

IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA EL DIAGNÓSTICO
DE PROCESOS OPERACIONALES EN LA EMPRESA SANDU COLOMBIA.

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

CARLOS MARIO RIOS ESCOBAR

ANDRÉS PEÑA MARÍN

GERMAN DANILO PIRAQUIVE

DOCENTE TUTOR

CARLOS HUMBERTO OLIVELLA ZULETA

BOGOTA D.C COLOMBIA

Tabla de contenido

1	Introducción	4
2	Resumen.....	5
3	Objetivos	6
3.1	Objetivo general:.....	6
3.2	Objetivos específicos.....	6
4	Marco teórico.....	7
4.1	Diagnostico empresarial.....	7
4.2	Planteamiento el problema.....	8
4.2.1	Criterios de planteamiento del problema	9
4.3	Diagramas de Proceso	10
4.3.1	Diagrama de curso (o flujo) de proceso	10
4.3.2	Diagrama de recorrido	10
4.3.3	Diagrama de interrelación hombre máquina.....	11
4.3.4	Diagrama de operaciones de proceso.....	11
4.4	Regresión lineal.....	12
4.5	Estudio de tiempos.....	13
4.6	Capacidad del proceso CP	14
4.7	Punto del equilibrio.....	15
4.8	Programación lineal.....	17
4.9	Espina De Pescado.....	18
4.10	Método de Suavización Exponencial Triple Método de Winter	18
4.11	Layout.....	19
4.12	Reglamento De Buenas Practicas Para Alimentos Procesados	20
5	Problemáticas en procesos y operaciones	22
6	Resultados y análisis.....	23
6.1	Regresión lineal.....	23
6.1.1	Suavización exponencial triple, método Winters.....	26
	Resultados demanda 2017	28
6.2	Diagramas de flujo operacional por referencia.....	31
6.3	Estudio de tiempos.....	32
6.3.1	Tiempos promedio por elemento	32

6.3.2 Tiempo básico o normal	33
6.3.4 Suplementos.....	33
6.3.5 Tiempo estándar	33
Tiempos estándar obtenidos por proceso	35
6.4 Capacidad de proceso cp.....	36
6.5 Punto de equilibrio.....	37
6.6 Punto de equilibrio VS capacidad de proceso.....	39
6.7 Programación lineal.....	40
PLAN DE PRODUCCIÓN RESULTADO DE LA PROGRAMACION LINEAL	42
6.8 Balanceo de línea	44
6.8 Puestos mínimos para operación.....	45
6.9 Planeación agregada estrategia mixta	46
6.10 Análisis estadístico de datos- prueba de Hipótesis	48
Capacidad de proceso	49
Sistema propuesto de distribución	52
7 Conclusiones.....	55
Bibliografía	58

1 Introducción

Según el funcionamiento de la compañía y sus lineamientos SANDU es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de comestibles, lleva en el mercado aproximadamente 5 años y ofrece 8 variedades diferentes de sándwich para satisfacer las necesidades de los clientes actuales, su planta de producción se encuentra ubicada en el barrio minuto de Dios Bogotá, y sus puntos de venta se ubican en las instalaciones de la corporación universitaria minuto de Dios sede principal y sedes alternas Bogotá. Actualmente cuenta con cuatro empleados para realizar todos sus procesos productivos y comerciales. Sus procesos son totalmente empíricos y se desarrollan según algunas consideraciones del "día a día" sin estudios previos ni datos numéricos de respaldo, por esta razón se decidió realizar un análisis mediante un diagnóstico para determinar diversas problemáticas que influyen en las operaciones y procesos productivos, además de aplicar modelos matemáticos para determinar mejoras según las observaciones que se llevaron a cabo, de tal forma que se realizó una etapa de observación y diseño en áreas

tales como producción, calidad, finanzas y logística entre otras, según las problemáticas encontradas. Mediante el trabajo en campo y la implementación de modelos diseñados para la resolución de problemas, se emplearon modelos como capacidad de proceso, balaceo de línea, regresión lineal entre otros, soportados con herramientas de análisis como, tiempos y movimientos, punto de equilibrio multi-producto, diagramas de procesos y estadística que comprueban la veracidad de los datos obtenidos con el fin de proponer una mejora sustancial en sus procesos teniendo en cuenta las bases de la ingeniería industrial y el análisis de situaciones que recaen directamente en operaciones y procesos de la compañía.

2 Resumen

Este proyecto de investigación se centra en el análisis de procesos productivos implementados por la empresa SANDU, con el fin de diagnosticar los procesos actuales y brindar nuevas herramientas cuantitativas y cualitativas que contribuyan a un mejoramiento sustancial, ya que la compañía funciona de manera empírica sin contar con procesos previamente controlados y diseñados por medio de modelos matemáticos, ni estadísticas operativas para la toma de decisiones. Además presenta problemáticas en diferentes áreas que determinan la producción y terminan afectando directamente las operaciones generales y comprometiendo su supervivencia en el mercado actual.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general:

Realizar un diagnóstico empresarial a la empresa SANDU con el fin de determinar sus problemáticas implementando herramientas y modelos matemáticos que contribuyan a la producción de planes de mejora, los cuales podrán ser adoptados por la compañía asegurando así una mayor utilidad y un mejoramiento sustancial en los procesos productivos, logísticos y organizacionales.

3.2 Objetivos específicos

- Observar, analizar y estandarizar los procesos productivos de la empresa.
- Comprender las metas y el direccionamiento de la compañía.
- Diagnosticar la situación actual de la organización teniendo en cuenta sus diferentes procesos y áreas de operación.

- Determinar sus problemáticas y áreas de mejora mediante herramientas y modelos matemáticos aplicados para cada situación específica.
- Analizar los resultados obtenidos mediante un análisis estadístico que ayude al mejoramiento de sus procesos.

4 Marco teórico

4.1 Diagnostico empresarial: Es visualizar, detectar y explicar la situación actual de la Empresa, con sus síntomas, problemas y causas ó con los efectos que produce, fijando sus puntos fuertes (fortalezas) y débiles (debilidades) con repercusiones en las distintas áreas que influyan con ella, y plantear las conclusiones y recomendaciones para llevar a la empresa a un estado meta u horizonte de acción ideal (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 1983)

En la columna de Herramientas de Gestión 2015: Sergio Romagnoli afirma que “El Diagnóstico Empresarial constituye una herramienta sencilla y de gran utilidad a los fines de conocer la situación actual de una organización y los problemas que impiden su crecimiento, sobrevivencia o desarrollo. Gracias a este tipo de diagnóstico se pueden detectar las causas principales de los problemas "raíces", de manera de poder enfocar los esfuerzos futuros en buscar las medidas más efectivas y evitar el desperdicio de energías.”

Diagnóstico Empresarial: utilizada por el Dr. Martín Flor Romero (2006), en su libro “Organización y Procesos Empresariales”. Lo define como: “... el resultado de un proceso de investigación relacionado con la organización y el funcionamiento de las empresas, que permite determinar y evaluar las relaciones de causas-efectos de los problemas detectados y dar solución integral a los mismos”

4.2 Planteamiento el problema: Como señala Ackoff (1953), un problema correctamente planteado está parcialmente resuelto, a mayor exactitud corresponden más posibilidades de obtener una solución satisfactoria. El investigador debe ser capaz no sólo de conceptualizar el problema sino también de verbalizarlo de forma clara, precisa y accesible. En algunas ocasiones el investigador sabe lo que desea hacer pero no puede comunicarlo a los demás y es necesario que realice un esfuerzo por traducir su pensamiento a términos que sean comprensibles, pues en la actualidad la mayoría de las investigaciones requieren la colaboración de otras personas.

De acuerdo con Fidiás G, Arias en su Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. Dice que el Planteamiento del Problema, Consiste en describir de manera amplia la situación objeto de estudio, ubicándola en un contexto que permita comprender su origen y relaciones.

Durante la redacción, es conveniente que los juicios emitidos sean avalados con datos o cifras provenientes de estudios anteriores.

Al plantear el problema, se recomienda dar respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son los elementos del problema: datos, situaciones y conceptos relacionados con el mismo?

¿Cuáles son los hechos anteriores que guardan relación con el problema? ¿Cuál es la situación actual?

¿Cuál es la relevancia del problema?

Conscientes de la dificultad que representa la identificación de un problema de investigación, se ofrecen algunas fuentes que pueden dar origen a interrogantes científicas:

- a) Observación de problemas de tipo práctico en cualquier ámbito: laboral, estudiantil, comunitario, etc.
- b) Revisión exhaustiva de la bibliografía y las investigaciones sobre el tema.
- c) Consulta a expertos en el área.
- d) Líneas de investigación establecidas por instituciones.

4.2.1 Criterios de planteamiento del problema: Los criterios de acuerdo con Kerlinger (1975)- para plantear adecuadamente el problema de investigación son:

- 1) El problema debe expresar una relación entre dos o más variables.
- 2) El problema debe estar formulado claramente y sin ambigüedad como pregunta (por ejemplo, ¿qué efecto?, ¿en qué condiciones...?, ¿Cuál es la probabilidad de...? ¿Cómo se relaciona con...? etcétera.
- 3) El planteamiento implica la posibilidad de prueba empírica. Es decir, de poder observarse en la realidad. Por ejemplo, si alguien piensa estudiar qué tan sublime es el alma de los adolescentes, está planteando un problema que no puede probarse

empíricamente pues "lo sublime" y "el alma" no es observable. Claro que el ejemplo es extremo, pero nos recuerda que las ciencias trabajan con aspectos observables y medibles en la realidad.

4.3 Diagramas de Proceso: Se define como diagrama de proceso a una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo (Niebel, 1996).

Los diagramas más utilizados por los ingenieros de Métodos se enlistan a continuación

4.3.1 Diagrama de curso (o flujo) de proceso: Un diagrama de diagrama de proceso de flujo es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además la información que se considera deseable para el análisis (García Criollo, 1998).

Describe Niebel (2009), que el diagrama de flujo del proceso cuenta con mucho mayor detalle que el diagrama del proceso operativo. Como consecuencia, no se aplica generalmente a todos los ensambles, sino que a cada componente del ensamble.

4.3.2 Diagrama de recorrido: El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. Este diagrama representa un complemento útil del diagrama de flujo de procesos debido a que indica el camino hacia atrás y las áreas posibles de congestión de tráfico y facilita el desarrollo de una configuración ideal de la planta (Niebel & Freivalds, 2009).

De acuerdo a García Criollo (1998) llama a este tipo de representación como diagrama de circulación y se elabora con base en un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso, utilizando los mismos símbolos empleados en el proceso de recorrido.

4.3.3 Diagrama de interrelación hombre máquina: Este diagrama, que es la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir saber el tiempo invertido por los hombres y el utilizado por las máquinas (García Criollo, 1998).

Según Niebel & Freivalds (2009) describen que el diagrama de procesos hombre – máquina se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. El diagrama muestra la relación de tiempo exacto entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Estos hechos pueden conducir a una utilización completa del tiempo del trabajador y de la máquina así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo.

Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla: En definición de García Criollo (1998) el diagrama de proceso es la representación gráfica de la secuencia de los elementos que componen una operación en la que interviene un grupo de personas. Se registran cada uno de los elementos de la operación y sus tiempos de ocio.

El diagrama de procesos de grupo muestra la relación exacta entre los ciclos ociosos y operativos de la máquina y los tiempos ociosos y operativos por ciclo de los trabajadores que operan dicha máquina. Este diagrama revela las posibilidades de mejora mediante la reducción de los tiempos ociosos tanto para la máquina como el operador.

4.3.4 Diagrama de operaciones de proceso: Niebel & Freivalds (2009) señala que el diagrama de operaciones de proceso indica las operaciones e inspecciones, presentes en un determinado proceso; desde la toma de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Es importante señalar el tiempo de cada actividad y los materiales utilizados.

Para la elaboración de éste tipo de diagramas es necesario observar directamente las actividades y tomar los tiempos de cada una de ellas.

También cabe destacar el:

Diagrama de operaciones de proceso

Diagrama de proceso para operario

Diagrama de viajes de material

Diagrama PERT

4.4 Regresión lineal: Segundo Cristóbal Montoro (1973) uno de los aspectos más relevantes de la Estadística es el análisis de la relación o dependencia entre variables. Frecuentemente resulta de interés conocer el efecto que una o varias variables pueden causar sobre otra, e incluso predecir en mayor o menor grado valores en una variable a partir de otra. Por ejemplo, supongamos que la altura de los padres influye significativamente en la de los hijos. Podríamos estar interesados en estimar la altura media de los hijos cuyos padres presentan una determinada estatura.

Los métodos de regresión estudian la construcción de modelos para explicar o representar la dependencia entre una variable respuesta o dependiente (Y) y la(s) variable(s) explicativa(s) o dependiente(s), X .

También el término regresión fue introducido por Galton en su libro “Natural inheritance” (1889) refiriéndose a la “ley de la regresión universal”: “Cada peculiaridad en un hombre es compartida por sus descendientes, pero en media, en un grado menor.”

- Regresión a la media

–Su trabajo se centraba en la descripción de los rasgos físicos de los descendientes (una variable) a partir de los de sus padres (otra variable). Hoy en día el sentido de regresión es el de predicción de una medida basándonos en el conocimiento de otra.

Afirmando que “un contexto adecuado al tema de Regresión Lineal, con el objeto de ubicar correctamente algunos de los conceptos que se utilizarán en el proceso de predicción estadística. Es probable que hayas escuchado una expresión tan popular como “para muestra basta un botón”, que ilustra muy bien lo que sucede en la inferencia estadística. El proceso inferencial consiste en obtener información acerca de una Población de objetos cuantitativos (datos), a partir de información contenido en una parte de esta población llamada Muestra.”

4.5 Estudio de tiempos: Según Fred E. Meyers (2000) el Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

El creador de esta teórica fue Frederick Winslow Taylor (20 de marzo de 1856 - 21 de marzo de 1915) en el cual les siguieron una serie de estudios analíticos sobre tiempos de ejecución y remuneración del trabajo. Sus principales puntos, fueron determinar científicamente trabajo estándar, crear una revolución mental y un trabajador funcional a través de diversos conceptos que se intuyen a partir de un trabajo suyo publicado en 1903 llamado Shop Management. Se enfocaba más en el método y herramientas del trabajo para una mejor eficacia. el área de la pirámide de la organización que estudiaban, una es el nivel operario que es el área de estudio de Taylor. Aportando a su teoría:

Estudio de Movimientos en el ámbito del acero, Estandarización de herramientas, Departamento de planificación de ventas, Principio de administración por excepción, Tarjeta de enseñanzas para los proletarios, Reglas de cálculo para el corte del metal y el acero, Métodos de determinación de costos, Selección de empleados por tareas, Incentivos si se termina el trabajo a tiempo.

Taylor vio la posibilidad de descomponer cada tarea y cada operación de la misma en una serie ordenada de movimientos simples. Los movimientos inútiles eran eliminados, mientras que los útiles eran simplificados, racionalizados o fusionados con otros movimientos, para proporcionar economía de tiempo y de esfuerzo al obrero.

De esta manera los tiempos se lograrían estandarizar, mejorando la producción y el rendimiento de la misma.

4.6 Capacidad del proceso CP: según el profesor Arturo Ruiz (2006) La capacidad de proceso es el grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas deseadas.

Cuando la capacidad de un proceso es alta, se dice que el proceso es capaz, cuando se mantiene estable a lo largo del tiempo, se dice que el proceso está bajo control, cuando no ocurre esto se dice que el proceso no es adecuado para el trabajo o requiere de inmediatas modificaciones.

También La medición de la capacidad de proceso es una técnica cuantitativa que usualmente ha sido aplicada usando los referentes de características de calidad cuantitativa o tipo variable. Para el caso de características de calidad tipo atributo se acude a una definición como la que se evidencia en el libro del Método Jurán Análisis y planeación de la calidad, en el capítulo de Operaciones: Sector servicios, en donde hace una aproximación de medir la capacidad de proceso en el sector de los servicios, cuando

no se puede cuantificar (atributo) las necesidades del cliente, estos establecen que “Según el enfoque Six Sigma, la capacidad del proceso puede describirse en unidades de sigma; por ejemplo, un proceso puede ubicarse en un nivel 4,8 sigma de un ideal de 6 sigma.” (Gryna, Chua, & Defeo, 2007) Es decir que la capacidad de proceso se puede relacionar y medir por medio del nivel sigma.

Otra manera que establece la capacidad de proceso en atributos es cuando, Douglas Montgomery, dice que al no tener en cuenta las especificaciones de las características de calidad “La capacidad de proceso puede expresarse como un porcentaje fuera de las especificaciones.” (Montgomery, 2004) Este porcentaje que esta fuera de las especificaciones se puede considerar como la fracción defectuosa de las cartas de control P y NP.

Cabe destacar que de acuerdo con los métodos estadísticos sugeridos para la norma ISO 9000, se regula que “a los procesos de producción se le debe verificar su capacidad para producir de acuerdo con las especificaciones establecidas para el producto. Deben ser identificadas las operaciones asociadas con las características del producto o proceso, que puedan tener efectos significativos sobre la calidad del producto. Se debe establecer un control apropiado para asegurar la permanencia de estas características dentro de las especificaciones y que se hayan realizado los cambios y modificaciones apropiadas.

La verificación de los procesos de producción debe incluir la revisión de los procedimientos relativos a material, equipos, sistemas de computación, procedimientos y el personal involucrado.”

4.7 Punto del equilibrio: Según Estefanía Yérmanos (2010) El análisis del punto de equilibrio, conocido también como relación Costo-Volumen - Utilidad, da énfasis a las

relaciones entre los diferentes factores que afectan la utilidad. Podemos describir el punto de equilibrio como aquel en el cual los ingresos son iguales a los egresos y por lo tanto no se genera ni utilidad ni pérdida en la operación. El punto de equilibrio nos permite determinar el número mínimo de unidades que deben ser vendidas o el valor mínimo de las ventas para operar sin pérdida. Cada unidad de producto vendida, debe rendir un ingreso en exceso de su costo variable para contribuir a cubrir los costos fijos y generar la utilidad. En el punto de equilibrio la utilidad es cero lo que quiere decir, que el margen de contribución es igual al costo fijo. Si el volumen de ventas es mayor que el volumen de equilibrio, habrá utilidad, de lo contrario, estaremos frente a una pérdida.

Los métodos para calcular el Punto de Equilibrio permiten tener una visión general sobre los caminos a nivel productivo que debemos seguir.

Para calcular el Punto de Equilibrio es necesario tener perfectamente determinado el comportamiento de los costos (Costos Fijos, Costos Variables).

Existen tres métodos para determinar el Punto de Equilibrio:

Método de la Ecuación, Método del Margen de Contribución, Método Gráfico

El modelo de Leon Walras fue un economista francés de la Escuela de Lausana y primer creador de la teoría de punto de equilibrio, indico que “era un modelo de un período prolongado en el cual los precios de los bienes de capital son iguales, independientemente de que aparezcan como variables de entrada o como variables de salida, y se presenta el mismo margen de ganancias en todas las líneas de la industria. En este modelo, el precio de costo de cada bien de capital debe ser igual, en equilibrio, al precio de demanda.

El concepto moderno del equilibrio general es proporcionado por un modelo desarrollado en común por Kenneth Arrow, Gerard Debreu y Lionel W. McKenzie en los años 50. Gerard Debreu presenta este modelo en su obra La teoría del valor (1959) como un

modelo axiomático, siguiendo el estilo matemático promovido por Bourbaki. En este enfoque, la interpretación de los términos en la teoría (mercancías, precios) no es fijada por los axiomas.

4.8 Programación lineal: según Hamdy A, Taha(2012) La Programación Lineal corresponde a un algoritmo a través del cual se resuelven situaciones reales en las que se pretende identificar y resolver dificultades para aumentar la productividad respecto a los recursos (principalmente los limitados y costosos), aumentando así los beneficios. El objetivo primordial de la Programación Lineal es optimizar, es decir, maximizar o minimizar funciones lineales en varias variables reales con restricciones lineales (sistemas de inecuaciones lineales), optimizando una función objetivo también lineal.

Los resultados y el proceso de optimización se convierten en un respaldo cuantitativo de las decisiones frente a las situaciones planteadas. Decisiones en las que sería importante tener en cuenta diversos criterios administrativos como:

Los hechos, La experiencia, La intuición, La autoridad

Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2013. Actualizado: 2015. Definicion.de: Definición de programación lineal “Se conoce como programación lineal a la técnica de la matemática que permite la optimización de una función objetivo a través de la aplicación de diversas restricciones a sus variables. Se trata de un modelo compuesto, por lo tanto, por una función objetivo y sus restricciones, constituyéndose todos estos componentes como funciones lineales en las variables en cuestión.

Los modelos de programación lineal contemplan que las variables de decisión (es decir, la función objetivo y las restricciones) mantienen un comportamiento de tipo lineal. Esto hace que, a través de su método, se puedan simplificar los cálculos y obtener un resultado

próximo a la realidad.” De esta manera se pretendía, gestionar mejor los recursos propios y reducir lo máximo posible lo que eran los costos del ejército.

Se consideran sus padres o creadores: el húngaro-estadounidense John von Neumann, el profesor norteamericano George Dantzig y el matemático de origen ruso Leonid Kantoróvich, que recibió el Premio Nobel de Economía en 1975.

4.9 Espina De Pescado

Construido con la apariencia de una espina de pescado, esta herramienta fue aplicada por primera vez en 1953, en el Japón, por el profesor de la Universidad de Tokio, Kaoru Ishikawa, para sintetizar las opiniones de los ingenieros de una fábrica, cuando discutían problemas de calidad. De acuerdo con su argumento “El diagrama, también llamado diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez. Consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Es una de las diversas herramientas surgidas a lo largo del siglo XX en ámbitos de la industria y posteriormente en el de los servicios, para facilitar el análisis de problemas y sus soluciones en esferas como lo son; calidad de los procesos, los productos y servicios.”

4.10 Método de Suavización Exponencial Triple Método de Winter

Ajuste a la Tendencia y a la Variación Estacional

Este método se utiliza cuando además de presentarse una tendencia lineal en la serie de tiempo, hay también un patrón de comportamiento de tipo estacional o periódico en los datos o valores de la serie de tiempo. Esta técnica es una extensión del método de Holt ya que incorpora una ecuación para calcular una estimación de la estacionalidad.

4.11 Layout

Según Juan Sebastián Arroyo responde las interrogantes más comunes sobre este tema. La misión del diseñador es encontrar la mejor ordenación de las áreas de trabajo y del equipo en aras a conseguir la máxima economía en el trabajo al mismo tiempo que la mayor seguridad y satisfacción de los trabajadores.” La distribución en planta implica la ordenación de espacios necesarios para movimiento de material, almacenamiento, equipos o líneas de producción, equipos industriales, administración, servicios para el personal, etc.

Los objetivos de la distribución en planta son:

1. Integración de todos los factores que afecten la distribución.
2. Movimiento de material según distancias mínimas.
3. Circulación del trabajo a través de la planta.
4. Utilización “efectiva” de todo el espacio.
5. Mínimo esfuerzo y seguridad en los trabajadores.
6. Flexibilidad en la ordenación para facilitar reajustes o ampliaciones.

Principios básicos de la distribución en planta.

1. Principio de la satisfacción y de la seguridad.

A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.

2. Principio de la integración de conjunto.

La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

3. Principio de la mínima distancia recorrida.

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.

4. Principio de la circulación o flujo de materiales.

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales. Hay que evitar los cruces y las interrupciones.

5. Principio del espacio cúbico.

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.

6. Principio de la flexibilidad.

A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes.

4.12 Reglamento De Buenas Practicas Para Alimentos Procesados

Gustavo Noboa Bejarano presidente constitucional de la República señala que El presente reglamento es aplicable tanto para las empresas que opten por la obtención del Registro Sanitario, a través de la certificación de buenas prácticas de manufactura, como para las actividades de vigilancia y control señaladas en el Capítulo IX del Reglamento de Registro y Control Sanitario, publicado en el Registro Oficial No. 349, Suplemento del 18 de junio del 2001. Cada tipo de alimento podrá tener una normativa específica guardando relación con estas disposiciones.

Buenas Prácticas de Manufactura (B.P.M.): Son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado y almacenamiento de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los alimentos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

Certificado de Buenas Prácticas de Manufactura: Documento expedido por la autoridad de salud competente, al establecimiento que cumple con todas las disposiciones establecidas en el presente reglamento.

PRODUCCIÓN

Cuello de botella en el proceso de vinipelado

Programación de producción no definida ni controlada

Falta de definición y distribución de los puestos de trabajo

Falta de delimitación de área y herramientas utilizadas en el proceso

CALIDAD

Control de calidad cualitativo y no cuantitativo, por ende no hay registro de calidad en producto ni en procesos

No se cuenta con un procedimiento establecido de control de calidad

No hay herramientas de calidad implementadas

No se cuenta con una referencia de calidad definida

Disminución en las ventas del presente año

Disminución en las ventas

No se tiene registro de ventas x unidad al día (control sobre el tipo de sándwich vendido)

No hay análisis de datos contables previamente realizados

Desconocimiento del punto de equilibrio

FINANZAS

No cuenta con proveedores opcionales para posibles inconvenientes

No se cuenta con identificación de producto terminado

No cuenta con estudio de proveedores e insumos, planificación de inventarios temporales

No cuentan con una planeación de aprovisionamiento estructurada

LOGISTICA

5 Problemáticas en procesos y operaciones

En el esquema anterior se pueden observar las problemáticas encontradas mediante el trabajo de campo realizado en la empresa SANDU que consto de observar los procesos productivos, operacionales, logísticos, durante dos semanas. Se describen las áreas y las novedades correspondientes a cada una. Para dar solución a los diferentes hallazgos se implementan modelos matemáticos teniendo en cuenta las características, y el comportamiento del problema.

Para abordar las problemáticas iniciales correspondientes a la disminución en las ventas, se procederá a realizar un pronóstico de ventas según el registro de las mismas correspondiente al segundo periodo del año 2015 y el año 2016 con el fin de recrear un escenario muy acercado a la realidad, correspondiente al año 2017. De este modo se tendrá una base que será comparada con la producción establecida en el año actual en comparación con un escenario productivo para el año 2017.

6 Resultados y análisis

6.1 Regresión lineal

Dia	Año 2015						Dia	Año 2016				
	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
1	437	445	299	401		314	1	298	302	321	316	
2	441		439	315	292	423	2	439	332	423	429	301
3	301	291	425	432	290	441	3		387	419		319
4	410	313	297		427	301	4	308	327	289	307	446
5		437	439	302	436	423	5	323	303	446	310	432
6	298	422		297	301		6	405	411		440	320
7	300	316	305	429	449	307	7	353		310	444	443
8	445	422	300	435		301	8	301	331	303	335	
9	425		441	301	302	450	9	448	299	395	445	311
10	301	301	432	447	297	430	10		449	435		298
11	449	322	303		433	310	11	298	445	289	299	411
12		441	427	303	432	424	12	321	301	442	308	450
13	302	434		310	314		13	387	450		425	299
14	312	324	390	423	434	303	14	448		301	428	431
15	429	443	342	444		301	15	297	296	298	332	
16	423		398	297	303	428	16	423	305	443	438	310
17	322	307	341	431	311	434	17		437	430		303
18	429	297	324		443	307	18	300	441	297	293	438
19		441	387	321	423	421	19	407	318	434	315	442
20	300	430		301	302		20	276	436		433	297
21	303	302	317	431	415	302	21	340		274	438	447
22	435	428	303	423		301	22	345	315	325	308	
23	443		443	311	300	435	23	434	308	444	437	274
24	319	319	434	466	298	418	24		442	435		304
25	426	310	302		443	316	25	310	422	308	314	439
26		444	433	313	435	434	26	292	300	435	306	441
27	299	429		300	301		27	346	442		432	303
28	302	309	304	445	440	300	28	370		325	439	445
29	417	439	301	432		297	29	301	301	328	300	
30	448		443	305	287	439	30	450	341	441	449	301
TOTAL	9716	9366	9569	9615	9108	9560	TOTAL	9220	9441	9590	9720	9205

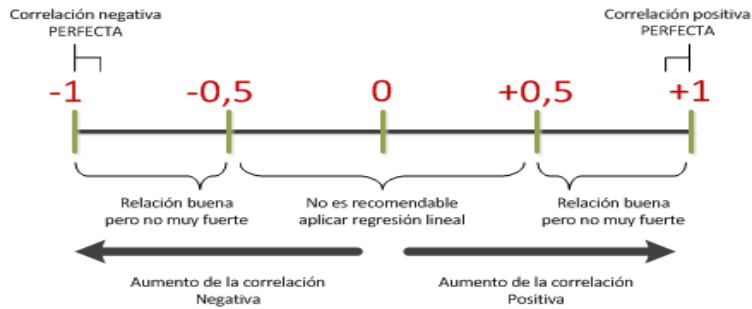
Para realizar el cálculo de pronóstico por el método de regresión lineal, es necesario validar el coeficiente de correlación comúnmente identificado como r o R , es una medida de asociación entre las variables aleatorias X y Y , cuyo valor varía entre -1 y $+1$.

Para el cual se utiliza la siguiente formula:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2][n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2]}}$$

Dónde t hace referencia a la variable tiempo y x a la variable demanda.

Don de r obtiene como resultado: $r = -0,2336615$



Posterior mente se procede con el modelo de regresión lineal simple

$$\hat{X}_t = a + bt$$

\hat{X}_t Pronóstico del período t

a Intersección de la línea con el eje

b Pendiente (positiva o negativa)

t Período de tiempo

Donde ...

$$a = \bar{X} - b\bar{t}$$

\bar{X}

Promedio de la variable dependiente (Ventas o Demanda)

\bar{t}

Promedio de la variable independiente (Tiempo)

Donde ...

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2}$$

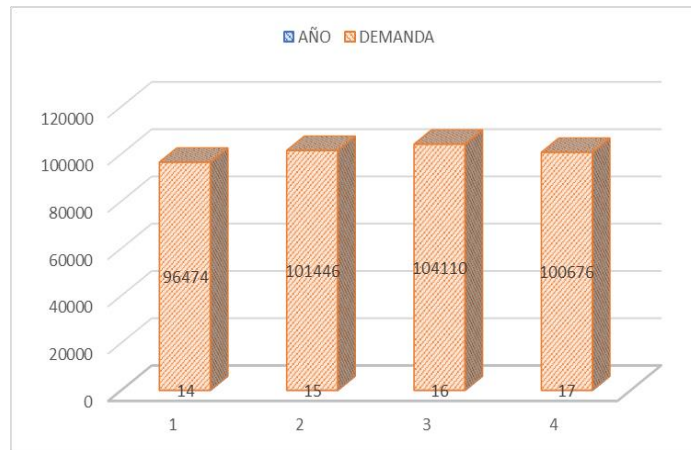
Obteniendo los siguientes resultados:

periodo mes	periodo Y	Año 2016	Año 2015	Año 2014	Demanda X	x*y	y^2	PRONOSTICO 2017
Enero	1	9716	9488	9036	9413	9413	1	9217
Febrero	2	9366	9138	8686	9063	18126	4	9204
Marzo	3	9569	9341	8889	9266	27799	9	9191
Abril	4	9615	9387	8935	9312	37249	16	9178
Mayo	5	9108	8880	8428	8805	44026	25	9165
Junio	6	9560	8992	8540	9031	54183	36	9152
Julio	7	9220	9213	8761	9065	63452	49	9139
Agosto	8	9441	9362	8910	9238	73900	64	9127
Septiembre	9	9590	9492	9040	9374	84365	81	9114
Octubre	10	9720	8977	8525	9074	90739	100	9101
Noviembre	11	9205	9176	8724	9035	99383	121	9088
total	66				100675	602634	506	

SUME Y^2	4356
B	-12,8727273
PROMEDIO Y	6
PROMEDIO X	9152,275576
A	9229,511939

Obteniendo las siguientes diferencias con respecto a la demanda de años anteriores

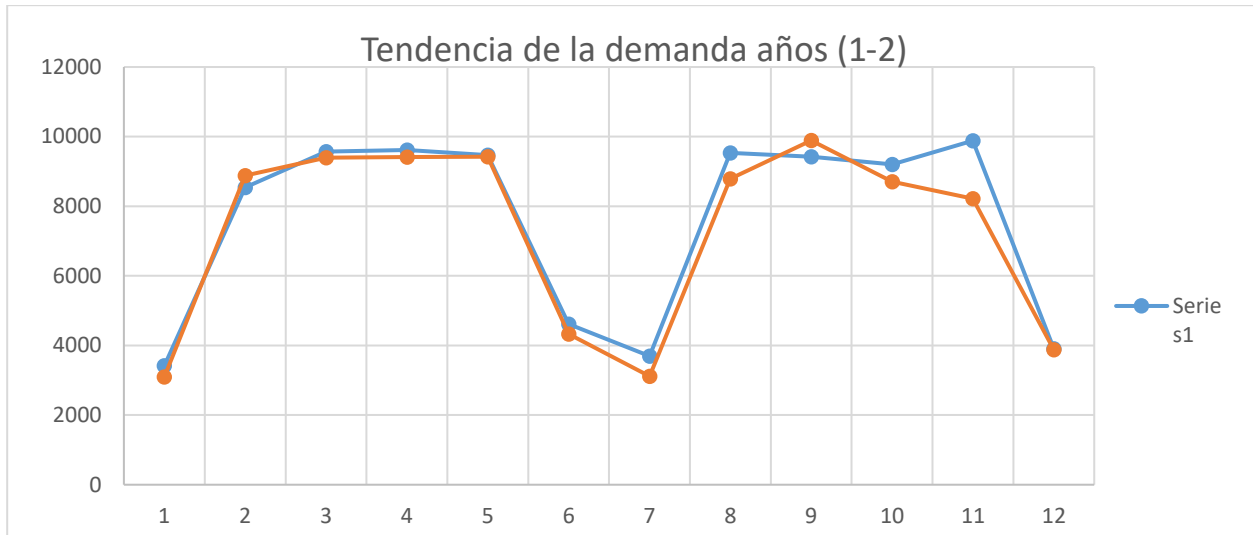
2014 vs 2017	2015 vs 2017	2016 vs 2017
181	-271	-499
518	66	-162
302	-150	-378
243	-209	-437
737	285	57
612	160	-408
378	-74	-81
217	-235	-314
74	-378	-476
576	124	-619
364	-88	-117



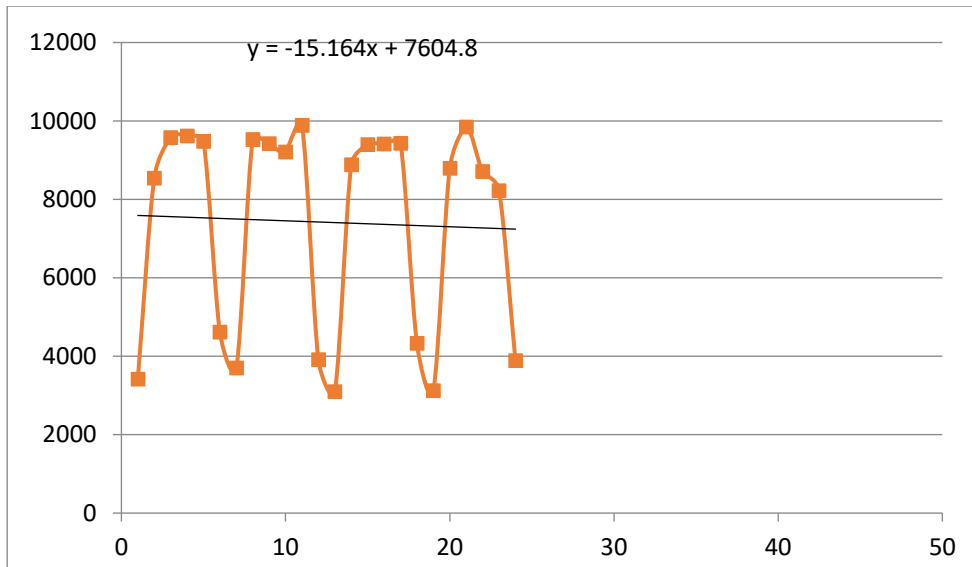
De acuerdo con la regresión lineal para el año 2017 se presenta una disminución de la demanda con respecto al año 2016 debido a las irregularidades de las demandas presentadas en el año 2015 y 2016. Cabe destacar que este modelo fue descartado ya que en la prueba de coeficiente de correlación el resultado fue de $r = -0,2336615$ y debido a esto no es recomendable implementar este método para los datos obtenidos en la reconstrucción de la demanda en los años mencionados.

6.1.1 Suavización exponencial triple, método Winters

Con la finalidad de obtener un pronóstico de demanda que cumpla con los parámetros se ha analizado la demanda y se ha concluido que presenta un comportamiento estacional como se representa en la siguiente gráfica:



Donde el año uno corresponde al año 2015 y el año dos al 2016, Como observamos en la gráfica la demanda se comporta de manera estacional donde los datos anuales presentan picos crecientes y decrecientes en los mismos periodos, excepto algunas variaciones de un año a otro, por ende se pronostica con un método para datos estacionales llamado Winters o suavización exponencial triple, este pronóstico es uno de los más usados por su gran flexibilidad al momento de incluir una nueva serie de datos y obtener datos acertados para la predicción de la demanda. El método winters tiene en cuenta unos factores de estacionalidad generados por la relación entre la pendiente, el espacio entre cada estación y el dato de demanda relacionado con cada periodo.



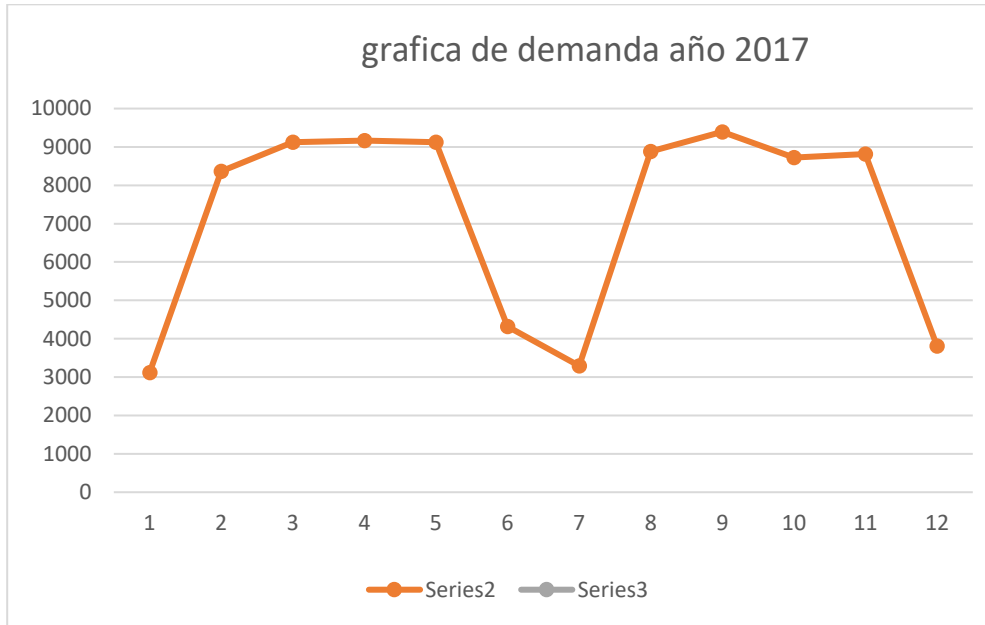
En la gráfica se observa la pendiente generada por las 2 estaciones de datos, para calcular esta pendiente G_0 en el método winters se tiene en cuenta las medias de las estaciones V_0 y su relación con el periodo N . el resultado de la pendiente corresponde a -15 con un S_0 correspondiente a 7.191 evidenciado en la gráfica de la pendiente en las dos estaciones. Esto quiere decir que el resultado de los datos pronosticados tiende a decrecer

Resultados demanda 2017

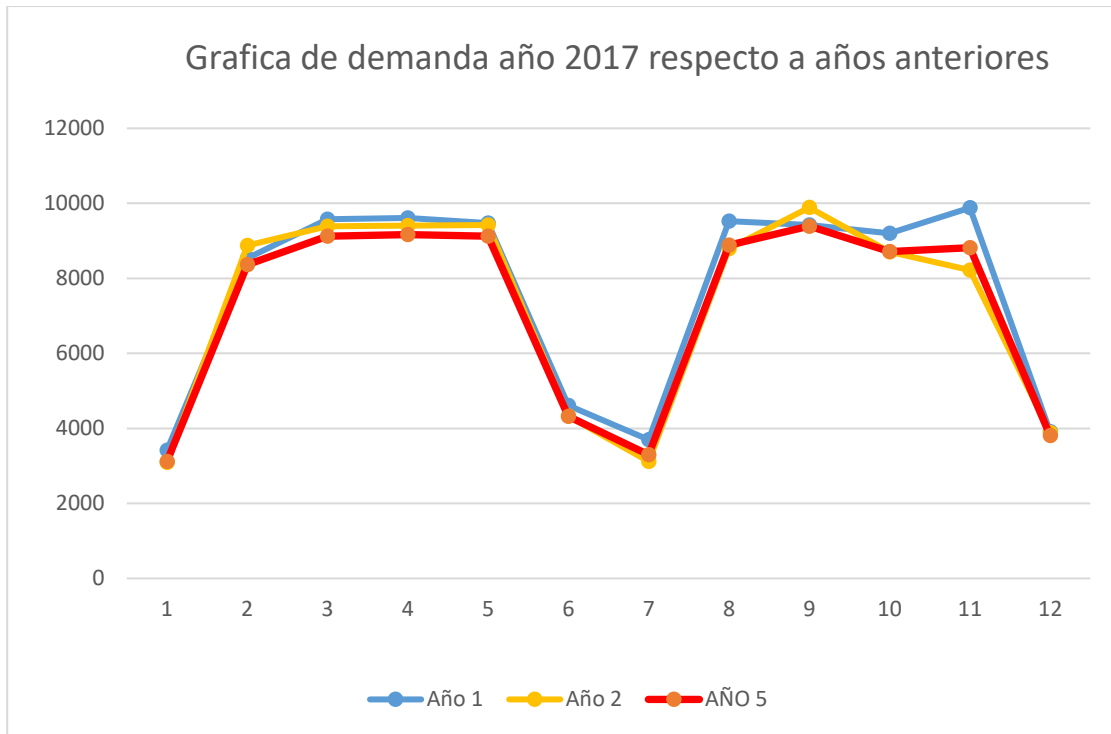
Los resultados para el año 2017 se hallaron mediante factores estacionales ponderados y normalizados según el método de suavización exponencial triple obteniendo los siguientes resultados

Pronostico de la demanda del año venidero 2017	
Mes	Demanda
1	3119
2	8368
3	9123
4	9167
5	9124

6	4321
7	3296
8	8884
9	9393
10	8719
11	8816
12	3809



Como se observa en la gráfica, los factores estacionales siguen la tendencia de la demanda correspondiente a los años anteriores y definida por la pendiente en el análisis de estaciones, los resultados obtenidos presentan un nivel de confianza del 95% aprobando los parámetros de veracidad en el pronóstico, a continuación se presenta la gráfica de comparación entre demandas obtenidas para los años 2015 y 2016 y su pronóstico 2017:



Para observar como la empresa responde actualmente con las demandas y como puede llegar a responder con demandas pronosticadas, se realiza un estudio del trabajo que incluye la definición y la estructuración de las operaciones productivas, tiempos y movimientos por operación, y determinación de los puestos de trabajo, el proceso fue dividido en cuatro operaciones básicas correspondientes a

- 1) Preparación de insumos (tiempo destinado para la cocción de la carne, pollo y demás proteínas que necesitan este proceso para su ingesta)
- 2) Corte de pan
- 3) Adicionamiento de ingredientes
- 4) Viniopelado y embalaje

Se observaron las diversas operaciones para poder definir las 4 operaciones base mediante el siguiente diagrama

6.2 Diagramas de flujo operacional por referencia

DIAGRAMA DE FLUJO DE SANDWICH DE CARNE

	RESUMEN	Actual	
		#	Tpo
○	Operaciones	7	33
⇄	Transporte	5	6,6
□	Controles	1	1,3
D	Esperas		
▽	Almacenamiento	1	
	TOTAL		40

No. 5

El Diagrama Empieza:

El Diagrama Termina:

Fecha: 10 de Octubre del 2016

	Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (s)
1	Cortar pan por la mitad	○	⇄	□	D	▽	2,62
2	Se traslada a la mesa para agregar los ingredientes	○	⇄	□	D	▽	3,62
3	Se abre el pan	○	⇄	□	D	▽	2,8
4	Se traslada a recoger el queso tipo mozzarella	○	⇄	□	D	▽	1
5	Se agrega el queso	○	⇄	□	D	▽	4,11
6	Se traslada a recoger la papa tipo chip	○	⇄	□	D	▽	1
7	Se agrega la papa	○	⇄	□	D	▽	1,84
8	Se traslada por la porcion de carne	○	⇄	□	D	▽	1
9	Agrega la porcion de carne desmechada	○	⇄	□	D	▽	3,15
10	Se cierra sandwich	○	⇄	□	D	▽	2,8
11	Se traslada para agregar vinipel	○	⇄	□	D	▽	1
12	Se agrega vinipel	○	⇄	□	D	▽	15,22
13	Se almacena	○	⇄	□	D	▽	
14	Se realiza un conteo	○	⇄	□	D	▽	1,25
15	Se traslada al punto de venta	○	⇄	□	D	▽	
16		○	⇄	□	D	▽	
	TOTAL						

Ya definidas las actividades mencionadas en la hoja de cálculo se procede a realizar un estudio de tiempos por actividad previamente definida, teniendo en cuenta que cada tipología del producto comercializado requiere más o menos tiempo para su preparación según los ingredientes adicionados, además de su manipulación.

6.3 Estudio de tiempos

Inicialmente se empieza calculado el tamaño de la muestra según su referencial empleado la siguiente formula:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Donde se obtuvo el siguiente resultado para un número de observaciones del estudio preliminar igual a diez (10).

$$n = 47,6777$$

Lo cual se traduce en una muestra equivalente a cuarenta y ocho (48) tomas de tiempo para cada una de las referencias comercializadas por la compañía.

6.3.1 Tiempos promedio por elemento

Los tiempos promedios por corresponder al promedio de cada tiempo tomado por referencia según su adición de ingredientes, debemos tener en cuenta que para cada referencia se obtienen dos procesos generales, corte de pan y vinipelado.

$$Media(X) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

siendo (X_1, X_2, \dots, X_N) el conjunto de observaciones

6.3.2 Tiempo básico o normal

Corresponde a la valoración del tiempo evidenciado según el ritmo de trabajo empleado en el momento de la toma, es decir si el colaborador tenía un ritmo alto o bajo realizando su labor.

$$\text{tiempo promedio} \frac{\text{valoración porcentual según el ritmo de trabajo}}{100 \text{ (constante porcentual)}}$$

6.3.4 Suplementos

Con el fin de estandarizar los tiempos ya previamente obtenidos se adicionan suplementos según su naturaleza fisiológica, lumínica, sonora etc. (ver en tabla de suplementos)

6.3.5 Tiempo estándar

Corresponde al tiempo unitario para la realización de una tarea, contemplando algunos factores anteriormente mencionados

$$\text{Tiempo estándar} = \text{tiempo básico o normal} + \text{suplementos}$$

Vinculo 3

Tiempos de procesos en segundos(s)											
N° de Datos	corte de pan	Adición de ingredientes									
		tres carnes	mixto	mexicano	pollo	vegetariano	carne	Atun	hawaiano	vinipelado	
1	7,3	26,79	19,06	26,95	11,81	11,92	11,33	12,90	16,37	14,84	
2	5,1	26,27	17,10	26,12	11,66	10,82	11,36	11,98	16,30	15,94	
3	5,11	25,12	19,59	26,64	12,69	10,35	12,30	11,19	15,86	16,58	
4	8,08	26,63	18,25	26,75	12,78	11,12	12,88	11,78	15,10	16,90	
5	6,53	25,20	17,59	27,09	11,02	11,71	12,58	13,52	16,54	16,49	
6	5,94	25,26	18,04	27,83	11,46	11,28	11,16	13,73	16,51	16,67	
7	7,22	27,02	18,50	26,04	11,51	11,40	11,37	13,38	15,45	16,00	
8	5,22	25,80	18,64	26,14	11,65	11,04	12,89	13,40	15,09	14,72	
9	6,48	26,99	18,21	26,60	12,23	11,44	12,87	12,70	16,75	16,62	
10	8,61	26,77	19,35	26,53	11,01	11,27	11,25	11,37	15,07	14,61	
11	5,52	26,05	18,50	27,94	11,56	10,75	12,44	13,18	16,00	14,80	
12	7,75	25,21	17,30	27,62	12,78	10,32	11,15	11,24	15,14	14,69	
13	7,51	25,14	17,70	26,93	12,89	10,03	11,24	11,03	16,22	15,46	
14	6,86	27,01	17,81	26,72	11,27	11,24	11,92	11,70	15,47	16,88	
15	8,96	26,02	17,86	26,95	12,79	10,62	11,29	13,90	15,32	14,73	
16	8,23	25,75	19,66	26,15	12,76	10,38	11,32	12,35	16,78	15,34	
17	5,8	25,57	17,65	27,79	12,76	11,69	12,78	13,06	16,79	16,04	
18	8,78	25,38	17,38	27,47	11,43	10,05	12,79	12,86	16,27	16,83	
19	5,21	26,26	17,95	26,58	11,37	10,89	11,57	12,35	16,38	14,90	
20	8,35	25,51	18,82	27,98	12,78	11,31	11,91	13,57	16,31	14,30	
21	5,89	26,54	19,44	27,01	12,40	10,12	12,42	11,22	15,08	14,70	
22	5,61	26,64	18,40	26,96	12,41	11,70	12,47	11,86	16,15	16,69	
23	7,93	25,14	18,65	26,91	11,60	10,90	12,02	11,14	16,53	14,68	
24	7,17	25,17	19,88	26,08	11,90	11,50	11,97	11,15	16,27	15,52	
25	8,79	25,61	19,79	27,20	11,42	11,79	12,25	11,51	16,35	14,91	
26	5,98	26,25	18,73	27,72	11,61	11,01	12,13	13,97	15,49	14,65	
27	6,19	26,91	17,07	26,06	11,69	11,56	12,06	13,40	15,20	15,12	
28	6,46	25,02	19,59	27,70	11,25	10,83	11,53	13,02	15,91	14,71	
29	8,17	25,95	17,74	26,21	12,90	10,64	12,30	12,06	15,50	14,28	
30	5,83	25,61	18,65	27,90	12,72	10,17	11,94	11,73	16,49	15,03	
31	7,36	25,49	18,03	27,79	12,72	10,17	12,62	13,24	15,58	14,57	
32	8,59	25,70	17,36	26,40	12,04	10,94	12,34	11,83	15,06	14,72	
33	5,35	25,28	19,94	27,28	12,07	11,57	12,84	12,23	15,77	16,00	
34	5,96	25,59	18,04	26,77	11,03	10,11	12,60	13,49	15,04	14,30	
35	8,86	25,29	18,14	27,99	12,90	10,42	12,00	12,97	15,45	16,33	
36	7,92	26,13	18,42	27,86	12,31	11,12	11,59	13,47	15,16	16,85	
37	7,61	25,42	18,10	26,80	11,92	11,00	12,96	11,60	15,51	16,80	
38	7,49	26,09	18,20	27,99	11,81	11,82	12,76	12,20	16,28	15,75	
39	8,25	25,51	19,79	26,46	12,80	11,62	11,53	11,68	16,65	16,64	
40	6,79	26,84	19,13	27,79	12,59	11,40	11,99	12,94	15,90	15,72	
41	8,59	25,45	19,86	27,98	11,60	11,76	11,10	13,65	16,92	15,56	
42	5,33	26,76	19,54	26,64	12,31	10,94	12,70	12,79	16,96	16,32	
43	7,51	27,20	19,03	26,71	11,33	11,56	11,10	13,92	16,25	15,96	
44	5,45	26,08	19,90	26,20	12,71	11,47	12,90	12,46	15,12	16,53	
45	7,26	26,73	17,74	26,14	12,45	10,71	11,50	13,80	16,50	14,27	
46	5,6	26,32	19,31	27,68	11,05	10,10	11,20	11,98	16,69	15,55	
47	8,89	25,79	17,39	26,07	12,48	11,40	12,70	12,21	15,06	15,04	
48	8,73	26,97	17,06	27,41	11,40	10,87	12,20	12,59	16,38	14,42	
Tiempo promedio por elemento		7,04	25,98	18,50	27,01	12,03	11,02	12,04	12,53	15,94	15,52
Tiempos basicos o normales		7,75	24,68	18,50	27,01	13,24	12,12	13,25	13,78	15,94	14,74
		12%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	10%
Suplementos		0,92983	2,715323646	2,03414917	2,97121458	1,456117653	1,33309229	1,45734921	1,51577708	1,75305625	1,4744
		NP,TP,MFT,BF	NP,TP,BF	NP,TP,BF	NP,TP,BF	NP,TP,BF	NP,TP,BF	NP,TP,BF	NP,TP,BF	NP,TP,BF	NP,MFT,BF
Tiempo Estandar		8,68	27,40	20,53	29,98	14,69	13,45	14,71	15,30	17,69	16,22
Especificacion suplementos											
NP		necesidades personales									5%
TP		trabajo de pie									2%
MFT		monotonía física de trabajo									1%
BF		base por fatiga									4%

Tamaño de muestra para toma de tiempos

n = 10
 $\bar{x} = 261,85$
 $s^2 = 6861,9093$

tamaño de muestra = 47,6777

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

siendo:
n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)
n' = Número de observaciones del estudio preliminar
 \bar{x} = Suma de los valores
x = Valor de las observaciones.
40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Vinculo 3: hoja de cálculo estudio de tiempos.

Según el estudio de tiempo se obtuvieron los siguientes resultados en estandarización de tiempos por referencia correspondientes desde al adicionamiento de ingredientes:

Referencia	Tiempos estándar (s)
Sandu tres carnes	27,40

Sandu mixto	20,53
Sandu Mexicano	29,98
Sandu pollo	14,69
Sandu vegetariano	13,45
Sandu carne	14,91
Sandu atún	15,30
Sandu hawaiano	17,69

Para poder determinar un modelo de planeación de la producción que nos ayude a satisfacer las necesidades del año 2017 se trabajara con la media en adiconamiento de ingredientes, de tal forma que el tiempo estándar general para producción será:

Tiempos estándar obtenidos por proceso

Operaciones	Tiempo de operación en segundos
Corte de pan	8,68
Adicionamiento de ingredientes	19,21
Empacado y vinipelado	16,22

Estos tiempos corresponden al proceso en línea de la preparación directa, actualmente se emplea 1,5 horas para el proceso de preparación de insumos, y se hace de manera integral con todos los productos que requieren cocción previa o algún alistamiento especial en contenedores determinados.

Después de generar los tiempos estándar por proceso se genera la capacidad de proceso CP para el mes de octubre del año actual con el fin de determinar el tiempo neto disponible de producción y las cantidades medidas en unidades producidas por cada proceso designado anteriormente.

6.4 Capacidad de proceso cp

Vinculo 4

Capacidad de proceso para el mes de octubre 2016 SANDUCHITOS DE LA U											
proceso	n	días laborales/mes	N° de turnos/Día	horas laborales/Día	G1 Horas	G2 Horas	G3 Horas	G4 Horas	capacidad de proceso h/mes	Tiempo st	unidades/mes
Preparación de M.P y proceso	1	22	1	1,5	2	4	5,28	2,31	19,41	1	19,41
Corte de pan	1	22	1	2	2	4	7,04	3,08	27,88		8,67 11576,47059
Adicionamiento de ingredientes	2	22	1	3	2	4	10,56	4,62	110,82		19,219 20758,20802
Vinipelado y Empaque	1	22	1	3	2	4	10,56	4,62	44,82		16,23 9947,718866
TOTAL					8	16	33,44	14,63	202,93		45,109 42282,39748

G1	h/mes Mantenimiento	ya que el producto es de fabricación manual, no se cuenta con mantenimiento de maquinaria pero si de herramientas de trabajo como cuchillo, picatodo, herramienta de vinipelado etc por ende se le asigna para el mes de una hora por cada sección de mantenimiento programada para el final de la jornada laboral de los días 8 y 22 de octubre	DIAS LABORALES MES	22
G2	factores Organizacionales	capacitación para técnicas de preparación, corrección de observaciones, sanitización y BPM		
G3	Factores asociados a colaborador	el factor asociado al colaborador comprende un 16% de tiempo total disponible de producción		
G4	factores externos	factores externos asociados por posibles eventualidades que intervengan con la producción 7%		

Capacidad de proceso año 2017	
MES	CP TOTAL
Enero	48723
Febrero	42282
Marzo	42282
Abril	44429
Mayo	48723
Junio	48723
Julio	48723
Agosto	50870
Septiembre	50870
Octubre	40136
Noviembre	46576

H:	se cuenta con suficiente evidencia estadística para afirmar que la capacidad promedio de proceso correspondiente al año 2017 de la empresa SANDUCHITOS de la U es de 46500 unidades mensuales
Ha:	no se cuenta con suficiente evidencia estadística para afirmar que la capacidad promedio de proceso correspondiente al año 2017 de la empresa SANDUCHITOS de la U es de 46500 unidades mensuales
nivel de confianza	0,05
X muestral	46576
X poblacional	46000

Vinculo 4: Hoja de cálculo capacidad de proceso CP y proyección.

Con el fin de determinar la capacidad de procesos se tuvo en cuenta el número de operarios por operación, el número de días laborales, las horas laborales y la cantidad de turnos según el mes, también se tuvieron en cuenta algunos factores como: mantenimiento, factores organizacionales, factores externos, y factores asociados al colaborador, de tal forma que la capacidad de proceso obtenida para el mes de octubre del año 2016 fue de **42282** unidades según la organización de fabricación actual que emplea la compañía

6.5 Punto de equilibrio

Para el cálculo del punto de equilibrio de MULTIPRODUCTO se implementan el MÉTODO DEL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN PONDERADO, Este método de cálculo tiene como objetivo obtener un punto de equilibrio general, a partir de un margen de contribución ponderado, que se halla considerando la participación de cada línea de producto (nivel de ventas) en su respectivo margen de contribución individual.

Como primer paso se calcula el porcentajes de participación de cada línea de producto, para ello utilizamos las ventas presupuestadas.

$$\text{Ventas totales} = (\text{Ventas A}) + (\text{Ventas B}) + (\text{Ventas C}) + (\text{Ventas D})$$

$$\text{Tasa de Participación de A} = (\text{Ventas A}) / (\text{Ventas totales})$$

El siguiente paso consiste en calcular el margen de contribución ponderado.

$$\text{Margen de Contribución Ponderado de A} = (\text{MCU de A}) * (\text{Tasa de Participación de A})$$

Posterior mente hallar el Margen de Contribución Ponderado Total

MCPT: Margen de Contribución Ponderado Total

$$\text{MCPT} = (\text{MCP de A}) + (\text{MCP de B}) + (\text{MCP de C}) + (\text{MCP de D})$$

Una vez obtenido el Margen de Contribución Ponderado Total ya podemos hallar nuestro Punto de Equilibrio General, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Punto de Equilibrio} = (\text{Costos Fijos Totales}) / (\text{Margen de Contribución Ponderado Total})$$

Obteniendo los siguientes resultados:

Un punto de equilibrio general de 6115 unidades, en el cual la empresa no se vera afectada por los costos, actualmente la empresa vende en promedio 9152 unidades al mes, superando el punto de equilibrio y obteniendo una ganancia en las 3037 unidades restantes.

Este proceso se realizó con el METOD DEL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN PONDERADO debido a que la empresa no contaba con un inicio producto, este método fue validado con la empresa, dando resultados similares.

A continuación se presenta la tabla con información detallada del proceso.

COSTOS	MIXTO	POLLO	TRES CAR	HAWAIIAN	DE CARNI	VEGETARI	MEXICAN	ATUN	PRODUCTOS POSTOBO	JUGOS HIT	MISTER TEA	OTRAS BEBIDAS
VENTAS PRESUPUESTADAS	1300	1820	1040	780	1560	520	1040	780	780	520	780	650
PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN	11%	16%	9%	7%	13%	4%	9%	7%	7%	4%	7%	6%
COSTOS VARIABLES UNITARIOS	978	1658	1966	1141	1575	1829	2326	2130	2300	1500	2000	1900
SERVICIOS PÚBLICOS PRODUCCIÓN POR UNID	36	36	36	36	36	36	36	36	0	0	0	0
TOTAL COSTOS VARIABLES UNITARIOS	1014	1694	2002	1177	1611	1865	2362	2166	2300	1500	2000	1900
COSTOS FIJOS TOTALES: ARRENDAMIENTO, DEPRECIACION, SALARIO BASICO	7790000											
PRECIO DE VENTA UNIDAD	2500	3000	3500	2500	3500	3500	4000	3500	2800	2000	2500	2300
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN UNITARIO (PRECIO DE VENTA MENOS COSTOS VARIABLE UNITARIO)	1486	1306	1498	1323	1889	1635	1638	1334	500	500	500	400
UNIDADES MINIMAS A PRODUCIR	5243	5963	5201	5889	4124	4765	4755	5841	15580	15580	15580	19475
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN PONDERADO	167	206	135	89	255	73	147	90	34	22	34	22
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN PONDERADO TO	1274											
PUNTO DE EQUILIBRIO GENERAL	6115											

Como se evidencia en la siguiente tabla.

COSTOS POR SANDWICH PRODUCCION																				
TIPO DE SANDWICH	MATERIA PRIMA	DESCRIPCION	UNIDAD / CANTIDADES POR UNIDAD	Precio Total	Cant. X Unidad	Valor x Unid	TOTAL X TIPO DE SANDWICH													
MIXTO	Pan 14 Tostado	Caravilla	45	18,000.00	1,00	18,000.00														
	Queso	Lonjas	100	23,500.00	1,00	23,500.00														
	Jamon	Tripletas	90	20,145.00	0,50	20,145.00														
	Papa	Paquetes x kilo	40	3,200.00	1,00	3,200.00	978,14													
POLLO (60 Unidades)	Condado	Tripletas	90	14,871.00	0,50	14,871.00														
	Salsa Tartara	Queso	160	12,800.00	1,00	12,800.00														
	Pan	Caravilla	45	18,000.00	1,00	18,000.00														
	Queso	Lonjas	100	23,500.00	1,00	23,500.00	1,657,50													
TRES CARNES	Papa	Kilo	8	7,000.00	1,00	7,000.00														
	Queso	Paquetes x kilo	40	3,200.00	1,00	3,200.00														
	Salsa Tartara	Queso	160	12,800.00	1,00	12,800.00														
	Pan	Caravilla	45	18,000.00	1,00	18,000.00														
HAWAIIANO	Queso	Lonjas	100	23,500.00	1,00	23,500.00														
	Papa	Kilo	8	7,000.00	1,00	7,000.00														
	Jamon	Tripletas	90	20,145.00	1,00	20,145.00														
	Condado	Tripletas	90	14,871.00	0,50	14,871.00	1,946,17													
de carne	Papa	Paquetes x kilo	40	3,200.00	1,00	3,200.00														
	Salsa Tartara	Queso	160	12,800.00	1,00	12,800.00														
	Pan	Caravilla	45	18,000.00	1,00	18,000.00														
	Queso	Lonjas	100	23,500.00	1,00	23,500.00														
VEGETARIANO (20 Unidades)	Pan	Caravilla	45	18,000.00	1,00	18,000.00														
	Queso	Lonjas	100	23,500.00	1,00	23,500.00														
	Carne de Quesos	Unidades	1	1,000.00	1,00	1,000.00														
	Papa	Paquetes x kilo	40	3,200.00	1,00	3,200.00	1,829,13													
MEXICANO	Salsa Pimenton	Queso	160	12,800.00	1,00	12,800.00														
	Pan	Caravilla	45	18,000.00	1,00	18,000.00														
	Queso	Lonjas	100	23,500.00	1,00	23,500.00														
	Fríjol	Tarzo	10	2,950.00	1,00	2,950.00														
ATUN	Carne	Libra	10	5,200.00	1,00	5,200.00														
	Miso Tempeh	Tarzo	10	3,245.00	1,00	3,245.00														
	Salsa de Quesos	Bolsa	10	2,950.00	1,00	2,950.00														
	Nachos	Paqueta	20	2,950.00	1,00	2,950.00														
	Ag	Tarzo	10	1,080.00	1,00	1,080.00														
	Pan	Caravilla	45	18,000.00	1,00	18,000.00														
	Queso	Lonjas	100	23,500.00	1,00	23,500.00														
	Miso	Tarzo	20	3,245.00	1,00	3,245.00	2,130,26													
	Papa	Paquetes x kilo	40	3,200.00	1,00	3,200.00														
	Salsa Mayonesa	Galón	160	8,260.00	1,00	8,260.00														

6.6 Punto de equilibrio VS capacidad de proceso

Punto de equilibrio en unidades	Capacidad de proceso en unidades
---------------------------------	----------------------------------

6115	42286
------	-------

Mediante estos datos podemos observar que la capacidad de proceso es mayor al punto de equilibrio, es decir que la empresa cuenta con capacidad para producir más unidades mensuales de las que produce actualmente si analizamos el histórico de ventas de los años 2015 y 2016 podemos ver que el máximo conseguido en ventas por mes fue de 9720 unidades. Se debe tener en cuenta las características del producto, y buscar posibles mejoras que ayuden a conservar y a captar nuevos clientes, por otro lado crear nuevos puntos de venta o convenios comerciales con el fin de aumentar la demanda

Se debe realizar un control de los tiempos muertos en la etapa productiva.

Para obtener la ganancia máxima de las referencias actuales de sándwich se ha realizado la siguiente programación lineal que muestra la mezcla perfecta de los diferentes productos

6.7 Programación lineal

Para el cálculo del método de programación lineal se busca resolver la situación que presenta la empresa, con lo cual se pretende identificar y resolver las dificultades para aumentar la productividad respecto a los ingredientes con los cuales se cuentan. Aumentando de gran manera los beneficios mediante la producción más óptima de cada uno en el día.

Para ellos se implementa el modelo matemático simplex, siguiendo estos pasos.

paso 1: "formular el problema"

Buscar la producción más óptima, con respecto a la cantidad de ingredientes en el inventario y al precio de cada producto.

paso 2: determinar la función objetivo:

La función objetivo tiene como referencia la maximización de los beneficios de cada producto (con referencia al precio) con los cual se obtiene:

MAXIMIZAR:
 $2500 X_1 + 3000 X_2 + 3500 X_3 + 2500 X_4 + 3500 X_5 + 3500 X_6 + 4000 X_7 + 3500 X_8$

paso 3: determinar las restricciones del problema:

las restricciones son establecida de acuerdo a la demanda de cada sándwich y a la cantidad de ingredientes en el inventario.

paso 4: resolver el modelo utilizando software o métodos manuales:

se implementa el método simplex.

(Esta tabla muestra la cantidad de ingredientes que requiere cada sándwich y el precio por unidad

)

INGREDIENTES	Pan	Queso	Pollo	Jamon	Cordero	Papa	Piña	carne	Carne de Quinua	Frijol	Maiz tierno	Nachos	Atún	PRECIO \$
PRODUCTO														
MIXTO	1	1	0	0,5	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	\$2.500
POLLO	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	\$3.000
TRES CARNES	1	1	1	1	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	\$3.500
HAWAIIANO	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	\$2.500
DE CARNE	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	\$3.500
VEGETARIANO	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	\$3.500
MEXICANO	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	\$4.000
ATÚN	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	\$3.500
INVENTARIO	360	400	100	150	100	400	100	150	100	100	100	100	100	

MAXIMIZAR: $2500 X_1 + 3000 X_2 + 3500 X_3 + 2500 X_4 + 3500 X_5 + 3500 X_6 + 4000 X_7 + 3500 X_8$

MAXIMIZAR: $2500 X_1 + 3000 X_2 + 3500 X_3 + 2500 X_4 + 3500 X_5 + 3500 X_6 + 4000 X_7 + 3500 X_8 + 0 X_9 + 0 X_{10} + 0 X_{11} + 0 X_{12} + 0 X_{13} + 0 X_{14} + 0 X_{15} + 0 X_{16} + 0 X_{17} + 0 X_{18} + 0 X_{19} + 0 X_{20} + 0 X_{21} + 0 X_{22} + 0 X_{23} + 0 X_{24} + 0 X_{25} + 0 X_{26} + 0 X_{27}$

sujeto a

sujeto a

$1 X_1 + 1 X_2 + 1 X_3 + 1 X_4 + 1 X_5 + 1 X_6 + 1 X_7 + 1 X_8 \leq 360$
 $1 X_1 + 1 X_2 + 1 X_3 + 1 X_4 + 1 X_5 + 1 X_6 + 1 X_7 + 1 X_8 \leq 400$
 $0 X_1 + 0 X_2 + 1 X_3 + 1 X_4 + 0 X_5 + 0 X_6 + 0 X_7 + 0 X_8 \leq 100$
 $0,5 X_1 + 0 X_2 + 1 X_3 + 1 X_4 + 0 X_5 + 0 X_6 + 0 X_7 + 0 X_8 \leq 150$
 $0,5 X_1 + 0 X_2 + 0,5 X_3 + 0 X_4 + 0 X_5 + 0 X_6 + 0 X_7 + 0 X_8 \leq 100$
 $1 X_1 + 1 X_2 + 0 X_3 + 0 X_4 + 1 X_5 + 1 X_6 + 0 X_7 + 1 X_8 \leq 400$
 $0 X_1 + 0 X_2 + 0 X_3 + 1 X_4 + 0 X_5 + 0 X_6 + 0 X_7 + 0 X_8 \leq 100$
 $0 X_1 + 0 X_2 + 0 X_3 + 0 X_4 + 1 X_5 + 0 X_6 + 1 X_7 + 0 X_8 \leq 150$

$1 X_1 + 1 X_2 + 1 X_3 + 1 X_4 + 1 X_5 + 1 X_6 + 1 X_7 + 1 X_8 = 360$
 $1 X_1 + 1 X_2 + 1 X_3 + 1 X_4 + 1 X_5 + 1 X_6 + 1 X_7 + 1 X_8 = 400$
 $0 X_1 + 1 X_3 + 1 X_4 + 1 X_5 = 100$
 $0,5 X_1 + 1 X_3 + 1 X_4 + 1 X_5 = 150$
 $0,5 X_1 + 0,5 X_3 + 1 X_4 = 100$
 $1 X_1 + 1 X_2 + 1 X_3 + 1 X_4 + 1 X_5 + 1 X_6 + 1 X_7 + 1 X_8 = 400$
 $0 X_1 + 1 X_4 + 1 X_5 = 100$
 $0 X_1 + 1 X_3 + 1 X_4 + 1 X_5 = 150$

Dando como resultado:

Mostrar resultados como fracciones.

Existe alguna solución posible para el problema, por lo que podemos pasar a la Fase II para calcularla.

Hay infinitos valores de $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$ para el valor óptimo $Z = 1210000$, los cuales están contenidos en la región del espacio $0 X_1 + 3000 X_2 + 3500 X_3 + 2500 X_4 + 3500 X_5 + 3500 X_6 + 4000 X_7 + 3500 X_8 = 1210000$ que cumple las restricciones del problema.

Una de ellas es:

$$X_1 = 43$$

$$X_2 = 60$$

$$X_3 = 38$$

$$X_4 = 26$$

$$X_5 = 52$$

$$X_6 = 17$$

$$X_7 = 98$$

$$X_8 = 26$$

PLAN DE PRODUCCIÓN RESULTADO DE LA PROGRAMACION LINEAL

Para tener una planificación de la producción se ha pensado en las siguientes herramientas que pueden ayudar a la compañía para que tengan control de su producción además de mostrar posibles mejoras al momento de producir los diferentes tipos de sándwich.

Como se muestra en el método de programación lineal la producción más óptima de cada sándwich estaría dada de la siguiente manera:

PRODUCTO	CANTIDAD OPTIMA	CANTIDAD ANTIGUA	DIFERENCI A	\$ OPTIMA	\$ ANTIGU A
MIXTO	43	43	0	\$107.500	\$107.500
POLLO	60	60	0	\$180.000	\$180.000
TRES CARNES	38	34	4	\$133.000	\$119.000
HAWAIIANO	26	26	0	\$65.000	\$65.000
DE CARNE	52	52	0	\$182.000	\$182.000
VEGETARIANO	17	17	0	\$59.500	\$59.500
MEXICANO	98	34	64	\$392.000	\$136.000
ATÚN	26	26	0	\$91.000	\$91.000
TOTAL	360	292	68	\$1.210.000 0	\$940.000

Obteniendo una ganancia de \$1.210.000 diaria, a diferencia de \$940.000 que se lograba con el modelo antiguo.

Esto se logra mediante el incremento de producción de los siguientes sándwich:

Tres carnes: de 34 a 38

Mexicano: de 34 a 98

Cabe destacar que de acuerdo con el estudio de la demanda se deben producir como mínimo unas cantidades de cada sándwich, a las cuales se estipularon como restricciones en la programación lineal.



6.8 Balanceo de línea

Para la aplicación del método matemático balanceo de línea se implementaron las siguientes ecuaciones:

Minuto Total del Operario	$\sum_{i=1} (\min x Op)$	Sumatoria del producto entre el tiempo de cada operación y la cantidad de operarios que la realizan.
Ciclo de Control	$\min >$	Es el tiempo mayor entre los tiempos de cada operación.
Nº de Operarios	$\sum Op$	Sumatoria de los operarios que ejecutan las operaciones.
Total Minutos por Línea	$Ciclo\ de\ Control\ x\ N^\circ\ de\ Op$	Tiempo que toma la línea en relación a su ciclo de control.
% de Balance	$\frac{Minuto\ Total\ del\ Operario}{Total\ del\ minutos\ por\ línea} \times 100$	% del Balance de la línea. Este es mayor a medida que los tiempos de las distintas operaciones se aproximan.
Ciclo de Control Ajustado	$\frac{Ciclo\ de\ Control}{Desempeño\ de\ la\ línea} \times 100$	Ciclo de control ajustado según el desempeño de la línea
Unidades / Hora	$\frac{60\ minutos}{Ciclo\ de\ Control\ Ajustado}$	Cantidad de unidades por cada hora de trabajo.
Unidades / Turno	$(Unidades\ /\ Hora) \times (Horas\ /\ Turno)$	Cantidad de Unidades por cada turno de trabajo.
Costo x Unidad	$\frac{(N^\circ\ de\ Op) \times (Salario\ diario)}{Unidades\ /\ Turno}$	Costo de mano de obra por cada unidad producida
Desempeño de la línea	$1 - \left(\frac{Tolerancias\ Hombre}{Tiempo\ por\ turno} \right) + \left(\frac{Tolerancias\ Máquina}{Tiempo\ por\ turno} \right)$	

Donde se obtuvieron los siguientes resultados para un balanceo de catorce (14) iteraciones

Vinculo 4

Balanceo de línea de producción SANDWICHES DE LA U												
Descripción	Iteración 1		Iteración 2		Iteración 3		Iteración 4		Iteración 5		Iteración 6	
	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP
Corte de pan	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1
Adicionamiento de ingredientes	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1
Empacado y etiquetado	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1
Iteraciones	4		5		6		7		8		9	
Costo x unidad	180,22		133,47		144,50		157,89		142,36		135,17	
Costo x unidad	180,22		133,47		144,50		157,89		142,36		135,17	

ITERACIONES BALANCEO DE LINEA																																
Descripción	Iteración 1		Iteración 2		Iteración 3		Iteración 4		Iteración 5		Iteración 6		Iteración 7		Iteración 8		Iteración 9		Iteración 10		Iteración 11		Iteración 12		Iteración 13		Iteración 14					
	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP	Tiempo (S)	OP				
Corte de pan	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1	8,48	1		
Adicionamiento de ingredientes	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1	9,00	1
Empacado y etiquetado	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1	18,22	1

Iteración	% Balanceo
1	68,0
2	92,8
3	94,8
4	77,7
5	86,1
6	95,6
7	93,8
8	98,1
9	92,5
10	89,1
11	95,8
12	93,8
13	96,4
14	94,5

Nº de Operarios	Costo unitario
4	180,22
5	133,47
6	144,50
7	157,89
8	142,36
9	135,17
10	133,47
11	132,46
12	133,16
13	134,854
14	128,186
15	133,465
16	128,444
17	129,852

Nº de Operarios	Unidades turno
4	656
5	1334
6	1246
7	1232
8	1686
9	1998
10	2248
11	2491
12	2665
13	2810
14	3320
15	3372
16	3337
17	3034

Vinculo 4: Hoja de cálculo balanceo de línea

Se debe tener en cuenta que mediante las iteraciones del balanceo de línea podemos observar las posibles mejoras en la línea de producción de sándwich cuando tenemos grandes cantidades a producir, aumentando así el tiempo en que se fabrican las unidades.

(Análisis gráfico de variables: costo x unidad: cantidades diarias y mensuales)

6.8 Puestos mínimos para operación

Con el fin de determinar el espacio necesario para las operaciones productivas y el recurso humano se han calculado los puestos de trabajo mínimos para realizar las operaciones de fabricación expresada en la siguiente formula:

$$\frac{\text{contenido total de trabajo} \left(\frac{\text{tiempo}}{\text{ops}} \right) * \text{numero deseado de unidades al dia}}{\text{tiempo de produccion total disponible dia}} = \# \text{ mínimo de puestos W}$$

$$\frac{45,1 \text{ s} * 42286 \text{ und}}{21600 \text{ s} * 26 \text{ dias}} = 3,3958 \text{ puestos w}$$

Esto nos dice que los puestos mínimos de trabajo para realizar la producción de sándwich se encuentra entre tres y cuatro puestos de trabajo. Se presenta un plan de producción para el año 2017 teniendo en cuenta el pronóstico de la demanda. Esta herramienta se denomina como planeación agregada estrategia mixta

6.9 Planeación agregada estrategia mixta

Las formulas empleadas para determinar un modelo de requerimientos de producción mediante la planeación agregada mixta son las siguientes:

$$P_i = \frac{\text{(Jornada laboral x Días por periodo)}}{\text{Tiempo de procesamiento por unidad}}$$

$$PC_i = P_i \times Ef_i$$

$$H_i = \frac{\text{Límite de tiempo extra por operario por periodo}}{\text{Tiempo de procesamiento por unidad}}$$

$$HC_i = H_i \times Ef_i$$

$Ef_i =$ Por ejemplo: 0,90 es decir eficiencia del 90%

Obteniendo los resultados evidenciados a continuación:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	TOTAL
Días laborales	25	22	22	23	25	25	25	26	26	21	24	264
Unidades mensuales por trabajador	4150	3652	3652	3818	4150	4150	4150	4316	4316	3486	3984	43824
Demanda pronosticada	9556	9193	9564	9091	9216	9224	9596	9605	9613	9256	9264	103178
Trabajadores requeridos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	33
Trabajadores actuales	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	34
Trabajadores contratados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo trabajadores Contratados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trabajadores despedidos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Costo trabajadores despedidos	60000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60000
Trabajadores Utilizados	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	33
Costo mano de obra	2250000	1980000	1980000	2070000	2250000	2250000	2250000	2340000	2340000	1890000	3	21600003
Unidades productividad	12450	10956	10956	11454	12450	12450	12450	12948	12948	10458	11952	131472
Inventario	2894	4657	6049	8412	11646	14872	17726	21069	24404	25606	28294	165629
Costo de almacenar	868200	1397100	1814700	2523600	3493800	4461600	5317800	6320700	7321200	7681800	8488200	49688700
Horas Extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo de horas extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo total	3178200	3377100	3794700	4593600	5743800	6711600	7567800	8660700	9661200	9571800	8488203	71348703
Produccion Promedio por trabajador	166											
Trabajadores Actuales Iniciales	4											
Inventario Inicial	0											
Costo diario de mano de obra	30.000											
Costo de contratar trabajador	50.000											
costo de despedir un trabajador	60.000											
Costo de almacenar	300											
Costo de hora extra	4.500											
Horas jornada laboral	3											

Mediante esta herramienta planificación de la producción podemos observar que la empresa producirá más unidades de las que se producen actualmente, por ende se necesita realizar ingeniería de producto y dominio de nuevos mercados para lograr el crecimiento de la compañía. Como el inventario de producto terminado es considerable y estamos hablando de comestibles que no se pueden dejar mucho tiempo en contacto con el oxígeno después de su preparación se recomienda

implementar estrategias de venta como promociones (2x1, cantidad determinada para recibir una unidad gratis de más, descuentos especiales, hora de promociones estipulada) que ayude a aumentar las ventas sin comprometer de manera radical el margen de contribución de las diferentes referencias.

Se evidencia que existe mano de obra sobrante en el periodo actual según las jornadas laborales, las ventas diarias, y el tiempo que consume cada operación para lograr obtener el producto terminado.

También podemos observar que como la capacidad de proceso es tan grande respecto a su utilización actual, que no es necesario contratar más empleados para cumplir con la demanda pronosticada para año venidero 2017, al contrario se necesita buscar nuevos mercados para aumentar la demanda de los sándwich y promover el crecimiento de la microempresa.

6.10 Análisis estadístico de datos- prueba de Hipótesis.

Hi	Hay suficiente prueba estadística para aprobar el pronostico realizado		
Ho	No hay suficiente prueba estadística para aprobar el pronostico realizado		
<p>Para poder determinar si el pronostico que se realizo sirve para hacer aceptado se hara de dos formar, la primera es mediante la F y el valor critico de F el cual consiste en :</p>			
F	>	Valor critico f	Se acepta
F	<	Valor critico f	Se rechaza
Para nuestro modelo se dan los siguientes valores			
F	Valor critico de F	Para este caso se acepta la hipotesis	
2,06803065	0,223798681		
<p>Por lo cual se puede decir que se acepta la hipotesis y por conclusion el modelo</p>			
<p>Otra manera de poder determinar la hipotesis es ingresando los datos de la demanda y el pronostico a un software estadistico el cual arroja los siguientes datos:</p>			
Pruebas de Hipótesis			
Media muestral = 0.0			
Desviación estándar muestral = 1.0			
Tamaño de muestra = 100			
Límite superior de confianza del 95.0% para la media: 0.0 + 0.166039 [0.166039]			
Hipótesis Nula: media = 0.5			
Alternativa: menor que			
Estadístico t calculado = -5.0			
Valor-P = 0.0000132565			
Rechazar la hipótesis nula para alfa = 0.05.			
El StatAdvisor:			
Este análisis muestra los resultados de realizar una prueba de hipótesis relativa a la media (mu) de una distribución normal. Las dos hipótesis a ser			
Hipótesis nula: mu = 0.5			
Hipótesis alterna: mu < 0.5			
<p>Dada una muestra de 100 observaciones con una media de 0.0 y una desviación estándar de 1.0, el estadístico t calculado es igual a -5.0. Puesto que el valor-P para la prueba es menor que 0.05, puede rechazarse la hipótesis nula con un 95.0% de nivel de confianza. La cota de confianza muestra que los valores de mu soportados por los datos son menores o iguales que 0.166039.</p>			

Capacidad de proceso

Para determinar la capacidad de proceso se emplearon las siguientes formulas

capacidad de proceso

$$\begin{aligned}
 &= N^{\circ} \text{ de trabajadores en el proceso} * \text{dias laborales mes} \\
 &* N^{\circ} \text{ turnos por dia laboral} * \text{horas laborales al dia} \\
 &- (\text{las horas implemntadas para factores organizacionales} \\
 &+ \text{mantenimiento} + \text{factores asociados al colaborador} \\
 &+ \text{factores externos})
 \end{aligned}$$

El resultado corresponde al tiempo disponible para realizar el proceso, ahora mediante los tiempos estándar calculamos la cantidad en unidades de productos procesados

$$\text{Unidades x proceso} = \frac{(\text{Tiempo disponible por proceso})}{(\text{tiempo estandar por unidad en el mismo proceso})}$$

Capacidad de proceso año 2017			
MES	CP TOTAL		
Enero	48723	Esta capacidad de proceso mensual se calculo mediante la formula enfatizada para el mes de octubre que se encuentra en la parte superior del trabajo , pero teniendo en cuenta los diferentes dias laborales de los 12 meses pertenecientes al año 2017	
Febrero	42282		
Marzo	42282		
Abril	44429		
Mayo	48723		
Junio	48723		
Julio	48723		
Agosto	50870		
Septiembre	50870		
Octubre	40136		
Noviembre	46576		

prueba de hipotesis para media poblacional CP			
H⁰: se cuenta con suficiente evidencia estadística para afirmar que la capacidad promedio de proceso correspondiente al año 2017 de la empresa SANDUCHITOS de			
Ha: no se cuenta con suficiente evidencia estadística para afirmar que la capacidad promedio de proceso correspondiente al año 2017 de la empresa SANDUCHITOS de			
Nivel de confia	95%	n	11
X muestral	46576		
X poblacional	44500		
Ha ≠ μ			
σ	3718,3		
Z=	1,85168982		
Zα= 0.025	1,96		

Hipótesis nula: $H_0: \mu = \mu_0$

Valor del estadístico de prueba: $z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma/\sqrt{n}}$

Hipótesis alternativa Región de rechazo para la prueba de nivel α

$H_a: \mu > \mu_0$ $z \geq z_{\alpha}$ (prueba de cola superior)

$H_a: \mu < \mu_0$ $z \leq -z_{\alpha}$ (prueba de cola inferior)

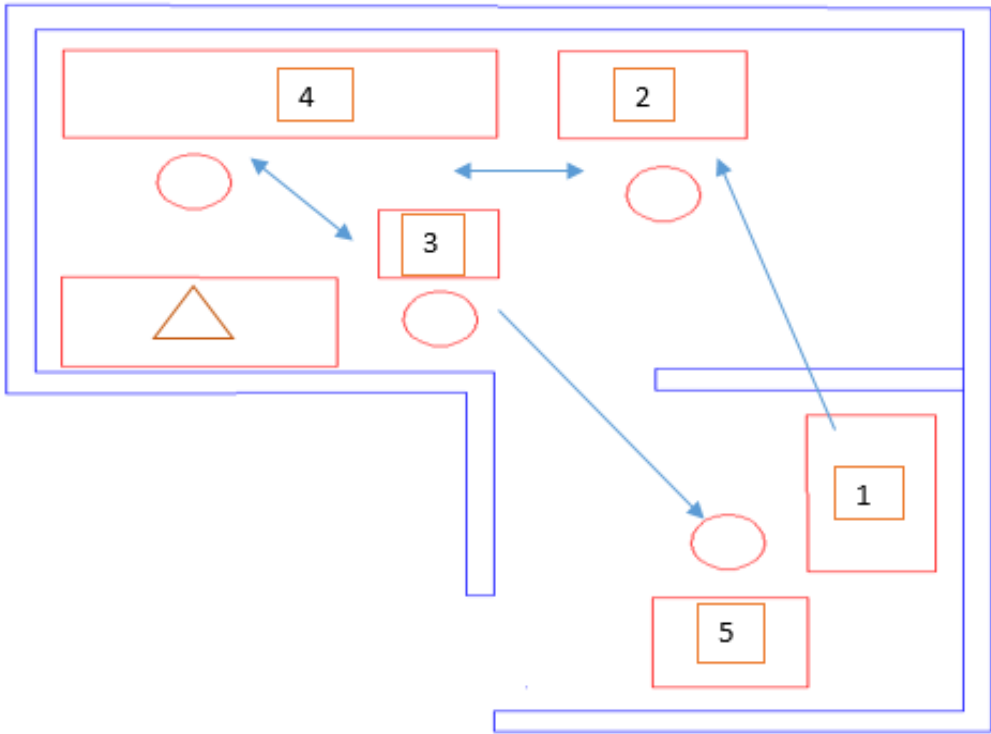
$H_a: \mu \neq \mu_0$ $z \geq z_{\alpha/2}$ o $z \leq -z_{\alpha/2}$ (prueba de dos colas)





ANÁLISIS: la media muestral observada es de un poco más de 1,8 desviaciones estándar sobre el valor que era de esperarse si H⁰ fuera verdadera. El valor calculado z=1.851 no queda en la región de rechazo (-1.96 < 1.851 < 1.96), así que **H⁰ SE ACEPTA PARA UN NIVEL DE CONFIANZA DEL 95%** pero Los datos no apoyan fuertemente la afirmación de que el promedio verdadero difiere del valor 44500 unidades de capacidad de proceso mensual para el año 2017.

Propuesta de Layout para procesos productivos

Distribución física actual

Esta imagen representa la distribución de planta actual



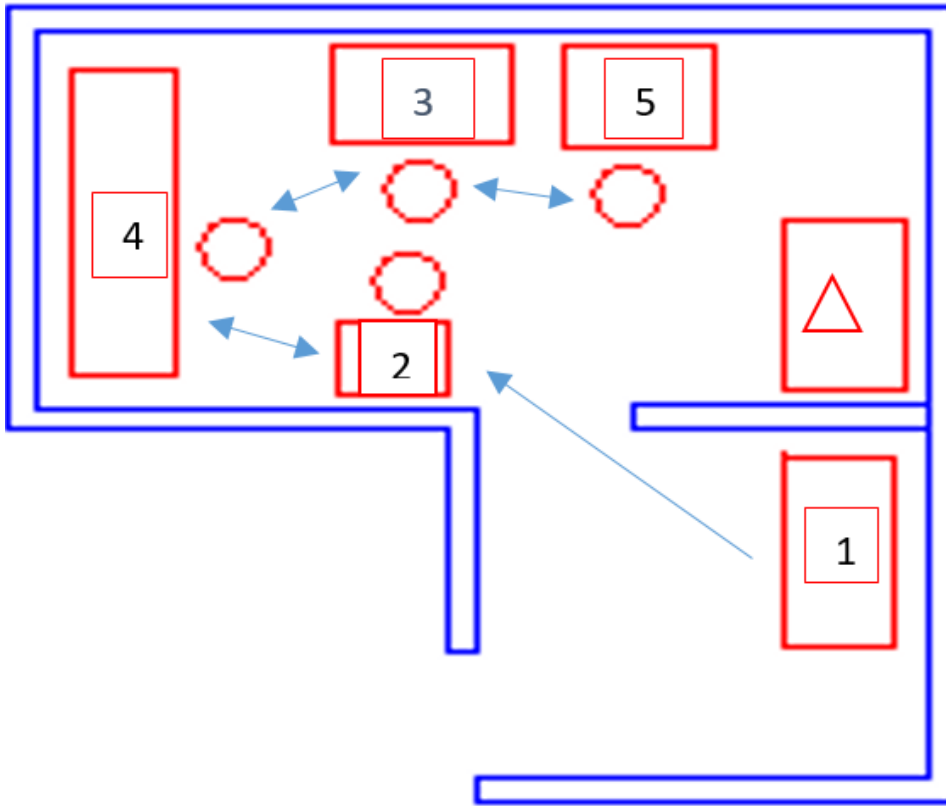
	Traslado
	Operario
	Puesto de trabajo
	Almacenamiento

1	Cocinado
2	Preparación de ingredientes
3	Corte de pan

4	Zona de ensamble
5	Vinipelado

En el actual sistema se encuentra con un problema debido a los traslados. Como se puede ver en la imagen son muy largos, específicamente entre el punto 1 y 2 que son cocinados y preparación de ingredientes, como también el 3 y 5 corte de pan y vinipelado respectivamente. Otra problemática es el traslado de los ingredientes ya que al ser muy frecuente el movimiento y al ser distante está generando un atraso el agregar ida y vuelta los diferentes ingredientes al ensamblar el sándwich.

Sistema propuesto de distribución



	Traslado
	Operario
	Puesto de trabajo
	Almacenamiento

1	Cocinado
2	Preparación de ingredientes
3	Corte de pan
4	Zona de ensamble
5	Vinipelado

Proponemos cambiar las áreas de trabajo de la siguiente manera: el puesto número 2 bajaría cerca de la puerta para disminuir la distancia entre el área de cocinado que es el puesto número 1. El puesto 3 que es corte de pan cambiaría al lado superior derecho junto con el puesto número 5 que es el de vinipelado, igualmente se acortaría la distancia y también quedarían cerca de la zona de almacenamiento. Así también se solucionaría la distancia entre el punto 2 y 4, preparación de

ingredientes y ensamblaje, se disminuye la distancia y tiempo de agregar los ingredientes que lleva el sándwich a la hora de elaborarlo o ensamblarlo. También podemos observar en la imagen, que la distribución del proceso se hace más ordenado a la hora de la elaboración, y las distancias entre los puestos de trabajo están menos distantes.

Con todo lo nombrado anteriormente lograríamos reducir y optimizar los tiempos y distancias para la elaboración de sándwich, teniendo en cuenta la cantidad movilizada de ingredientes y productos en proceso.

7 Conclusiones

- Gracias al aporte de la ingeniería industrial en referencia a herramientas para el estudio del trabajo y modelos matemáticos para la planificación de la producción, determinación de la demanda, maximización de la utilidad según las cantidades a producir, criterios y modelos para el seguimiento de la calidad entre otros, se pudo evidenciar como su aplicación influye positivamente para reevaluar algunos criterios productivos y organizacionales que ayudan a el conocimiento pleno de la organización, es decir su capacidad máxima de proceso mensual y su demanda satisfecha son fundamentales para la toma de decisiones que conlleven al crecimiento de la misma.
- Mediante los diagramas de procesos realizados a cada variedad de producto se logró entender, estructurar, y estandarizar las actividades realizadas por cada uno de los operarios. El diagrama de procesos es una herramienta muy importante para el control de la calidad ya que facilita la realización de un manual de procedimientos que conlleva al control sobre el proceso y evita que se presenten variaciones en el producto final, obteniendo así el mismo sabor y la misma calidad al seguir una serie de actividades ya descritas.
- Se determinó el tiempo estándar de cada variedad de producto con el fin de utilizar los datos obtenidos para hallar la capacidad de proceso, modelar un sistema de planeación de la producción, obtener la cantidad a producir con la mayor utilidad, entre otras de las múltiples utilidades que ofrece la estandarización de tiempos en una línea de producción, todo esto con el fin de conocer, controlar y planificar los procesos productivos de tal forma que se acomoden a cualquier tipo de cambio en el futuro y pueda satisfacer la demanda actual y venidera.

- Por medio de la capacidad de proceso se logró determinar la cantidad promedio máxima mensual, correspondiente a 42282 unidades, esto quiere decir que con los recursos actuales de la compañía se puede producir y vender hasta un 320 % más de lo que se vende actualmente, se deben buscar nuevos canales de comercialización o convenios con empresas cercanas para maximizar las ventas, también se debe mejorar el producto para captar la atención de nuevos cliente.
- Mediante el modelo matemático de balanceo de línea se logró dar solución al cuello de botella existente en el proceso de vinipelado actual, arrojando un balanceo de línea del 91.8 % en comparación al modelo actual de producción del 68% como se evidencia en la iteración dos de la hoja de cálculo, además el aumento considerable en las cantidades diarias producidas por jornada laboral del 666 unidades a 1124 unidades respectivamente, claro está que si solamente se desea cumplir con la demanda actual y no buscar expandir la compañía el método pierde fuerza ya que está diseñado para aumentar la producción y reducir los costos de las operaciones.
- Según los resultados obtenidos mediante la aplicación del modelo matemático planeación agregada mixta se pudo concluir que para la demanda actual, existe mano de obra sobrante, es decir se puede cumplir con la producción diaria actual promedio de 358 unidades con tan solo tres colaboradores y no cuatro como se opera en la actualidad, esto debido a que los tiempos de producción son muy bajos y se lograría cumplir la cuota demandante diaria en la jornada laboral predestinada.
- Según la organización actual no se respeta el flujo del proceso, la mínima distancia recorrida y la seguridad del mismo, por medio del layout se diseñaron los puestos de trabajo y se organizaron de tal forma que cumplan con los principios de la distribución en

planta, así se asegura mejor movilidad y menor esfuerzo, además de evitar errores operacionales por falta de continuidad del proceso.

- Atraves del punto de equilibrio se logro evidenciar el estado económico actual de la empresa, en el cual se demuestra un aumento de ventas 3037 unidades con respecto al punto de equilibrio, logrando obtener ganancias que sobrepasan los costos y garantizando estabilidad económica en la empresa para futuras inversiones.
- De acuerdo con la regresión lineal para el año 2017 se presenta una disminución de la demanda en un 30% con respecto al año 2016 debido a las irregularidades de las demandas presentadas en el año 2014, 2015 y 2016. Cabe destacar que este modelo fue descartado ya que en la prueba de coeficiente de correlación el resultado fue de $r = -0,2336615$ y debido es esto no es recomendable implementar este método.
- Mediante el modelo de Programación lineal se estableció un aumento en la producción del sándwich mexicano y tres carnes ya que con esto se lograba resolver las dificultades para aumentar la productividad respecto a los ingredientes con los cuales se cuentan. Aumentando de gran manera los beneficios mediante la producción más óptima de cada uno en el día.
- El actual estudio permite servir como ejemplo para el uso de los métodos aplicados a la ingeniería industrial, permite tener un contacto directo con la toma de decisiones y el análisis de diferentes situaciones operacionales, de procesos que pueden ser solucionadas y corregidas utilizando los conocimientos proporcionados durante el desarrollo de la carrera.

Bibliografía

- Administración de operaciones, producción y cadena de suministros/Richard B Chase Ed 2009 A7 distribución de las instalaciones, Balanceo de línea pág. 227
- Estudio de tiempos y movimientos Fred E. Meyers (2000). Pág. 18
- Control estadístico de procesos Arturo Ruiz, Falco Rojas, Pág. 13 Capacidad de proceso CP, CPK
- Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias/ séptima edición Cap. 8 prueba de hipótesis basada en una sola muestra, Prueba media de población Pág. 249-252 Punto de equilibrio
- Planeación y control de la producción /Daniel Sipper, Cap. 4 pronósticos causales con regresión lineal Pág. 111, Cap. 5 planeación agregada mixta Pág. 188 Sistemas cuello de botella Pág. 591
- Chopra S; Meindl Peter. (2008). Administración de la cadena de suministro México: Pearson.
- Nahmias S;(2007) Análisis de la producción y las operaciones: McGraw-Hill Interamericana.
- Cardona D; Gonzalez J; Rivera M; Cardenas E (2013) Inferencia Estadística Módulo de Regresión Lineal Simple, Bogotá Universidad del Rosario
- Taha H. (2012) Investigación de operaciones, México, editorial Pearson.

- Contabilidad administrativa un enfoque gerencial de costos, Estefanía yérmanos, Luisa atheortua, Pág. 30. Análisis punto de equilibrio
- Investigación de operaciones Novena edición (2012) Handy A. Taha, Pag 13. Capítulo 2, modelo de programación lineal
- Columna económica Herramientas de Gestión: Diagnóstico Empresarial 2015 Sergio Romagnoli Pag 9. Capítulo 2
- Flor Romero, Martín “Organización y Procesos Empresariales” 5ta. Edic. Litocolor 2006 Pág. 87.
- Fidas G, Arias. El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. 5ta Edición. Editorial Episteme. 2006.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo (Duodécima ed.). México: Mc Graw-Hill.
- Galton en su libro “Natural inheritance” (1889) refiriéndose a la “ley de la regresión universal”
- Antonio Serra Moneda. En el Prólogo al libro de Taylor, pág. 11-12.
- Angel Francisco Arvelo. Capacidad de proceso según ISO 9000, métodos estadísticos exigidos por la norma ISO 9000, pagina 18.
- Aleu González, F. G. (2003). Seis Sigma para Gerentes y Directores. Libros en Red: España.
- Schumpeter, Joseph A. (1954) Historia del Análisis Económico: 287, 903-908, 1086-1115. Barcelona: Editorial Ariel, segunda edición, 1982.
- Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2013. Actualizado: 2015.

- Ishikawa, Kaoru; traducción del japonés al inglés por David J. Lu ; traducción Margarita Cardenas (1997). Qué es el control total de calidad? : la modalidad japonesa (11 reimpr. edición). Bogotá: Editorial Norma. p. 78.
- Gustavo Noboa Bejarano. REGLAMENTO DE BUENAS PRACTICAS PARA ALIMENTOS PROCESADOS. FECHA: 4 de Noviembre de 2002. NORMA: Decreto Ejecutivo 3253 STATUS: Vigente. PUBLICADO: Registro Oficial 696