

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS
INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE
INGENIERIA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACION
“PLAN DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD A
TRAVÉS DEL SOFTWARE ARENA – CASO
FABRICA DE CHOCOLATE ORGANICO”

AUTOR: Mag. Luis Alberto Valdivia Sánchez

**Personal Administrativo de Apoyo: Sr. Segundo Arturo Sánchez
Martínez**

**(PERIODO DE EJECUCION: Del 01 de enero del 2015 al 31 de diciembre
del 2015)**

(Resolución de aprobación N° 0033-2015-R.)

Callao, 2016

INDICE

INDICE	1
RESUMEN Y ABSTRACT	3
I.1 Resumen	3
INTRODUCCION.....	4
I.2 Exposición del problema de la investigación.....	4
I.3 Enunciado del problema	8
I.3.1 Problema general.....	10
I.3.2 Problemas específicos	10
I.4 Objetivos de la investigación.....	10
I.4.1 Objetivo general	10
I.4.2 Objetivos específicos	10
I.5 Formulación de hipótesis	11
I.5.1 Hipótesis general	11
I.5.2 Hipótesis específica.....	11
I.6 La importancia, justificación y alcance de la investigación	11
I.6.1 Importancia de la investigación	11
I.6.2 Justificación de la investigación.....	12
I.6.3 Alcance de la investigación	13
MARCO TEÓRICO.....	14
I.7 Antecedentes del estudio.....	14
I.8 Marco conceptual	38
I.8.1 Metodologías para el modelamiento y simulación	38
I.8.2 Software Arena	48
I.8.3 Elaboración de chocolate Orgánico.....	49
I.9 Glosario de definiciones.....	54
MATERIALES Y MÉTODOS	57

I.10	Tipo y diseño de la investigación	57
I.11	Universo y muestra.....	57
I.11.1	Determinación del universo	57
I.11.2	Determinación de la muestra.....	58
I.12	Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	58
I.12.1	Técnicas.....	58
I.12.2	Procedimiento	59
I.12.3	Instrumentos	59
I.12.4	Materiales utilizados.....	59
I.12.5	Recolección de Datos	60
I.13	Análisis estadístico de datos.....	60
I.14	Metodología de aplicación	61
I.15	Variables de la investigación.....	62
I.15.1	Variable dependientes general.....	62
I.15.2	Variables independiente general	62
I.15.3	Variables dependientes específicas	62
I.16	Operacionalización de las variables.....	63
	RESULTADOS	64
	DISCUSIÓN	69
	referenciales	71
	APÉNDICES	75
	ANEXOS	111

RESUMEN Y ABSTRACT

I.1 Resumen

Cuando los estudiantes, egresan de la universidad, tienen distintas herramientas informáticas, dentro de ellos están los softwares de simulación, herramienta muy útil, pero solo es utilizado como herramienta teórica, y de aprobación del curso. La mayoría de estudiantes, no saben aplicar estos modelos de simulación en la realidad empresarial.

El presente trabajo busca aplicar dos técnicas que son: modelo de simulación en Arena y los proyectos de mejora, desde el momento de recojo de datos, a través de un estudio de tiempo y movimientos, modelamiento, simulación, proyecto de mejora e interpretación de los datos mostrados por el Software Arena, hasta la demostración cuantitativa a través de los KPIS, de la mejora. Esto se ha logrado con la presente investigación, al demostrar las hipótesis específicas, que son:

- Al incrementar 2 máquinas (007A y 007B de Conchado), como estrategia de proyecto de mejora, se observa el Número de unidades terminadas (Number Out) pasa de 2228.13 a 2689.38 unidades (ver resultados 11- 12), logrando incrementar la productividad del sistema 20.7 %. Logrando demostrar la hipótesis 1.
- Al aplicar se realice un mantenimiento preventivo, después de producir, las máquinas, ya que existe muchas horas muertas, por parte de los trabajadores, como estrategia de proyecto de mejora, se observa el Número de unidades terminadas (Number Out) pasa de 2689.38 a 2780.5 unidades (ver resultado 13), logrando incrementar la productividad del sistema 3.4 %. Logrando demostrar la hipótesis 2

Palabras Claves: Sistema, Modelamiento, Simulación y Mejora de proceso.

INTRODUCCION

I.2 Exposición del problema de la investigación

Uno de los grandes problemas de las empresas peruanas, son sus altos costos y su bajo productividad, que le resta competitividad con respecto a otras empresas nacionales e internacionales.

Según la ley de productividad que en su Artículo 2º (EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ, 2007) manifiesta: El Estado estimula y promueve la innovación tecnológica de conformidad con el segundo párrafo del Artículo 14º de la Constitución Política del Perú, como la condición necesaria para el desarrollo económico. La introducción de tecnología que eleve los niveles de productividad del trabajo, constituye un derecho y un deber social a cargo de todos los empresarios establecidos en el país.

Este estímulo e innovación tecnológica debe venir desde las universidades, de los centros de investigación y especialmente de las investigaciones realizadas por sus profesores.

La carrera profesional de Ingeniería Industriales es la llamada a liderar esta innovación - tecnológica - productiva, ya que nos consideramos ingenieros de la optimización productiva¹.

La pregunta sería ¿cómo este profesional, lograra la optimización de estos procesos?, y la respuesta se encuentra, que se puede optimizar a través de mejora de métodos productivos, o llamado

¹ Definición del autor de esta investigación.

también “Plan de mejora”, que logra reducir los sobres costos innecesarios, por el uso inadecuado de los recursos, como por ejemplo:

- Desperdicios de materia prima
- Desperdicios de productos defectuosos
- Desperdicios de sobre producción
- Desperdicios de inventarios
- Desperdicios de movimientos excesivos
- Desperdicios de reproceso
- Desperdicios de transporte innecesario
- Desperdicio de esperas
- Desperdicios tecnológicos
- Desperdicios organizacionales
- Desperdicios de energía eléctrica.

Estos desperdicios se observa a través de excesos, sobrantes, desperdicios, mermas, desbalances e inseguridades.

Estos desperdicios hacen que los costos de elaboración de producto se eleven innecesariamente, generando altos costos y menos ganancia.

Esta técnica de incrementar la productividad, se ha demostrado magistralmente el Libro la Meta (GOLDRATT, 2008), donde a través del relato se observa como va implementando un Plan de Mejora, en la planta, siguiendo este simple proceso:

- Identificar el cuello de botella
- Aprovechar todos los recursos
- Establecer prioridades
- Eliminar las restricciones

- Regresar al inicio.

Modelo que actualmente pueden realizar los ingenieros industriales, con sus cálculos determinísticos, como por ejemplo, en una fábrica de helados tenemos la demanda de helados, los costos de materias primas, la mano de obra, los inventarios y la disponibilidad de horas de las máquinas, que en conjunto forman el sistema de producción, y a través del método simplex, se obtiene ¿cuántos litros de helados de cada sabor se debe producir para obtener la máxima ganancia?

Según el Johantan (GOLDRATT, 2008) (personaje de libro *La Meta*) manifiesta a Alex Rogo, que una máquina, que tiene un tiempo estándar de 5 minutos por producto, nunca lo elabora exactamente en 5 minutos, hay momentos que lo produce en 4.80 minutos y otros en 5.15 minutos; haciendo un promedio de producción de 5 minutos, esto origina variabilidad en el número de unidades producidas por la empresa.

Para entender esta variabilidad es muy sencillo; imaginemos que usted va de su casa a su trabajo, la pregunta sería, ¿Cuánto demora en ir de su casa a su trabajo?, la respuesta de usted es 55 minutos; la siguiente pregunta obvia, ¿siempre demora 55 minutos exactos? y su respuesta será, “no” depende del tráfico, del día y de la hora que va a su trabajo.

La siguiente pregunta sería ¿Cuál es el tiempo mínimo que demora en ir a su trabajo? y su respuesta sería de 40 minutos y ¿el tiempo máximo? Usted podría responder 70 minutos.- Eso es variabilidad, usted en promedio llega a su trabajo en 55 minutos, pero

varia su tiempo de llegada a su trabajo, de 40 a 70 minutos; dependiendo las condiciones del tránsito, día hora etc.

Eso mismo sucede con los tiempos estándares, se dice que una operación tiene un tiempo estándar de 5 minutos y realizamos los cálculos con esos 5 minutos, y determinamos la producción en función a ese valor.

¿Este valor es real?, ¿se aproxima a la realidad?, al analizar nos damos cuenta que “no”, ya que sabemos que este tiempo estándar promedio (5 minutos) por efecto de la variabilidad, puede fluctuar entre 4 minutos y 6 minutos, indicando que la producción también fluctuara.

Además si se produce en 6 minutos en lugar de producir en 5 minutos, como está planeado, la siguiente máquina quedará desabastecida, generando un retraso en la segunda máquina y esta a su vez generara un efecto sobre la tercera máquina, generándose un efecto domino de retraso de la producción.

Esta variabilidad de tiempos de máquina y efecto dominó de retrasos de la producción son lo que generan dudas a los diversos métodos de optimización, como por ejemplo el método simplex, análisis de dualidad y sensibilidad, los modelos de transporte, los modelos de redes, etc.

La duda nace que estos modelos no toman en cuenta la variabilidad de los tiempos y el efecto domino de los retrasos de producción.

Existe una técnica de optimización que toma en cuenta la variabilidad de los tiempos y el efecto dominó de los retrasos de

producción, pero muy poco se ha estudiado, la técnica se denomina “SIMULACION DE PROCESOS INDUSTRIALES”.

Esta técnica de “SIMULACION DE PROCESOS INDUSTRIALES”, ha sido poco estudiada, porque había que realizar miles de cálculos matemáticos y se necesitaban grandes cantidades de recursos económicos, para llevarlos a cabo.

El avance tecnológico informático ha logrado, que esta técnica “Simulación De Procesos Industriales” esté al alcance de todos.

Ahora para poder desarrollar modelos de simulación, solo se necesita una computadora (asequible), el software de simulación y conocimiento en técnicas de simulación.

Los dos primeros son fáciles de conseguir (computadora y software), pero el tercero “conocimiento para técnicas de simulación”, no se ha desarrollado y masificado, como técnica de optimización.

Esta investigación busca desarrollar este conocimiento de simulación en el software Arena y aplicarlo a un proceso de fabricación y de esa manera abrir las puertas a este modelo de simulación y optimización a nuestra realidad académica en las escuelas de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Sistemas.

I.3 Enunciado del problema

Esta investigación, entra en el área de aplicación de investigación de operaciones, específicamente en el área de simulación, tema que se desarrolla en la carrera profesional de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Sistemas.

La presente investigación, se enmarca en la poca aplicación de los modelos de simulación en las escuelas profesionales de Ingeniería Industrial y de Sistemas, como herramienta de optimización de los escasos recursos de la empresa.

A través de investigaciones preliminares, se determinó, que existen pocos libros de simulación en Arena.- Estos pocos libros son muy teóricos, y cuando se buscó encontrar un ejemplo práctico de aplicación a un modelo de simulación completo, en los procesos de producción, no se encontró.

En base a esto, se plantea las siguientes interrogantes: ¿es posible generar una metodología, para realizar un plan de mejora a través de un modelo de simulación?, ¿se puede determinar los valores técnicos necesarios, para simular un modelo de simulación en Arena?, ¿se podrá obtener un modelo de simulación en Arena y demostrar a través de ello, la el plan de mejor?

El proceso de investigación, se enmarca en el sector productivo, tomando como marco los procesos productivos

En la presente investigación, se busca establecer una metodología, mediante la cual se puede utilizar aplicar el plan de mejora, y simulación de un proceso productivo, en el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico.

Ante esto surge lo siguiente problema general:

I.3.1 Problema general

- ¿Cómo se puede demostrar, el incremento, de la productividad de los procesos productivos, aplicando un plan de mejora, con el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico?

I.3.2 Problemas específicos

- ¿Cómo se puede demostrar, el incremento de la productividad de los procesos productivos, incrementando cuello de botella del sistema, con el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico?
- ¿Cómo se puede demostrar, el incremento la productividad de los procesos productivos, reduciendo la parada de máquinas, con el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico?

I.4 Objetivos de la investigación

I.4.1 Objetivo general

- Desarrollar un plan de mejora, para incrementar, la productividad de los procesos productivos, aplicando el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico.

I.4.2 Objetivos específicos

- Incrementar el cuello de botella del sistema, para incrementar, la productividad de los procesos productivos, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico
- Reducir las paradas de máquinas, para incrementar, la productividad de los procesos productivos, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico.

I.5 Formulación de hipótesis

I.5.1 Hipótesis general

Se logrará incrementar la productividad del sistema, al implementar el un plan de mejora, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico.

I.5.2 Hipótesis específica

- Se logrará incrementar la productividad del sistema, al incrementar el cuello de botella aplicando el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico
- Se logrará incrementar la productividad del sistema, al disminuir las paradas de máquinas, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico.

I.6 La importancia, justificación y alcance de la investigación

I.6.1 Importancia de la investigación

- Desde el punto de vista económico.- La importancia del presente estudio, es capacitar a los alumnos de ingeniería industrial y de sistemas, en el uso y aplicación de los modelos de simulación en el software Simio, para la optimización de escasos los recursos de la empresa.- Esto se lograra a través de esta técnica de SIMULACION DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES.- De esta manera reducir los costos innecesarios que se generan en la empresa.- Si se logra reducir los costos e incrementar las utilidades se lograra que la empresa se vuelva más competitivo, y de esa manera las empresas peruanas puedan enfrentar a un mundo globalizado.

- Desde el punto de vista académico. Se logrará incrementar el nivel académico de nuestros estudiantes de la FIIS_UNAC, ya que para desarrollar estos modelos de simulación, debe conocer y aplicar: diagrama de operaciones, diagrama de recorridos, costos, presupuesto, estadística inferencial, proyecto de inversión y análisis de sensibilidad de la realidad empresarial.- Crear estos modelos de simulación, requiere que el alumno vea estos temas, antes mencionados, interrelacionados, y no como se ven actualmente, como temas separados y sin ninguna conexión entre si.- El conocimiento generado por esta metodología favorecerá esta asimilación de conocimientos teóricos, porque, para desarrollar estos modelos, el alumno tendrá que realizar una práctica virtual, a la hora que genere su modelo de simulación en el software Arena.
- Desde el punto de vista social.- Se logrará incrementar la empleabilidad de nuestros egresados de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas, al conseguir mejores trabajos de mayor remuneración, porque contarán con una herramienta poderosa, que es la simulación de los procesos industriales.

Ante tal situación el presente trabajo, busca contribuir en la preparación académica de los nuevos Ingenieros Industriales y de Sistemas, egresados de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas, de la Universidad Nacional de Callao.

I.6.2 Justificación de la investigación

Los hechos que se observaron, que motivaron esta investigación, son:

- El avance de la tecnología informática
- La globalización que exige, que las empresas nacionales compitan con empresas internacionales y para mantenerse en el mercado, esto obliga a las empresas, permanentemente reducir sus costos.
- Las empresas exigen a los nuevos profesionales, un alto grado de conocimiento informático, de aplicación a solucionar sus problemas industriales.

El valor de esta investigación, está en la potenciación de los estudiantes de ingeniería industrial y de sistemas, en el área de simulación de procesos industriales, ubicándolos en un nivel competitivo y expectante para la empresa, porque tendrá técnicas de simulación industrial, que mostrara los efectos que tendría una inversión o una mejora sobre su proceso de producción, si haber invertido en activo fijos, disminuyendo los riesgos de que sus proyectos de inversión fracasen.

I.6.3 Alcance de la investigación

- El tipo de investigación adoptado es descriptivo, comparativo y transversal, con datos actualizados, vigentes a la fecha de ejecución del cronograma propuesto.

El presente estudio, constituye un referente para los futuros Ingenieros Industriales y de Sistemas, egresados de la Facultad de Ingeniería industrial y de Sistemas, de la Universidad Nacional de Callao, para que tengan un caso aplicado de simulación en software Arena, en una Fábrica De Chocolate Orgánico, como herramienta de optimización de los procesos industriales.

MARCO TEÓRICO

Al respecto cabe mencionar que se ha revisado información a través de diversas fuentes sobre investigaciones conexas, como tesis, foros de discusión páginas de Internet; así mismo se tomara como referencia las publicaciones relacionados al tema.

I.7 Antecedentes del estudio

A. Según: (GUERRERO, DANTE; GIRÓN, CATHERIN; MADRID, ANGHELLA; MOGOLLON, CLAUDIA ; QUIROZ, CLAUDIA ; VILLENA, DHAIDA, 2012)

a. TITULO:

Diseño de la línea de Producción de chocolate Orgánico

b. OBJETIVO:

Diseñar un proyecto de producción de chocolate orgánico

c. RESUMEN

Este proyecto consiste en el diseño de la línea de producción de chocolate orgánico de alta calidad, compuesto por 75% de cacao orgánico y 25% de panela. Nos centraremos en el cacao orgánico porque es uno de los productos orgánicos que ha presentado una fuerte evolución en las exportaciones de los últimos años. Las exportaciones de grano de cacao crudo (sin tostar) en el año 2011 alcanzan los USD FOB 60.0 millones frente a los USD FOB 34.6 millones del año 2010 (APPCACAO). También nos centraremos en la panela que es un producto obtenido de la evaporación del jugo de la caña y la cristalización natural de la sacarosa, que contiene además

minerales y vitaminas. Este tipo de azúcar además no sufre ningún tipo de refinamiento, ni otro tipo de procedimiento químico (cristalización química, depuración, etc.).

El mercado potencial de estos chocolates serán las personas adultas de 22 a 60 años de la clase socioeconómica AB que sepan apreciar el chocolate fino.

Uno de los factores de éxito más importantes, es que actualmente hay una preocupación masiva por el consumo de alimentos orgánicos, por tanto se espera una alta probabilidad de aceptación del producto en el mercado, además Piura cuenta con materia prima disponible a un buen precio y de una alta calidad, incluso las proyecciones de cosecha de cacao en Piura aumentarán un 16% anual, viendo esto como una oportunidad.

El principal objetivo del proyecto es añadir valor agregado a materia prima regional específicamente al cacao orgánico y a la panela, de manera que se obtenga un producto con mayor valor nutritivo que los chocolates convencionales.

Para determinar la localización se realizó un análisis cualitativo, el cual arrojó que la mejor ubicación para la línea de producción es el sector industrial de Piura, por cumplir mejor las condiciones necesarias para el proyecto.

La planta tendrá un costo de inversión de 1293595.67 soles con una recuperación de 2 años y 6 meses. También se pronostica una utilidad neta de 302477 soles el primer año.

Este proyecto el cual ha tenido una duración de 3 meses, ha sido planificado bajo el enfoque de la IPMA, por lo que ha permitido una mejor gestión de riesgos y de interesados, incorporando además una gestión de la calidad y de recursos humanos.

d. CONCLUSIONES

Se ha comprobado la factibilidad del proyecto, es decir que el proyecto se puede realizar.

- Es viable técnicamente porque se tiene a disposición la materia prima, la maquinaria y equipo necesarios.
- El proyecto a desarrollar busca el bienestar tanto social como ambiental de la Región de Piura y al mismo tiempo del Perú, por tanto posee viabilidad política.
- El producto posee beneficios en la salud, es un aporte para mejorar la calidad de vida de la población. Por tanto el proyecto es viable socialmente.
- El producto será viable económicamente, ya que existen datos e indicios de un aumento en la demanda del chocolate y de los productos

orgánicos. El consumidor objetivo está dispuesto a pagar por un chocolate orgánico.

- El producto cumple con las normativas exigidas para ser chocolate orgánico, por ello se cumple la viabilidad legal.
- La elaboración de chocolate orgánico no tiene ningún impacto negativo en el ambiente.
- Se ha logrado un chocolate 100% orgánico en la elaboración de los prototipos, exceptuando el que lleva 75% de cacao orgánico.
- La ubicación de la planta será en la zona industrial del distrito de Piura.
- La estrategia de comercialización a seguir será:
- El chocolate ofrecido será al 95% orgánico. Del cual el 75% es cacao orgánico. La envoltura debe ser ecológica.
- El precio sugerido es de S/. 2.50 para una barra de 32 gramos.
- El sistema de distribución será la venta indirecta utilizando sistemas convencionales, que puedan llegar a los niveles socioeconómicos A y B.
- La promoción estará orientada al consumidor según la etapa del ciclo de vida en el que se encuentre el producto.
- Mediante la investigación de mercado se puede concluir que se tiene un mercado proveedor de la materia prima; se tiene un mercado consumidor que crece cada día

B. SEGÚN (MSC. ISAAC HUERTAS FORERO, ING. MARIO RAMÓN VERÁSTEGUI, LAURA CATALINA MORALES PARRA, LORENA CASTRO ARIZA, 2011)

a. TITULO:

Modelo de dinámica de sistemas para el proceso de producción de la mandarina

b. OBJETIVO

Estudio de su cadena productiva, simulando la misma con un modelo dinámico, estableciendo la utilidad que representa cultivar 15 hectáreas del producto

c. RESUMEN

En el siguiente trabajo, se observa el proceso productivo de la mandarina y la rentabilidad que su producción, comercialización y distribución genera en la zona de Cundinamarca.

Se seleccionó la mandarina debido a su gran facilidad para el cultivo y su popularidad en el departamento de Cundinamarca.

En Colombia existen más de 20 clases de mandarina con sus respectivas derivaciones, para el estudio se escogió la variedad Clementina.

Esta investigación va encaminada al estudio de su cadena productiva, simulando la misma con un modelo dinámico, estableciendo la utilidad que representa cultivar 15 hectáreas del producto.

d. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que las condiciones climáticas que posee la región de Cundinamarca son favorables para la producción de cítricos y en especial la variedad de mandarina Clementina.

El desarrollar un modelo donde se pueden efectuar cambios a conveniencia sobre cualquiera de las variables que afecten la producción, en éste caso de la mandarina, permite visualizar a futuro las posibilidades de pérdidas o ganancias para los agricultores de la zona.

En el modelo dinámico se observa que la rentabilidad incrementa a través del tiempo, lo cual sugiere continuar con el cultivo y producción de la mandarina en esta zona en condiciones favorables de clima, suelo, terreno (hectáreas), entre otras.

C. Según Miriam E. Álvarez – Ricardo M. García (GARCÍA, 2001)

a. **TITULO:**

LA SIMULACIÓN EN LA INDUSTRIA. Universidad
Tecnica del Norte Ecuador FICA - EISIC

b. **OBJETIVO**

Construcción de simuladores, donde se plantean y resuelven los primeros sistemas de simulación, relacionados básicamente con los juegos de azar y comprobación de resultados probabilísticos

c. **RESUMEN**

Para una compañía industrial, el invertir en el desarrollo e implementación de un sistema de simulación es sumamente beneficioso, ya que los efectos que se

generan, permiten manejar el espacio global de la fábrica dentro de un ambiente permisible a modificaciones y cambios, y sin incurrir en gastos cuantiosos de dinero y de tiempo.

Debido a que el objeto de estudio se centra en el estudio de la Simulación con énfasis en la aplicación de técnicas de Computer Aided Engineering, se mencionan algunos campos de aplicación en los que este tipo de sistemas son beneficiosos:

En el entrenamiento

Utilizando el simulador aplicado como un sistema CAE en una planta de producción y ejecutándolo en modo offline (fuera de línea), es posible utilizarlo como una herramienta de entrenamiento para el personal involucrado en la supervisión e inspección del proceso productivo.

En el diseño

Debido a la funcionalidad de una aplicación de este tipo, es factible, a partir de ensayos de información de producción, proyectar el diseño de nuevos equipos y maquinaria en una unidad operativa de proceso.

En la planificación de cambios y en la búsqueda de problemas

Mediante el análisis de información de cada unidad de proceso es posible, identificar probables problemas de diseño e inclusive planificar cambios para solucionarlos.

En el control y pronosticación de la producción

Al mantenerse un modelo que solucione el proceso de producción, es posible a partir del manejo de variables, constantes y particularidades del ciclo de producción, proyectar los volúmenes de producción y de pérdidas en un periodo establecido.

En la toma de decisiones

Con un banco de información generada a través de la experimentación y apoyada en corridas del sistema con datos reales, es posible, proporcionar a la dirección de una herramienta confiable para la toma de decisiones empresariales.

d. CONCLUSIONES

- Permite realizar alteraciones en el modelo de simulación para observar y estudiar los cambios y efectos internos y externos del comportamiento del sistema
- Generalmente es más barato mejorar el sistema vía simulación, que hacerlo directamente en el sistema real.
- Debido a su bajo costo nos permite financiar proyectos costosos. v Permite estudiar el sistema sin modificarlo, a través de la observación detallada de la simulación consiguiendo estrategias que mejoren la operación y eficiencia del sistema.
- Genera una visión macro y micro del sistema de forma general y detallada.

- Permitir tratar problemas planteados en amplios periodos de tiempo, comprimiendo su estudio a unos minutos.
- Carácter Descriptivo; permite la realización de análisis de sensibilidad.
- Se puede utilizar en todos los niveles de la organización como: operativos, tácticos y estratégicos

D. Según: (BARAHONA CASTILLO & NAVARRO INFANTE, 2013)

a. **TITULO:**

Mejora Del Proceso De Galvanizado En Una Empresa Manufacturera De Alambres De Acero Aplicando La Metodología Lean Six Sigma

b. **OBJETIVO:**

Reducir el alto consumo de zinc y disminuir las devoluciones de productos fuera de especificación y con defectos

c. **RESUMEN**

En el presente trabajo se plantea reducir el consumo de zinc aplicando como herramienta de mejora la metodología Lean Six Sigma. Se desarrollan las fases de definición, medición, análisis y mejora, utilizando herramientas de Lean Manufacturing y Six Sigma.

En la fase de definición se identifica el problema principal del área de galvanizado mediante una matriz de enfrentamiento que considera una serie de factores para cada uno de los problemas encontrados, dando como principal problema el alto consumo d zinc. Además, se

elabora el Project Charter, la voz del cliente, los diagramas de proceso y el cronograma de trabajo.

En la fase medición se describe la situación actual del proceso a través del mapa de flujo de valor, se identifican las variables de entrada-salida de cada uno de los procesos del área de galvanizado para seleccionar las variables críticas del proceso que influyen en el problema principal y se evalúa el costo de la no calidad. Se emplea la prueba R&R, gráficos de control y el análisis de la capacidad del proceso para obtener la situación actual del proceso en estudio.

La fase analizar se divide en dos grupos: análisis del proceso y análisis de datos. En el primer grupo se identifican los desperdicios en base al mapa de flujo de valor y las oportunidades de mejora a través del uso de las herramientas de lean manufacturing, donde se hace un planteamiento de la situación actual. En el segundo grupo se efectúa el análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables correspondientes a este grupo, donde se obtienen que la longitud de inmersión en la tina de zinc (m) y la velocidad de recogido (m/min) son variables causa raíz que influyen en el problema principal.

La fase mejorar es la última que se desarrolla y se divide en dos grupos: mejoras utilizando herramientas de Lean Manufacturing y Six Sigma. En el primer grupo se desarrolla el planteamiento de la mejora propuesta por cada herramienta analizada en la fase anterior y su beneficio. En el segundo grupo se desarrolla el diseño de experimentos para las dos variables que influyen en el

problema principal, analizadas en la fase anterior. De esta manera se obtienen los valores de las variables que optimizan el valor de la capa de zinc a 274.7 g/m².

Finalmente la evaluación económica nos ofrece los beneficios económicos alcanzados luego de ejecutarse la fase de mejora

d. **CONCLUSIONES**

- Es indispensable que los directivos, jefes y trabajadores colaboren con la nueva metodología a implementar para que se alcancen los objetivos deseados en el plazo establecido y con el presupuesto planificado.
- En la fase de definición se identifica el problema principal del área de galvanizado mediante una matriz de enfrentamiento que considera los factores de frecuencia, pérdidas mensuales y facilidad de implementación para cada uno de los problemas encontrados. De esta manera, se tiene como principal problema el alto consumo de zinc representando un exceso de consumo de 55 g/m². Además se definen el alcance, los objetivos y las metas del proyecto de mejora teniendo como resultado el Project charter, la voz del cliente, los diagramas de proceso y el cronograma de trabajo.
- En la fase medición se describe la situación actual del proceso a través del mapa de flujo de valor donde se visualiza que el tiempo de respuesta que exige el cliente es menor al del proceso actual, se identifican las variables de entrada-salida de cada uno de los procesos del área de galvanizado (área a analizar) para seleccionar las

variables críticas del proceso que influyen en el problema principal mediante una matriz de enfrentamiento y se evalúa el costo de la no calidad. Además se determina que el sistema de medición es aceptable mediante la prueba R&R y que el proceso no es capaz ya que la dispersión sobrepasa los límites de especificación y tiene una eficacia de 76%.

- La fase analizar se divide en dos grupos: análisis del proceso y análisis de datos. De las variables críticas identificadas, dos requieren un análisis del proceso y las demás un análisis de datos. En el primer grupo, análisis del proceso, se identifican los desperdicios en base al mapa de flujo de valor, el cual es un entregable de la fase medición. En adición, se identifican las oportunidades de mejora a través del uso de dos herramientas de lean manufacturing: 5 S y mantenimiento productivo total; donde se hace un planteamiento de la situación actual. En el
- segundo grupo, análisis de datos, se efectúa el análisis de varianza (ANOVA) para cada una de las variables correspondientes a este grupo, donde se obtiene que solo dos del total, longitud de inmersión en la tina de zinc y velocidad de recogido (m/min), influyen en el problema principal.
- La fase mejorar se divide en dos grupos: mejoras utilizando herramientas de Lean manufacturing y mejoras utilizando herramientas de Six Sigma. En el primer grupo se desarrolla el planteamiento de la mejora propuesta por

cada herramienta analizada en la fase anterior y su beneficio. En el segundo grupo se desarrolla el diseño de experimentos para las dos variables que influyen en el problema principal, analizadas en la fase anterior. De esta manera se obtiene una longitud de inmersión en la tina de zinc de 2.4 m y una velocidad de recogido de 76 m/min, que optimiza el valor de la capa de zinc a 274.7 g/m².

- Con las mejoras de Six sigma se logra disminuir la capa de zinc de 330 g/m² a 274.7 g/m². Las mejoras de lean manufacturing se ven reflejadas en un flujo continuo del proceso, al reducir las paradas y las vibraciones de los equipos, lo cual es un soporte para los niveles de velocidad de operación propuestos en la fase anterior.
- Finalmente, el proyecto de Lean Six Sigma con una duración de un año, tiene una inversión de 43,166 dólares y genera un ahorro anual de 80,454.6 dólares. Se concluye que el proyecto es rentable dado que presenta un valor actual neto de 17,799.40 dólares y una tasa interna de retorno de 66%.

E. Según: (LAUG MILLA, 2003)

a. **TITULO:**

Plan De Mejoramiento De Los Servicios Que Presta
El Departamento De Cuentas Corrientes De La Alcaldía
Municipal De Soyapango

b. **OBJETIVO:**

Realizar un estudio en el departamento de Cuentas
Corrientes de la Alcaldía Municipal de Soyapango para

proponer mejoras en el medio laboral y en la prestación de servicios internos de esta dependencia

c. RESUMEN

En el capítulo uno, se expresan los objetivos del trabajo, también contiene aspectos fundamentales para ejecutar este tipo de investigación, tales como los alcances y limitaciones. Además, se establece la importancia, justificación, e importancia social que conlleva la realización del mismo.

El capítulo dos, consta de los antecedentes y generalidades de la Alcaldía Municipal de Soyapango y del municipio mismo. En cuanto a los antecedentes del municipio, se detallan los puntos más importantes como su historia, ubicación, vías de comunicación, desarrollo urbano, población y actividad económica.

En lo relacionado a aspectos fundamentales que ayudarán al lector a conocer un poco más a la Alcaldía de Soyapango, se detallan algunos como su misión, visión, funciones, estructura organizativa e instituciones relacionadas con la misma.

En el capítulo tres, se presentan algunos tópicos generales del servicio al cliente, el concepto y características del servicio y cliente. También se presenta el concepto de servicios públicos y la clasificación de los servicios de la Alcaldía Municipal de Soyapango, dándose

a conocer el marco teórico que servirá de base para la creación de propuestas con el fin de mejorar los servicios del departamento de Cuentas Corrientes de la Alcaldía de Soyapango, el cual se expresa en el capítulo IV.

En el capítulo cuatro, se presenta el diagnóstico de la situación actual del departamento de Cuentas Corrientes de la Alcaldía Municipal de Soyapango, y la metodología de la investigación. El desarrollo de este capítulo y el diagnóstico mismo, contiene el análisis de los procedimientos y diagramas de los procesos actuales de los servicios del departamento de Cuentas Corrientes, así como el análisis y diagnóstico de los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada a los empleados y contribuyentes del departamento de Cuentas Corrientes, y del medio en general.

El capítulo cinco, es prácticamente la culminación del documento, ya que en él se detalla la parte esencial de todo el trabajo. Este capítulo contiene el diseño del plan propuesto para mejorar los servicios que presta el departamento de Cuentas Corrientes de la Alcaldía Municipal de Soyapango, en el cuál se incluyen básicamente los siguientes puntos: tópicos de la planeación, la planeación municipal, los objetivos del plan, sus políticas y estrategias. Además contiene los procedimientos y pasos para el desarrollo de cada estrategia. También contiene las técnicas de monitoreo y seguimiento que harán una evaluación de la información

obtenida y servirá como retroalimentación para realizar mejoras continuas.

En el capítulo seis, se incluyen las conclusiones y recomendaciones más pertinentes, que de alguna manera beneficiarán positivamente el desarrollo efectivo de este plan.

Finalmente, como base de sustentación de todo trabajo, se presenta el glosario, la bibliografía y anexos, en términos de información y documentos utilizados en la investigación.

d. CONCLUSIONES

- Los servicios públicos se ofrecen de forma directa a los ciudadanos para cubrir sus necesidades en relación con la salud, la vivienda, la educación, la asistencia y la seguridad social. Los servicios no se limitan al sector público, cada vez es mayor la participación de organizaciones privadas, de voluntariado o de otro tipo de sector. En el paso del tiempo, estos servicios han sido objetos de reforma y modernización generalizados, destinados a racionalizar costos, coordinar las prestaciones y atender a las necesidades de los usuarios.
- Por lo que, la reestructuración de los servicios acarrea nuevos cambios organizativos, y la implicación del usuario se traduce en nuevas prácticas laborales, que no siempre precisan una respuesta favorable a la calidad del servicio que se está ofreciendo. Así pues, el plan de mejora, se desarrolló, examinando los diferentes factores que han

impactado sobre la calidad de la vida laboral y la implicación de los trabajadores en la prestación de los servicios y en las iniciativas que tienden a mejorar la calidad de estos servicios.

- Un importante desafío en el futuro será el desarrollo de organismos a todos los niveles para fomentar una mejor coordinación del seguimiento y control del plan de mejora de los servicios. La participación de los usuarios, de los empleados y del jefe del departamento debe orientarse a la mejora continua.
- La calidad de los servicios esta indiscutiblemente ligada a la calidad de la vida laboral.
- En varios casos ha quedado patente que la inseguridad laboral y la diferencia de condiciones de trabajo entre el sector público y las organizaciones sin ánimo de lucro han acabado por minar la moral de los trabajadores, repercutiendo así sobre la calidad del servicio.
- En cambio cuando se instauran buenas prácticas laborales y buenas condiciones de trabajo, la satisfacción profesional y la gratificación de carácter no económico son elevadas. Es aquí la importancia de romper paradigmas en cuanto a la calidad de trabajo de un empleado público. Es decir un empleado que se encuentre motivado, capacitado, e informado de cuales son sus funciones, y cuáles son sus objetivos. No deberá representar mayor problema para desempeñar exitosamente sus funciones
- El plan propuesto desde la óptica de la ingeniería industrial ofrece soluciones bastante factibles para su

implementación, ya que una vez identificadas las oportunidades de mejora y los grandes desafíos que enfrentan los servicios que se ofrecen en el departamento de Cuentas Corrientes de la Alcaldía de Soyapango, se hace posible la aplicación de la ingeniería en este plan de mejoramiento, obteniendo una mezcla de análisis de problemas y de sus posibles soluciones, es decir que el resultado de esta investigación concluye lo siguiente:

- Este documento contiene la información necesaria que ayudará al mejoramiento de los servicios que presta el departamento de Cuentas Corrientes. Dicha información surge a partir de los antecedentes, desarrollo, problemáticas y necesidades del municipio y específicamente de dicho departamento.
- El mejoramiento más relevante que se obtuvo como meta fue la reducción del tiempo en los procedimientos de pago de impuestos, pago de tasas y pago de impuestos mediante un plan de pago. Dicha reducción se logró gracias a modificaciones hechas en la propuesta: manteniendo un orden lógico de atención de los contribuyentes, rediseñando las áreas de trabajo, tecnificando la organización, así como también a través de la definición de los puestos de trabajo para cada uno de los empleados del departamento.
- Es decir, que en el procedimiento actual de pago de impuestos, el tiempo promedio que se toma en atender al contribuyente es de 34.68 minutos, con el procedimiento

propuesto tomará 20.18 minutos, reduciéndose 14.5 minutos equivalentes a un 42%.

- Para el procedimiento actual de pago de tasas, el tiempo promedio que se toma en atender al contribuyente es de 65.85 minutos, con el procedimiento propuesto tomará 28.22 minutos, reduciéndose 37.63 minutos equivalentes a un 57%. Y para el procedimiento actual de pago de impuestos mediante un plan, el tiempo promedio que se toma en atender al contribuyente es de 83.69 minutos, con el procedimiento propuesto tomará 63.5 minutos, reduciéndose 20.19 minutos equivalentes a un 24%.
- Con respecto al mejoramiento de la organización y ambiente de trabajo se propone, la estructuración del organigrama, perfiles para cada empleado, equipo, herramientas y técnicas para que el empleado logre desarrollar bien su trabajo y además se logre modificar el clima y la cultura de la organización. Asimismo, la programación de las estrategias ha permitido hacer una valoración económica vrs. Beneficios para el mejoramiento y ordenamiento de los procesos.
- Para finalizar, todas estas mejoras son con el propósito de aumentar la calidad de los servicios que presta el departamento de Cuentas Corrientes, dejando en manos de las autoridades correspondientes este plan para su futura implementación y seguimiento.

F. Según: (GAMBOA DE LEÓN RÉGIL, 2005)

a. TITULO:

Optimización Del Proceso De Fabricación De Bloques De Concreto Del Estándar 15x20x40 Cm Con Grado De Resistencia 28 Kg/Cm², Caso Especifico Fuerte-Block Máquinas #1 Y #2

b. OBJETIVO:

Optimizar el producto terminado, en una planta de producción de bloques de concreto, con la mayor eficiencia en el manejo de sus recursos y la capacidad instalada de la empresa

c. RESUMEN

La producción de bloques de concreto por medio de máquinas de volteo es un método simple; aunque tiene cierta complejidad en relación a su proceso, materias primas, especificaciones puntuales y detalladas de las actividades de los colaboradores, designación de horarios de trabajo y campañas de mejora que fueron analizadas y estudiadas por medio de las herramientas de la ingeniería que permitieron mejorar la eficiencia de la misma.

Se logró mejoras de costos de mano de obra al identificar el punto de equilibrio de la planta y se superó los estándares anteriores de la calidad del bloque. Por medio de los estudios realizados se logró elevar la capacidad de producción de 1380 a 1600 unidades diarias de producción, simultáneamente se elevó la eficiencia de un 35% a un 40%.

Administrativamente, se crearon horarios fijos de trabajo, así como un sistema de comunicación interna que mejorará el ambiente de trabajo en la planta a todo nivel.

Se definieron formas de control que permitirán mantener y mejorar los índices de producción y calidad.

d. CONCLUSIONES

- El estudio de campo realizado demuestra que la industria de la construcción de bloques de concreto, se ha desarrollado de una manera muy empírica y hereditariamente. No es una industria modernizada, aunque la maquinaria sí ha evolucionado, las prácticas de manufactura han trascendido en el tiempo y han impedido la optimización del proceso.
- Se implementó un sistema de capacitación y seguimiento a procedimientos como una herramienta que ayuda a mantener una buena calidad, en este producto terminado como en las relaciones interpersonales laborales y de buen ambiente de trabajo.
- El método en estudio demostró que se necesitaba elevar los índices de resistencia y calidad del proceso actual, mismos que fueron elevados considerablemente y a niveles admisibles en normas internacionales de resistencia. El involucramiento directo de operarios en implantación de reportes de control en los diferentes índices, proporciona un control de la calidad del producto terminado; que es una herramienta vital para competir en

mercados nacionales fuertes o en mercados internacionales.

- El orden y simplificación en los procesos de comunicación ayudan a disminuir el tiempo de aprendizaje de cualquier nuevo colaborador e incluso eleva al nivel de pericia de aquellos operarios que rutinariamente han aprendido el oficio y desconocen cómo pueden elevar su rendimiento o disminuir la fatiga elevando su productividad.
- Se estableció un punto de equilibrio en el cual la mano de obra posee una disminución en su costo al mantener estos puntos como índices de producción.
- Se le dio un nuevo enfoque al localizar las tareas de cada colaborador de una forma puntual, medible y realizable. Los colaboradores de una forma positiva son parte del cambio y crecimiento como la misma campaña lo indica. El tomar en cuenta a los colaboradores en el nuevo cambio los prepara mentalmente y del mismo modo los motiva a hacer su trabajo más eficientemente.

G. Según: (LUZARDO SOLEDISPA JESSICA MARIA, VÁSQUEZ LOZANO GLORIA GEORGINA, 2010)

a. TITULO:

“Sistema de Control de Procesos Empresariales por medio de Indicadores de Gestión aplicado al Departamento de Servicio al Cliente en el Proceso de Facturación y Atención de Reclamos de la empresa PLÁSTICOS S.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil”

b. OBJETIVO:

Creación de un Sistema de Indicadores aplicado al Departamento de Servicio al Cliente en el Proceso de Facturación y Atención de Reclamos de la empresa PLÁSTICOS S.A.

c. RESUMEN

En el mundo actual de los negocios, la principal herramienta de sostenibilidad en el tiempo con la que cuentan las empresas son las llamadas estrategias organizacionales. Para que una organización pueda aplicar con éxito sus estrategias, es necesario que en primer lugar se establezcan objetivos específicos, ¿pero cómo medir en el tiempo si se están cumpliendo con dichos objetivos?, es ahí donde nacen los llamados indicadores, los cuales miden el grado de avance de los objetivos propuestos, con el control de estos indicadores se pueden determinar planes de acción, los que a su vez encaminan nuevamente a la organización a la estrategia inicialmente establecida.

El presente trabajo detalla la creación de un Sistema de Indicadores aplicado al Departamento de Servicio al Cliente en el Proceso de Facturación y Atención de Reclamos de la empresa PLÁSTICOS S.A., cuya estructura se encuentra dividida en 6 capítulos. En el capítulo uno, se detalla un conjunto de conceptos básicos para la comprensión y manejo adecuado de indicadores; el capítulo dos, nos da a conocer el funcionamiento del negocio en el que se trabajó; en el capítulo tres, se efectúa la construcción del sistema de indicadores; el capítulo

cuatro, presenta un aplicativo informático desarrollado con datos del negocio; en el capítulo cinco, se realizan pequeños análisis estadísticos y se utilizan herramientas de calidad para la comprensión de la información obtenida; finalmente, existe un sexto capítulo en el que se concluye el trabajo desarrollado y se realizan algunas recomendaciones.

d. CONCLUSIONES

Como lo indicamos en capítulos anteriores, el uso de los indicadores nos ayuda a responder preguntas fundamentales del negocio como: ¿han aumentado las ventas este mes?, ¿cuánto vendíamos el año pasado a esta fecha? ¿hemos llegado al cumplimiento de la meta? Esto nos da muestra de que, con el uso adecuado de los indicadores podemos obtener información en un tablero que será la mejor herramienta para gerentes o ejecutivos en la toma de decisiones. Veamos las conclusiones de nuestros indicadores:

- **Incremento de ventas**

Luego del análisis del indicador se concluyó que no se pudo llegar al cumplimiento del 2% anual en Ventas, debido a que los vendedores no recibieron una motivación y capacitación adecuada de parte del Jefe de Ventas.

Se determinó elaborar un plan anual de capacitación al personal de ventas con el apoyo del departamento de recursos humanos, en los cuales se incluyan temas como:

Motivación, excelencia en el servicio al cliente, las buenas prácticas de un vendedor eficiente, etc.

I.8 Marco conceptual

I.8.1 Metodologías para el modelamiento y simulación

A. Definición de simulación por ordenador

SIMULACIÓN POR ORDENADOR (OSCAR, 2006).- La simulación por ordenador se refiere a unos métodos para estudiar los modelos de los sistemas reales mediante una evaluación numérica usando un software designado para imitar las características y operaciones del sistema. Desde un punto de vista práctico la simulación es el proceso de diseñar y crear un modelo computarizado de un sistema real propuesto para llevar a cabo experimentos numéricos, que nos proporcionarán un mejor entendimiento del comportamiento del sistema para unas condiciones dadas. Aunque se puede utilizar para estudiar sistemas simples, el verdadero poder de esta técnica se aplica en el estudio de los sistemas complejos.

B. Mejora de proceso

(SIERRALTA, 2010) En su trabajo titulado: “Propuesta para el incremento de la capacidad y productividad en una empresa fabricante de equipos de refrigeración comercial”, la investigación se enmarca en modalidad de proyecto técnico, basándose en el desarrollo de tres fases donde se diagnosticó la situación actual posteriormente realizo un análisis económico de la factibilidad y luego el diseño del proyecto.

Para esto se basó en la aplicación de instrumentos y técnicas proporcionadas por la ingeniería de métodos, mediante el estudio concluyo dar inicio al diseño del proyecto, en el cual se establecen

aspectos de mejoras para cada línea de fabricación que conllevan al logro de los objetivos planteados. Este trabajo tiene una relación con el Presente estudio porque ambos tienen como objetivos proponer mejoras al sistema operacional, orientados a solventar problemas de tipo práctico satisfaciendo con ello las necesidades de la empresa y sus clientes.

(CUBAS, 2006) Realizo el estudio con la finalidad del mejoramiento de la línea de producción de Colgantes de Metal Parts C. A., estableciendo mejoras mediante la aplicación de técnicas de ingeniería de métodos y plantas industriales (descripción del proceso, diagrama de flujo, diagrama causa-efecto, análisis crítico de las operaciones). Concluyendo que mediante la aplicación de las técnicas mencionadas anteriormente, se estableció una propuesta cuya aplicación contribuirá al incremento de la productividad del sistema.

C. Estudio de cuello de botella

Según (BURGOS, 1995) un cuello de botella es aquella instalación o elemento situado en la línea principal del proceso, cuya capacidad productiva es la más baja.

Para realizar un estudio de cuello de botella en un proceso es necesario partir de dos funciones básicas: En un determinado momento, solo puede existir un único cuello de botella dentro de un proceso: en cada momento solo puede existir un cuello de botella, aunque este pueda ir desplazándose de una instalación a otra de una misma planta en función de las circunstancias.

Para minimizar stocks, la cadencia de salida de productos tiene que ajustarse en todo momento a la capacidad del cuello de botella; resulta inútil producir sin freno contra un cuello de botella. El único efecto que

se conseguiría será la acumulación de stocks a su entrada. Es importante tratar de acomodar la velocidad de la producción a la capacidad real de absorción del cuello de botella.

D. Pasos para un estudio de tiempos y movimientos

(AMORES BALSECA, 2011) Para resumir, los pasos para realizar y calcular un estudio de tiempos típico son los siguientes:

1. Sincronizar el cronómetro con el reloj maestro y registrar el tiempo de inicio.
2. Caminar a la operación e iniciar el estudio. La lectura al inicio es el tiempo transcurrido antes del estudio.
3. Calificar el desempeño del operario mientras se lleva a cabo el elemento y registrar la calificación sencilla o la calificación promedio.
4. Activar el cronómetro al inicio del siguiente elemento. Para tiempo continuo y para tiempos con regresos a cero, introducir la lectura del tiempo observado.
5. Para un elemento extraño, registrar los tiempos en la sección de elementos extraños.
6. Una vez cronometrados todos los elementos, detener el cronómetro en el reloj maestro y registrar el tiempo de terminación.
7. Registrar la lectura como el tiempo transcurrido después del estudio (TTDE).
8. Sumar 2 y 7 Para obtener el tiempo de verificación. Tiempo de verificación = (TTAE + TTDE).
9. Restar 6 menos 1 Para obtener el tiempo transcurrido. Tiempo transcurrido = (T terminado – T inicio).

10. Calcular el tiempo normal multiplicando el tiempo observado por la calificación $TN = (TO * CALIF)$.
11. Sumar todos los tiempos observados y los tiempos normales para cada elemento. Encontrar el tiempo normal promedio.
12. Sumar todos los TO (tiempo observado) totales para obtener el tiempo efectivo.
13. Sumar todos los elementos extraños para obtener el tiempo no efectivo.
14. Sumar 8, 12 y 13 para obtener el tiempo registrado total.
Tiempo registrado total = $(TV + TE + TnoE)$.

E. Proceso metodológico para el desarrollo del sistema de control de gestión (**LUZARDO SOLEDISPA JESSICA MARIA, VÁSQUEZ LOZANO GLORIA GEORGINA, 2010**)

Para el desarrollo de un Sistema de Control de Gestión es necesario lo siguiente:

1. Realizar un Diagnóstico Institucional:

Estudio estratégico de la organización a través de un FODA

2. Identificación de procesos Claves:

Luego de conocer como se encuentra el sistema a controlar, es necesario identificar los procesos claves para el éxito empresarial.

3. Diseño del sistema de indicadores:

De la identificación de las áreas claves, se originan los indicadores que van a permitir medir atributos de dichos procesos y tomar las decisiones pertinentes para su corrección.

F. Conceptos de diversos autores

a) (ANGARITA, 2016), el proceso de modelamiento y simulación de un proceso productivo es:

- **DEFINICIÓN DEL SISTEMA.** Cada estudio debe de comenzar con una descripción del problema o del sistema. Debe determinarse los límites o fronteras, restricciones, y medidas de efectividad que se usarán.
- **FORMULACIÓN DEL MODELO.** Reducción o abstracción del sistema real a un diagrama de flujo lógico.
- **PREPARACIÓN DE DATOS.-** Identificación de los datos que el modelo requiere y reducción de estos a una forma adecuada.
- **SELECCIÓN DEL LENGUAJE:** De la selección del lenguaje dependerá el tiempo de desarrollo del modelo de simulación, es importante utilizar el lenguaje que mejor se adecuó a las necesidades de simulación que se requieran. La selección puede ser desde usar un lenguaje general como lo es BASIC, PASCAL o FORTRAN hasta hacer uso de un paquete específicamente para simular sistemas de manufactura como el SIMFACTORY o el PROMODEL, o lenguajes de Simulación como: GPSS, SLAM, SIMAN, SIMSCRIPT, etc.
- **TRANSLACIÓN DEL MODELO.** Consiste en generar las instrucciones o código computacional o necesario para lograr que el modelo pueda ser ejecutado en la computadora.
- **VALIDACIÓN DEL MODELO.** Es el proceso que tiene como objetivo determinar la habilidad que tiene un modelo para

representar la realidad. La validación se lleva a cabo mediante la comparación estadística de los resultados del modelo y los resultados reales.

- **PLANEACION ESTRATÉGICA.** Diseño de un experimento que producirá la información deseada.
- **PLANEACIÓN TÁCTICA.** Determinación de cómo se realizará cada una de las corridas de prueba
- **EXPERIMENTACIÓN.** Corrida de la simulación para generar los datos deseados y efectuar análisis de sensibilidad.
- **INTERPRETACIÓN.** Obtención de inferencias con base en datos generados por la simulación
- **IMPLANTACIÓN.** Una vez seleccionada la mejor alternativa es importante llevarla a la práctica, en muchas ocasiones este último caso es el más difícil ya que se tiene que convencerá la alta dirección y al personal de las ventajas de esta puesta en marcha. Al implantar hay que tener cuidado con las diferencias que pueda haber con respecto a los resultados simulados, ya que estos últimos se obtienen, si bien de un modelo representativo, a partir de una suposiciones.
- **MONITOREO Y CONTROL:** No hay que olvidar que los sistemas son dinámicos y con el transcurso del tiempo es necesario modificar el modelo de simulación, ante los nuevos cambios del sistema real, con el fin de llevar a cabo actualizaciones periódicas que permitan que el modelo siga siendo una representación del sistema.

b) (TARIFA, 2001), manifiesta las etapas para el modelamiento y simulación de un proceso productivo.

En el desarrollo de una simulación se pueden distinguir las siguientes etapas (Banks *et al.*,1996):

- **Formulación del problema:** En este paso debe quedar perfectamente establecido el objeto de la simulación. El cliente y el desarrollador deben acordar lo más detalladamente posible los siguientes factores: los resultados que se esperan del simulador, el plan de experimentación, el tiempo disponible, las variables de interés, el tipo de perturbaciones a estudiar, el tratamiento estadístico de los resultados, la complejidad de la interfaz del simulador, etc. Se debe establecer si el simulador será operado por el usuario o si el usuario sólo recibirá los resultados. Finalmente, se debe establecer si el usuario solicita un trabajo de simulación o un trabajo de optimización.

- **Definición del sistema:** El sistema a simular debe estar perfectamente definido. El cliente y el desarrollador deben acordar dónde estará la frontera del sistema a estudiar y las interacciones con el medioambiente que serán consideradas.

- **Formulación del modelo:** Esta etapa es un arte y será discutida más adelante. La misma comienza con el desarrollo de un modelo simple que captura los aspectos relevantes del sistema real. Los aspectos relevantes del sistema real dependen de la formulación del problema; para un ingeniero de seguridad los aspectos relevantes de un

automóvil son diferentes de los aspectos considerados por un ingeniero mecánico para el mismo sistema. Este modelo simple se irá enriqueciendo como resultado de varias iteraciones.

- **Colección de datos:** La naturaleza y cantidad de datos necesarios están determinadas por la formulación del problema y del modelo. Los datos pueden ser provistos por registros históricos, experimentos de laboratorios o mediciones realizadas en el sistema real. Los mismos deberán ser procesados adecuadamente para darles el formato exigido por el modelo.

- **Implementación del modelo en la computadora:** El modelo es implementado

Utilizando algún lenguaje de computación. Existen lenguajes específicos de simulación que facilitan esta tarea; también, existen programas que ya cuentan con modelos implementados para casos especiales.

- **Verificación:** En esta etapa se comprueba que no se hayan cometido errores durante la implementación del modelo. Para ello, se utilizan las herramientas de *debugging* provistas por el entorno de programación.

- **Validación:** En esta etapa se comprueba la exactitud del modelo desarrollado. Esto se lleva a cabo comparando las predicciones del modelo con: mediciones realizadas en el sistema real, datos históricos o datos de sistemas similares. Como resultado de esta etapa puede surgir la necesidad de modificar el modelo o recolectar datos adicionales.

Diseño de experimentos: En esta etapa se decide las características de los experimentos a realizar: el tiempo de

arranque, el tiempo de simulación y el número de simulaciones. No se debe incluir aquí la elaboración del conjunto de alternativas a probar para seleccionar la mejor, la elaboración de esta lista y su manejo es tarea de la optimización y no de la simulación. Debe quedar claro cuando se formula el problema si lo que el cliente desea es un estudio de simulación o de optimización.

Experimentación: En esta etapa se realizan las simulaciones de acuerdo el diseño previo. Los resultados obtenidos son debidamente recolectados y procesados.

Interpretación: Se analiza la sensibilidad del modelo con respecto a los parámetros que tienen asociados la mayor incertidumbre. Si es necesario, se deberán recolectar datos adicionales para refinar la estimación de los parámetros críticos.

Implementación: Conviene acompañar al cliente en la etapa de implementación para evitar el mal manejo del simulador o el mal empleo de los resultados del mismo.

Documentación: Incluye la elaboración de la documentación técnica y manuales de uso. La documentación técnica debe contar con una descripción detallada del modelo y de los datos; también, se debe incluir la evolución histórica de las distintas etapas del desarrollo. Esta documentación será de utilidad para el posterior perfeccionamiento del simulador.

c) (ZEVALLOS WONG, 2009) Manifiesta las etapas para el modelamiento y simulación de un proceso productivo es:

- Definición del sistema

Para tener una definición del sistema que se desea simular, es necesario hacer un análisis preliminar del mismo, con el fin de determinar la interacción del sistema con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones, las medidas de efectividad que se van a utilizar para definir y estudiar el sistema y los resultados que se esperan obtener del estudio.

- **Formulación del modelo**
Definir todas las variables que forman parte del modelo, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa al modelo.
- **Colección de datos**
Definir con claridad los datos que el modelo va a requerir. Esta se puede obtener de registros contables, de opiniones de expertos, de bases de datos, de información histórica.
- **Verificación del modelo**
Se refiere a la construcción correcta del modelo, si la lógica operacional del modelo (programa de ordenador) se corresponde con la lógica del diseño. Permite determinar si hay errores en el programa
- **Validación del modelo**
El método que se utiliza en este trabajo es el de comparación de los resultados de salida del modelo con los del sistema real. Consiste en ejecutar el modelo y obtener una serie de datos de salida y comparar éstos, mediante algún método estadístico, con resultados que se tengan del sistema.

I.8.2 Software Arena

A. Definición

“Arena es un potente software de modelado y simulación de diferentes áreas de negocio. Se ha diseñado para analizar el impacto de los cambios que suponen los complejos y significativos rediseños asociados a la cadena de suministros, procesos, logística, distribución y almacenaje y sistemas de servicio. Tiene gran flexibilidad y cubre gran cantidad de aplicaciones a modelar con cualquier nivel de detalle o complejidad. (Bradley, 2007)

B. Objetos básicos en el software Arena (TORRES VEGA, 2010)

Modulo CREATE:

Este módulo es usado para generar una o más entidades que ingresaran al modelo del sistema. En este se especifica el tiempo entre arribos de las entidades, el número de entidades por arribo y la hora que debe aparecer la primera entidad.

Módulo Process.

Este módulo ejecuta la actividad que debe realizar la entidad en el sistema. Cuando una entidad ingresa al módulo Process, lo esencial es saber el impacto en términos de consumo de tiempo, utilización del recurso o cualquier otra lógica que impacte el desempeño del sistema. La actividad puede ser solo un retardo o Delay, por ejemplo un desplazamiento. Pero también puede ser una operación que consuma recursos del sistema, como el servicio de atención al cliente por medio del empleado.

Módulo Dispose

De la misma manera que el módulo Create, representa el ingreso de las entidades al sistema, el módulo Dispose representa la salida, es decir, el primer módulo las crea y el segundo los elimina. Hay una variable que va contabilizando el número de entidades que pasan por el módulo Dispose.

Modulo Decide

Este módulo se utiliza en los procesos de toma de decisiones en el sistema. Incluye opciones para tomar decisiones basadas en una o más condiciones e en una o más probabilidades. Las condiciones pueden basarse en valores de tributos, valores de variables, tipos de entidades o expresión.

Modulo Record

Este módulo se utiliza en la recolección de estadísticas en el reporte de resultados del modelo simulado. Proporciona diversos tipos de estadísticas, incluyendo el tiempo de permanencia en el sistema (Tally -Time – Interval), tiempo entre arribos (Tally -Time – Between), conteo de entidades (Count).

I.8.3 Elaboración de chocolate Orgánico

A. Definición de chocolate orgánico

Según (GUERRERO, DANTE; GIRÓN, CATHERIN; MADRID, ANGHELLA; MOGOLLON, CLAUDIA ; QUIROZ, CLAUDIA ; VILLENA, DHAIDA, 2012)

El cacao es una baya denominada mazorca o maraca, con forma de calabacín alargado que al madurar se vuelve amarilla. Cada baya contiene de 30 a 50 semillas. Los granos de cacao fermentados, secados y tostados se usan para hacer chocolate. (Enciclopedia de

salud, dietética y psicología, 2012) Se define una producción orgánica como la ausencia de agroquímicos en una porción de tierra, es por ello que el cacao se considera orgánico cuando en su cultivo no se ha utilizado ningún tipo de sustancia química.

B. Procesamiento de chocolate orgánico

Según (GUERRERO, DANTE; GIRÓN, CATHERIN; MADRID, ANGHELLA; MOGOLLON, CLAUDIA ; QUIROZ, CLAUDIA ; VILLENA, DHAIDA, 2012)

a. Limpieza de los granos de cacao (Beckett, 2009)

Los granos de cacao deben limpiarse para eliminar impurezas.

Las impurezas pueden causar desgaste y daños en la maquinaria de procesamiento posterior. La limpieza se lleva a cabo normalmente en varias etapas:

- Eliminación de las impurezas gruesas por tamizado.
- Eliminación de la materia ferrosa con imanes.
- Deshuesado y la eliminación de otras partículas de alta densidad.
- Recolección de polvo durante varias etapas de limpieza.

Un conjunto de tamices vibratorios elimina tanto las partículas muy grandes como las muy pequeñas por tamizado. Pedazos de madera, cuerdas y otros residuos grandes son recogidos por las pantallas gruesas, mientras que los granos de cacao pasan junto con otras pequeñas partículas. Las partículas de baja densidad se separan de los granos de cacao a través de un flujo de aire. La eliminación de polvo y arena es muy importante, debido a su naturaleza abrasiva, que rápidamente desgastará la maquinaria de los procesos siguientes. El material ferroso se retira por medio

de imanes, incluso estos detectores de metales pueden ser utilizados durante el procesamiento posterior.

b. . Descascarillado (Beckett, 2009)

La extracción adecuada de cáscara es un requisito previo para un producto de buena calidad. La cáscara al ser un material muy fibroso, es muy "duro" y por lo tanto dificulta la molienda lo que lleva a la abrasión del equipo de molienda. Idealmente, la cáscara se debe separar perfectamente sin embargo la cáscara alrededor de algunos granos no se puede quitar fácilmente. En la práctica, los granos son generalmente sometidos a tratamientos de calor de superficie para facilitar la liberación de la cáscara, se utilizan tostadores continuos de aire, secadores infrarrojos, entre otros. El principio de la radiación infrarroja se basa en la idea de soplar la cáscara de la semilla. Se compone de radiadores infrarrojos y un vibrador por debajo de la cinta transportadora. Los granos se depositan sobre la cinta, donde se secan. La humedad en el grano se evapora dando un efecto de hinchamiento y el calor aumenta la fragilidad de la cáscara, lo que facilita una fácil extracción de la cáscara después La transferencia de calor se concentra en la superficie más que en el interior del grano. De esta manera el material no deseado, tales como pelos de roedores y fragmentos de insectos, son eliminados por combustión

c. Tostado (Derivados del cacao del sur S.A., 1995)

La tostación es una operación que se lleva a cabo en tostadores específicos a una temperatura de 95-110°C. Durante este proceso, los granos sufren una deshidratación desde 7% a 2% de humedad. Esto, favorece la separación de la cascarilla del

grano y permite obtener grano crudo pelado. Esta operación es fundamental debido a que sus reacciones son las responsables del desarrollo del aroma y sabor típicos del cacao en polvo. La tostación se desarrolla en dos etapas. La primera fase del secado tiene una influencia directa sobre la calidad aromática, pero también una indirecta, por cuanto las reacciones posteriores sólo tienen lugar en medios pobres en agua. Durante la segunda fase se produce el desarrollo del aroma y el sabor. Debemos tener cuidado en esta etapa ya que si se sobrepasa la temperatura óptima puede llegar a tener un aroma y sabor a quemado. Las condiciones del tostado se ajustan de acuerdo a las características de la materia prima, con la finalidad de buscar un mismo resultado ya que no todo el cacao llega al tostado con las mismas condiciones.

d. Molienda 1 (Derivados del cacao del sur S.A., 1995)

Los granos de cacao descascarillado pasan a través de molinos obteniéndose el licor de cacao o pasta de cacao, que tiene una presentación líquida debido a la liberación de la manteca de cacao. Esta pasta de cacao se utiliza para hacer el chocolate. En este Punto su sabor es amargo. El proceso de molienda tiene como insumo manteca de cacao, el cual es añadido a la pasta, esto le da al producto final una mejor textura. Para la segunda molienda, se mezcla la pasta de cacao con la panela y este proceso se hace dos veces para un mejor mezclado.

e. Prensado (Beckett, 2009)

El proceso de presando permite separar la pasta de cacao de la manteca. Un grano de cacao está formado en un 50% de manteca

La maquinaria a utilizar en este proceso son las prensas hidráulicas. El proceso se realiza de la siguiente manera:

- La pasta de cacao es presionada poco a poco.
- Se extrae el contenido graso de la mezcla.
- Cuando se libera la grasa, sale de la prensa la masa de cacao.
- Luego esta masa es un ingreso al proceso de molienda.

f. Molienda 2 (Derivados del cacao del sur S.A., 1995)

Se realiza el mismo procedimiento que la primera molienda, la diferencia es que se le agrega la panela a la mezcla. Se busca una mezcla homogénea.

g. Conchado (Beckett, 2009)

El sabor de un trozo de chocolate depende de que una serie de procesos se lleven a cabo correctamente. El conchado es el último de estos procesos y es la última oportunidad que el fabricante tiene para obtener el sabor requerido para el producto. Este proceso, sin embargo, no puede corregir errores anteriores, por ejemplo, sabores desagradables debidos a humo o moho obtenidos por un secado deficiente, ni puede hacer que un cacao de baja calidad llegue a tener el sabor de un cacao de mejor calidad. La masa de chocolate, incluso cuando los granos del cacao han sido fermentados, secados y tostados correctamente, tiene un sabor muy ácido, que a la mayoría de la gente le desagrada. La función del conchado es eliminar este sabor ácido y conservar los sabores más deseables. En decir, el objetivo del conchado es esencialmente la eliminación de los sabores indeseables y la transferencia de sabor entre los ingredientes, para que el producto final resulte con el sabor deseado.

h. Templado (Beckett, 2009)

El proceso de templado asegura que la manteca de cacao (y, de hecho, equivalentes de manteca de cacao) pueda cristalizar en la forma estable. El método más comúnmente utilizado de templado implica los siguientes pasos:

- I. Fusión completa
- II. Enfriamiento hasta el punto de cristalización
- III. La cristalización
- IV. Fusión de cristales inestables.

i. Moldeado (Beckett, 2009)

El moldeo es el proceso en donde la pasta de chocolate es puesta en moldes para obtener la forma deseada del chocolate final, da un brillo evidente en el producto acabado.

j. Refrigeración (Beckett, 2009)

El enfriamiento se requiere para preparar los dulces para la envoltura inmediata. El enfriador normalmente ocupa alrededor de dos tercios del espacio lineal de la instalación. Los refrigeradores utilizados para productos moldeados, tanto el calor latente y el calor de cristalización necesitan ser removidos. Una mayor temperatura y tiempo de enfriamiento son más favorables que una temperatura más baja y un tiempo más corto de enfriamiento. **Tiempos sugeridos de enfriamiento** Dependiendo del grosor el tiempo estimado del Chocolate negro es entre 4-6 min.

I.9 Glosario de definiciones

- 4.3.1. Simulación: (TORRES VEGA, 2010) Es el proceso de diseñar un modelo lógico matemático de un sistema real y reproducir sus condiciones, su comportamiento operacional y dinámico, para

estudiar y probarlo, con el objetivo de lograr un mayor grado de conocimiento en la toma de decisiones.

4.3.2. Software Arena (VARGAS, 2011). Arena es un lenguaje de simulación basado en objeto inteligente, y entrega diferencias con otros softwares de simulación en la perspectiva de la construcción del modelo. Por ejemplo, en el software Arena, se utiliza un solo tipo de patrón de modelamiento, llamado *orientación a proceso*, en el cual se trabaja en términos de un proceso lógico compuesto por bloques pasivos y que son activados ante la llegada de una entidad. Las entidades se mueven de bloque en bloque y cambian el estado del modelo en el tiempo.

4.3.3. Proceso de producción (NICOLÁS CARTIER, 2003).- Todo proceso de producción es un sistema de acciones dinámicamente interrelacionadas orientado a la transformación de ciertos elementos “entrados”, denominados *factores*, en ciertos elementos “salidos”, denominados *productos*, con el *objetivo primario de incrementar su valor*, concepto éste referido a la “capacidad para satisfacer necesidades”

4.3.4. Modelamiento.- (UNED, 2008) Aprendizaje por imitación a través de un modelo. También denominado aprendizaje vicario

4.3.5. Productividad.- (JIMÉNEZ, CASTRO, & BRENES, 2007) Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

4.3.6. Indicadores Clave de Desempeño KPIS (LUZARDO SOLEDISPA JESSICA MARIA, VÁSQUEZ LOZANO GLORIA GEORGINA, 2010)

KPI, del inglés *Key Performance Indicators*, o **Indicadores Clave de Desempeño**, miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando qué tan buenos son los procesos. Los indicadores clave de desempeño son métricas financieras o no financieras, utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización, y que generalmente se recogen en su plan estratégico.

MATERIALES Y MÉTODOS

I.10 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación que se aplica es descriptivo - analítico – correlacional - explicativo ya que se describe el problema presentado en la sección inyección.

I.11 Universo y muestra.

I.11.1 Determinación del universo

El universo está constituido, por La Asociación Peruana de Productores de Cacao (ASOCIACIÓN PERUANA DEL CACAO, 2016) La Asociación Peruana de Productores de Cacao – APPCACAO, es el gremio nacional de productores de cacao que nace el 14 de octubre del 2004, gracias a la iniciativa de pequeños productores organizados en asociaciones o cooperativas, quienes demandan servicios especializados para fortalecer los sistemas de producción cacao, el desarrollo institucional cooperativo y el fortalecimiento de capacidades de sus recursos humanos.

Contamos con una base social conformada por más de 30,000 pequeños productores de cacao organizados en 25 asociaciones y cooperativas, ubicados en el norte, centro y sur del Perú, en las regiones de Tumbes, Piura, Amazonas, San Martín, Huánuco, Ucayali, Pasco, Junín, Ayacucho, Cuzco y Puno.

Tenemos como finalidad acortar las diferencias de rentabilidad entre todos los productores dando plena libertad en la información sobre los precios internacionales y métodos de trabajo o fijación de precios.

Esta constituido conformada por los principales Gremios cuyos socios son los siguientes:

1. COOPERATIVA AGRARIA INDUSTRIAL NARANJILLO - COOPAIN
2. COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA SATIPO – CAC SATIPO
3. COOPERATIVA AGRARIA CAFETALERA ORO VERDE
4. CENTRAL DE PRODUCTORES AGROPECUARIOS DE AMAZONAS -CEPROAA
5. ASOCIACION REGIONAL DE PRODUCTORES DE CACAO DE TUMBES - ARPROCAT

Este es un caso de aplicación de un modelo de simulación del proceso de producción de cacao orgánico, y el objetivo es determinara un metodología de programación en software de simulación de Arena.

I.11.2 Determinación de la muestra

Como existe variedad en el tipo de productos se escoge el método de muestreo discrecional, por lo tanto se escoge la pulpa de palta congelada, para realizar la investigación, específicamente a la ASOCIACION REGIONAL DE PRODUCTORES DE CACAO DE TUMBES - ARPROCAT (ASOCIACIÓN PERUANA DEL CACAO, 2016)

I.12 Técnicas, procedimientos e instrumentos.

I.12.1 Técnicas

Las técnicas.- Se encontró en las distintas páginas webs, tesis de grados, entrevistas con especialistas que desarrollan simulación en el

software Arena, análisis de documentos de libros de proceso de simulación y herramientas estadísticas.

I.12.2 Procedimiento

Los procedimientos en la elaboración de los instrumentos respondieron al marco teórico, en este caso, el proceso de elaboración de cacao orgánico, los diagrama de operaciones, las velocidades de producción y los objetivos que se necesitan en el Arena, para poder desarrollar y simular el proceso de elaboración de chocolate orgánico (GUERRERO, DANTE; GIRÓN, CATHERIN; MADRID, ANGHHELLA; MOGOLLON, CLAUDIA ; QUIROZ, CLAUDIA ; VILLENA, DHAIDA, 2012) .

Las preguntas claves, fueron velocidades de producción de las distintas operaciones, del proceso productivo, así como su procedimiento en los objetos correspondientes, en el software Arena. La organización de los objetivos requeridos en Software (simulación del proceso) y el enlace entre los mismo, generaron la búsqueda de los atributos, en el software (objetos)

I.12.3 Instrumentos

Es este caso el instrumento que vamos aplicar es el software Arena, es decir el software de simulación del proceso de chocolate organico, porque mediante este instrumento vamos a validar nuestra investigación.

I.12.4 Materiales utilizados.

Los materiales utilizados en esta investigación son:

- Computadora Pentium IV
- Software Windows 7.

- Software Arena.
- CDs.
- Impresora
- Usb
- Disco duro externo de 1 Tera.

I.12.5 Recolección de Datos

Se investigó, observado y analizado el sistema de procesamiento de chocolate orgánico, que es la realidad problemática y para poder apreciar sus métodos de trabajo y su funcionamiento, a fin de apreciar aciertos y defectos que se presentan en el desarrollo de sus labores.

Se ha realizado investigaciones en cada una de sus etapas.

La información obtenida en la recolección de datos es:

Diagrama de Operaciones existentes, técnicas (determinación de las velocidades de producción y herramientas estadísticas.

Con lo obtenido, se ha procedido a clasificar las mismas y agruparlos de manera que facilite su estudio, a fin de tomar las decisiones más adecuadas que han permitido enrumbar el estudio a fin de formular una propuesta de mejora que permita fortalecer y simular el método de trabajo.

I.13 Análisis estadístico de datos

El análisis estadístico de los datos se, dará a través del software Arena, quien determinara sus indicadores claves (kpis), que son:

- KPI “Unidades Procesadas por el sistemas (barra Chocolate de 32 gr) ”
- KPI “Unidades procesadas en cada estación”

- KPI “Tiempo de Utilización”
- KPI “Tiempo de Proceso”
- KPI “Tiempo de Colas del Proceso”

I.14 Metodología de aplicación

- 1) Metodología del procedimiento de mejora (ver Anexo I)
- 2) Diagrama de operaciones de la Fábrica de Chocolate Orgánico (ver Anexo II)
- 3) Datos técnicos teóricos del modelo actual del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate Orgánico (ver Anexo III)
- 4) Modelamiento en software Arena, del Sistema Actual del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate (ver Anexo IV)
- 5) Estudio de tiempos de cada máquina sistema actual – datos técnicos encontrados (ver Anexo V)
- 6) Simulación en software Arena, del Sistema Actual del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate – datos técnicos encontrados (ver Anexo VI)
- 7) Determinación del número replicas (ver Anexo VII)
- 8) Determinación de KPIS del modelo a utilizar (ver Anexo VIII)
- 9) Kpis del Sistema Actual (Ver Anexo IX)**
- 10) Optimización del sistema de producción, Kpis encontrados (Ver anexo X)
- 11) Modelamiento en software Arena de propuesta de mejora, con dos máquinas de conchado (Ver anexo XI)
- 12) Optimización del cuello de botella, de propuesta de mejora, con dos máquinas de conchado del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate – Kpis encontrados (ver Anexo XII)

- 13) Optimización de las paradas de máquinas, de propuesta de mejora, con mantenimiento preventivo después de horas de trabajo, del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate – Kpis encontrados (ver Anexo XIII)
- 14). Demostración hipótesis específica I
- 15) Demostración hipótesis específica II
- 16) Demostración hipótesis General.
Ejecutar el modelo y determinar la capacidad de producción del sistema simulado, a través del software Arena.

I.15 Variables de la investigación

I.15.1 Variable dependientes general

- VARIABLE DEPENDIENTE GENERAL (VDG).-
Productividad
 - DEFINICIÓN CONCEPTUAL.- Es el indicador que mide el grado de utilización de un recurso,

I.15.2 Variables independiente general

- VARIABLE DEPENDIENTE GENERAL (VIG).- Plan de Mejora
 - DEFINICIÓN CONCEPTUAL.- es el procedimiento, mediante el cual, se compara el proceso de producción del sistema actual y el mejorado brindado una diferencia positiva de los indicadores de los kpis, mostrara la mejora.

I.15.3 Variables dependientes específicas

- VARIABLE INDEPENDIENTE ESPECIFICO (VD1).- Cuello de botella.

- DEFINICIÓN CONCEPTUAL.- es la denominación que se le da a la maquina más lenta, que determina la capacidad de producción del sistema a analizar.
- VARIABLE INDEPENDIENTE ESPECIFICO (VD2).- Parada de maquinas
 - DEFINICIÓN CONCEPTUAL.- Se define, como la frecuencia de paradas inesperadas de las maquinas, en una unidad de tiempo.

I.16 Operacionalización de las variables

- VARIABLE DEPENDIENTE GENERAL (VDG).- productividad
 - OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE.- Se expresa y mide el grado de utilización de un recurso en este caso los kpis, a utilizar, que son: KPI “Unidades Procesadas por el sistemas (barra Chocolate de 32 gr)”, KPI “Unidades procesadas en cada estación”, KPI “Tiempo de Utilización”, KPI “Tiempo de Proceso”, KPI “Tiempo de Colas del Proceso”
- VARIABLES INDEPENDIENTE GENERAL (VIG).- Plan de mejora.
 - OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE.-, es el procedimiento, mediante el cual, se simula el proceso de producción del sistema actual y se compara con una simulación de sistema propuesto y mejorado.
- VARIABLE INDEPENDIENTE ESPECIFICO (VD1).- Cuello de botella
 - OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE.- se expresa con el porcentaje de utilización de la maquina más lenta, del proceso productivo

- VARIABLE INDEPENDIENTE ESPECIFICO (VD2).- Paradas de maquinas
 - OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE.- Se expresa como el número de veces que se para la maquina en una unidad de tiempo (8 horas).

RESULTADOS

Del presente trabajo se desprende los siguientes resultados:

1. Se estableció, que por la característica del producto, que una vez iniciado el proceso de fabricación de chocolate, orgánico, se debe procesar, toda la materia prima, ya que la características de las máquinas y del producto, no permiten que el producto, quede en proceso, por eso se estableció un sistema de simulación, con un turno de trabajo de 8 horas.
2. Se estableció un plan de mejora de la fábrica de chocolate orgánico (ver apéndice I)
3. Se logró establecer el diagrama de operaciones de la fabrica de chocolate, (ver apéndice II)
4. Se logró determinar Datos técnicos teóricos del modelo actual del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate Orgánico (ver apéndice III). (GUERRERO, DANTE; GIRÓN, CATHERIN; MADRID, ANGHELLA; MOGOLLON, CLAUDIA ; QUIROZ, CLAUDIA ; VILLENA, DHAIDA, 2012)
5. Se logró establecer y desarrollar el Modelamiento en software Arena, del Sistema Actual del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate ver (apéndice IV)
6. Se realizó un estudio de tiempo y movimientos, para cada máquina, encontrando los siguientes valores (ver Apéndice V)

Imagen Nro.01
Distribución Probabilística de Cada una de las Maquinas

Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Expression
001 Recepcion de Cacao	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	NORM(3.85, 0.417)
002 Descascarillado	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	NORM(2.98 , 0.386)
003 Tostado	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	TRIA(1.44 , 2.61 , 3.37)
004 Molienda1	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	NORM(1.18 , 0.112)
005 Prensado	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	TRIA(1.27 , 2.03 , 2.72)
006 Molienda2	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	TRIA(0.999 , 1.22 , 1.44)
007 Conchado 007B	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	NORM(5.82 , 0.973)
008 Templado	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	NORM(3.07 , 0.82)
009 Moldeado	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	TRIA(0.36 , 0.605 , 0.85)
010 Refrigeracion	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	TRIA(0.36 , 0.605 , .85)
011 Envolturas	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	2.61 + 2.29 * BETA(2.27, 2.59)
007 Conchado 007A	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Expression	Minutes	Value Added	NORM(5.82 , 0.973)

Fuente: propia

Imagen Nro.02
Distribución Probabilística de Fallas de cada una de las Maquinas

	Name	Type	Up Time	Up Time Units	Down Time	Down Time Units
1	Falla 002 descascarillado	Time	NORM(14, 1.2)	Hours	NORM(0.2, 0.1)	Hours
2	Falla 003 tostado	Time	NORM(12, 3)	Hours	NORM(0.5, 0.1)	Hours
3	Falla 004 Molienda1	Time	NORM(14, 2)	Hours	NORM(1, 0.5)	Hours
4	Falla 005 Prensado	Time	NORM(6, 1)	Hours	NORM(0.5, 0.1)	Hours
5	falla 006 Molienda2	Time	NORM(6, 1)	Hours	NORM(0.5, 0.1)	Hours
6	Falla 007 Conchado	Time	NORM(10, 2)	Hours	NORM(0.6, 0.1)	Hours
7	Falla 008 templado	Time	NORM(6, 2)	Hours	NORM(0.5, 0.2)	Hours
8	Falla 009 Moldeado	Time	NORM(6, 1)	Hours	NORM(0.5, 0.2)	Hours
9	Falla 011 etiquetado	Time	NORM(7, 2)	Hours	NORM(0.3, 0.1)	Hours
10	Falla 007A Conchado	Time	NORM(10, 2)	Hours	NORM(0.6, 0.2)	Hours
11	Falla 007B Conchado	Time	NORM(10, 2)	Hours	NORM(0.6, 0.2)	Hours

Fuente: propia

7. Se logró el modelo de simulación de la fábrica de chocolate orgánico, (Ver apéndice VI)
8. Para determinar el número de réplicas necesarias, utilizamos el KPI – porcentaje de utilización, específicamente HalfWidt que indica el porcentaje de error, cuando se simulo con una réplica, este indicador, que el error era muy grande (Insuffcient), que indica que los datos son insuficientes, es decir el número de réplicas. Después de simular el modelo con distintos número de réplicas, se estableció, que el número óptimo para nuestro modelo era de 8 réplicas, con un nivel de confianza del 90 % (Ver apéndice VII)
9. Los Kpis, que se tomara, para evaluar este modelo son: Unidades procesadas en cada estación (User Specifield), número de unidades terminadas (Number Out), porcentaje de utilización de la maquina (instantaneous Utilization), tiempo de proceso (VA Time per Entity) y tiempo de colas (Walting Time) (Ver apéndice VIII)
10. La simulación del modelo actual mostro los siguiente Kpis, con 8 réplicas. (Ver apéndice IX)

Tabla Nro.01
Indicadores KPIS del Sistema Actual Simulado

KPIS	Cantidad	Unidad de medida
Kilos que salen del almacén	68	Kilos de chocolate
Número de unidades terminadas (Number Out)	1639.25	Barras de chocolate de 32 grs
Porcentaje de utilización de la maquina (instantaneous Utilization) Cuello de botella maquina 007 Conchado	63.43	Porcentaje (%)
Tiempo de proceso (VA Time per Entity) maquina 011 envolturas	0.06166587	horas
Tiempo de colas (Walting Time) 001 recepción de cacao	2.11323	Kilos de chocolate

Fuente: propia

Como se observa del resultado anterior, la planta está siendo sub utilizado, y esto lo muestra el cuello de botella, para poder aplicar el proyecto de mejora, primero debemos utilizar optimizar la producción. (Ver apéndice X)

Tabla Nro.02
Indicadores KPIS del Sistema Actual Simulado Optimizado

KPIS	Cantidad	Unidad de medida
Kilos que salen del almacén	104	Kilos de chocolate
Número de unidades terminadas (Number Out)	2228.13	Barras de chocolate de 32 grs
Porcentaje de utilización de la maquina (instantaneous Utilization) Cuello de botella maquina 007 Conchado	90.17	Porcentaje (%)
Tiempo de proceso (VA Time per Entity) maquina 011 envolturas	0.06111556	horas
Tiempo de colas (Walting Time) 001 recepción de cacao	1.6281	Kilos de chocolate

Fuente: propia

11. Se determinó que el cuello de botella del proceso de fabricación chocolate orgánico es maquina 007 Conchado, se propuso, como modelo de optimización, adquirir otra máquina más, con las mismas características, generando el siguiente modelamiento (Ver apéndice XI)
12. Se logró determinar los nuevos Kpis, con la propuesta de mejora y con 8 réplicas obteniendo los siguientes resultados (Ver apéndice XII)

Tabla Nro.03
Indicadores KPIS del Sistema Mejorado Simulado Optimizando
Cuello Botella, con dos máquinas de conchado (007A-007B)

KPIS	Cantidad	Unidad de medida
Kilos que salen del almacén	160	Kilos de chocolate
Número de unidades terminadas (Number Out)	2689.38	Barras de chocolate de 32 grs
Porcentaje de utilización de la maquina (instantaneous Utilization) Cuello de botella maquina 007 Conchado	54.54	Porcentaje (%)
Tiempo de proceso (VA Time per Entity) maquina 011 envolturas	0.06126851	horas
Tiempo de colas (Walting Time) 001 recepción de cacao	2.5528	Kilos de chocolate

Fuente: propia

13. La mejora que se propone es para evitar las paradas de las maquinas, es que se realice un mantenimiento preventivo, después de producir, las maquinas, ya que existe muchas horas muertas, por parte de los trabajadores, obteniendo los siguientes Kpis. (Ver apéndice XIII)

Tabla Nro.04
Indicadores KPIS del Sistema Mejorado Simulado Optimizando
Cuello Botella y Parada de Maquinas

KPIS	Cantidad	Unidad de medida
Kilos que salen del almacén	170	Kilos de chocolate
Número de unidades terminadas (Number Out)	2780.75	Barras de chocolate de 32 grs
Porcentaje de utilización de la maquina (instantaneous Utilization) Cuello de botella maquina 007 Conchado	54.04	Porcentaje (%)
Tiempo de proceso (VA Time per Entity) maquina 011 envolturas	0.06426005	horas
Tiempo de colas (Walting Time) 001 recepción de cacao	2.7029	Kilos de chocolate

Fuente: propia

DISCUSIÓN

HIPÓTESIS ESPECIFICA 01: "Se lograra incrementar la productividad del sistema, al incrementar el cuello de botella aplicando el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico"

- Al incrementar 2 máquinas (007A y 007B de Conchado), como estrategia de proyecto de mejora, se observa el Número de unidades terminadas (Number Out) pasa de 2228.13 a 2689.38 unidades (ver resultado 11- 12), logrando incrementar la productividad del sistema 20.7 %. Logrando demostrar la hipótesis 1.

HIPÓTESIS ESPECIFICA 02: "Se lograra incrementar la productividad del sistema, al disminuir las paradas de máquinas, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico"

- Al aplicar se realice un mantenimiento preventivo, después de producir, las máquinas, ya que existe muchas horas muertas, por parte de los trabajadores, como estrategia de proyecto de mejora, se observa el Número de unidades terminadas (Number Out) pasa de 2689.38 a 2780.5 unidades (ver resultado 13-14), logrando incrementar la productividad del sistema 3.4 %. Logrando demostrar la hipótesis 2.

HIPÓTESIS GENERAL: " Se lograra incrementar la productividad del sistema, al implementar el un plan de mejora, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico".

- La hipótesis especifica 01, nos demuestra que logra se logra incrementar de la productividad de 20.7 % y la hipótesis 02 nos demuestra que logra se logra incrementar de la productividad de 3.4 %, por implementar este plan de mejora y demostrarlo, por lo tanto se puede afirmar que implementar el un plan de mejora, aplicando el software Arena, se lograra

incrementar la productividad del sistema en una Fábrica De Chocolate Orgánico, quedando demostrado la hipótesis general

REFERENCIALES

- AMORES BALSECA, O. &.. **Estudio De Tiempos Y Movimientos Para Mejorar La Productividad De Pollos Eviscerados En La Empresa H & N Ecuador Ubicada En La Panamericana Norte Sector Lasso Para El Periodo 2011-2013**. Latacunga: Universidad Técnica De Cotopaxi. (2011)
- ANGARITA, L. B. (17 de 01 de 2016). **Universidad Nacional de Colombia**. Recuperado el 17 de 09 de 2014, de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capitulo1/metodologia.htm#>
- ASOCIACIÓN PERUANA DEL CACAO. (01 de 02 de 2016). **Asociacion Peruana del Cacao**. Recuperado el 11 de 09 de 2015 Obtenido de Asociacion Peruana del Cacao: <http://appcacao.org/>
- AVENDAÑO, A. K. (s.f.). **Simulacion Procesos Industriales**. Recuperado el 18 de 09 de 2015, de Historia de Simulación: <http://simulaciondeprocesosempresariales9.wordpress.com/category/a-historia-de-la-simulacion/>
- BARAHONA CASTILLO, L., & NAVARRO INFANTE, J.. **Mejora Del Proceso De Galvanizado En Una Empresa Manufacturera De Alambres De Acero Aplicando La Metodología Lean Six Sigma**. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. (2013)
- BURGOS, F.. **Calidad, Productividad**. Universidad de Carabobo. (1995)
- CUBAS, A.. **Mejoramiento de la línea de producción de colgantes de metal parts C.A**. Universidad Politécnica Antonio José de Sucre. (2006)
- EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ.. **Ley de Productividad y Competitividad Laboral**. Lima: El Peruano. (2007)
- GAMBOA DE LEÓN RÉGIL, O. E.. **Optimización Del Proceso De Fabricación De Bloques De Concreto Del Estánda 15x20x40 Cm Con Grado De Resistencia 28 Kg/Cm², Caso Especifico Fuerte-**

- Block Máquinas #1 Y #2.** Universidad San Carlos de Guatemala. (2005)
- GARCÍA, M. E.–R.. **La simulación en la industria.** Universidad Técnica del Norte Ecuador FICA - EISIC. (2001)
- GOLDRATT, E.. **La Meta.** Gramica. (2008)
- GUERRERO, DANTE; GIRÓN, CATHERIN; MADRID, ANGHELLA; MOGOLLON, CLAUDIA ; QUIROZ, CLAUDIA ; VILLENA, DHAIDA.. **Diseño De La Línea De Producción De Chocolate Orgánico.** Piura: Universidad de Piura. (2012)
- HANDAY A TAHA.. **Investigación de Operaciones.** Mexico: Prentice Hall. (2004)
- JIMÉNEZ, J., CASTRO, A., & BRENES, C.. **Productividad.** Guayaquil: Castillo. (2007)
- LAUG MILLA, Y. M.. **Plan De Mejoramiento De Los Servicios Que Presta El Departamento De De Cuentas Corrientes De La Alcaldía Municipal De Soyapango.** Universidad Don Bosco. (2003)
- LUZARDO SOLEDISPA JESSICA MARIA, VÁSQUEZ LOZANO GLORIA GEORGINA.. **“Sistema de Control de Procesos Empresariales por medio de Indicadores de Gestión aplicado al Departamento de Servicio al Cliente en el Proceso de Facturación y Atención de Reclamos de la empresa PLÁSTICOS S.A. ubicada en la ciudad de Guayaquil”.** Guayaquil: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. (2010)
- MSC. ISAAC HUERTAS FORERO, ING. MARIO RAMÓN VERÁSTEGUI, LAURA CATALINA MORALES PARRA, LORENA CASTRO ARIZA.. **Modelo de dinámica de sistemas para el proceso de producción de la mandarina. 9° Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas.** Bogotá – Colombia. (2011)
- NICOLÁS CARTIER, E.. **¿ Cómo enseñar a determinar costos? Un problema no resuelto. I Congreso de la Asociación Uruguaya de**

Costos (Aurco) (pág. 64). URUGUAY: VIII Congreso del Instituto Internacional de Costo. (2003)

OSCAR. (18 de 07 de 2006). **Planificación y control de procesos productivos.** Recuperado el 1 de 12 de 2015, de BLOG:
<http://optimizacion.blogspot.com/2006/07/1-technicas-de-simulacion-introduccion.html>

SIERRALTA, N.. **Mejoramiento Del Nivel De Producción De Las Máquinas Empaquetadoras En La Empresa Mavenga, Barquisimeto.** Estado Lara. Barquisimeto: Universidad Nacional Abierta. (2010)

SOTO, D. A.. **Aplicación De Simulación Discreta Para Un Sistema De Logística Militar Basado En Casos Históricos De La Segunda Guerra Mundial.** Concepción: Universidad del Bío Bío-Departamento de Ingeniería Industrial. (2009)

TARIFA, E. E.. **Teoría de Modelos y Simulación.** Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Jujuy. (2001)

TORRES VEGA, P.. **Simulación de Sistemas con el software Arena.** Lima: Universidad de Lima Fondo Editorial. (2010)

UNED. . **Open Course Ware.** Recuperado el 30 de 09 de 2014, de Open Course Ware:
<http://ocw.innova.uned.es/ocwuniversia/psicologia/psicologia-diferencial/glosario/>

VARGAS, M. F.. **Desarrollo de un Modelo de Sistema de Salud Mediante un Lenguaje de Simulación Orientado a Objeto Inteligente.** Concepción: UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO. (2011)

ZEVALLLOS WONG, P.. **Propuesta De Mejora Del Proceso De Admisión En Una Empresa Privada Que Brinda Servicios De Salud Ambulatorios.** Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. (2009)

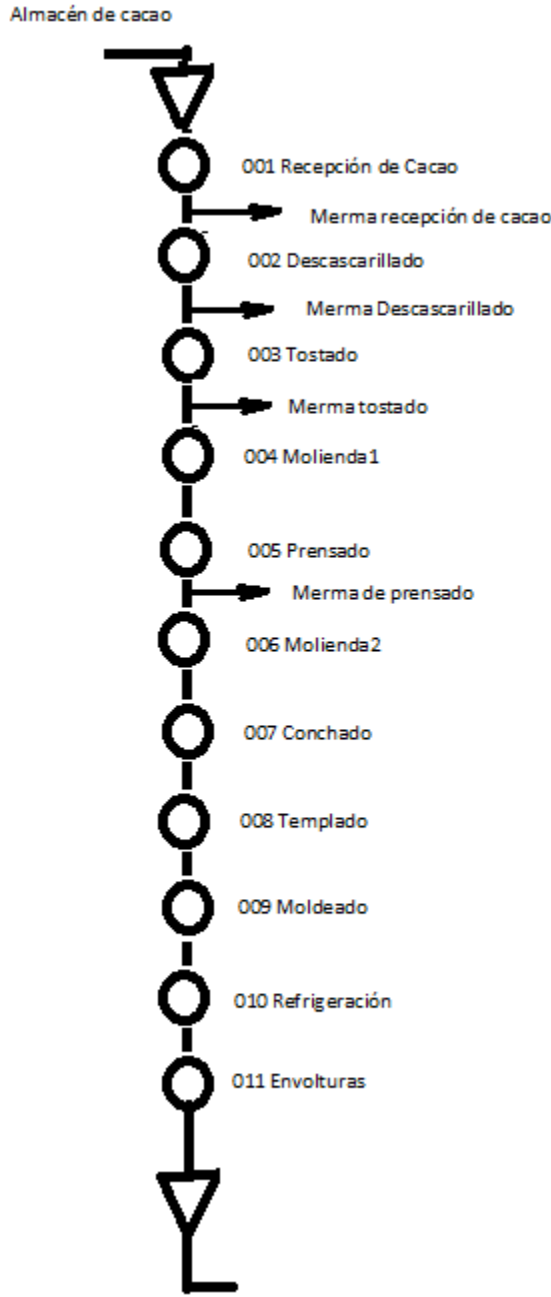
APÉNDICES

Apéndice Nro. 01 METODOLOGÍA DEL PROCEDIMIENTO DE MEJORA

El procedimiento que se aplicó, en la presente investigación, para elaborar el proyecto de mejora fue:

1. Diagnóstico del sistema actual.- En esta parte se halló el diagrama de operaciones, red de máquinas, se determinó la velocidad de cada una de las máquinas, el número de operarios, número de cada máquina, número de operarios por máquina, y la velocidad de producción del sistema Actual.
2. Determinación de la meta del proyecto de mejora.- en esta parte se determinara dos metas, que son:
 - a. Reducir el cuello de botella del sistema al menos en un 20 %
 - b. Reducir las paradas de máquinas al menos en 10 %
3. Generar modelo de simulación del sistema actual. En esta parte se generara el modelo en software Arena
4. Cuantificación del sistema actual del cuello de botella.
5. Generar modelo de simulación del sistema mejorado del cuello de botella. En esta parte se generara el modelo en software Arena. En esta parte se reducirá el cuello de botella en 20 %
6. Cuantificación del sistema mejorado del cuello de botella.
7. Cuantificación del sistema actual de las paradas de máquinas.
8. Generar modelo de simulación del sistema mejorado de las paradas de máquinas. En esta parte se generara el modelo en software Arena. En esta parte se reducirá el parada de máquinas en 20 %
9. Cuantificación del sistema mejorado de las paradas de máquinas
10. Valoración del proyecto de mejora de cuello de botella y paradas de máquinas

Apéndice Nro. 02 Diagrama de operaciones del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate Orgánico



Fuente: propia

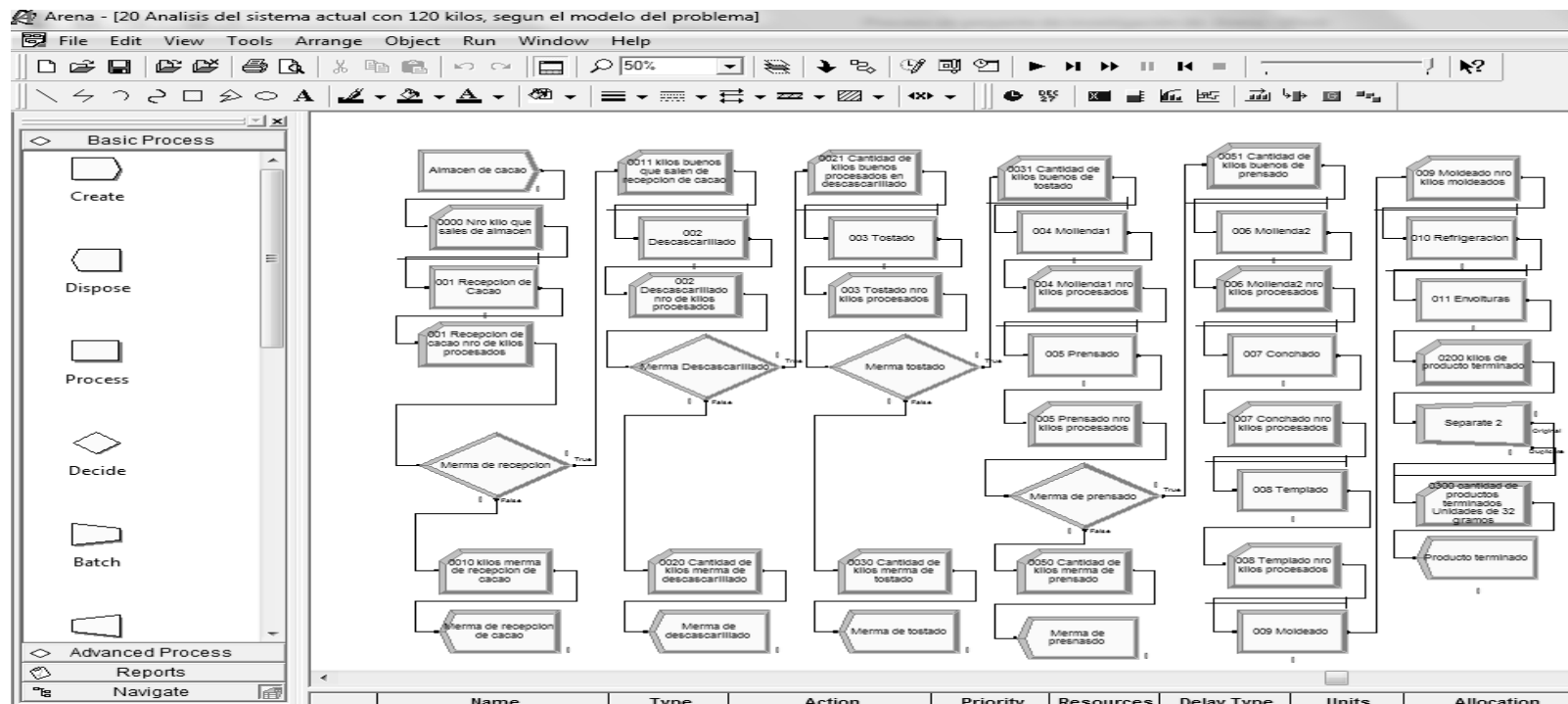
Apéndice Nro. 03 Datos técnicos teóricos del modelo actual del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate Orgánico

Operaciones	Mermas	mermas por capacidad	Velocidad maquina	Unidad de medida
001 Recepción del cacao	4.80%	64.74	15	kilos por hora
002 Descascarillado	14.50%	55.35	20	kilos por hora
003 Tostado	4.68%	52.76	25	kilos por hora
004 Molienda	0.00%	52.76	50	kilos por hora
005 Prensado	2.00%	51.70	30	kilos por hora
006 Molienda	0.00%	51.70	50	kilos por hora
007 Conchado	0.00%	51.70	10	kilos por hora
008 Templado	0.00%	51.70	20	kilos por hora
009 Moldeado	0.00%	51.70	18	kilos por hora
010 Refrigeración	0.00%	51.70	160	kilos por hora
011 Envoltura	0.00%	51.70	500	Paquetes por hora (32 gramos)

Fuente: propia

Apéndice Nro. 04 Modelamiento en software Arena, del Sistema Actual del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate

Modelamiento en software Arena, del Sistema Actual del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate



Fuente: propia

Apéndice Nro. 05 Estudio de tiempos de cada máquina – datos técnicos encontrados

Estudio de tiempos de cada máquina – datos técnicos encontrados

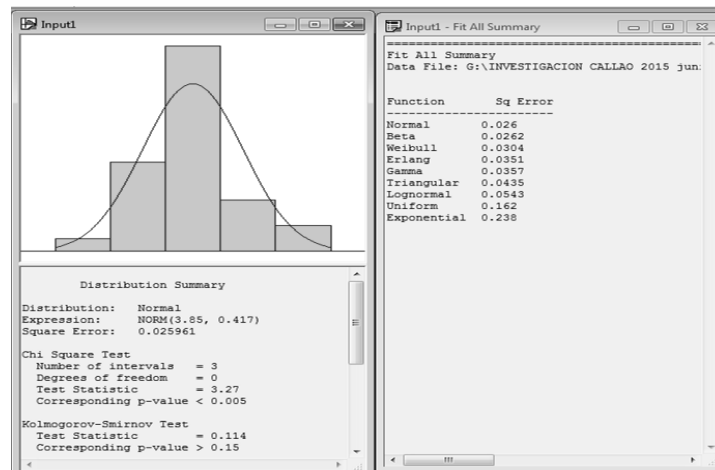
1. Maquina: 001 Recepción del cacao

a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:		001 Recepción del cacao	Min/kilo
Nro.	Muestra	Nro.	Muestra
1	3.7	11	3.8
2	3.3	12	3.8
3	3.9	13	3.6
4	3.8	14	3.7
5	2.9	15	3.4
6	4.5	16	4.8
7	4.0	17	3.8
8	3.9	18	4.2
9	3.6	19	3.9
10	3.9	20	4.0
		21	4.0
		22	4.2
		23	4.0
		24	3.8
		25	4.4
		26	4.7
		27	3.9
		28	3.4
		29	3.2
		30	3.3

Fuente: propia

b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

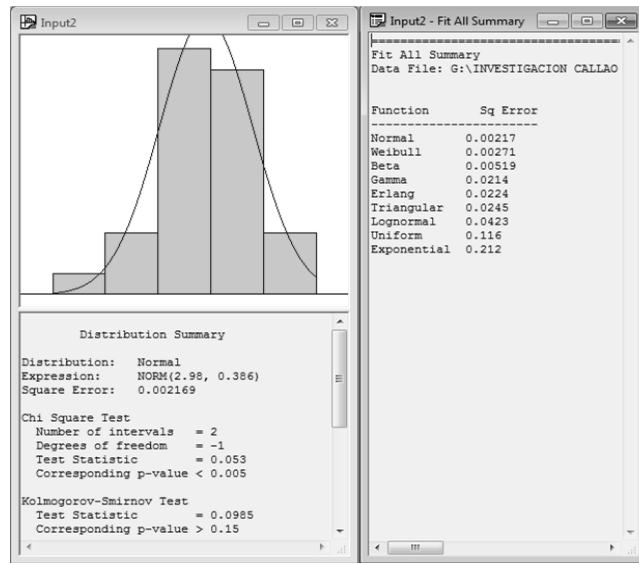
2. Maquina: 002 Descascarillado

a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:		002 Descascarillado		Min/kilo	
Nro.	Muestra	Nro.	Muestra	Nro.	Muestra
1	1.9	11	3.7	21	3.1
2	3.1	12	3.3	22	3.0
3	2.9	13	3.3	23	3.2
4	2.6	14	3.0	24	2.6
5	3.5	15	2.8	25	3.5
6	2.8	16	3.0	26	3.4
7	3.1	17	3.3	27	3.3
8	2.9	18	3.3	28	2.7
9	2.9	19	2.3	29	3.1
10	2.5	20	2.5	30	2.7

Fuente: propia

b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

c. Frecuencia de fallas de maquina:

i. Frecuencia de la falla

1. Parámetro: Normal (14, 1.2)

ii. Duración de la falla

1. Parámetro Normal (0.20, 0.1)

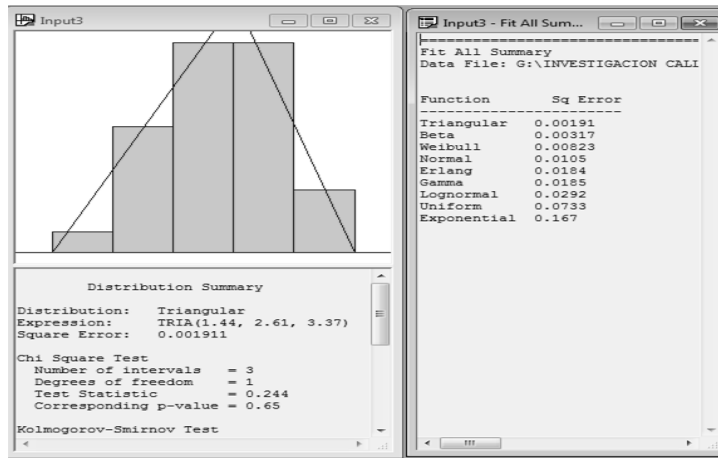
3. Maquina: 003 Tostado

a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:	003 Tostado	Min/kilo																																																																		
<table border="1"><thead><tr><th>Nro.</th><th>Muestra</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>2.7</td></tr><tr><td>2</td><td>2.0</td></tr><tr><td>3</td><td>2.6</td></tr><tr><td>4</td><td>2.4</td></tr><tr><td>5</td><td>2.4</td></tr><tr><td>6</td><td>2.6</td></tr><tr><td>7</td><td>1.6</td></tr><tr><td>8</td><td>3.0</td></tr><tr><td>9</td><td>2.5</td></tr><tr><td>10</td><td>2.4</td></tr></tbody></table>	Nro.	Muestra	1	2.7	2	2.0	3	2.6	4	2.4	5	2.4	6	2.6	7	1.6	8	3.0	9	2.5	10	2.4	<table border="1"><thead><tr><th>Nro.</th><th>Muestra</th></tr></thead><tbody><tr><td>11</td><td>3.7</td></tr><tr><td>12</td><td>3.3</td></tr><tr><td>13</td><td>3.3</td></tr><tr><td>14</td><td>3.0</td></tr><tr><td>15</td><td>2.8</td></tr><tr><td>16</td><td>3.0</td></tr><tr><td>17</td><td>3.3</td></tr><tr><td>18</td><td>3.3</td></tr><tr><td>19</td><td>2.3</td></tr><tr><td>20</td><td>2.5</td></tr></tbody></table>	Nro.	Muestra	11	3.7	12	3.3	13	3.3	14	3.0	15	2.8	16	3.0	17	3.3	18	3.3	19	2.3	20	2.5	<table border="1"><thead><tr><th>Nro.</th><th>Muestra</th></tr></thead><tbody><tr><td>21</td><td>3.1</td></tr><tr><td>22</td><td>3.0</td></tr><tr><td>23</td><td>3.2</td></tr><tr><td>24</td><td>2.6</td></tr><tr><td>25</td><td>3.5</td></tr><tr><td>26</td><td>3.4</td></tr><tr><td>27</td><td>3.3</td></tr><tr><td>28</td><td>2.7</td></tr><tr><td>29</td><td>3.1</td></tr><tr><td>30</td><td>2.7</td></tr></tbody></table>	Nro.	Muestra	21	3.1	22	3.0	23	3.2	24	2.6	25	3.5	26	3.4	27	3.3	28	2.7	29	3.1	30	2.7
Nro.	Muestra																																																																			
1	2.7																																																																			
2	2.0																																																																			
3	2.6																																																																			
4	2.4																																																																			
5	2.4																																																																			
6	2.6																																																																			
7	1.6																																																																			
8	3.0																																																																			
9	2.5																																																																			
10	2.4																																																																			
Nro.	Muestra																																																																			
11	3.7																																																																			
12	3.3																																																																			
13	3.3																																																																			
14	3.0																																																																			
15	2.8																																																																			
16	3.0																																																																			
17	3.3																																																																			
18	3.3																																																																			
19	2.3																																																																			
20	2.5																																																																			
Nro.	Muestra																																																																			
21	3.1																																																																			
22	3.0																																																																			
23	3.2																																																																			
24	2.6																																																																			
25	3.5																																																																			
26	3.4																																																																			
27	3.3																																																																			
28	2.7																																																																			
29	3.1																																																																			
30	2.7																																																																			

Fuente: propia

b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

- c. Frecuencia de fallas de maquina:
 - i. Frecuencia de la falla
 - 1. Parámetro: NORMAL (12,3)
 - ii. Duración de la falla
 - 1. Parámetro NORMAL (0.5,0.1)

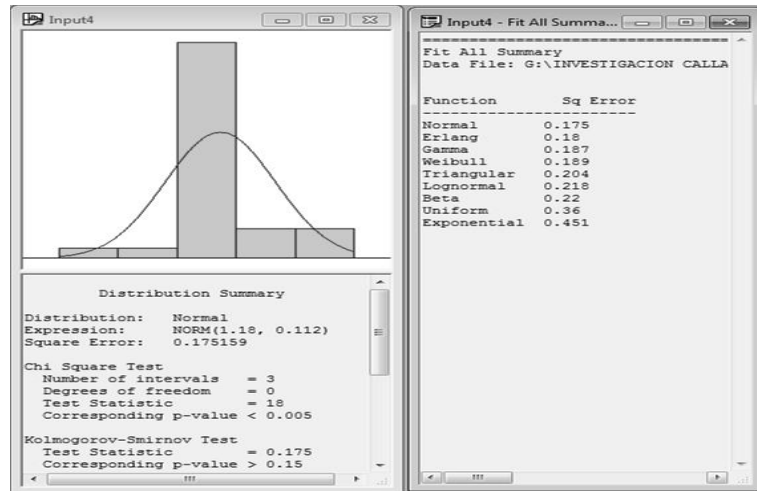
4. Maquina: 004 Molienda

- a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:		004 Molienda	Min/kilo
Nro.	Muestra	Nro.	Muestra
1	1.2	11	1.1
2	1.2	12	1.1
3	1.1	13	1.4
4	1.2	14	1.1
5	1.2	15	1.0
6	0.9	16	1.3
7	1.2	17	1.2
8	1.1	18	1.3
9	1.1	19	1.1
10	1.2	20	1.1
		21	1.4
		22	1.2
		23	1.2
		24	1.2
		25	1.3
		26	1.2
		27	1.1
		28	1.4
		29	1.1
		30	1.1

Fuente: propia

- b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

- c. Frecuencia de fallas de maquina:
 - i. Frecuencia de la falla
 - 1. Parámetro: NORMAL (14, 2)
 - ii. Duración de la falla
 - 1. Parámetro NORMAL (1,0.5)

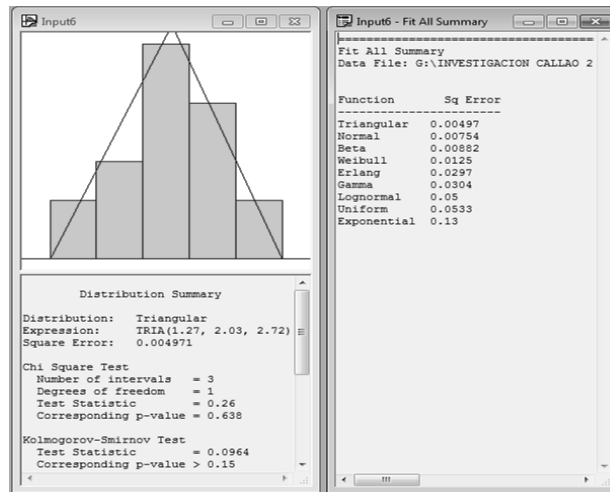
5. Maquina: 005 Prensado

- a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:		005 Prensado		Min/kilo	
Nro.	Muestra	Nro.	Muestra	Nro.	Muestra
1	1.7	11	1.7	21	2.2
2	1.8	12	2.5	22	2.0
3	2.2	13	2.0	23	1.7
4	2.0	14	2.2	24	1.9
5	2.4	15	2.2	25	2.5
6	1.9	16	2.0	26	1.5
7	2.0	17	1.9	27	2.2
8	1.4	18	2.3	28	2.2
9	2.6	19	1.9	29	1.5
10	1.8	20	2.0	30	2.0

Fuente: propia

- b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

- c. Frecuencia de fallas de maquina:
- i. Frecuencia de la falla
 1. Parámetro: NORMAL (6, 1)
 - ii. Duración de la falla
 1. Parámetro NORMAL (0.5,0.1)

6. Maquina: **006 Molienda**

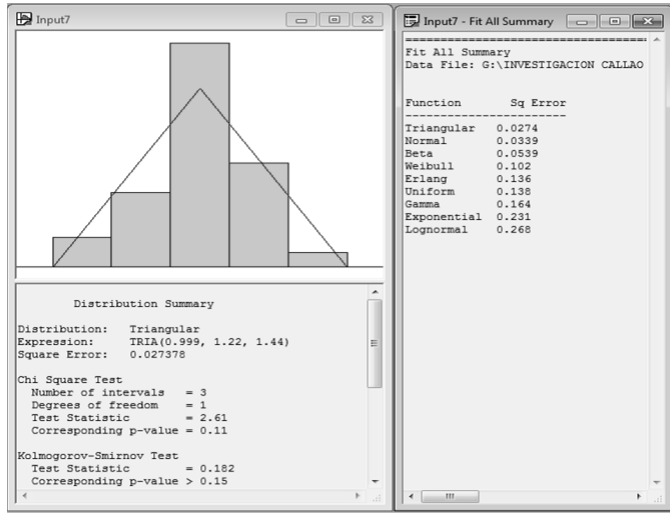
- a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:		006 Molienda		Min/kilo	
Nro.	Muestra	Nro.	Muestra	Nro.	Muestra
1	1.2	11	1.2	21	1.2
2	1.0	12	1.2	22	1.4
3	1.2	13	1.1	23	1.2
4	1.1	14	1.3	24	1.1
5	1.2	15	1.3	25	1.2
6	1.2	16	1.0	26	1.1
7	1.3	17	1.2	27	1.1
8	1.3	18	1.2	28	1.2
9	1.2	19	1.2	29	1.2

10	1.3	20	1.3	30	1.3
----	-----	----	-----	----	-----

Fuente: propia

b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

- c. Frecuencia de fallas de maquina:
 - i. Frecuencia de la falla
 - 1. Parámetro: NORMAL (6 , 1)
 - ii. Duración de la falla
 - 1. Parámetro NORMAL (0.5 , 0.1)

7. Maquina: 007 Conchado

a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:		007 Conchado	Min/kilo
Nro.	Muestra	Nro.	Muestra
1	5.0	11	6.7
2	5.4	12	5.6
3	5.7	13	5.6
4	4.7	14	6.4
5	6.7	15	5.3
		21	3.6
		22	5.3
		23	4.9
		24	5.7
		25	7.7

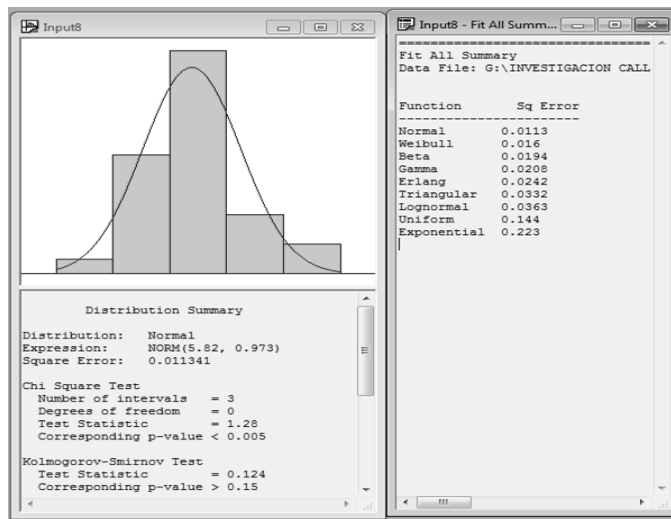
6	4.6
7	7.2
8	6.1
9	6.5
10	6.0

16	6.5
17	7.1
18	5.5
19	8.3
20	5.4

26	4.8
27	5.1
28	5.6
29	5.4
30	6.2

Fuente: propia

- b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

- c. Frecuencia de fallas de maquina:
- i. Frecuencia de la falla
 1. Parámetro: NORMAL (10 , 2)
 - ii. Duración de la falla
 1. Parámetro NORMAL (0.6 , 0.1)

8. Maquina: 008 Templado

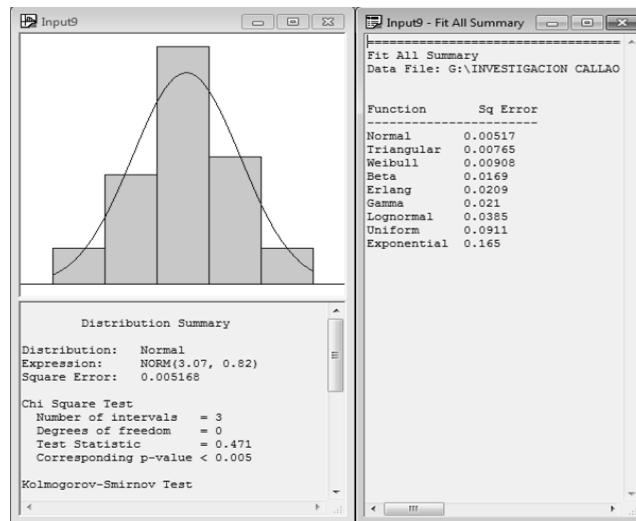
- a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:		008 Templado	Min/kilo
Nro.	Muestra	Nro.	Muestra
1	3.0	11	1.9
		21	1.8

2	4.5	12	3.2	22	3.2
3	3.9	13	4.2	23	2.5
4	2.6	14	3.1	24	1.9
5	3.6	15	1.4	25	3.3
6	2.7	16	5.0	26	2.4
7	2.7	17	3.7	27	3.0
8	2.9	18	4.1	28	2.1
9	4.0	19	2.9	29	3.1
10	2.7	20	3.1	30	3.5

Fuente: propia

- b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

- c. Frecuencia de fallas de maquina:
- i. Frecuencia de la falla
 1. Parámetro: NORMAL (6, 2)
 - ii. Duración de la falla
 1. Parámetro NORMAL (0.5, 0,2)
9. Maquina: 009 Moldeado
- a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:

009 Moldeado

Min/kilo

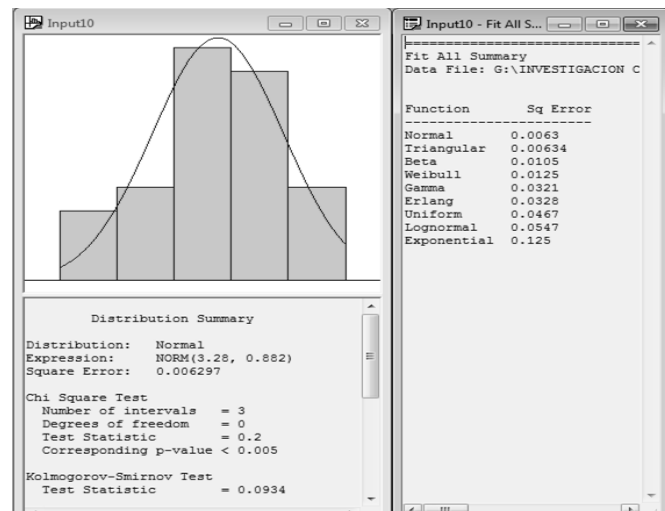
Nro.	Muestra
1	4.2
2	2.0
3	3.0
4	3.1
5	2.5
6	3.8
7	3.5
8	1.7
9	2.9
10	2.8

Nro.	Muestra
11	4.1
12	3.2
13	2.4
14	2.8
15	4.3
16	3.9
17	3.9
18	2.9
19	4.1
20	3.9

Nro.	Muestra
21	3.3
22	3.1
23	1.5
24	1.7
25	3.4
26	4.4
27	2.6
28	4.7
29	4.9
30	3.7

Fuente: propia

- b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

- c. Frecuencia de fallas de maquina:
- i. Frecuencia de la falla
 1. Parámetro: NORMAL (6, 1)
 - ii. Duración de la falla
 1. Parámetro NORMAL (0.5, 0.2)

10. Maquina: 010 Refrigeración

a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:	010 Refrigeración	Min/kilo
-----------------	------------------------------	-----------------

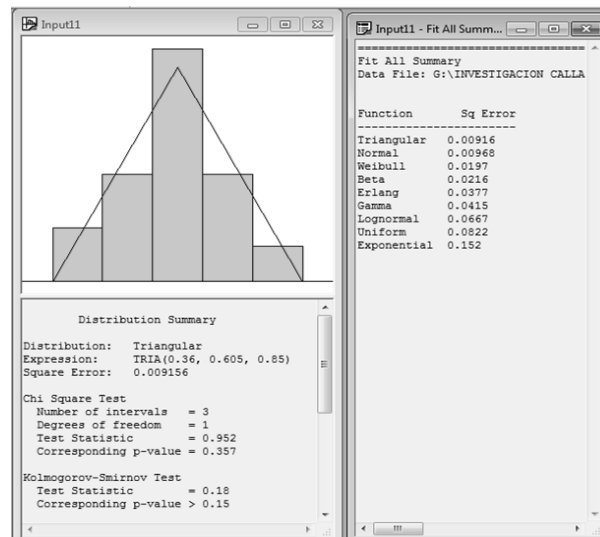
Nro.	Muestra
1	0.7
2	0.6
3	0.7
4	0.4
5	0.5
6	0.6
7	0.6
8	0.6
9	0.7
10	0.7

Nro.	Muestra
11	0.8
12	0.6
13	0.7
14	0.6
15	0.6
16	0.6
17	0.5
18	0.6
19	0.5
20	0.5

Nro.	Muestra
21	0.6
22	0.5
23	0.6
24	0.7
25	0.5
26	0.8
27	0.6
28	0.4
29	0.6
30	0.4

Fuente: propia

b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



Fuente: propia

c. Frecuencia de fallas de maquina:

- i. Frecuencia de la falla
 - 1. Parámetro: no hay fallas
- ii. Duración de la falla
 - 1. Parámetro no hay fallas

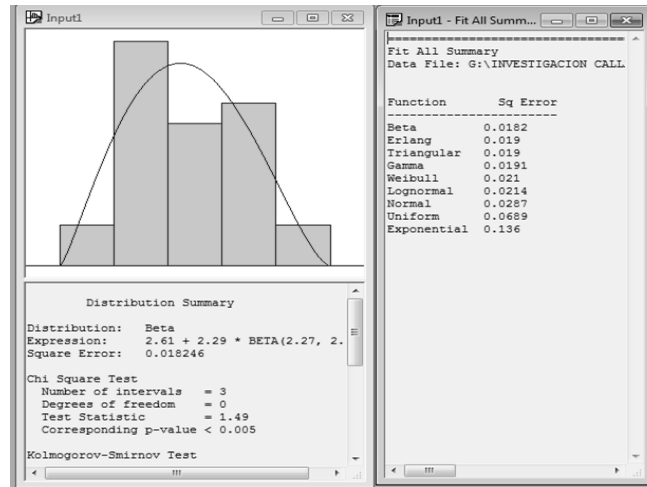
11. Maquina: 011 Envoltura

a. Tiempos de procesamiento encontrados:

Maquina:		011 Envoltura	Min/kilo
Nro.	Muestra	Nro.	Muestra
1	3.1	11	3.2
2	3.5	12	3.7
3	3.4	13	3.2
4	4.7	14	3.2
5	4.3	15	4.1
6	3.1	16	3.6
7	3.7	17	3.8
8	4.1	18	3.9
9	3.8	19	2.8
10	4.0	20	4.2
		21	4.6
		22	3.4
		23	3.6
		24	3.3
		25	4.0
		26	3.1
		27	3.0
		28	3.4
		29	4.1
		30	4.3

Fuente: propia

b. Ajuste de datos a una distribución poblacional, aplicando Input Analyzer (tipo de distribución, parámetros y error de la función)



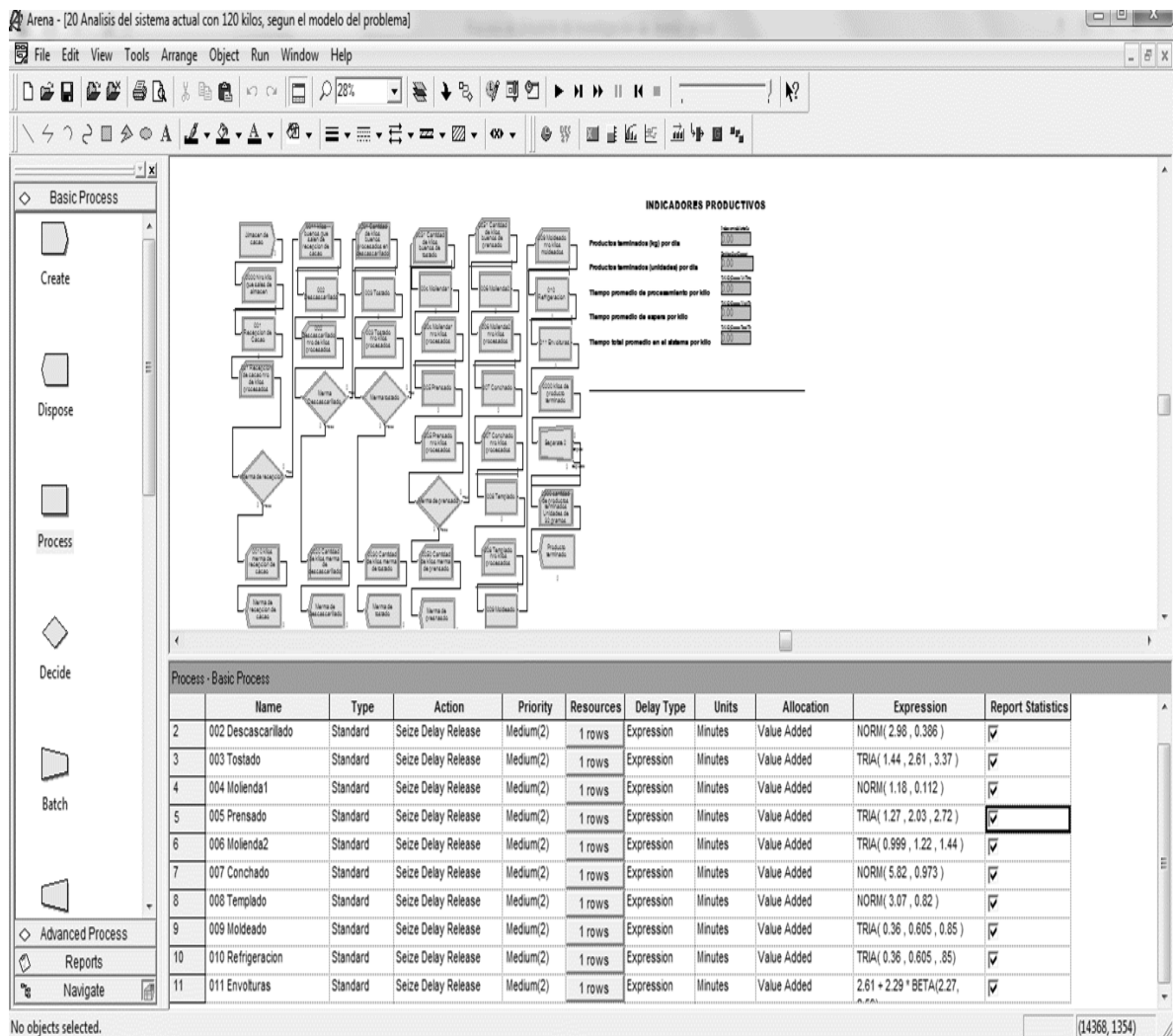
Fuente: propia

- c. Frecuencia de fallas de maquina:
- i. Frecuencia de la falla
 1. Parámetro: NORMAL (7, 2)
 - ii. Duración de la falla

Parámetro NORMAL (0.3, 0.1)

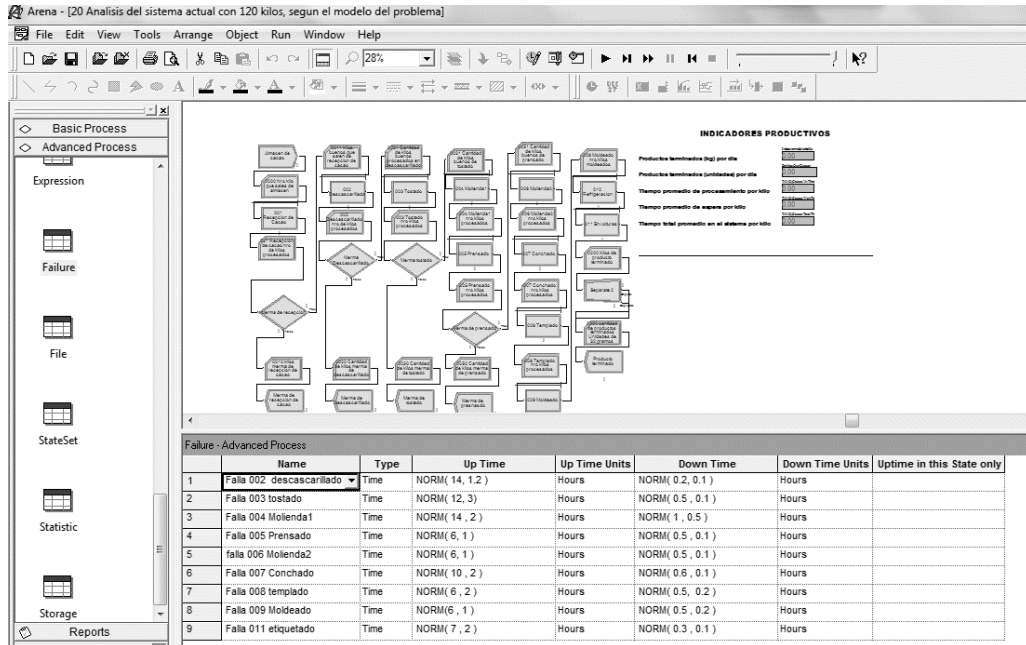
Apéndice Nro. 06 Simulación en software Arena, del Sistema Actual del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate – datos técnicos encontrados

1. Programación de maquinas



Fuente: propia

2. Programación de fallas



Fuente: propia

Apéndice Nro. 07 Determinación del número replicas

1. Determinación del número de replicas

- a. Nivel de confianza encontrado, por la tasa de utilización del operario: Datos encontrados con 1 replica.

Usage

Instantaneous Utilization	Average	HalfWidth	Minimum Value	Maximum Value
Ope 001 Recepcionista de Cacao	0.5387	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 002 Descascarillado	0.4010	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 003 Tostado	0.2496	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 004 Molienda1	0.1154	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 005 Prensado	0.1967	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 006 Molienda2	0.1130	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 007 Conchado	0.5463	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 008 Templado	0.2800	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 009 Moldeado	0.05443045	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 010 Refrigeracion	0.05570836	(Insufficient)	0.00	1.0000
Ope 011 Envoltura	0.3536	(Insufficient)	0.00	1.0000

Fuente: propia

- b. Nivel de confianza del 90 % encontrado, por la tasa de utilización del operario: Datos encontrados con 8 replicas

Usage

Instantaneous Utilization	Average	HalfWidth	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ope 001 Recepcionista de Cacao	0.5416	0.01	0.5268	0.5503	0.00	1.0000
Ope 002 Descascarillado	0.4038	0.01	0.3892	0.4212	0.00	1.0000
Ope 003 Tostado	0.2856	0.02	0.2496	0.3200	0.00	1.0000
Ope 004 Molienda1	0.1309	0.01	0.1154	0.1452	0.00	1.0000
Ope 005 Prensado	0.2257	0.01	0.1967	0.2470	0.00	1.0000
Ope 006 Molienda2	0.1329	0.01	0.1130	0.1468	0.00	1.0000
Ope 007 Conchado	0.6346	0.05	0.5463	0.7026	0.00	1.0000
Ope 008 Templado	0.3349	0.03	0.2800	0.3742	0.00	1.0000
Ope 009 Moldeado	0.06650319	0.01	0.05443045	0.07467248	0.00	1.0000
Ope 010 Refrigeracion	0.06534126	0.00	0.05570836	0.07151256	0.00	1.0000
Ope 011 Envoltura	0.4037	0.03	0.3536	0.4435	0.00	1.0000

Fuente: propia

Apéndice Nro. 08 Determinación de KPIS del modelo a utilizar

1. KPI “Unidades Procesadas por el sistemas (barra Chocolate de 32 gr) ”=

Number Out

Cacao
carga de descascaillado

WIP

Cacao
carga de descascaillado

Fuente: propia

2. KPI “Unidades procesadas en cada estación”

Count
0000 Nro kilo que sales de almacen
001 Recepcion de cacao nro de Kilos procesados
0010 Kilos merma de recepcion de cacao
0011 Kilos buenos que salen de recepcion de cacao
002 Descascarillado nro de Kilos procesados
0020 Cantidad de Kilos merma de descascarillado
0021 Cantidad de Kilos buenos procesados en descascarillado
003 Tostado nro Kilos procesados
0030 Cantidad de Kilos merma de tostado
0031 Cantidad de Kilos buenos de tostado
004 Molienda 1 nro Kilos procesados
005 Prensado nro Kilos procesados
0050 Cantidad de Kilos merma de prensado
0051 Cantidad de Kilos buenos de prensado
006 Molienda 2 nro Kilos procesados
007 Conchado nro Kilos procesados
008 Templado nro Kilos procesados
009 Moldeado nro Kilos molidos
0200 Kilos de producto terminado
0300 cantidad de productos terminados Unidades de gramos 32

Fuente: propia

3. KPI “Tiempo de Utilización”

Resource
Usage
Instantaneous Utilization
Ope 001 Recepcionista de Cacao
Ope 002 Descascarillado
Ope 003 Tostado
Ope 004 Molienda1
Ope 005 Prensado
Ope 006 Molienda2
Ope 007 Conchado
Ope 008 Templado
Ope 009 Moldeado
Ope 010 Refrigeracion
Ope 011 Envoltura

Fuente: propia

4. KPI “Tiempo de Proceso”

Process

Time per Entity

VA Time Per Entity

001 Recepcion de Cacao
002 Descascarillado
003 Tostado
004 Molienda1
005 Prensado
006 Molienda2
007 Conchado
008 Templado
009 Moldeado
010 Refrigeracion
011 Envolturas

Fuente: propia

5. KPI “Tiempo de Colas del Proceso”

Queue

Time

Waiting Time

001 Recepcion de
Cacao.Queue
002 Descascarillado.Queue
003 Tostado.Queue
004 Molienda1.Queue
005 Prensado.Queue
006 Molienda2.Queue
007 Conchado.Queue
008 Templado.Queue
009 Moldeado.Queue
010 Refrigeracion.Queue
011 Envolturas.Queue

Fuente: propia

Apéndice Nro. 09 Kpis del Sistema Actual

1. KPI “Unidades Procesadas por el sistemas (barra Chocolate de 32 gr) ”=

Number Out	Average	HalfWidth	Minimu Average	Maximu Average	Minimu Value	Maximu Value
Cacao	1639.25	102.06	1418.00	1808.00		
carga de descascallado	0.00	0.00	0.00	0.00		
WIP						
Cacao	24.5309	1.08	22.5239	26.4312	0.00	97.0000
carga de descascallado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: propia

2. KPI “Unidades procesadas en cada estación”

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
0000 Nro kilo que sales de almacen	68.0000	0.00	68.0000	68.0000
001 Recepcion de cacao nro de kilos procesados	68.0000	0.00	68.0000	68.0000
0010 Kilos merma de recepcion de cacao	2.8750	1.37	0.00	5.0000
0011 Kilos buenos que salen de recepcion de cacao	65.1250	1.37	63.0000	68.0000
002 Descascarrillado nro de kilos procesados	65.1250	1.37	63.0000	68.0000
0020 Cantidad de kilos merma de descascarrillado	9.5000	2.37	5.0000	14.0000
0021 Cantidad de kilos buenos procesados en descascarrillado	55.6250	3.13	49.0000	60.0000
003 Tostado nro kilos procesados	55.6250	3.13	49.0000	60.0000
0030 Cantidad de kilos merma de tostado	1.8750	0.94	0.00	3.0000
0031 Cantidad de kilos buenos de tostado	53.7500	3.62	46.0000	59.0000
004 Molienda 1 nro kilos procesados	53.7500	3.62	46.0000	59.0000
005 Prensado nro kilos procesados	53.7500	3.62	46.0000	59.0000
0050 Cantidad de kilos merma de prensado	1.3750	0.77	0.00	3.0000
0051 Cantidad de kilos buenos de prensado	52.3750	3.40	45.0000	58.0000
006 Molienda 2 nro kilos procesados	52.3750	3.40	45.0000	58.0000
007 Conchado nro kilos procesados	52.3750	3.40	45.0000	58.0000
008 Templado nro kilos procesados	52.3750	3.40	45.0000	58.0000
009 Moldeado nro kilos moldeados	52.3750	3.40	45.0000	58.0000
0200 Kilos de producto terminado	52.3750	3.40	45.0000	58.0000
0300 cantidad de productos terminados Unidades de 32 gramos	1623.63	105.46	1395.00	1798.00

Fuente: propia

3. KPI “Tiempo de Utilización”

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	HalfWidth	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
	Ope 001 Recepcionista de Cacao	0.5416	0.01	0.5268	0.5503	0.00
Ope 002 Descascarillado	0.4038	0.01	0.3892	0.4212	0.00	1.0000
Ope 003 Tostado	0.2856	0.02	0.2496	0.3200	0.00	1.0000
Ope 004 Molienda1	0.1309	0.01	0.1154	0.1452	0.00	1.0000
Ope 005 Prensado	0.2257	0.01	0.1967	0.2470	0.00	1.0000
Ope 006 Molienda2	0.1329	0.01	0.1130	0.1468	0.00	1.0000
Ope 007 Conchado	0.6346	0.05	0.5463	0.7026	0.00	1.0000
Ope 008 Templado	0.3349	0.03	0.2800	0.3742	0.00	1.0000
Ope 009 Moldeado	0.06650319	0.01	0.05443045	0.07467248	0.00	1.0000
Ope 010 Refrigeracion	0.06534126	0.00	0.05570836	0.07151256	0.00	1.0000
Ope 011 Envoltura	0.4037	0.03	0.3536	0.4435	0.00	1.0000

Fuente: propia

4. KPI “Tiempo de Proceso”

Process

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	HalfWidth	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
	001 Recepcion de Cacao	0.06372046	0.00	0.06197159	0.06474327	0.04096083
002 Descascarillado	0.04961748	0.00	0.04790222	0.05092364	0.02955324	0.07100166
003 Tostado	0.04104239	0.00	0.03978962	0.04267094	0.02447370	0.05552345
004 Molienda1	0.01949688	0.00	0.01900613	0.02007538	0.01479848	0.02502229
005 Prensado	0.03360814	0.00	0.03255807	0.03421306	0.02150257	0.04504034
006 Molienda2	0.02029840	0.00	0.02008078	0.02077536	0.01674317	0.02370706
007 Conchado	0.0969	0.00	0.0933	0.1004	0.04102058	0.1371
008 Templado	0.05111973	0.00	0.04702432	0.05343782	0.01484698	0.0912
009 Moldeado	0.01014955	0.00	0.00967653	0.01045454	0.00619132	0.01409012
010 Refrigeracion	0.00997933	0.00	0.00981366	0.01039043	0.00623648	0.01364446
011 Envolturas	0.06166587	0.00	0.05959775	0.06310230	0.04633040	0.07880588

Fuente: propia

5. KPI “Tiempo de Colas del Proceso”

Queue

Time

Waiting Time	Average	HalfWidth	Minimu Average	Maximu Average	Minimu Value	Maximu Value
001 Recepcion de Cacao.Queue	2.1323	0.02	2.0985	2.1876	0.00	4.3407
002 Descascarillado.Queue	0.00038374	0.00	0.00017944	0.00095123	0.00	0.01404683
003 Tostado.Queue	0.00009837	0.00	0.00	0.00032247	0.00	0.00951740
004 Molienda1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
005 Prensado.Queue	0.00005840	0.00	0.00	0.00022834	0.00	0.01301520
006 Molienda2.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
007 Conchado.Queue	0.4509	0.12	0.2126	0.6540	0.00	1.3109
008 Templado.Queue	0.01113864	0.02	0.00	0.04486075	0.00	0.4408
009 Moldeado.Queue	0.00150715	0.00	0.00	0.01177030	0.00	0.3047
010 Refrigeracion.Queue	0.00000879	0.00	0.00	0.00007034	0.00	0.00255049
011 Envolturas.Queue	0.00963468	0.01	0.00069408	0.04231403	0.00	0.3636

Fuente: propia

Apéndice Nro. 10 Optimización del sistema de producción, Kpis encontrados

1. KPI “Unidades Procesadas por el sistemas (barra Chocolate de 32 gr) ”=

Number Out	Average	HalfWidt	Minimu Average	Maximu Average		
Cacao	2228.13	99.42	2110.00	2463.00		
carga de descascaillado	0.00	0.00	0.00	0.00		
WIP	Average	HalfWidt	Minimu Average	Maximu Average	Minimu Value	Maximu Value
Cacao	31.1294	1.48	28.8215	34.0986	0.00	92.0000
carga de descascaillado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: propia

2. KPI “Unidades procesadas en cada estación”

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
0000 Nro kilo que sales de almacen	104.00	0.00	104.00	104.00
001 Recepcion de cacao nro de kilos procesados	104.00	0.00	104.00	104.00
0010 kilos merma de recepcion de cacao	5.1250	2.02	2.0000	9.0000
0011 kilos buenos que salen de recepcion de cacao	98.8750	2.02	95.0000	102.00
002 Descascarillado nro de kilos procesados	98.8750	2.02	95.0000	102.00
0020 Cantidad de kilos merma de descascarillado	13.0000	3.10	8.0000	19.0000
0021 Cantidad de kilos buenos procesados en descascarillado	85.8750	4.27	78.0000	93.0000
003 Tostado nro kilos procesados	85.8750	4.27	78.0000	93.0000
0030 Cantidad de kilos merma de tostado	3.3750	1.18	1.0000	5.0000
0031 Cantidad de kilos buenos de tostado	82.5000	4.88	72.0000	91.0000
004 Molienda1 nro kilos procesados	82.3750	4.89	72.0000	91.0000
005 Prensado nro kilos procesados	82.3750	4.89	72.0000	91.0000
0050 Cantidad de kilos merma de prensado	1.7500	0.97	1.0000	4.0000
0051 Cantidad de kilos buenos de prensado	80.6250	5.08	71.0000	90.0000
006 Molienda2 nro kilos procesados	80.3750	4.83	71.0000	90.0000
007 Conchado nro kilos procesados	73.3750	3.88	68.0000	80.0000
008 Templado nro kilos procesados	71.8750	3.27	68.0000	80.0000
009 Moldeado nro kilos moldeados	71.8750	3.27	68.0000	80.0000
0200 kilos de producto terminado	71.1250	3.33	67.0000	79.0000
0300 cantidad de productos terminados Unidades de 32 gramos	2204.88	103.18	2077.00	2449.00

Fuente: propia

3. KPI “Tiempo de Utilización”

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ope 001 Recepcionista de Cacao	0.8286	0.01	0.8219	0.8467	0.00	1.0000
Ope 002 Descascarillado	0.8093	0.01	0.5885	0.8273	0.00	1.0000
Ope 003 Tostado	0.4396	0.03	0.3730	0.4791	0.00	1.0000
Ope 004 Molienda1	0.2022	0.01	0.1793	0.2229	0.00	1.0000
Ope 005 Prensado	0.3459	0.02	0.3037	0.3830	0.00	1.0000
Ope 006 Molienda2	0.2046	0.01	0.1784	0.2279	0.00	1.0000
Ope 007 Conchado	0.9017	0.05	0.8165	0.9732	0.00	1.0000
Ope 008 Templado	0.4639	0.02	0.4384	0.4991	0.00	1.0000
Ope 009 Moldeado	0.0902	0.00	0.08423882	0.1008	0.00	1.0000
Ope 010 Refrigeracion	0.08938456	0.00	0.08308883	0.1008	0.00	1.0000
Ope 011 Envoltura	0.5437	0.03	0.5111	0.6019	0.00	1.0000

Fuente: propia

4. KPI “Tiempo de Proceso”

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
001 Recepcion de Cacao	0.06373932	0.00	0.06322177	0.06513259	0.04096083	0.08557935
002 Descascarillado	0.04930243	0.00	0.04864109	0.04986870	0.02955324	0.06765375
003 Tostado	0.04092088	0.00	0.03926423	0.04212157	0.02447370	0.05552345
004 Molienda1	0.01962997	0.00	0.01909330	0.01992305	0.01476785	0.02538599
005 Prensado	0.03358922	0.00	0.03237437	0.03397293	0.02150257	0.04504034
006 Molienda2	0.02035936	0.00	0.02010191	0.02074107	0.01674317	0.02365838
007 Conchado	0.0978	0.00	0.0940	0.1051	0.04102058	0.1550
008 Templado	0.05145379	0.00	0.04970393	0.05258016	0.00451162	0.0919
009 Moldeado	0.01003366	0.00	0.00988056	0.01033223	0.00616743	0.01384604
010 Refrigeracion	0.00994854	0.00	0.00977278	0.01010202	0.00624862	0.01373430
011 Envolturas	0.06111556	0.00	0.05993730	0.06225631	0.04447728	0.07804582

Fuente: propia

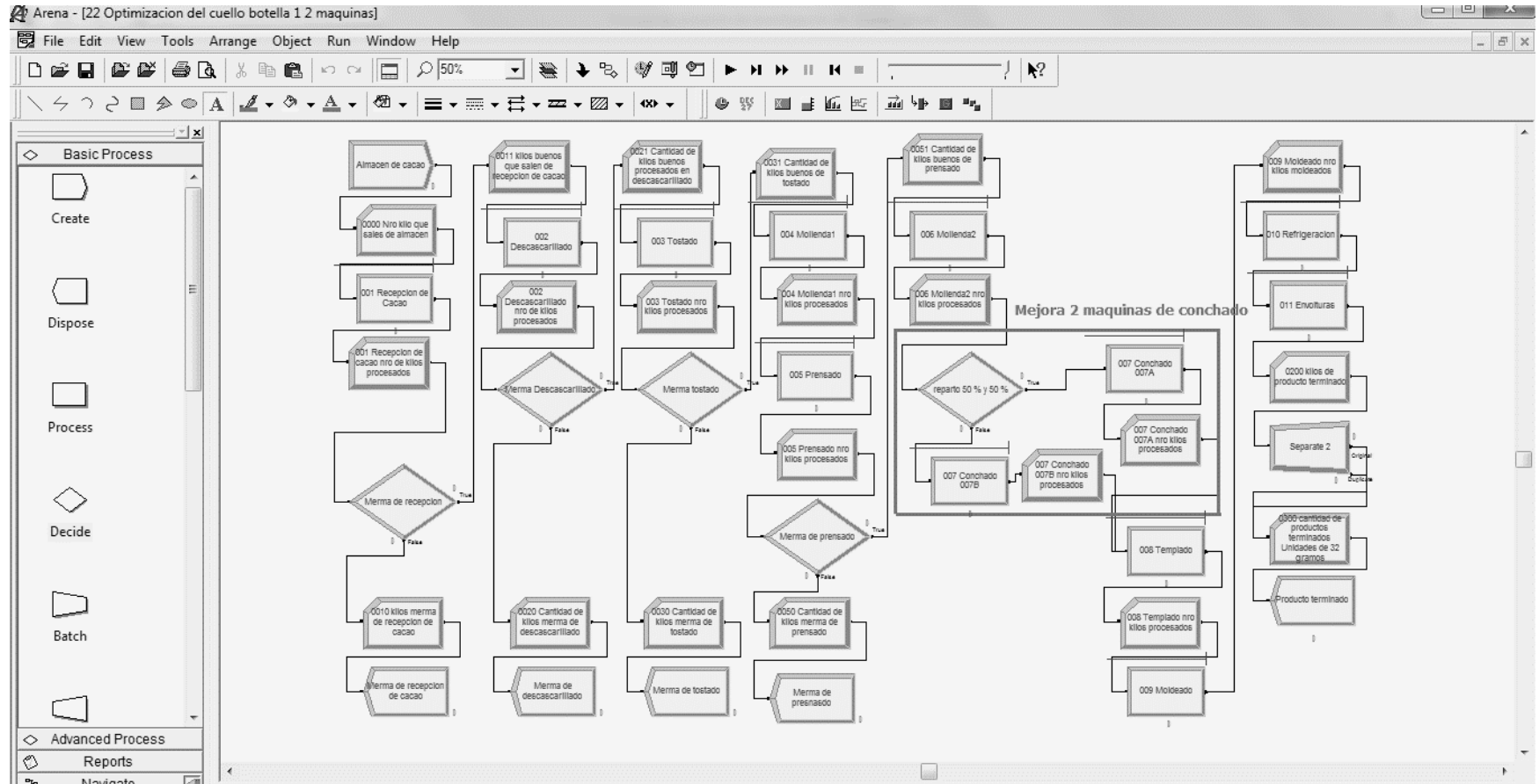
5. KPI “Tiempo de Colas del Proceso”

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
001 Recepcion de Cacao.Queue	1.6281	0.01	1.6110	1.6610	0.00	3.3463
002 Descascarillado.Queue	0.00024398	0.00	0.00007655	0.00049232	0.00	0.01268667
003 Tostado.Queue	0.00007299	0.00	0.00	0.00017887	0.00	0.00951740
004 Molienda1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
005 Prensado.Queue	0.02747115	0.01	0.00	0.05692062	0.00	0.5832
006 Molienda2.Queue	0.02532668	0.02	0.00	0.04388851	0.00	0.6191
007 Conchado.Queue	0.3824	0.12	0.1848	0.5978	0.00	1.5603
008 Templado.Queue	0.00994627	0.01	0.00	0.03136474	0.00	0.4408
009 Moldeado.Queue	0.01484029	0.01	0.00	0.04098010	0.00	0.6634
010 Refrigeracion.Queue	0.00016281	0.00	0.00	0.00045646	0.00	0.01062500
011 Envolturas.Queue	0.03415830	0.02	0.00355247	0.07301015	0.00	0.4055

Fuente: propia

Apéndice Nro. 11 Modelamiento de propuesta de mejora, con dos máquinas de conchado

Modelamiento de propuesta de mejora, con dos máquinas de conchado



Fuente: propia

Apéndice Nro. 12 Optimización del cuello de botella, de propuesta de mejora, con dos máquinas de conchado del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate – Kpis encontrados

1. KPI “Unidades Procesadas por el sistemas (barra Chocolate de 32 gr) ”=

Number Out	Average	HalfWidth	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Cacao	2689.38	92.01	2512.00	2851.00		
carga de descascallado	0.00	0.00	0.00	0.00		
WIP						
Cacao	65.4249	0.54	64.4343	66.3109	0.00	139.00
carga de descascallado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: propia

2. KPI “Unidades procesadas en cada estación”

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
0000 Nro Kilo que sales de almacen	160.00	0.00	160.00	160.00
001 Recepcion de cacao nro de kilos procesados	123.50	1.09	121.00	125.00
0010 Kilos merma de recepcion de cacao	4.6250	1.34	3.0000	8.0000
0011 Kilos buenos que salen de recepcion de cacao	118.88	1.04	117.00	121.00
002 Descascallado nro de kilos procesados	118.13	1.04	116.00	120.00
0020 Cantidad de kilos merma de descascallado	18.0000	1.61	15.0000	20.0000
0021 Cantidad de kilos buenos procesados en descascallado	100.13	1.64	97.0000	103.00
003 Tostado nro kilos procesados	96.7500	1.40	96.0000	101.00
0030 Cantidad de kilos merma de tostado	3.1250	1.81	1.0000	7.0000
0031 Cantidad de kilos buenos de tostado	96.6250	2.19	91.0000	99.00
004 Molenda 1 nro kilos procesados	96.6250	2.19	91.0000	99.00
005 Prensado nro kilos procesados	94.8750	2.07	91.0000	98.0000
0050 Cantidad de kilos merma de prensado	1.5000	0.77	1.0000	3.0000
0051 Cantidad de kilos buenos de prensado	93.3750	2.09	90.0000	97.0000
006 Molenda 2 nro kilos procesados	92.6250	2.89	87.0000	97.0000
007 Conchado 007 A nro kilos procesados	45.6250	6.16	37.0000	57.0000
007 Conchado 007 B nro kilos procesados	44.5000	5.17	34.0000	50.0000
008 Templado nro kilos procesados	88.1250	2.42	84.0000	92.0000
009 Molidado nro kilos molidados	87.2500	3.43	80.0000	92.0000
0200 Kilos de producto terminado	85.8750	3.01	80.0000	91.0000
0300 cantidad de productos terminados Unidades de gramo	2682.13	93.39	2480.00	2821.00

Fuente: propia

3. KPI “Tiempo de Utilización”

Replications: 8 Time Units: Hours

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	HalfWidth	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
	Ope 001 Recepcionista de Cacao	1.0000	0.00	1.0000	1.0000	0.00
Ope 002 Descascarillado	0.7337	0.01	0.7206	0.7465	0.00	1.0000
Ope 003 Tostado	0.5085	0.01	0.5004	0.5220	0.00	1.0000
Ope 004 Molienda1	0.2346	0.01	0.2236	0.2444	0.00	1.0000
Ope 005 Prensado	0.3989	0.01	0.3780	0.4177	0.00	1.0000
Ope 006 Molienda2	0.2351	0.01	0.2192	0.2448	0.00	1.0000
Ope 007 Conchado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ope 007 Conchado 007A	0.5601	0.08	0.4644	0.7134	0.00	1.0000
Ope 007 Conchado 007B	0.5454	0.06	0.4276	0.6186	0.00	1.0000
Ope 008 Templado	0.5559	0.02	0.5131	0.5838	0.00	1.0000
Ope 009 Moldeado	0.1099	0.00	0.1010	0.1164	0.00	1.0000
Ope 010 Refrigeracion	0.1103	0.00	0.1023	0.1169	0.00	1.0000
Ope 011 Envoltura	0.6606	0.02	0.6162	0.6914	0.00	1.0000

Fuente: propia

4. KPI “Tiempo de Proceso”

Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	HalfWidth	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
	001 Recepcion de Cacao	0.06453621	0.00	0.06375980	0.06555141	0.04378035
002 Descascarillado	0.04956584	0.00	0.04844623	0.05031436	0.03194857	0.07714140
003 Tostado	0.04100240	0.00	0.03987489	0.04176153	0.02444848	0.05587815
004 Molienda1	0.01962513	0.00	0.01950907	0.01974762	0.01351093	0.02459599
005 Prensado	0.03351488	0.00	0.03313204	0.03445247	0.02150257	0.04488608
006 Molienda2	0.02029676	0.00	0.02016004	0.02039450	0.01682388	0.02376450
007 Conchado 007A	0.0977	0.00	0.0906	0.1003	0.04605635	0.1435
007 Conchado 007B	0.0976	0.00	0.0913	0.1006	0.04212962	0.1332
008 Templado	0.05014156	0.00	0.04882120	0.05166008	0.00419582	0.0912
009 Moldeado	0.01007320	0.00	0.00985471	0.01043907	0.00613237	0.01399111
010 Refrigeracion	0.01011580	0.00	0.00983326	0.01039794	0.00610336	0.01396971
011 Envolturas	0.06126851	0.00	0.05997065	0.06257003	0.04560043	0.07944942

Fuente: propia

5. KPI “Tiempo de Colas del Proceso”

Queue

Time

Waiting Time	Average	HalfWidth	Minimu Average	Maximu Average	Minimu Value	Maximu Value
001 Recepcion de Cacao.Queue	2.5528	0.02	2.5237	2.5904	0.00	5.1638
002 Descascarillado.Queue	0.00018239	0.00	0.00006974	0.00041953	0.00	0.01011289
003 Tostado.Queue	0.00061027	0.00	0.00002935	0.00429241	0.00	0.4015
004 Molienda1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
005 Prensado.Queue	0.02213528	0.01	0.00006586	0.05248233	0.00	0.6222
006 Molienda2.Queue	0.02119689	0.01	0.00	0.04073235	0.00	0.5907
007 Conchado 007A.Queue	0.05141847	0.03	0.02334493	0.1282	0.00	0.7340
007 Conchado 007B.Queue	0.04407166	0.01	0.01835599	0.05989358	0.00	0.4103
008 Templado.Queue	0.02149004	0.02	0.00770670	0.08206002	0.00	0.5411
009 Moldeado.Queue	0.01503761	0.01	0.00	0.04540510	0.00	0.6825
010 Refrigeracion.Queue	0.00012097	0.00	0.00	0.00053231	0.00	0.01261734
011 Envolturas.Queue	0.05814225	0.02	0.02534297	0.0905	0.00	0.5421

Fuente: propia

Apéndice Nro. 13 Optimización de las paradas de máquinas, propuesta de mejora, con mantenimiento preventivo después de horas de trabajo, del sistema de producción de la Fábrica de Chocolate – Kpis encontrados

1. KPI “Unidades Procesadas por el sistemas (barra Chocolate de 32 gr)”

Other

Number Out	Average	HalfWidt	Minimu Average	Maximu Average		
Cacao	2780.75	124.23	2636.00	3086.00		
carga de descascaillado	0.00	0.00	0.00	0.00		
WIP	Average	HalfWidt	Minimu Average	Maximu Average	Minimu Value	Maximu Value
Cacao	70.9774	0.82	70.0183	72.6601	0.00	146.00
carga de descascaillado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: propia

2. KPI “Unidades procesadas en cada estación”

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
0000 Nro Kilo que sales de almacen	170.00	0.00	170.00	170.00
001 Recepcion de cacao nro de Kilos procesados	123.88	1.04	122.00	125.00
0010 Kilos merma de recepcion de cacao	5.8750	1.30	4.0000	8.0000
0011 Kilos buenos que salen de recepcion de cacao	118.00	1.55	115.00	120.00
002 Descascarillado nro de Kilos procesados	117.38	1.67	114.00	120.00
0020 Cantidad de Kilos merma de descascarillado	17.8750	3.21	11.0000	23.0000
0021 Cantidad de Kilos buenos procesados en descascarillado	99.50	3.00	96.0000	107.00
003 Tostado nro Kilos procesados	99.13	3.05	96.0000	107.00
0030 Cantidad de Kilos merma de tostado	4.0000	1.61	2.0000	7.0000
0031 Cantidad de Kilos buenos de tostado	95.1250	3.91	91.0000	105.00
004 Molienda 1 nro Kilos procesados	94.8750	3.75	91.0000	104.00
005 Prensado nro Kilos procesados	94.6250	3.89	90.0000	104.00
0050 Cantidad de Kilos merma de prensado	1.7500	1.53	0.00	6.0000
0051 Cantidad de Kilos buenos de prensado	92.8750	4.52	88.0000	104.00
006 Molienda 2 nro Kilos procesados	92.3750	4.47	87.0000	103.00
007 Conchado 007 A nro Kilos procesados	43.7500	4.23	36.0000	52.0000
007 Conchado 007 B nro Kilos procesados	47.1250	5.50	37.0000	54.0000
008 Templado nro Kilos procesados	90.1250	4.16	85.0000	100.00
009 Moldeado nro Kilos mpilados	90.0000	4.22	85.0000	100.00
0200 Kilos de producto terminado	88.7500	4.16	84.0000	99.00
0300 cantidad de productos terminados Unidades de gramos	2751.25	129.06	2604.00	3069.00

Fuente: propia

3. KPI "Tiempo de Utilización"

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
Ope 001 Recepcionista de Cacao	1.0000	0.00	1.0000	1.0000	0.00	1.0000
Ope 002 Descascarillado	0.7248	0.01	0.7147	0.7435	0.00	1.0000
Ope 003 Tostado	0.5149	0.02	0.4900	0.5550	0.00	1.0000
Ope 004 Molienda1	0.2332	0.01	0.2214	0.2583	0.00	1.0000
Ope 005 Prensado	0.3965	0.01	0.3786	0.4301	0.00	1.0000
Ope 006 Molienda2	0.2339	0.01	0.2178	0.2600	0.00	1.0000
Ope 007 Conchado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ope 007 Conchado 007A	0.5304	0.05	0.4423	0.6127	0.00	1.0000
Ope 007 Conchado 007B	0.5742	0.07	0.4638	0.6897	0.00	1.0000
Ope 008 Templado	0.5741	0.02	0.5170	0.6153	0.00	1.0000
Ope 009 Moldeado	0.1126	0.00	0.1072	0.1244	0.00	1.0000
Ope 010 Refrigeracion	0.1135	0.01	0.1035	0.1266	0.00	1.0000
Ope 011 Envoltura	0.6817	0.03	0.6333	0.7487	0.00	1.0000

Fuente: propia

4. KPI "Tiempo de Proceso"

Process**Time per Entity**

VA Time Per Entity	Average	HalfWidth	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
001 Recepcion de Cacao	0.06426005	0.00	0.06318824	0.06519112	0.04113549	0.08580581
002 Descascarillado	0.04923763	0.00	0.04829167	0.04995470	0.02770466	0.07030535
003 Tostado	0.04148799	0.00	0.04070037	0.04238722	0.02446048	0.05587178
004 Molienda1	0.01963711	0.00	0.01938612	0.01996573	0.01270182	0.02535309
005 Prensado	0.03348561	0.00	0.03234871	0.03481003	0.02204151	0.04480210
006 Molienda2	0.02018866	0.00	0.01984506	0.02049798	0.01674989	0.02376323
007 Conchado 007A	0.0958	0.00	0.0928	0.0994	0.05956708	0.1663
007 Conchado 007B	0.0972	0.00	0.0918	0.1003	0.04733729	0.1435
008 Templado	0.05085075	0.00	0.04853166	0.05339931	0.00823369	0.0995
009 Moldeado	0.01001496	0.00	0.00973722	0.01023198	0.00610341	0.01404391
010 Refrigeracion	0.01010743	0.00	0.00983134	0.01052340	0.00635729	0.01397581
011 Envolturas	0.06120953	0.00	0.05958521	0.06247798	0.04531681	0.07807474

Fuente: propia

5. KPI “Tiempo de Colas del Proceso”**Queue****Time**

Waiting Time	Average	HalfWidth	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
001 Recepcion de Cacao.Queue	2.7028	0.04	2.6505	2.7650	0.00	5.5335
002 Descascarillado.Queue	0.00036256	0.00	0.00016843	0.00067778	0.00	0.01847981
003 Tostado.Queue	0.00012142	0.00	0.00002505	0.00022967	0.00	0.01394742
004 Molienda1.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
005 Prensado.Queue	0.00004531	0.00	0.00	0.00026225	0.00	0.01057169
006 Molienda2.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
007 Conchado 007A.Queue	0.02358266	0.01	0.01286242	0.03843328	0.00	0.2101
007 Conchado 007B.Queue	0.03175015	0.02	0.01373466	0.07750342	0.00	0.2953
008 Templado.Queue	0.00731133	0.00	0.00459193	0.01010468	0.00	0.06833408
009 Moldeado.Queue	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
010 Refrigeracion.Queue	0.00000616	0.00	0.00	0.00004925	0.00	0.00462916
011 Envolturas.Queue	0.01051987	0.00	0.00532289	0.01748486	0.00	0.1224

Fuente: propia

ANEXOS

Anexos I matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología a utilizar
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Generales	
¿Cómo se puede demostrar, el incremento, de la productividad de los procesos productivos, aplicando un plan de mejora, con el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico?	Desarrollar un plan de mejora, para incrementar, la productividad de los procesos productivos, aplicando el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico.	Se lograra incrementar la productividad del sistema, al implementar el un plan de mejora, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico.	<ul style="list-style-type: none"> VARIABLE DEPENDIENTE GENERAL (VDG).- Productividad de la Fábrica De Chocolate Orgánico VARIABLES INDEPENDIENTE GENERAL (VIG).- plan de mejora, aplicando el software Arena. 	<ol style="list-style-type: none"> Metodología del procedimiento de mejora Diagrama de operaciones de la Fábrica de Chocolate Orgánico Datos técnicos teóricos del modelo actual del sistema de producción Modelamiento en software Arena, del Sistema Actual Estudio de tiempos, sistema actual – datos técnicos encontrados Simulación en software Arena, del Sistema Actual del sistema – datos técnicos encontrados Determinación del número replicas Determinación de KPIS del modelo a utilizar Kpis del Sistema Actual Optimización del sistema de producción, Kpis encontrados
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipótesis Especifico	Variables especificas	
¿Cómo se puede demostrar, el incremento de la productividad de los procesos productivos, incrementando cuello de botella del sistema, con el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico?	Incrementar el cuello de botella del sistema, para incrementar, la productividad de los procesos productivos, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico	Se lograra incrementar la productividad del sistema, al incrementar el cuello de botella aplicando el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico	<ul style="list-style-type: none"> VARIABLE DEPENDIENTE ESPECIFICO (VD1).- Cuello de botella del sistema productivo 	

<p>¿Cómo se puede demostrar, el incremento la productividad de los procesos productivos, reduciendo la parada de máquinas, con el software Arena - Caso Fábrica De Chocolate Orgánico?</p>	<p>Reducir las paradas de máquinas, para incrementar, la productividad de los procesos productivos, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico.</p>	<p>Se lograra incrementar la productividad del sistema, al disminuir las paradas de máquinas, aplicando el software Arena- Caso Fábrica De Chocolate Orgánico.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • VARIABLE DEPENDIENTE ESPECIFICO (VD2).- Paradas de máquinas 	<ol style="list-style-type: none"> 11. Modelamiento en software Arena de propuesta de mejora, con dos máquinas de conchado 12. Optimización del cuello de botella, de propuesta de mejora – Kpis encontrados 13. Optimización de las paradas de máquinas, de propuesta de mejora,– Kpis encontrados 14. Demostración hipótesis específica I 15. Demostración hipótesis específica II 16. Demostración hipótesis General
--	--	--	---	---