los vestigios de las antiguas culturas también se hace presente la calidad, ejemplo de ello son las pirámides Egipcias, los frisos de los templos griegos, etc.



Sin embargo, la Calidad Total, como concepto, tuvo su origen en Japón donde ahora es una especie de religión que todos quieren practicar.

Durante la edad media surgen mercados con base en el prestigio de la calidad de los productos, se popularizó la costumbre de ponerles marca y con esta práctica se desarrolló el interés de mantener una buena reputación (las sedas de damasco, la porcelana china, etc.) Dado lo artesanal del proceso, la inspección del producto terminado es responsabilidad del productor que es el mismo artesano.

Con el advenimiento de la era industrial esta situación cambió, el taller cedió su lugar a la fábrica de producción masiva, bien fuera de artículos terminados o bien de piezas que iban a ser ensambladas en una etapa posterior de producción.

Como consecuencia de la alta demanda aparejada con el espíritu de mejorar la calidad de los procesos, la función de inspección llega a formar parte vital del proceso productivo y es realizada por el mismo operario (el objeto de la inspección simplemente señalaba los productos que no se ajustaban a los estándares deseados según (<http://web.cortland.edu/matresearch/controlprocesos.pdf>))

3.3.1. Calidad

La calidad es una herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. La palabra calidad tiene múltiples significados. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

3.3.2. Control estadístico de la calidad

A mediados de la década de 1930, los métodos de control estadístico de calidad se utilizaban ampliamente en Western Pacific, el sector manufacturero del sistema Bell Telephone Laboratories.



Durante la segunda guerra mundial se advirtió el uso generalizado y la aceptación de los conceptos del control estadístico de la calidad. La experiencia del tiempo de guerra hizo evidente la necesidad de utilizar técnicas estadísticas para controlar la calidad del producto. En 1946 se formó la American Society For Quality Control (ASQC). Esta organización promueve el uso de técnicas de control estadístico de calidad para todos los tipos de producto y servicios.

Definimos el Control Estadístico de la Calidad como la aplicación de diferentes técnicas estadísticas a procesos industriales (mano de obra, materias primas medidas, máquinas y medio ambiente), procesos administrativos y/o servicios con objeto de verificar si todas y cada una de las partes del proceso y servicio cumplen con unas ciertas exigencias de calidad y ayudar a cumplirlas, entendiendo por calidad “la aptitud del producto y/o servicio para su uso. Citado en (Humberto Gutiérrez., 2005)

El objetivo principal del control estadístico de la calidad es la reducción sistemática de la variabilidad en las características de la calidad clave del producto, según (Douglas C. Montgomery, 1991)

3.4. Control de calidad de procesos

El “Control Estadístico de Procesos” nació a finales de los años 20 en los Bell Laboratories. Su creador fue W. A. Shewhart, quien en su libro “Economic Control of Quality of Manufactured Products” (1931) marcó la pauta que seguirían otros discípulos distinguidos (Joseph Juran, W.E. Deming, etc.).

El control estadístico de procesos es una técnica que se usa para asegurar que los procesos cumplen con los estándares, es decir que mide el funcionamiento de un proceso para lo cual es necesario una recolección, organización e interpretación de los datos. Su objetivo es proporcionar una señal estadística cuando aparezcan causas de variación imputables.

3.4.1. El control de calidad de procesos de usa para:

- Controlar el proceso de producción.
- Examinar las muestras de los productos finalizados.



Todos los procesos están sujetos a ciertos grados de variabilidad, ya sean por causas naturales o causas imputables.

3.5. Diagramas de control

El diagrama de control es una técnica de control de proceso en línea que se utiliza para evaluar los parámetros de un proceso de producción, y a partir de esta información, determinar la capacidad del proceso también es un dispositivo para describir de manera precisa lo que significa exactamente un control estadístico.

Usos de los diagramas de control.

- Sirven para el rastreo y vigilancia del proceso.
- Reducción de la variabilidad del proceso.
- Estimación de los parámetros del producto o proceso.

3.5.1. Razones por las cuales se usa diagrama de control

- Son una técnica probada para mejorar la productividad.
- Son eficaces para evitar defectos.
- Evitan ajustes innecesarios.
- Proporcionan información para el análisis.
- Proporcionan información acerca de la capacidad del proceso.

Los diagramas de control muestran estabilidad bajo 3σ , independientemente de la característica de calidad sin importa que sean de atributos o de variables. (Montgomery)

3.5.2. Análisis de patrones en diagramas de control.

Un diagrama de control puede indicar una condición fuera de control cuando uno o más puntos se hallan fuera de los límites, o bien cuando los puntos localizados exhiben algún patrón de comportamiento no aleatorio.



Generalmente los diagramas de control están compuestos por:

- Límite inferior.
- Media o límite central.
- Límite superior.

Como se observa en la figura 3.

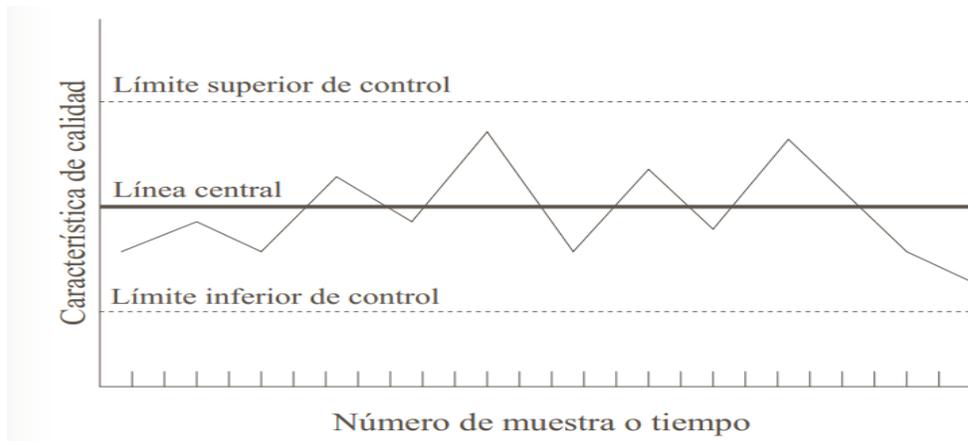


Figura N° 3: Grafico de control

Fuente: CEPGRAFICOSDECONTROL_2646.pdf-Nitro Pro 8

3.6. Grafico $\bar{x} - s$

Los gráficos de control $\bar{x} - s$, constan de dos gráficos uno para el control de las medias de tendencia central (media \bar{x}) y otro para el control de la variabilidad:

- ✓ utilizan la desviación típica(s) como medida de variabilidad del proceso
- ✓ Mayor dificultad de cálculo
- ✓ Mejor indicador estadístico de variabilidad.

Para estos gráficos se explica:

El eje horizontal representa el número de muestras en el orden que han sido seleccionadas

El eje vertical del gráfico de media, representa los valores de la media, es decir la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de \bar{x} .



El eje vertical del grafico de s, representan los valores de la desviación, los valores de su escala irán desde cero hasta el valor máximo de s.

La línea de color azul representa el valor de la media \bar{x} en el gráfico de media y el valor de la desviación típica \bar{s} .

Las líneas punteadas horizontales de color rojo representan los límites de control de prueba superior e inferior correspondiente a $\pm 3\sigma$.

Se plantea la hipótesis de que la variabilidad en el peso del producto terminado está bajo control, para probar esta hipótesis se examinan los gráficos para ver si existen puntos fuera de control.

Si se determina puntos fuera de los límites de control y la causan que lo generen, se procede a eliminar dichos puntos y así hasta que estén todos los puntos dentro de los límites de control para luego examinar si existe o no un comportamiento aleatorio.

Para graficar estos puntos se planteó la hipótesis que la variabilidad en el peso del producto terminado está bajo control, analizándose primero el grafico de la desviación y si esta fuera de control no analizo el de las medias. Obteniéndose.

Al analizar el grafico de la desviación se observó puntos fuera de los límites de control como se muestra en el grafico siguiente (grafico N° 2)

Cálculo de límites del diagrama de control

Tabla N° 1. Grafico $\bar{x} - s$

Límites de control para \bar{x}	Límites de control para S
Límite Inferior = $\bar{x} - A_3\bar{S}$	Límite inferior = $B_3\bar{S}$
Limite central = LC = $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	Limite central = $\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{n}$
Limite Superior = $\bar{x} + A_3\bar{S}$	Límite superior = $B_4\bar{S}$

Fuente: propia



3.7.Fraguado

El fraguado es el proceso de endurecimiento de la porcelana también conocida como caliche, producido por la desecación y recristalización de los hidróxidos metálicos — procedentes de la reacción química del agua de amasado con los óxidos metálicos presentes en el Clinker que compone el cemento.

El tiempo de fraguado es un periodo en el cual mediante reacciones químicas del cemento y el agua conducen a un proceso, que mediante diferentes velocidades de reacción, generan calor y dan origen a nuevos compuestos, estos en la pasta de cemento generan que este endurezca y aglutine al agregado de la mezclase ponga fuerte y denso, adquiriendo de este modo una cierta resistencia.

3.8.Batida

La batida o tiempo de batida, se refiere al tiempo que se le da a los materiales que forman la porcelana maya bond para que sean mezclados correctamente en una maquina especial para ello llamada trompo, cuyo proceso dura entre 30 a 40 minutos por batida.



4. HIPOTESIS

- La calibración incorrecta de la maquinaria de trabajo, así como el desempeño del operario son las principales causas de que exista variabilidad en el tiempo de batida, peso del producto terminado y tiempo de fraguado en el proceso de fabricación de porcelana o caliche Maya Bond.



5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1. Tipo de estudio

El tipo de investigación es Descriptiva-Analítica, ya que describe de modo sistemático el proceso de fabricación del producto identificando las características del tiempo de batida, peso del contenido de la bolsa de pegamento de Porcelana Maya Bond y tiempo de fraguado, para luego analizar minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al estudio. Se utilizó la técnica estadística, control estadístico de calidad, para conocer el nivel de variabilidad de estas variables. Esta investigación es de corte transversal debido a que el estudio se realizó de octubre a diciembre del 2014.

5.2. Tipo de enfoque

Según el enfoque del presente trabajo, es una investigación de tipo cuantitativo al medir la variabilidad en el tiempo de batida, peso del producto y tiempo de fraguado en el área de fraguado para pisos y azulejos en la empresa PECASA S.A, con el objetivo de obtener información y el análisis que garantice la confiabilidad de los datos y por tanto de los resultados.

5.3. Población y Muestra

La población la constituye el área de fraguado para pisos y azulejos constituido por 17 colores en la Empresa Pegamento Centroamericano S.A (PECASA), ubicada en el Barrio Santana, del arbolito ½ cuadra abajo. De acuerdo a la planificación de la producción la Empresa se estima un total de 3348 bolsas de porcelana de 2 kg en dos meses.

5.3.1. Calculo de la muestra

Se realizaron visitas durante dos meses en los cuales se obtuvo 27 batidas conformadas de 124 bolsitas cada una. Debido a que en la prueba piloto se observó una alta variabilidad se decidió tomar muestras relativamente grandes, para analizar variabilidad existente. Estas muestras fueron tomadas aleatoriamente una vez que todo el producto estaba empacado dada la condición que tiene la empresa, los trabajadores asumen otras responsabilidades y el proceso de empacado no es de manera continua. Trabajando con 27 muestras conformada de 30 bolsas cada una de 2 kg de porcelana (ver en anexos), por lo que se tiene 810



unidades para crear intervalos de confianza de 3σ y límites de especificaciones establecidos por la empresa de 2 ± 0.05 kg.

Tomándose también una muestra de fraguado por cada batida para pegar porcelana en piso y pared así como cada tiempo de batida mediante un cronometro estandarizado. Dichas muestras se expresan en los anexos.

5.4.Técnica de Recopilación de Datos

5.4.1. Observación.

Utilizando el método de la observación para obtener un registro visual de lo que ocurre en el proceso de fabricación de pegamento de porcelana, clasificando y consignando los acontecimientos pertinentes para reducir la variabilidad en las variables a análisis del producto terminado.

5.4.2. Pilotaje.

Se realizó un pilotaje debido a que en la empresa no se habían realizados estudios anteriores sobre el proceso de fabricación de porcelana, este se llevó a cabo la segunda semana de octubre, mediante una hoja de verificación de datos con el propósito de familiarizarse con el proceso productivo y garantizar la recolección de la información de las variable de salida en dicha área de trabajo como lo es el tiempo de batida, peso el producto y tiempo de fraguado. Él pilotaje fue de gran importancia, porque facilitó la información necesaria, para una mejor recolección definitiva de la información, así como para validación y estandarización de los instrumentos.

5.4.3. Hoja de verificación de datos.

Se llevó a cabo la verificación de las mediciones como son el tiempo de batida, el peso y el tiempo de fraguado del producto terminado para monitorear cada batida seleccionada, incluyendo una sección de datos generales y específicos para la recolección de la información de estas variables en una hoja de llenado de datos, conteniendo día, operador, área, producción y los tiempos de medición.



Para llevar a cabo la medición se utilizó una máquina de pesaje, cuyo procedimiento se lleva a cabo reiniciando la maquina desde cero por cada bolsa pesada. Así como para el tiempo de fraguado se procedió a tomar muestras y verificar el tiempo que tardaban en fraguar o secar el producto, midiendo también el tiempo que tardaba cada batida utilizando un cronometro.

5.5. Tabla N° 2: Operacionalizacion de las variables

VARIABLE	INDICADOR	FUENTE	TECNICA	INSTRUMENTO	ESCALA
Proceso de Producción	Elaboración del producto	PECASA Operario Encargado de área	Observación Directa	Entrevista. Hoja de Control. Máquina.	Nominal
Parámetros de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Tiempo de batida en hora ✚ Peso del producto en kg ✚ Tiempo de fraguado en hora 	Operario Maquinaria	Control Estadístico de calidad// Diagramas de control.	Hoja de control de Verificación de datos. cronometro Pesa	Nominal
Variabilidad producto terminado.	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Tiempo de batida en hora ✚ Peso del producto en kg ✚ Tiempo de fraguado en hora 	Operario. Maquina observación	Control Estadístico de calidad //Diagramas de control.	Observación y análisis.	Nominal

Fuente propia



6. ANALISIS Y RESULTADOS

6.1: Descripción del proceso de producción del pegamento de porcelana.

En esta parte se describe el flujo de proceso o diagrama de actividades en el cual los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican operación, inspección, transporte y almacenamiento. Con este diagrama se facilita visualizar el sistema total, identificar posibles puntos de dificultad y ubicar las actividades de control. Para el análisis del flujo del proceso se utilizó la simbología siguiente.

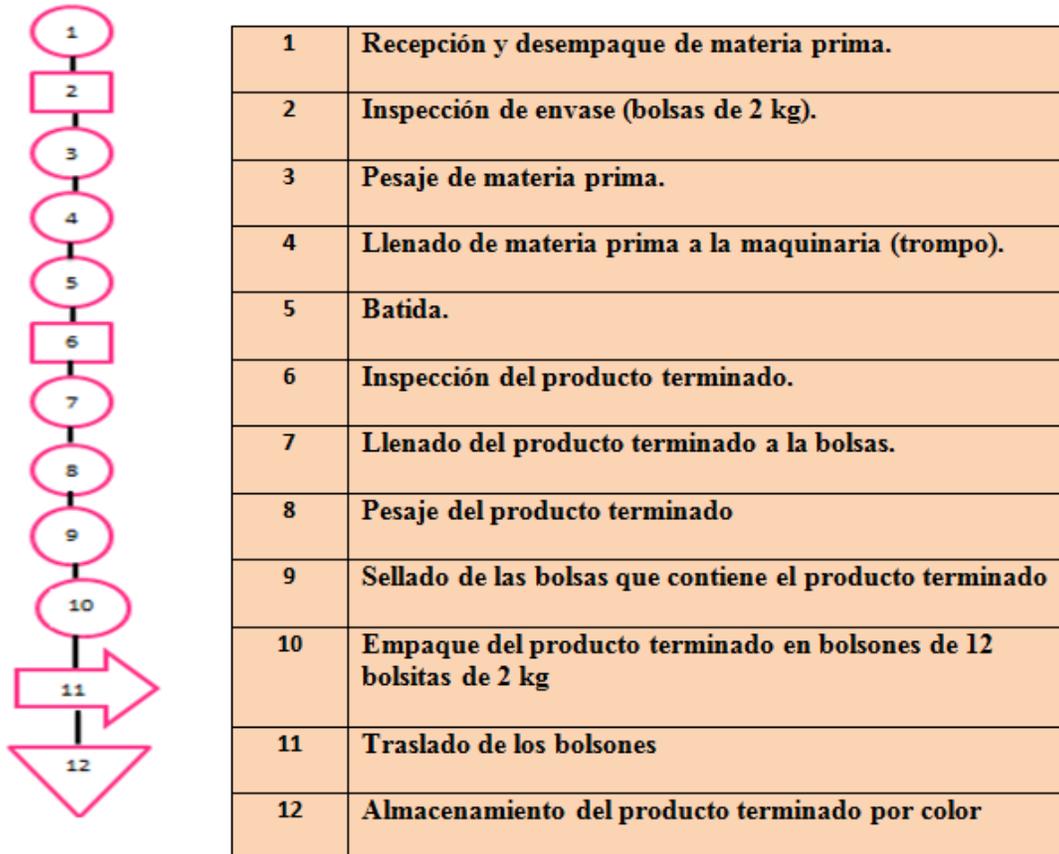
Tabla N° 3: Simbología del flujo del proceso

símbolo	Nombre
	Operación, indica la realización de una actividad específica.
	Inspección, indica que verifica la calidad, cantidad o ambas.
	Transporte, indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
	Almacenamiento, indica el depósito de un objeto en un lugar o almacén por un tiempo determinado.

Fuente propia



De acuerdo a la planificación de la producción de la Empresa, el flujo de proceso en el área de fraguado para pisos y azulejos es el siguiente.



Primero recepción y desempaque de la materia prima, luego se inspecciona el envase (bolsas de 2 kg), para así proceder a pesar la materia prima con la que se va a trabajar posteriormente esta materia prima es introducido a una maquina llamado trompo que es donde se realiza el producto a través de una batida que dura aproximadamente entre 30 y 40 minutos, una vez concluido este proceso se inspecciona el producto terminado para luego ser introducido en las bolsas de 2 kg y ser pesadas, sellada cada bolsa y así posteriormente ser empacada y almacenada en bolsones de 12 bolsitas de 2 kg cada uno.



6.2: Parámetros de calidad del peso del producto terminado en el proceso.

Aquí se establecen los parámetros de calidad para las tres variables expuestas a análisis como son.

- Tiempo de batida en horas

Para tomar estos tiempos se monitoreo dicha variable haciendo uso del cronometro desde el momento de inicio hasta el momento final de cada batida, para un total de 27 batidas en el transcurso del estudio obteniéndose que el tiempo promedio de batida es de 0.5626 horas, con una variación de 0.003 horas por cada batida.

- Tiempo de fraguado para pisos y pared en horas

Esta variable contiene 27 tiempos que corresponde a los 27 tiempos de fraguados o endurecimiento de la porcelana, un tiempo por cada batida como se hizo mención anteriormente, para los cuales también se hizo uso del cronometro para dicha medición teniendo como resultado un tiempo promedio de 61 horas para piso y de 18 horas para pared, donde el tiempo mínimo de fraguado para piso fue de 48 horas y un máximo de 72 horas, así como el tiempo de fraguado para pared varia de 12 horas a 24 horas.

- Peso exacto del producto terminado en kg.

El producto terminado es almacenado en bolsas que contienen un peso de 2 kg. Su presentación es de 17 colores excelentes, vivos y estables para fraguar las juntas entre cerámicas y azulejos. Para monitorear esta variable se procedió a pesar cada bolsita seleccionada de cada batida reiniciando la máquina de pesaje desde cero por cada una.

- Aplicación del producto terminado.

Este producto una vez terminado y comercializado se usa para juntas desde 3 mm hasta 10 mm de ancho en piso y pared.



6.3: Análisis de la variación existente en las mediciones de las variables de interés.

En esta parte se analizó de manera descriptiva cada una de las variables del estudio las cuales fueron.

- Tiempo de batida en horas
- Tiempo de fraguado para piso y pared en horas
- Peso exacto del producto terminado en kg

Tabla N° 4: Estadísticos descriptivo para la variable peso exacto del contenido de cada bolsa, trabajando las 810 bolsitas de 2 kg.

Estadísticos

PESO EXACTO DEL CONTENIDO EN
CADA BOLSA

N	Válidos	810
	Perdidos	0
Media		2.0479
Mediana		2.0000
Desv. típ.		.10163
Mínimo		1.90
Máximo		2.50
Percentiles	10	2.0000
	90	2.1500

Fuente: SPSS

Como se puede ver en la tabla N° 4, el peso mínimo es 1.90 kg y el máximo 2.50 kg, con un peso promedio de 2.05 kg. Los percentiles 10 y 90 indican el 10 % de las bolsas con en peso menor y el 10 % de las bolsas con el peso mas alto respectivamente



De acuerdo con los límites dados por la empresa, los límites de especificación para este proceso son:

$$\mu \pm 0.05, \text{ siendo } \mu = 2kg$$

Límite Superior de Especificación (LSE)

$$\mu + 0.05 = 2 + 0.05 = 2.05$$

Límite Inferior de Especificación (LIE)

$$\mu - 0.05 = 2 - 0.05 = 1.95 \text{ kg}$$

Una vez determinadas las especificaciones con un peso de 2 ± 0.05 kg se determino la proporción del peso del producto terminado que cumple con las especificaciones.

$$\begin{aligned} P\{1.95 \leq x \leq 2.05\} &= P\{x \leq 2.05\} - P\{x \leq 1.95\} \\ &= \Phi\left(\frac{2.05 - 2.0479}{0.10163}\right) - \Phi\left(\frac{1.95 - 2.0479}{0.10163}\right) \\ &= \Phi(0.0206) - \Phi(-0.9633) \\ &= 0.5082 - 0.1677 = 0.3405 \end{aligned}$$

Es decir el 34.05 % de las bolsas cumple con las especificaciones.

Porcentaje de producción que está por arriba de los límites de especificación

$$\begin{aligned} P(x > 2.05) &= 1 - P(x < 2.05) \\ &= 1 - 0.5082 \\ &= 0.4918 \end{aligned}$$

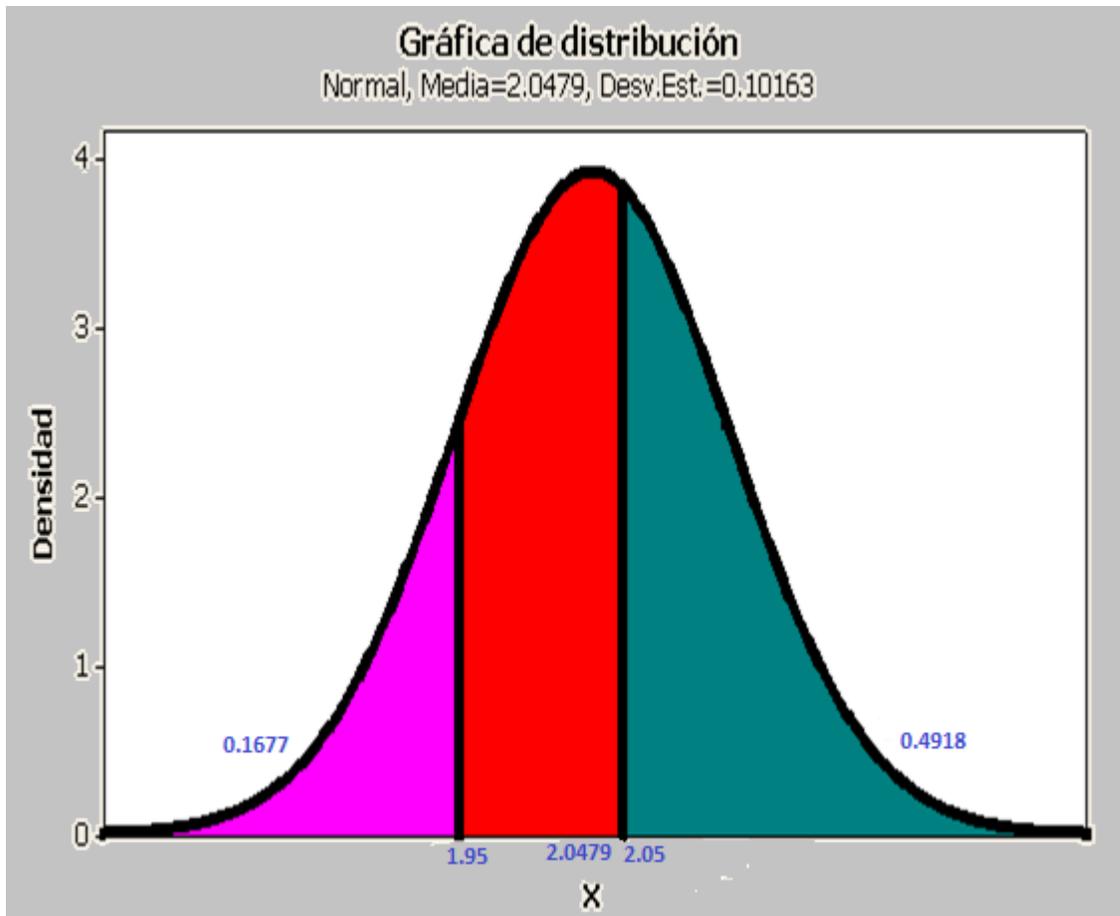
Porcentaje de producción que está por abajo de los límites de especificación

$$P(x < 1.95) = 0.1677$$

De aquí se deduce que de cada 100 bolsitas de 2 kg de pegamento de porcelana solo 34 de ellas cumplen con el peso establecido, mientras que 49 se encuentran por arriba de este peso y 17 por debajo como se puede ver en la figura 4.



Figura N° 4: Grafico de la normal



Fuente:Minitab

De esta grafica se deduce:

El área de color rojo representa la proporción de bolsas que cumplen con las especificaciones del peso establecido, el área rosada proporción de bolsas que contienen menos del peso de lo establecido y el área de color verde musgo la proporción que sobrepasan el peso establecido.



Tabla N° 5: Estadísticos descriptivo de las variables tiempo de batida y tiempo de fraguado para piso y pared tomando de 810 unidades de observación.

Estadísticos descriptivos							
	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. típ.	Varianza
TIEMPO DE FRAGUADO PARA PISO EN HORAS	27	48.00	71.92	1644.82	60.9193	8.65945	74.986
TIEMPO DE FRAGUADO PARA FRAGUADO PARA PARED EN HORAS	27	12.17	24.00	484.08	17.9289	4.18998	17.556
TIEMPO POR BATIDA EN HORAS	27	.50	.66	15.19	.5626	.05722	.003
N válido (según lista)	27						

Fuente: SPSS

En la tabla anterior refleja:

- ✓ La cantidad total de batidas realizadas en el transcurso del estudio en el Proceso de Fabricación de Pegamento de Porcelana o Caliche Maya Bond, fue de 27.
- ✓ El tiempo de fraguado para piso varía de 48 horas a 71.92 horas con una variación de 8.7 y media muestral a 60.9393 horas.
- ✓ El tiempo de fraguado en pared varía de 12.17 a 24 horas es decir de medio día a un día completo, con una variación de 4.1 horas y media muestral a 17.92 horas
- ✓ El tiempo de batida varía de 0.50 horas a 0.66 horas y un tiempo promedio de 0.5626 horas.



❖ **Gráficos de control para la variable de salida “Peso exacto del producto terminado”.**

Grafico N° 1: Grafico de la desviación para el peso exacto del contenido en cada bolsa.



Fuente: SPSS

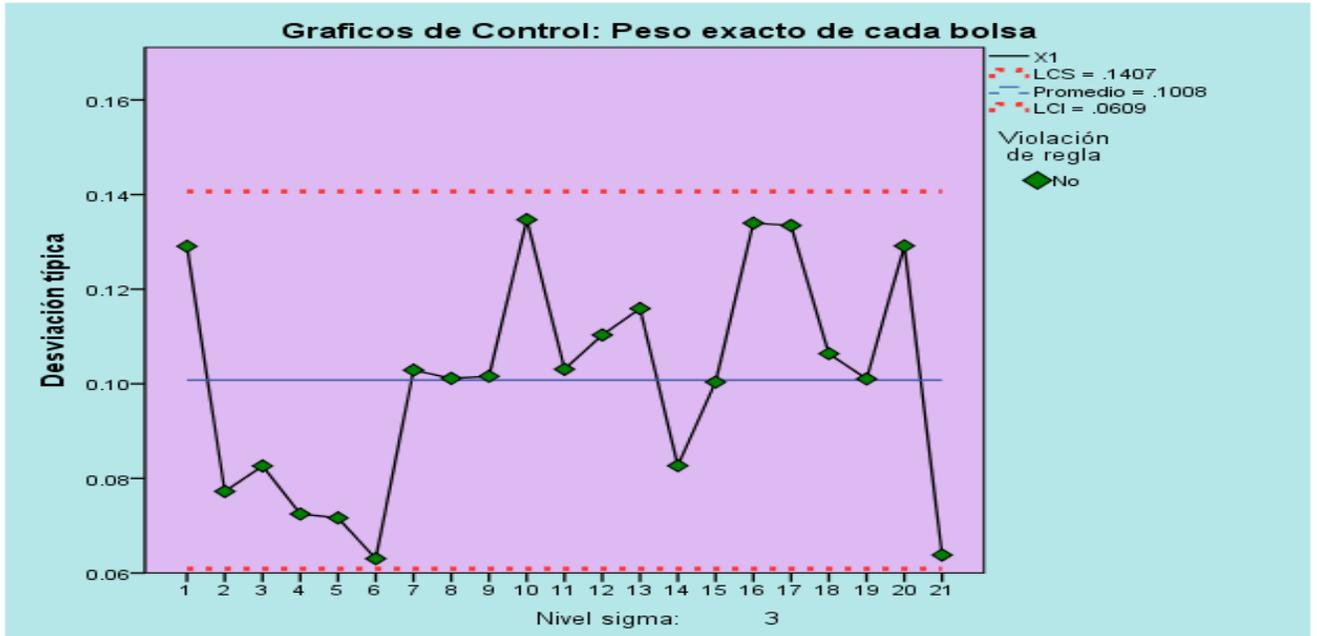
Hay 6 grupos que están por debajo y encima de los límites de control en el gráfico de la desviación, siendo estos los grupos 2, 4, 6, 7, 14 y 27. concluyendo con esto que el proceso está fuera de control con límites de advertencia de 0.0586 y 0.1352. como esta fuera de control no se analiza el grafico de las medias (ver en anexos grafico 2 pagina 48)

❖ **Nuevos límites de control, con 21 subgrupos los cuales eliminando de la base de datos las batidas número 2, 4, 6, 7, 14 y 27, representando cada batida un grupo.**

Estos casos fueron eliminados debido a causas asignables que se presentaron en estas batidas en las fechas del 18 y 25 de octubre, 4 y 20 de noviembre y 13 de diciembre del año 2014, como son faltas de energía eléctrica y cambio de maquinaria durante el estudio.

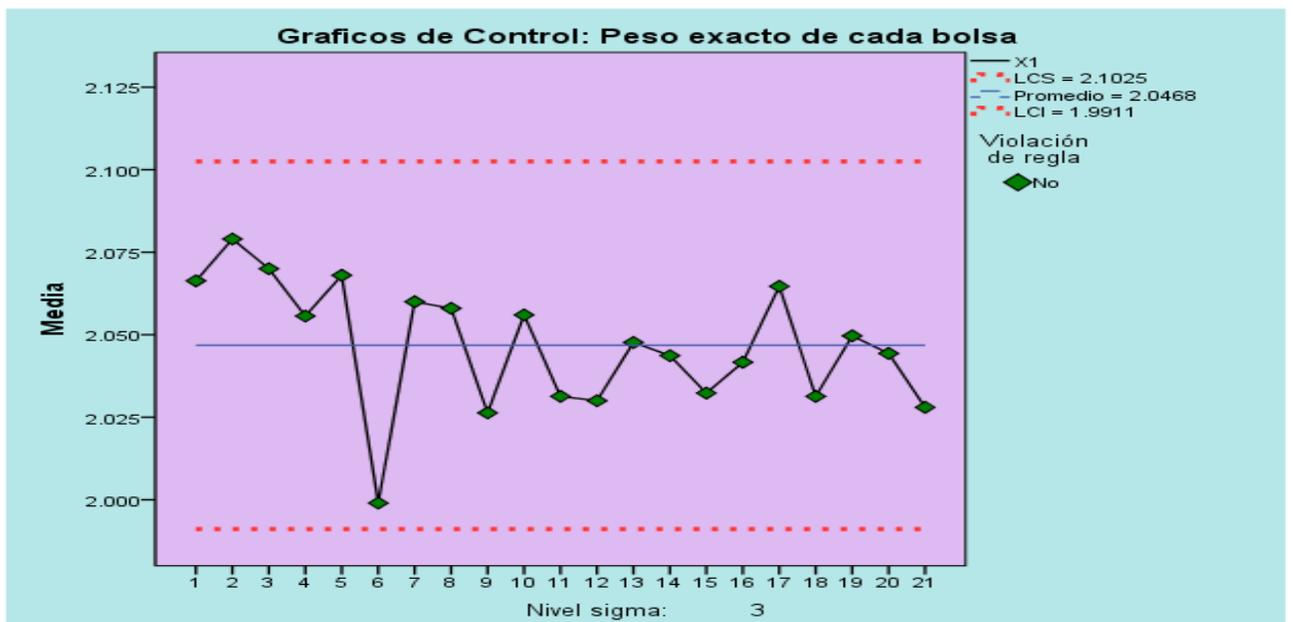


Grafico N° 3: Grafico de la desviación para la variable peso exacto de cada bolsa seleccionada.



Fuente: SPSS

Grafico N° 4: Grafico de medias para la variable peso exacto de cada bolsa seleccionada.



Fuente: SPSS

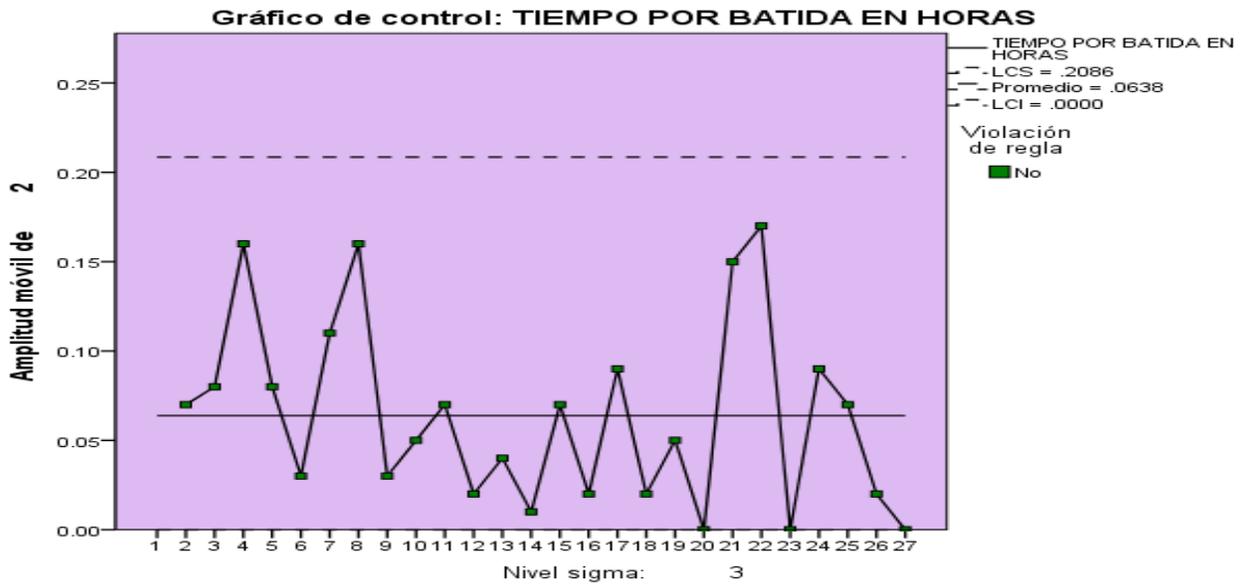


Al eliminar los grupos que violaban la regla y volver a correr los datos no se observan puntos fuera de los límites como se ve en los gráficos N° 3 y N° 4 pero al examinar el gráfico de la desviación este presenta un comportamiento no aleatorio con rachas descendentes desde los puntos 2 al 6 y con siete puntos por arriba de la media y al no encontrarse causas atribuibles se declara la variabilidad del peso de este producto fuera de control.



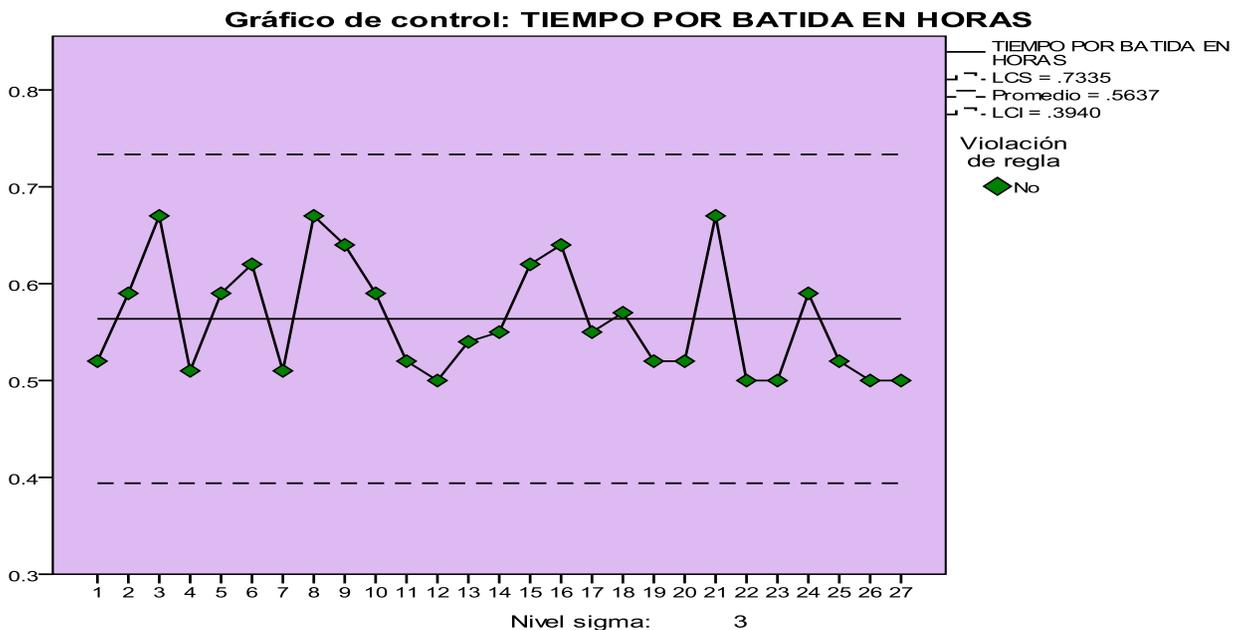
Posteriormente se realizó el gráfico de control para el tiempo de batida y tiempo de fraguado en horas.

Gráficos N° 5: Gráfico de la amplitud para el tiempo de batida.



Fuente: SPSS

Gráfico N° 6: Gráfico de la media para el tiempo de batida

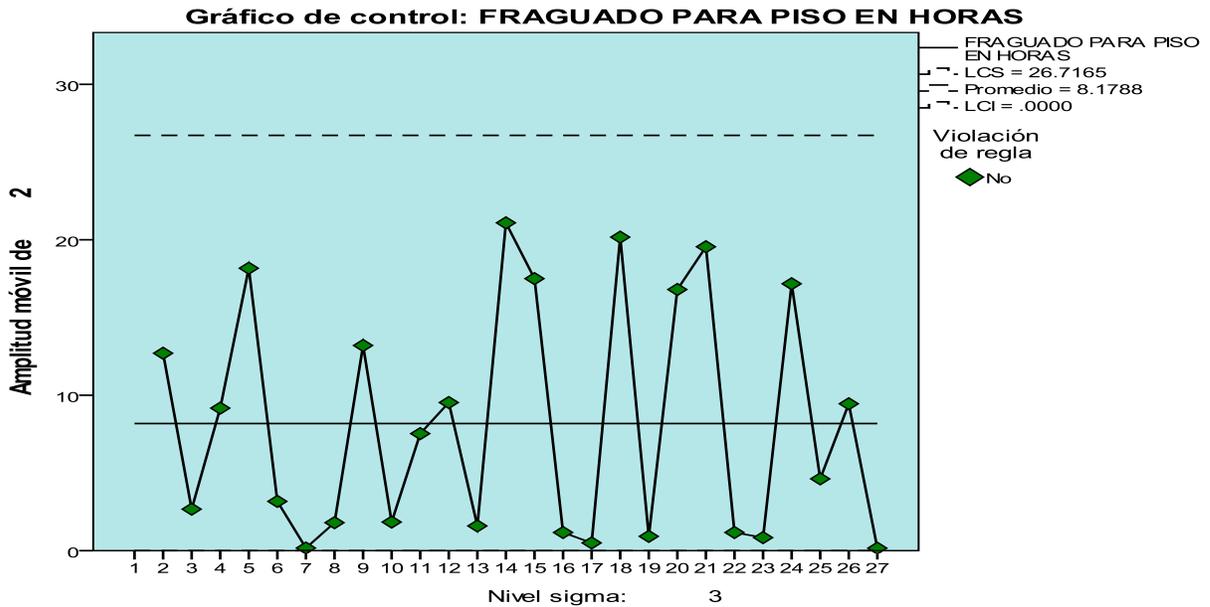


Fuente: SPSS



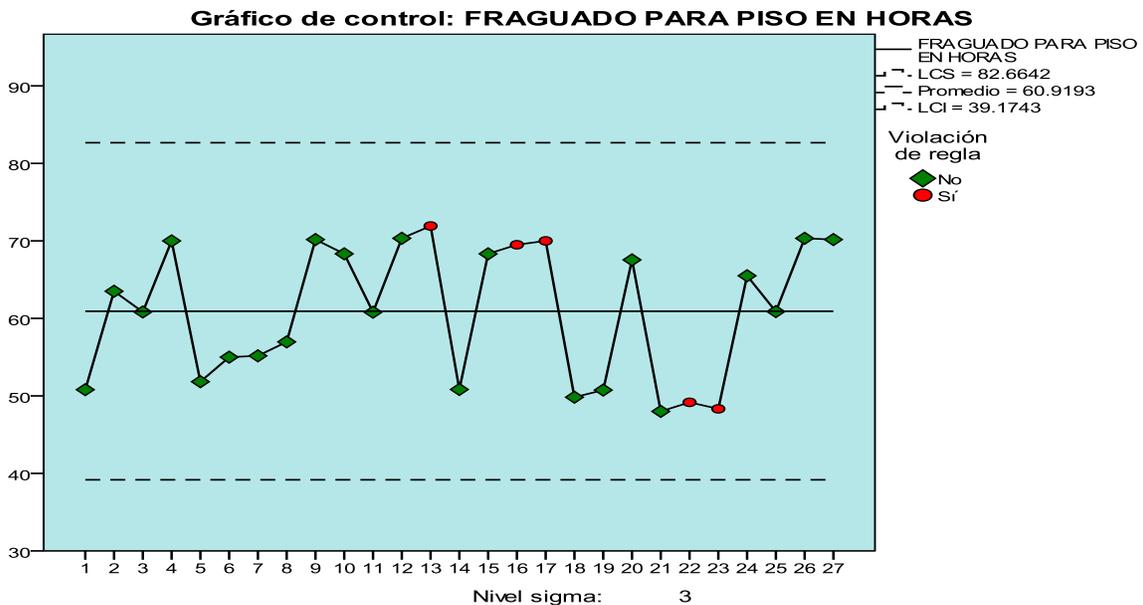
Ambos gráficos están bajo control, es decir el tiempo de batida no muestra una gran variación ya que este tiempo es estándar, con un promedio por batida de 0.5637 horas.

Gráficos N° 7: Grafico de la amplitud para el tiempo de fraguado para piso.



Fuente: SPSS

Gráficos N° 8: Grafico de la media para el tiempo de fraguado para piso.

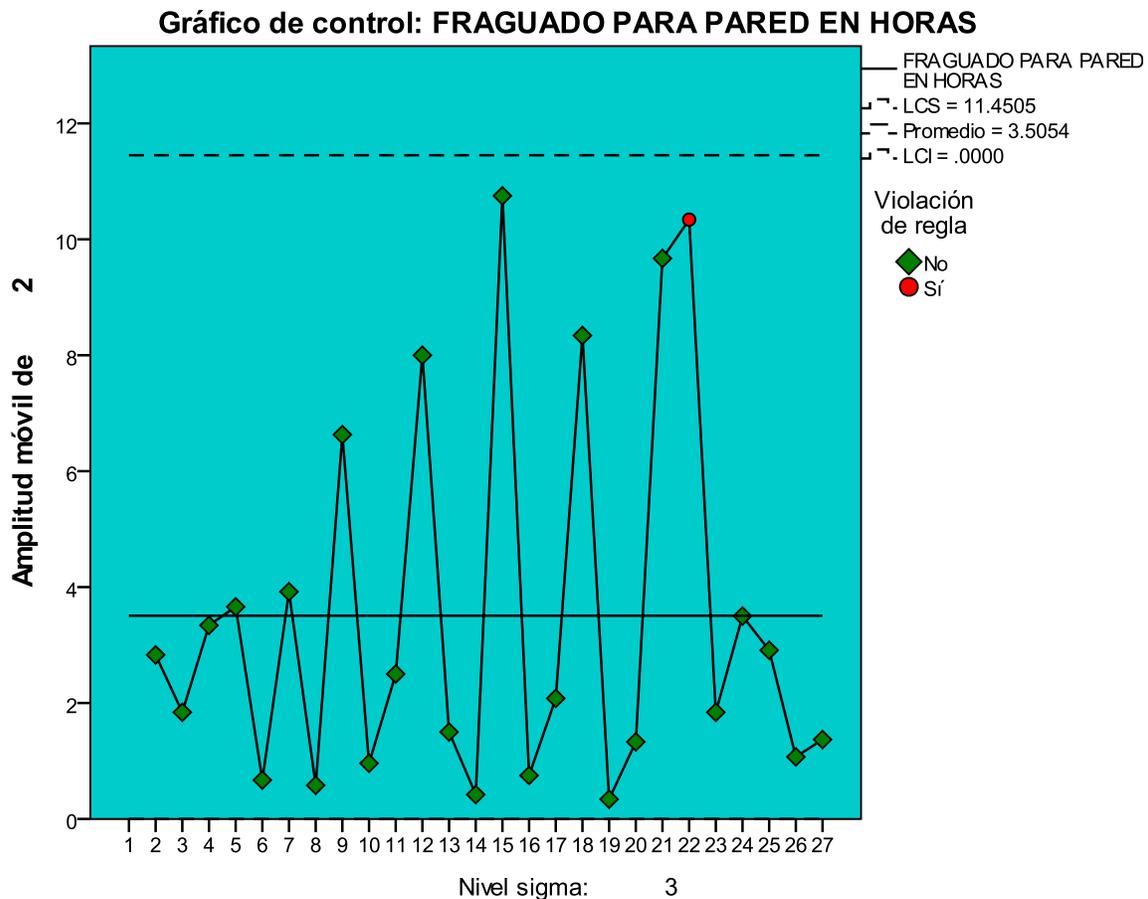


Fuente: SPSS



De los gráficos anteriores dados 7 y 8 se observa que la variabilidad está bajo control por lo que se concluye que el proceso de fraguado para piso está bajo control ya que este tiempo no muestra una gran variación, con un promedio de 60.91 horas de fraguado para piso.

Gráficos N° 9: Grafico de la amplitud para el tiempo de fraguado para pared



Fuente: SPSS

Como se puede ver en este grafico hay un punto que viola la regla observándose mayor variabilidad por encima de la media por lo que se determina que la variabilidad en el tiempo de fraguado para pared esta fuera de control al no presentar un comportamiento aleatorio por lo que no se analiza el grafico de la media (ver en anexo grafico 10, pagina 48).



6.4: Principales causas que generan variabilidad en las variables a análisis del producto terminado.

Durante el proceso de fabricación de Pegamento de Porcelana se identificó la variabilidad en las tres variables expuestas a análisis encontrándose que se debió a los factores siguientes:

- Maquinaria
- Operario

Maquinaria.

Se observó que en dependencia del líder de la maquinaria hubo ajuste innecesarios en el equipo esto ocasionó que se disparó la variabilidad y hubiera cambio en el proceso, así como se procedió a cambiar la herramienta de pesaje por problemas técnicos y mecánicos.

Operario.

En el transcurso del estudio hubo alta movilidad en los procesos de batida y peso del producto, realizándose cambio de operario en dichos procesos lo cuales no eran de manera continua.



7. CONCLUSIONES

A través del análisis de tiempo de batida, peso del producto terminado y tiempo de fraguado se concluye:

- ✓ El proceso consiste desde la recepción y desempaque de materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado.
- ✓ Este estudio se llevó a cabo para la presentación de 2 kg, debido a que esta era la que se trabaja en esta área de porcelana al momento de realizar el estudio, obteniéndose.
 - Tiempo promedio de batida de 0.56 horas.
 - Tiempo promedio de fraguado para piso de 60.92 horas y de 17.93 para pared.
 - El producto terminado se usa para fraguar las juntas desde 3 mm hasta 10 mm de ancho en piso y pared entre cerámicas y azulejos.
- ✓ Según las gráficas de control:

El proceso en el tiempo de batida, y fraguado para piso se encuentran bajo control, encontrándose que la variabilidad en el tiempo de fraguado para pared esta fuera de control al no presentar un comportamiento aleatorio, así como también la variable peso exacto del producto está fuera de control al encontrarse causas asignables de variación como faltas de energía eléctrica y cambio de maquinaria durante el estudio.

- ✓ Se observó una alta movilidad del operario de acuerdo al proceso establecido, así como ajustes innecesarios en la maquinaria.



8. RECOMENDACIONES

Una vez concluido el estudio en la empresa Pegamento Centroamericano S.A, se sugiere lo siguiente:

- ✓ Mayor inspección en el cumplimiento del proceso de producción con el fin de obtener un producto que satisfaga las expectativas de los clientes externos e internos de la Compañía.
- ✓ Más inversión en el mantenimiento del equipo del área de porcelana, con el objeto de mejorar las condiciones y el desempeño de las máquinas.
- ✓ Establecer planes de mejora continua en el proceso de fabricación de porcelana con el objetivo de lograr un proceso estandarizado que permita aumentar la productividad y reduzca la variabilidad en dicho proceso.
- ✓ Seguir el monitoreo de los tiempos de batida y fraguado, así como la verificación del peso del producto terminado a través de gráficos de control que permita analizar el estado del proceso a fin de solucionar las causas más frecuentes de variación.



9. BIBLIOGRAFIA

- <http://web.cortland.edu/matresearch/controlprocesos.pdf>. (s.f.). *google*. Recuperado el 9 de octubre de 2014, de <http://web.cortland.edu/matresearch/controlprocesos.pdf>
- Douglas C. Montgomery. (1991). *Control Estadístico de la Calidad*. Estados Unidos de America:Iberoamerica S.A de C.V.
- <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/principio2.html>. (s.f). Recuperado el 9 de OCTUBRE de 2014
- Humberto Gutiérrez. (2005). *Calidad Total y Productiva (2da Edición)*.
- Hernandez-Sampieri, R., Metodología de la Investigación (4ª ed.).
- Tesis Monográfica, Análisis de los Tiempos Paros en el Proceso de Producción de Bebidas Carbonatadas, Mediante el Control Estadístico de la Calidad, en la línea 2 de la Embotelladora Nacional S.A(ENSA), UNAN-MANAGUA.



10. ANEXOS



FIGURA N° 5: Maquina (Trompo), donde se mezclan los materiales para obtener el producto.



FUENTE: PECASA

FIGURA N° 6: Maquina donde se pesa el producto.



FUENTE: PECASA



FIGURA N° 7: Sellado



FUENTE:PECASA

FIGURA N° 8.



FUENTE:PECASA



Figura N° 9: Producto terminado.



FUENTE:PECASA

Figura N°10: Almacenamiento del producto terminado



FUENTE:PECASA



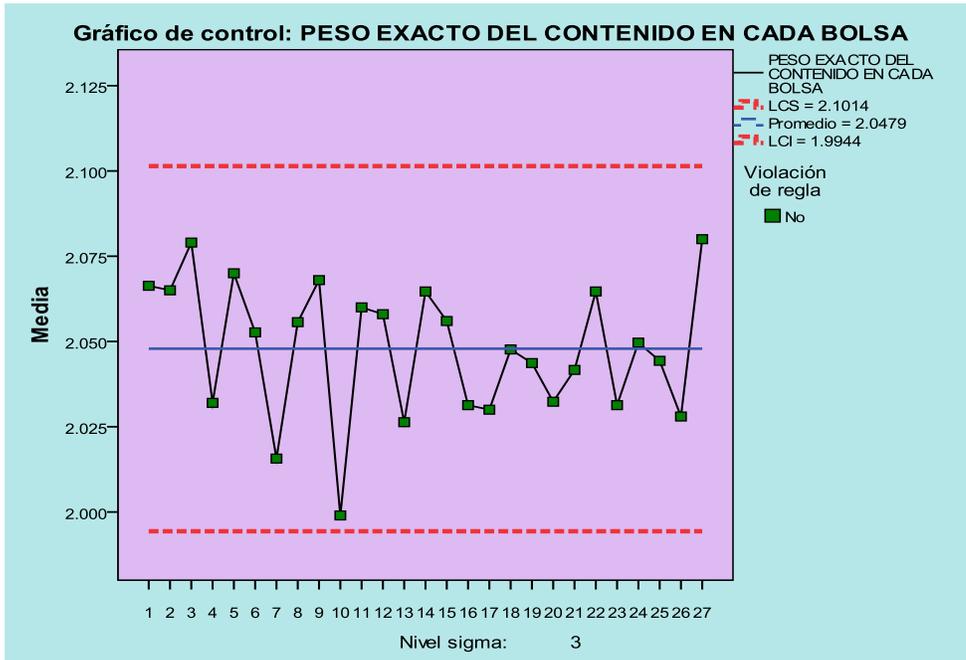
Figura N°11



FUENTE:PECASA

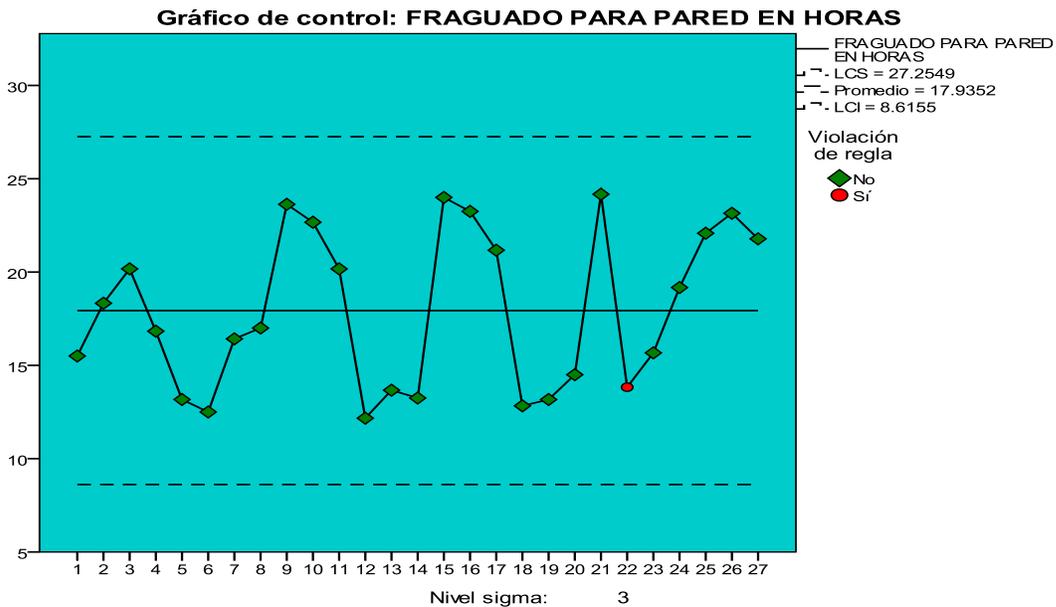


Gráfico N° 2: Gráfico de medias para el peso exacto del contenido en cada bolsa.



Fuente: SPSS

Gráfico N°10: Gráfico de medias para el tiempo de fraguado para pared.



Fuente: SPSS



Tabla N° 6: Formato Hoja de verificación 1, para el peso exacto de cada bolsa de porcelana

Día	Producción	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	$x_{...}$	x_{124}
1	B. 1															
	B. 2															
2	B. 1															
	B. 2															
3	B. 1															
	B. 2															
4	B. 1															
	B. 2															
5	B. 1															
	B. 2															
6	B. 1															
	B. 2															
7	B. 1															
	B. 2															
8	B. 1															
	B. 2															

B= BATIDA

OPERARIO: _____

FECHA: _____



Tabla N° 7: Formato Hoja de verificación 2, medición del tiempo de fraguado para piso y pared así como el tiempo de cada batida.

Día	Producción	Tiempo de fraguado de piso	Tiempo de fraguado de pared	Tiempo de batida	Día	Producción	Tiempo de fraguado de piso	Tiempo de fraguado de pared	Tiempo de batida
1	B .1				9	B .1			
	B. 2					B. 2			
2	B .1				10	B .1			
	B. 2					B. 2			
3	B .1				11	B .1			
	B. 2					B. 2			
4	B .1				12	B .1			
	B. 2					B. 2			
5	B .1				13	B .1			
	B. 2					B. 2			
6	B .1				14	B .1			
	B. 2					B. 2			
7	B .1				15	B .1			
	B. 2					B. 2			
8	B .1				16	B .1			
	B. 2					B. 2			
Total de batida					Total de batida				



Selección de cada grupo de forma aleatorio por batida de 30 observaciones cada uno.

Tabla 8

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
1	1	2
1	5	2.1
1	9	2
1	10	2
1	11	2.05
1	12	2
1	14	2.15
1	20	2.05
1	21	2
1	29	2
1	31	2
1	32	2
1	33	2.1
1	34	2
1	43	2
1	50	2
1	60	2.15
1	65	2
1	66	2
1	70	2.5
1	72	2
1	79	2.1
1	84	2.15
1	88	2
1	90	2.05
1	97	2.5
1	115	2
1	117	2
1	118	2.1
1	123	1.99

Tabla 9

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
2	126	2.1
2	131	2.1
2	138	2.15
2	145	2
2	146	2.15
2	150	2.05
2	156	2
2	159	2
2	161	2.15
2	171	2.1
2	173	2
2	174	2
2	175	2.05
2	178	2
2	179	2.1
2	180	2.05
2	181	2.05
2	183	2.05
2	188	2.1
2	199	2.05
2	200	2
2	207	2.05
2	209	2.15
2	217	2.1
2	219	2.1
2	223	2.1
2	230	2
2	231	2
2	243	2.1
2	245	2.1



Tabla 10

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
3	251	2.1
3	253	2
3	254	2.1
3	256	2.1
3	260	2.1
3	264	2.1
3	275	2.1
3	281	1.99
3	283	2.1
3	286	1.9
3	287	2.1
3	288	2
3	296	2
3	303	2.1
3	308	1.99
3	310	2.15
3	311	2.05
3	316	2.15
3	317	2.15
3	318	2.15
3	331	2.15
3	333	2.05
3	335	2
3	336	1.99
3	337	2.2
3	341	2.15
3	351	2.2
3	357	2.2
3	366	2
3	370	2

Tabla 11

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
4	380	2
4	387	2
4	388	2.05
4	391	2
4	394	1.99
4	395	2.15
4	397	2
4	399	2
4	401	2
4	402	2
4	408	2.15
4	410	2
4	414	2.1
4	416	1.99
4	425	2.1
4	428	2.1
4	431	2.1
4	432	2
4	434	2
4	443	1.99
4	449	2
4	455	1.99
4	459	2
4	470	2
4	472	2.1
4	475	2.1
4	482	2
4	485	2.05
4	495	2
4	496	2



Tabla 12

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
5	499	2
5	508	2.15
5	510	2
5	519	2.1
5	522	2.1
5	528	2.1
5	533	2.15
5	542	2.1
5	544	2.15
5	546	2.1
5	550	2.1
5	559	2.1
5	565	2.1
5	567	1.9
5	568	2.1
5	569	1.95
5	570	2.15
5	573	2.15
5	578	1.95
5	579	2.15
5	580	1.9
5	587	2.2
5	592	2
5	595	2.1
5	599	2.15
5	601	2.15
5	604	2
5	612	2
5	614	2
5	619	2

Tabla 13

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
6	622	2.05
6	624	2
6	626	1.99
6	628	2
6	629	1.99
6	631	2
6	648	2
6	650	2
6	655	2.1
6	657	2
6	658	2
6	660	2
6	662	2
6	669	2
6	670	2.1
6	671	2
6	673	2.1
6	684	2.2
6	693	2.15
6	704	2.1
6	710	2.1
6	711	2.1
6	716	2.1
6	722	2.1
6	728	2.1
6	730	2.1
6	732	2.05
6	740	2.05
6	742	2
6	744	2.1



Tabla 14

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
7	748	2
7	760	2.05
7	764	2
7	766	2
7	775	2
7	780	2.05
7	782	1.9
7	793	1.98
7	796	2
7	799	1.99
7	801	2
7	804	2
7	805	2
7	813	2
7	814	2
7	816	2
7	819	2
7	828	2
7	835	2.1
7	836	2
7	837	2
7	845	2.05
7	849	2
7	850	2
7	857	2
7	858	2.15
7	859	2.1
7	861	2
7	862	2
7	868	2.1

Tabla 15

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
8	873	2.1
8	874	2.05
8	876	1.9
8	878	2
8	880	2
8	881	2.1
8	889	1.95
8	892	2.2
8	895	2
8	898	2.05
8	911	2
8	915	2.05
8	919	1.99
8	920	2
8	921	2.1
8	922	2
8	923	1.99
8	932	2.1
8	943	1.99
8	945	2.15
8	948	2.15
8	958	2.15
8	959	2.15
8	962	2.1
8	964	2.1
8	965	2.05
8	968	2.1
8	972	2.15
8	976	2
8	988	2



Tabla 16

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
9	999	2.1
9	1000	2
9	1003	2
9	1004	2
9	1011	2.15
9	1014	2
9	1016	2
9	1017	2.1
9	1022	2.1
9	1029	2.1
9	1030	2.1
9	1033	2.1
9	1037	2
9	1038	2.1
9	1039	2.1
9	1047	2.05
9	1049	2.05
9	1054	2.2
9	1055	2.2
9	1056	2.2
9	1057	2
9	1058	2
9	1063	2
9	1066	2
9	1080	2
9	1081	2
9	1088	2.1
9	1092	1.99
9	1093	2.2
9	1107	2.1

Tabla 17

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
10	1119	2.1
10	1123	1.99
10	1129	1.9
10	1131	2
10	1134	2
10	1136	2
10	1137	2
10	1139	2
10	1144	1.99
10	1150	1.9
10	1153	2
10	1159	2.1
10	1161	1.9
10	1167	2
10	1182	1.95
10	1189	2
10	1194	2
10	1197	2
10	1200	2
10	1202	2
10	1203	1.9
10	1205	1.95
10	1212	2
10	1220	2
10	1224	2.1
10	1229	2
10	1230	2
10	1237	1.99
10	1238	2.2
10	1240	2



Tabla 18

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
11	1251	2
11	1253	2
11	1255	2
11	1256	2
11	1260	2.1
11	1262	2.1
11	1265	2
11	1268	2.1
11	1274	2
11	1279	2.1
11	1281	2
11	1284	2.2
11	1288	2
11	1294	2.15
11	1297	2
11	1298	2
11	1299	2
11	1301	2.5
11	1302	2
11	1315	2.1
11	1317	2
11	1322	2
11	1323	2
11	1326	2
11	1327	2.1
11	1337	2.15
11	1344	2.1
11	1347	2
11	1353	2.1
11	1359	2

Tabla 19

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
12	1366	2.1
12	1367	2.1
12	1372	2.1
12	1377	2.5
12	1379	2
12	1380	2.1
12	1381	2
12	1386	2.1
12	1391	1.95
12	1394	2.1
12	1399	2
12	1403	2.1
12	1416	2
12	1418	2.1
12	1419	2
12	1422	2
12	1425	2
12	1429	2
12	1430	2.1
12	1431	2.1
12	1433	1.99
12	1437	1.95
12	1438	2.15
12	1441	2
12	1444	2
12	1449	2.1
12	1456	2
12	1460	2
12	1464	2.1
12	1484	2



Tabla 20

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
13	1491	2
13	1492	2.5
13	1494	2
13	1495	2.1
13	1503	2
13	1514	2
13	1516	2
13	1523	2
13	1532	2
13	1533	2
13	1540	2.1
13	1544	2
13	1545	1.95
13	1548	1.9
13	1550	2.05
13	1551	1.99
13	1553	2.1
13	1559	2
13	1562	2
13	1568	2
13	1575	2
13	1581	2
13	1583	1.95
13	1586	2
13	1589	2
13	1597	2
13	1603	2.15
13	1605	2
13	1609	2
13	1610	2

Tabla 21

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
14	1627	2.1
14	1634	2
14	1636	2
14	1638	2
14	1641	2
14	1646	2
14	1651	2.1
14	1655	2
14	1658	2
14	1669	2
14	1670	2.1
14	1671	1.99
14	1672	2.2
14	1673	2.1
14	1678	1.9
14	1681	2
14	1683	2
14	1694	2
14	1696	2
14	1698	2.2
14	1700	2
14	1702	2.15
14	1709	2.5
14	1711	2
14	1717	2.5
14	1719	2
14	1724	2
14	1732	2
14	1735	2
14	1736	2.1



Tabla 22

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
15	1738	2.1
15	1739	2.1
15	1740	2
15	1747	1.95
15	1761	2
15	1763	2
15	1768	2
15	1770	2
15	1772	2
15	1775	2.1
15	1778	2.15
15	1785	2.5
15	1796	2.1
15	1801	2
15	1804	2.1
15	1815	2.1
15	1816	2
15	1819	1.99
15	1821	2.1
15	1823	1.95
15	1824	1.95
15	1826	1.9
15	1828	1.99
15	1838	2
15	1841	2
15	1844	2
15	1848	2.5
15	1852	2
15	1858	2
15	1859	2.1

Tabla 23

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
16	1868	2
16	1872	2
16	1874	1.99
16	1884	2
16	1886	2
16	1889	2
16	1902	2
16	1906	2
16	1915	2
16	1919	2
16	1920	2
16	1936	2.1
16	1938	1.95
16	1939	2.15
16	1940	1.9
16	1941	2
16	1943	2
16	1944	2.5
16	1945	2
16	1958	2
16	1962	2.1
16	1963	2
16	1965	2.1
16	1966	2
16	1967	2
16	1969	2
16	1973	2
16	1975	2
16	1977	2.15
16	1984	2



Tabla 24

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
17	1988	2
17	1989	1.95
17	1991	1.9
17	1993	2
17	2003	2.15
17	2004	1.9
17	2007	2
17	2013	2.1
17	2016	2.15
17	2022	2
17	2033	2
17	2034	2.1
17	2045	2
17	2046	2
17	2054	2
17	2055	2
17	2060	2
17	2064	1.9
17	2065	2
17	2071	2.1
17	2073	1.95
17	2076	2
17	2077	2
17	2081	2.5
17	2088	2
17	2094	2.1
17	2095	2.1
17	2097	2
17	2099	2
17	2107	2

Tabla 25

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
18	2115	1.99
18	2118	2
18	2125	2
18	2127	2
18	2133	2
18	2136	2
18	2147	2
18	2152	2
18	2157	2
18	2164	2.05
18	2166	2.3
18	2171	2
18	2175	1.95
18	2177	1.9
18	2180	2
18	2181	2
18	2183	2.5
18	2186	2.1
18	2188	2
18	2189	2
18	2192	2
18	2193	2
18	2197	2.1
18	2198	2
18	2201	2
18	2202	2.1
18	2216	2.1
18	2217	1.99
18	2227	2.2
18	2232	2.15



Tabla 26

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
19	2240	2
19	2252	2.2
19	2255	2
19	2259	1.99
19	2265	2.2
19	2267	2
19	2269	2
19	2271	2
19	2279	2
19	2280	2.1
19	2281	2.05
19	2287	2
19	2289	2.02
19	2290	2.3
19	2302	2
19	2305	2
19	2313	2
19	2318	2.1
19	2320	2
19	2321	2
19	2323	2.1
19	2325	1.95
19	2327	1.9
19	2338	2
19	2344	2.1
19	2346	2.1
19	2350	2.1
19	2351	2
19	2352	2.1
19	2355	2

Tabla 27

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
20	2357	2.5
20	2359	2
20	2363	2.1
20	2364	2
20	2368	2.2
20	2377	1.99
20	2379	2.1
20	2380	2
20	2387	2
20	2399	2
20	2401	2
20	2407	2
20	2408	2
20	2413	2
20	2414	2
20	2415	2
20	2418	2
20	2419	2
20	2421	2
20	2422	2
20	2423	2
20	2427	2
20	2429	2
20	2438	2
20	2448	2
20	2449	2
20	2453	2.1
20	2456	2.03
20	2462	2
20	2478	1.95



Tabla 28

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
21	2487	2
21	2495	2
21	2496	2
21	2497	2.1
21	2499	2.1
21	2509	2.5
21	2511	2
21	2522	2
21	2523	2.1
21	2531	2
21	2532	1.95
21	2535	1.9
21	2541	2
21	2550	2
21	2559	1.9
21	2560	2
21	2564	2
21	2565	2.5
21	2570	2
21	2571	2
21	2575	2
21	2579	2.1
21	2580	2.1
21	2587	2
21	2591	2
21	2592	2
21	2593	2
21	2596	2
21	2597	2
21	2601	2

Tabla 29

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
22	2606	2
22	2609	2
22	2614	2
22	2616	2
22	2622	2.13
22	2623	2.03
22	2625	2.04
22	2634	2.2
22	2641	2
22	2646	2
22	2647	2
22	2657	2.1
22	2659	2.1
22	2661	2
22	2664	1.99
22	2681	2
22	2684	2
22	2685	2
22	2689	2
22	2693	2
22	2698	1.95
22	2702	2
22	2704	2
22	2706	2.5
22	2712	2
22	2714	2
22	2715	2.5
22	2721	2.1
22	2726	2.2
22	2727	2.1



Tabla 30

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
23	2733	2
23	2735	2
23	2738	2
23	2739	2
23	2741	2
23	2744	2
23	2749	2
23	2750	2
23	2754	2
23	2768	2
23	2771	1.99
23	2772	2.2
23	2775	1.95
23	2786	2
23	2789	2
23	2790	2
23	2791	2
23	2794	2.2
23	2795	2.1
23	2799	1.9
23	2802	2
23	2804	2
23	2805	2.5
23	2818	2
23	2821	2
23	2825	2
23	2827	2
23	2834	2.05
23	2845	2
23	2850	2.05

Tabla 31

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
24	2860	2
24	2863	2
24	2865	2.5
24	2870	2
24	2871	2
24	2876	2
24	2884	1.99
24	2895	2.1
24	2900	2
24	2902	2
24	2908	2.1
24	2910	2
24	2911	2
24	2916	2
24	2917	2.1
24	2923	2.1
24	2926	2.1
24	2927	2
24	2935	2
24	2936	2
24	2937	2
24	2939	2
24	2948	2
24	2952	2.1
24	2957	2
24	2960	2.2
24	2961	2.1
24	2965	2.1
24	2966	2
24	2969	2



Tabla 32

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
25	2985	2
25	2987	2
25	2995	2
25	2998	2.5
25	3002	2
25	3003	2.1
25	3004	2.1
25	3008	1.99
25	3012	1.95
25	3014	2.1
25	3016	2
25	3017	2
25	3021	2
25	3022	2
25	3027	2
25	3033	2
25	3036	2
25	3037	2
25	3040	2
25	3047	2
25	3058	2
25	3060	2
25	3064	2.5
25	3069	2.1
25	3072	2
25	3074	2
25	3076	2
25	3077	2
25	3096	2
25	3098	1.99

Tabla 33

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
26	3101	2
26	3104	2.1
26	3105	2.1
26	3108	2
26	3110	2.1
26	3111	2
26	3120	2
26	3126	2
26	3132	2
26	3139	2
26	3142	2
26	3143	2
26	3146	2
26	3151	2
26	3154	2
26	3160	2.3
26	3164	2
26	3166	2
26	3169	2
26	3172	2
26	3174	2
26	3184	2
26	3186	2
26	3191	2
26	3196	2.04
26	3203	2.1
26	3208	2
26	3216	2.1
26	3218	2
26	3221	2



Tabla 34

NUMERO DE BATIDA	NUMERO DE BOLSA	PESO
27	3226	2
27	3230	2
27	3231	2
27	3235	2
27	3236	2
27	3238	2
27	3243	2
27	3244	2
27	3246	2
27	3247	2
27	3256	2
27	3260	2.5
27	3264	2
27	3266	2.1
27	3267	2
27	3269	2.1
27	3271	2.2
27	3277	2.1
27	3285	2
27	3289	2
27	3291	2.2
27	3292	2.1
27	3293	2
27	3302	2.5
27	3323	2
27	3324	2.5
27	3329	2
27	3341	2
27	3343	2.1
27	3347	2



Base de datos del tiempo de batida y el tiempo de fraguado, esta tabla contiene 27 datos que representan las 27 batidas que se hicieron en el transcurso del estudio en la empresa, obteniendo así también un tiempo de fraguado por cada batida en horas.

Tabla 35

BATIDA	TIEMPO DE BATIDA (HORA)	FRAGUADO EN PISO (HORAS)	FRAGUADO EN PARED (HORAS)
1	0.02	50.80	15.50
2	0.03	63.50	18.33
3	0.05	60.83	20.17
4	0.07	70.00	16.83
5	0.08	51.83	13.17
6	0.10	55.00	12.50
7	0.12	55.17	16.42
8	0.13	56.97	17.00
9	0.15	70.17	23.63
10	0.17	68.33	22.67
11	0.18	60.80	20.17
12	0.20	70.33	12.17
13	0.22	71.92	13.67
14	0.23	50.83	13.25
15	0.25	68.33	24.00
16	0.27	69.50	23.25
17	0.28	70.00	21.17
18	0.30	49.83	12.83
19	0.32	50.75	13.17
20	0.33	67.55	14.50
21	0.35	48.00	24.17
22	0.37	49.17	13.83
23	0.38	48.33	15.67
24	0.40	65.50	19.17
25	0.42	60.88	22.08
26	0.43	70.33	23.15
27	0.45	70.17	21.78