



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales
Escuela de Ingeniería Industrial



**Mejoras en la organización y productividad,
en una planta productora del rubro
gastronómico.**

Autor

BRAGAGNOLO, GERMÁN TADEO

DNI 34428849

Tutor

ZANAZZI, JOSÉ LUIS

CÓRDOBA, Octubre 2015

Agradecimientos

Quiero agradecer la confianza y apoyo brindado por la empresa Maestros Pizzeros, sin la cual el presente trabajo no hubiese sido posible. Gracias a todos los miembros de la organización que siempre estuvieron dispuestos a colaborar conmigo cuando requería evacuar dudas referidas al desarrollo del trabajo.

A mis padres y mi hermano por el apoyo y la paciencia brindado a lo largo de los años de cursado, los cuales impactaron directamente en la finalización de mis estudios universitarios.

A todos mis compañeros con los que formamos grupos de estudio en este trayecto de aprendizaje. He aprendido mucho de cada uno de ellos y he crecido como persona por conocerlos.

Finalmente, a los docentes del Laboratorio de Investigación y Mantenimiento Industrial (LIMI), perteneciente a esta casa de estudios, que siempre estuvieron dispuestos a colaborar conmigo y me brindaron su apoyo en los distintos proyectos que decidí emprender.

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo general estudiar y proponer recursos sobre los diversos aspectos, que debe afrontar una pequeña empresa dedicada a la venta de comidas frisadas, para trasladar la fábrica productora, determinar los niveles de producción actual y establecer un lay-out que contribuya en la mejora de la productividad. Se analiza el aumento de producción debido al crecimiento de la empresa en los últimos meses, conforme a la inclusión de una nueva rama de mercado, por lo que se pretende mejorar la capacidad productiva para afrontar dichos cambios. Se comienza con el estudio de la demanda a través de la técnica de Series de Tiempo. A partir de allí, se realiza un análisis estadístico de la cartera de productos para luego realizar la toma de tiempos de producción de aquél que posee la mayor cuota de mercado con el objetivo de proponer mejoras en el proceso productivo del mismo. Posteriormente se aplican distintas técnicas de localización que definen diferentes ubicaciones que contribuyan en la disminución de los costos, principalmente de transporte dada la distribución de la demanda. Seguidamente, con el método TOPSIS perteneciente a la Toma de Decisiones Multicriterio Discreta se selecciona la mejor alternativa de lugar y se lleva a cabo el diseño del nuevo lay-out. Para lograr un mejor aprovechamiento de los espacios de almacenamiento se dimensiona una cámara frigorífica, y finalmente se diseña el nuevo lay-out donde se muestran los flujos de producto que evidencien la disminución en los tiempos de transporte. En las conclusiones se especifica puntualmente que la reubicación de la planta es conveniente porque puede no solo mejorar la productividad sino también aumentar la capacidad productiva de la misma.

Abstract

This work has the general objective study and propose resources on various aspects, it faces a small company dedicated to selling friezed meals, to move the producing factory, determine current production levels and establish a lay-out to help in improving productivity. Production increased due to the growth of the company in recent months as the inclusion of a new branch market, so it is intended to improve the productive capacity to withstand such changes are analyzed. It begins with the study of demand through the technique of time series. From there, a statistical analysis of the product portfolio and then make the decision that production times with the largest market share in order to propose improvements in the production process thereof is performed. Subsequently different location techniques that define different locations to contribute in reducing costs, especially given the distribution of transport demand apply. Then, with the TOPSIS method belonging to the Discrete Multi-Criteria Decision Making the best alternative location is selected and carried out the design of the new lay-out. To make better use of storage spaces is sized cold storage, and finally designing the new lay-out where product flows that demonstrate the decrease in transport times shown. The conclusions are timely specifies that the relocation of the plant is convenient because you can not only improve productivity but also increase the productive capacity of the same.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivo General del Trabajo	3
1.3 Objetivos Operacionales.....	3
1.4 Alcance	3
1.5 Justificación e importancia del trabajo	4
1.6 Metodología a utilizar	4
CAPITULO II: LA EMPRESA	6
2.1 Relevamiento inicial	6
2.1.1 Misión.....	7
2.1.2 Visión	7
2.1.3 Política de calidad	7
2.1.4 Valores.....	8
2.1.5 Organigrama	8
2.1.6 Productos	9
2.1.7 Clientes	10
2.1.8 Mapa de procesos.....	11
CAPITULO III: ESTUDIO DE LAS VENTAS	13
3.1 Series temporales.....	13
3.1.1 Componentes de una Serie de Tiempo.....	13
3.2 Herramientas para analizar una serie.....	15
3.2.1 Función de Autocorrelación Simple Teórica (FAC)	15
3.2.2 Validación de los coeficientes de autocorrelación estimados.....	16
3.2.3 Funcion de autocorrelacion parcial (FACP).....	16
3.3 Modelos para series estacionarias	17
3.3.1 Modelos para procesos Autorregresivos –AR(p)-	17
3.3.2 Modelos para procesos de medias móviles–MA(q)-	17
3.3.3 Modelos para procesos mixtos –ARMA(p,q)-.....	18
3.4 Modelos para series no estacionarias: Modelos ARIMA.....	18
3.5 Estudio de las ventas históricas.....	19
3.5.1 Análisis de ventas de Vualá	21
3.5.2 Análisis de las ventas de Eventos.....	25
3.5.3 Pronósticos a futuro	26
CAPITULO IV: ESTUDIO DE LOS PRODUCTOS	28
4.1 Determinación del producto con mayor cuota de mercado.....	28
4.2 Toma de tiempos de la masa para pizzas	31
4.3 Arbol de fallas, causas y acciones.....	33

CAPITULO V: ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN	35
5.1 Método del centro de gravedad	35
5.2 Método del centro de gravedad exacto.....	36
5.3 Análisis de conglomerados	37
5.3.1 Nociones teóricas.....	37
5.3.2 Métodos de agrupamiento no jerárquicos	38
5.4 Estudio de localización	38
5.4.1 Análisis de la demanda	38
5.4.2 Determinación de las ubicaciones posibles.....	41
5.5 Toma de decisiones.....	46
5.5.1 Decisión Multicriterio Discreta	46
5.5.2 Método TOPSIS	47
5.5.3 Selección de las ubicaciones propuestas	48
CAPITULO VI: Estudio de Lay-out	51
6.1 Dimensionamiento de una cámara frigorífica	51
6.2 Nociones teóricas de cámaras frigoríficas	51
6.2.1 Calor de otras fuentes.....	52
6.2.2 Calor de productos.....	54
6.3 Calculo de la potencia de la cámara frigorífica	55
6.4 Propuesta de lay-out.....	58
6.4.1 Flujos de productos	60
CAPITULO VII: CONCLUSION	64
CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFIA	67
CAPITULO IX: ANEXOS	69

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL TRABAJO

1.1 Introducción

El presente trabajo tiene por objetivo general analizar los diversos aspectos que deben afrontarse en la consideración de trasladar la fábrica productora de una PyME dedicada a la venta de comidas frisadas, determinando los niveles de producción actual y proponiendo un lay-out que contribuya en la mejora de la productividad, debido a que se encuentra trabajando en su máxima capacidad de producción. Conjuntamente a dicho trabajo, la empresa analiza la apertura de un local de comidas rápidas, lo cual es tenido en cuenta durante el análisis en las distintas consideraciones planteadas. Por ello se analiza el aumento de producción del presente año y como puede mejorarse la capacidad productiva para afrontar dichos cambios, debido al fuerte crecimiento que ha surgido en la organización debido al importante trabajo de marketing que se ha realizado para captar nuevas áreas de negocio. Dicho crecimiento se debe a la apertura de un local de comidas rápidas en el barrio de General Paz y la venta de comidas frisadas a Restaurantes pertenecientes, en su mayoría, a la ciudad de Córdoba, además de la venta de comidas frisadas y el servicio de catering que ofrece desde sus inicios la organización. A partir del estudio se pretende proponer un lugar al que sea factible trasladar la planta productora con su respectivo lay-out, el cual tiene por objetivo contribuir en una mejora significativa de los niveles de productividad.

Actualmente, la empresa se encuentra explotando al máximo sus recursos físicos y humanos, mientras que por otro lado, desde la Alta Dirección se está evaluando la posibilidad de apertura de un nuevo local de comidas rápidas en otro barrio de la Ciudad de Córdoba.

Para llevar a cabo esta propuesta se realiza un análisis de ventas que determine los niveles de producción actuales. Se toma como punto de partida para dicho análisis, las ventas registradas por la empresa diariamente, desde el mes de enero de 2013, a partir de las cuales se pretende modelar el comportamiento mediante la utilización de series de tiempo. Posteriormente en un análisis más profundo se determina cual es el producto que abarca mayor cuota de mercado para enfocar en éste los esfuerzos de mejora que se pudieren presentar a partir del análisis del proceso de producción del mismo. Luego, se aplican distintas técnicas de localización a partir de la demanda de dos meses anteriores al inicio del presente trabajo, cuyos resultados serán sometidos a un proceso de toma de decisiones aplicando el método TOPSIS para seleccionar una de las alternativas propuestas. Finalmente, una vez que se ha determinado el lugar conveniente para el traslado de la planta, se bosqueja un lay-out que puede colaborar en las actividades de producción y a mejorar los niveles de productividad.

La empresa que se analiza en el presente proyecto es Maestros Pizzeros, reconocida en el sector gastronómico, enfocada en ofrecer soluciones integrales para la planificación y concreción de todo tipo de eventos y proveer de una gran variedad de productos gastronómicos frisados de tipo gourmet en el mercado alimenticio.

Maestros Pizzeros se encuentra actualmente ubicada en la Provincia de Córdoba, en Barrio Observatorio, en la calle Laprida 1048. El establecimiento es la adaptación de una vivienda residencial que cuenta con escasa cantidad de recursos humanos de

permanencia constante en las instalaciones, los cuales son quienes llevan a cabo el funcionamiento de la misma. La mayoría de ellos se encuentran en el área de producción, otros en atención al cliente, logística y finalmente, en administración y marketing.

La propuesta de la organización se podría resumir en:

- Asesoramiento integral para la planificación y concreción de eventos.
- Alquiler de barras móviles.
- Catering, servicio, calidad y las exquisiteces deseadas.
- Otros servicios como: recepcionistas, camareros, seguridad, show's exclusivos, casamientos, fiestas de 15 años, cumpleaños, fiestas de aniversarios y privadas, eventos empresariales y recreativos.

Se desprende de Maestros Pizzeros una marca alternativa, la cual es aquella que abarca el ofrecimiento de comidas caseras frizadas sin servicio de catering. Ésta se llama "Vualá". Es el área de negocio que permite tener estabilidad en el mercado ya que dentro de ella se encuentran las ventas a Restaurantes, los cuales se presentan como clientes fijos con respecto a las demás áreas de negocio.

En la actualidad, la empresa presenta inconvenientes con el espacio físico disponible ya que debido al reciente aumento de producción han sido evidenciadas complicaciones con la distribución de lay-out existente, siendo una de las principales razones la falta de comodidad en los puestos de trabajo, como así también, la búsqueda de los materiales para comenzar con la producción, ya sea materias primas o herramientas necesarias, como por ejemplo, balanzas para medir la proporción de los ingredientes de una receta.

Debido a que las instalaciones han sido adecuadas a partir de una estructura residencial, otro de los grandes inconvenientes que se presentan en la empresa es el calor debido al uso de los hornos, el cual, en épocas estivales puede llegar a generar un ambiente de trabajo cercano a los 35°C, motivo por el cual se utiliza un extractor para ventilar las instalaciones sin embargo, en ocasiones no es suficiente y trae aparejados ruidos constantes debido a la bomba para su funcionamiento, lo cual debido al reducido espacio puede generar molestias luego de una exposición prolongada como suele ser una jornada laboral.

El tipo de almacenamiento que se utiliza para en los productos terminados es mediante frízeres de 1 m³ de capacidad cada uno aproximadamente. Se dispone actualmente de 8 frízeres, lo cual genera un uso considerable de la cantidad de superficie disponible, no siendo posible el aprovechamiento del espacio hacia arriba. Esto motiva a considerar la opción de llevar a cabo una inversión en el sector de almacenamiento realizando un cambio total o parcial de los frízeres por una cámara frigorífica que permita llevar a cabo una mejor distribución de los productos, como así también de la superficie necesaria ya que se cuenta con instalaciones de espacio reducido.

Todos estos factores llevan a evaluar la posibilidad de cambiar la ubicación de las instalaciones o disponer de otra fábrica destinada a la producción de una proporción de la actual. Siendo el principal tema que se aborda en el presente trabajo, la evaluación de las ventas en un periodo determinado de tiempo y la selección de una

alternativa de ubicación a considerar para la/s nueva/s instalación/es basado en métodos de toma de decisiones.

1.2 Objetivo General del Trabajo

- Analizar los diversos aspectos que deben afrontarse y proponer acciones consecuentes, en consideración a trasladar la fábrica productora, determinar niveles de producción y plantear un lay-out que contribuya en la mejora de la productividad.

1.3 Objetivos Operacionales

Para ello serán analizados los siguientes aspectos:

- Detectar los niveles de producción mensual que se manejan actualmente a través del estudio de las ventas históricas y ajustar un modelo de tendencias al mismo que permita extrapolar a valores futuros.
- Analizar el producto de mayor participación en el mercado para enfocar los esfuerzos que contribuyan a la mejora de productividad.
- Aplicar métodos de localización que aporten opciones a la reubicación de la planta productora.
- Seleccionar la alternativa de localización que más se ajuste a los requerimientos planteados por la organización.
- Determinar la potencia requerida del motor si se añade una cámara frigorífica que reemplace a los frízeres existentes.
- Proponer un lay-out en las instalaciones seleccionadas que satisfaga un aumento de productividad.

1.4 Alcance

El trabajo será desarrollado en torno a una planta productora de comidas frías de tipo gourmet ubicada en la localidad de Córdoba, siendo ésta una PyME en constante crecimiento en la actualidad.

Se realizará un análisis sobre las ubicaciones de los actuales clientes que tiene la organización, como así también sus proveedores, teniendo en cuenta los volúmenes a transportar, ya sea de producto o de traslado, con el fin de establecer el menor costo posible.

Se propondrán diversas alternativas que puedan ser utilizadas en el futuro frente a otro crecimiento de la cuota de mercado.

1.5 Justificación e importancia del trabajo

Es importante realizar un análisis previo de las condiciones actuales de la empresa ya que se cree conveniente el cambio de ubicación debido a los costos asociados y la falta de flexibilidad de lay-out de la ubicación actual debido a las condiciones de mercado. Sin embargo, al ser una decisión de nivel estratégico se deben realizar los estudios previos que sean convenientes y contemplar la mayor cantidad de escenarios posibles.

Actualmente la empresa piensa en abarcar mayor cuota de mercado, por lo cual, no es un tema menor que se realicen estudios que determinen la necesidad o no de llevar a cabo una reubicación de la fábrica.

1.6 Metodología a utilizar

A fin de adquirir información básica sobre el sistema, se realizaron diversas entrevistas con los actores del mismo. Los temas abordados en dichos encuentros se orientan a clarificar la manera en que se llevan a cabo las actividades dentro de la organización y como impactarían los cambios aportados en las mismas. Por otra parte, mediante la observación directa se analizó la situación actual para contrastarla con la información relevada.

La presentación de la empresa se realiza a partir de herramientas propias de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en la norma ISO 9001:2008, es decir, se encuadra en los requisitos establecidos por la misma.

En el estudio de las ventas se utilizaron herramientas estadísticas. Puntualmente, se utilizó Series de Tiempo para determinar las tendencias y/o estacionalidades en las ventas, a partir de lo cual se estima la capacidad productiva de la misma.

Para el estudio de productos se utilizaron herramientas estadísticas gráficas, como son los gráficos de proporciones. Por otra parte, se realizó una toma de tiempos basado en las técnicas propuestas por la OIT para la realización de las mismas. Finalmente, se creó un árbol de fallas, causas y acciones para explicitar los inconvenientes que se desean tratar y proponer soluciones a los mismos.

Las estrategias de localización se realizaron en base a distintos métodos para obtener diferentes resultados, y se proponen a su vez algunos lugares alternativos de antemano. Para la selección de la ubicación definitiva se aplicó el método TOPSIS que se corresponde con la toma de decisiones multicriterio discreta.

La propuesta de lay-out se realizó en base a la observación directa de las actividades cotidianas y teniendo en cuenta los espacios físicos disponibles hallados por el método de toma de decisiones. Se muestran los flujos de producto que justifican la distribución planteada.

El documento se organiza en capítulos, del siguiente modo: se presenta la metodología a utilizar y se contextualiza el entorno de operación de la empresa; se analizan los datos de las ventas proporcionados por la empresa y se modelan mediante Series de Tiempo determinando la capacidad productiva; se evalúa la

cartera de productos y se realiza un estudio de tiempos del producto más significativo en el mercado; se realiza un estudio de la demanda para determinar mediante distintos métodos localizaciones posibles para trasladar la empresa; se desprende el proceso de toma de decisiones de dichas localizaciones; se diseña la potencia de una cámara frigorífica que luego es incluida en la propuesta de lay-out que mejore la distribución en planta en la nueva instalación, realizando los diagramas de recorrido o flujos de producto que evidencien la disminución de transportes innecesarios durante la operación; finalmente se concluye la mejor alternativa encontrada a partir de los resultados arrojados por los análisis anteriores.

CAPITULO II: LA EMPRESA

2.1 Relevamiento inicial

Para llevar a cabo los análisis pertinentes se llevaron a cabo diversas entrevistas con el personal de la empresa, las cuales se tienen en cuenta a lo largo del trabajo. Estas incluyen por un lado al personal de la Alta Dirección, y por otro a los distintos integrantes del Departamento de Producción.

Mediante las entrevistas con la Alta Dirección se pretende conocer con profundidad como se llevan a cabo las actividades dentro de la empresa, como es la comunicación entre áreas, cuales son los proyectos a futuro y los actuales en los cuales se está trabajando, y demás datos que resulten relevantes y/o necesarios para llevar a cabo los estudios que se pretenden.

Como resultado de las mismas se detecta la inexistencia de una estructura formal de un sistema de Gestión, si bien se implementan planillas y hay una organización dada, la misma no se encuentra registrada bajo procedimientos que se encuentren al alcance de cualquier integrante de la empresa, lo cual dificulta el control de los recursos humanos, que a su vez se refleja en el hecho de que no se realizan auditorias o controles de eficiencia. Por otro lado, uno de los principales proyectos que se poseen actualmente es la apertura de otro local de comidas rápidas, lo cual impactará de manera significativa sobre los niveles de producción.

Seguidamente, se recabaron los datos de las ventas históricas de la empresa, las cuales se mantienen como registro desde el año 2013, sin embargo, fue necesario adaptar dicha información para el tipo de análisis que se pretende lograr ya que algunos registros no se encontraron completos o la información era errónea con respecto al campo del cual se debiera tratar, asimismo, en dichas planillas se dispone de una gran cantidad de datos que no son tenidos en cuenta dado que no aportan relevancia en los temas que serán tratados a continuación.

Si bien se sugieren algunos criterios para la toma de decisiones, se trabaja en conjunto con la Alta Dirección para determinar criterios que resulten críticos durante el proceso de toma de decisiones, dando consistencia lógica a los resultados que se obtengan.

El resultado más evidente a partir de las entrevistas realizadas es la elaboración de la Visión, Misión, Política de Calidad y Valores, los cuales contribuirán a orientar la toma de decisiones estratégicas. Esto requiere del trabajo en conjunto junto con la Alta Dirección para expresar correctamente cuales son las metas que se pretenden lograr en el largo plazo. Se presenta a continuación el resultado de dicho esfuerzo, esto permite al lector ubicar su percepción en los siguientes estudios, pero también aporta a la empresa un camino a seguir, la dirección en que se debe llevar a cabo la toma de decisiones para lograr las metas propuestas.

Una vez determinadas, se crea un diseño en formato A3 que se logra sea colocado en el área de recepción del cliente, de esta forma se asegura la implementación de dicho esfuerzo.

2.1.1 Misión

Refleja la situación actual de la empresa teniendo en cuenta los recursos humanos, procesos, clientes, materias primas y productos. Posiciona la organización en un rubro determinado de negocio.

“Somos una empresa joven reconocida en el sector gastronómico, enfocados en ofrecer soluciones integrales para la planificación y concreción de todo tipo de eventos y proveer de una gran variedad de productos gastronómicos frizados de tipo gourmet, elaborados con la más alta selección de materias primas. Nuestro grupo de trabajo desarrolla capacitaciones de manera continua, para impulsar la mejora de nuestros procesos, con vocación de satisfacer plenamente los requerimientos y expectativas de nuestros clientes.”

2.1.2 Visión

Es la proyección de lo que se pretende lograr en el negocio como organización. Fija el objetivo ideal de largo plazo. En este caso se trabaja con un umbral de tiempo de 10 años.

“Ser una empresa líder en elaboración de productos gastronómicos frizados, de tipo gourmet y en asesoramiento gastronómico integral para la planificación y concreción de eventos, ofreciendo los más altos estándares de calidad de servicio y logística para cada cliente.”

2.1.3 Política de calidad

Fija los pilares con los cuales la organización se maneja con el entorno que lo rodea. Determina como se relacionan los distintos aspectos que la empresa considera importantes.

“La Alta Dirección se compromete a realizar sus actividades bajo los siguientes lineamientos generales:

- Fomentamos dentro de la organización, el crecimiento personal de nuestros recursos humanos, creando así un ambiente de trabajo propicio a la integración y participación de los mismos, procurando mantener los valores de honestidad y respeto tanto para con los clientes internos como externos.
- Profundizamos en el conocimiento de las necesidades y expectativas de los clientes, estableciendo nuestros planes estratégicos y objetivos en línea a dichas necesidades, procurando así, la retención del cliente.
- Aseguramos el orden, limpieza y manutención de todos los sectores de la empresa garantizando de esta forma no disminuir la productividad de la empresa.
- Asignamos gran importancia al cumplimiento de los requisitos legales.

- Priorizamos la búsqueda de nuevos clientes mediante la difusión de la empresa en los distintos medios de comunicación, para lograr ser la empresa líder en los servicios ofrecidos.
- Realizamos la elección de los insumos y la materia prima a partir de una minuciosa selección de proveedores que cumple con los más altos estándares exigidos por la organización.
- Implementamos continuamente procesos innovadores tanto para la producción como para los servicios ofrecidos garantizando adecuarnos a la dinámica de las necesidades futuras, manteniendo de esta forma la sustentabilidad.

De este modo buscamos la excelencia del servicio, a través de la mejora continua de nuestros procesos y productos, empeñados en lograr la satisfacción del cliente.”

2.1.4 Valores

Define los principios que adopta la empresa para mantener la sinergia dentro de la misma.

- **Integridad**
Somos una institución que promueve el crecimiento personal y el compañerismo entre sus integrantes, considerando la comunicación como pilar fundamental para la sinergia empresarial.
- **Responsabilidad**
Estamos comprometidos para el cumplimiento de los objetivos de la empresa actuando siempre bajo tres premisas: respeto, honestidad y disciplina.
- **Innovación**
Creemos firmemente que la mejora continua en nuestra organización es uno de los grandes pilares para el funcionamiento de la misma, ya que nos permite alinear nuestro accionar con las necesidades y exigencias de nuestros clientes.

2.1.5 Organigrama

Si bien es una empresa pequeña dada la cantidad de empleados, se detectó la ausencia de un organigrama que explicita correctamente la organización interna de la misma para poder asignar responsabilidades a las personas correspondientes logrando de esta forma el inicio de la creación de una estructura formal para el SGC.

Se crea el correspondiente organigrama (Figura 1) donde se considera importante destacar que muchas de las áreas se encuentran como staff de apoyo. Esta herramienta colabora activamente con la estandarización de procesos ya que define las responsabilidades de los puestos de trabajo.

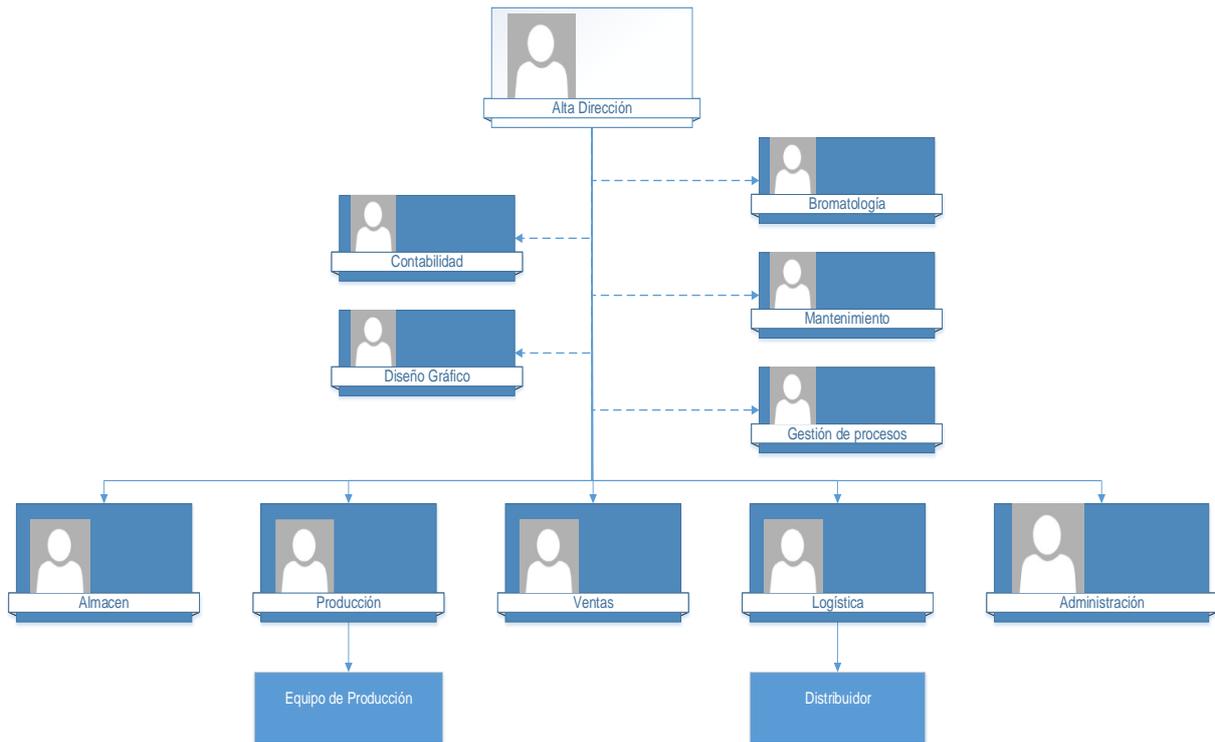


Figura 1: Organigrama de Maestros Pizzeros.

2.1.6 Productos

Los productos ofrecidos por la organización son muy variados entre sí, y su fabricación depende de a quien estén destinados.

Por un lado, el catering ofrecido por la organización es delicado, práctico, rico y el servicio más adecuado a las necesidades particulares de cada cliente. Opciones simples con varias alternativas e ideas efectivas. Entre ellas:

- Pizzas a la parrilla y Focaccias rellenas.
- Tablas de fiambres y quesos con panes caseros.
- Variedad de bocaditos y appetizer's.
- Selección de platos gourmet.
- Postres; frutas flambeadas, Brownie, Tiramisú, etc.
- Mesas dulces con tortas y tartas.

Además de las pizzas, también se encuentran productos como las canastitas, empanadas abiertas de tipo gourmet, calzonis, menues a base de pescado, carne, pollo o cerdo con sus correspondientes guarniciones, sándwiches gourmet y pastas. Todos ellos destinados a la comercialización, en su mayoría a Restaurantes.

Algunas fotos de los productos mencionados anteriormente:



Figura 2: Productos de Maestros Pizzeros

2.1.7 Clientes

Entre los clientes con los que cuenta la empresa se encuentran las siguientes organizaciones:

- Ferrocons S.A.
- Patio Olmos
- Rock&feller´s
- Hotel Amerian Va. Carlos Paz
- Hipermercado Libertad S.A.
- Edisur S.A.
- Ecipsa Holding S.A.
- Romero Victorica
- Country Cuatro Hojas
- Country Chacras de la Villa
- Restaurantes GoldCafé
- Grupo Betania
- Grupo Edisur S.A.
- Santander Río
- Complejo Altos de San Antonio – Va. Carlos Paz

2.1.8 Mapa de procesos

Para lograr evidenciar el modo de funcionamiento de la empresa, la norma ISO 9001:2008 exige la existencia de un mapa de procesos dentro del manual de calidad. Éste fue creado por el autor mediante la información obtenida a través de las distintas entrevistas con el personal y la observación directa.

Dicho mapa (figura 3) permite identificar de manera rápida y acertada como se realiza la interacción de los procesos, como así también se evidencia la cadena de valor de la empresa.

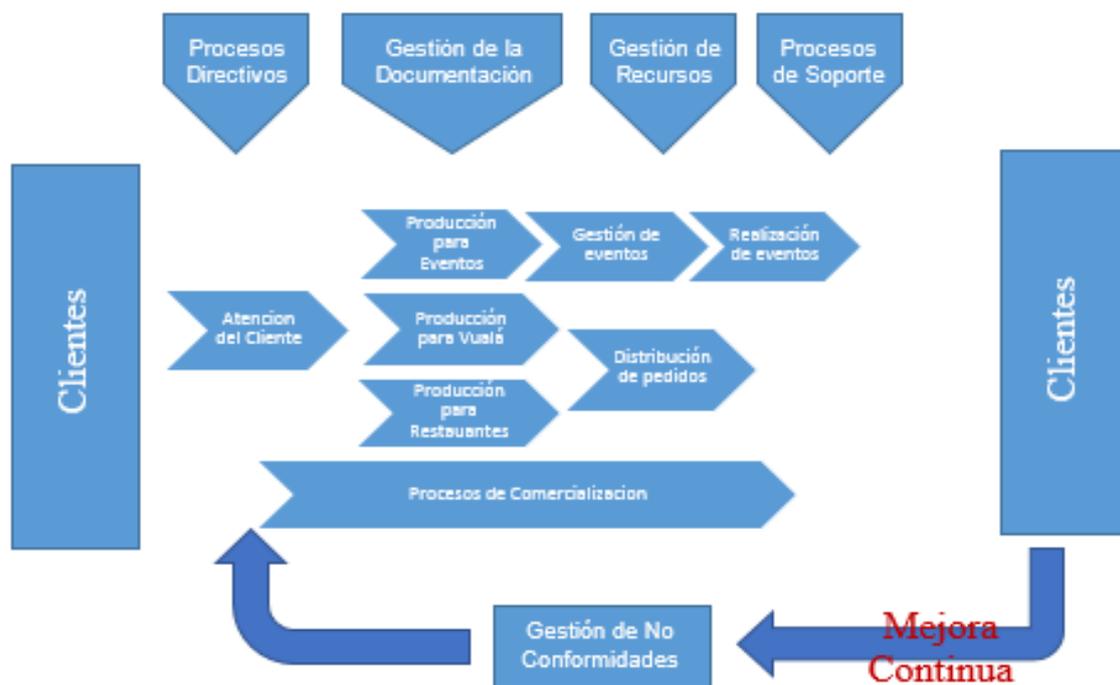


Figura 3: Mapa de Procesos de Maestros Pizzeros.

Como se observa en la figura 3, el inicio de todo proceso dentro de la empresa comienza con la interacción con el cliente. Éste se comunica con la empresa ya sea para realizar alguna consulta sobre el servicio o para obtener alguno de sus productos. Los clientes pueden ser de 3 tipos distintos: de Restaurantes, de Vualá, o de Eventos, según el área del negocio a la cual están vinculados. Sin importar el tipo de cliente, en caso de haber efectuado la compra de algún producto, se crea una orden de producción la cual tendrá sus propias características según el área en juego. En el caso de Restaurantes o Vualá, una vez listo el pedido, el cliente puede concurrir a retirar el mismo por las instalaciones o bien, se acerca al domicilio pactado por parte de la empresa.

Si el cliente fuese de Eventos, además de los productos asociados se debe gestionar el personal que llevará a cabo el servicio, es decir, mozas, pizzeros y medio de transporte al lugar del evento.

Mediante evaluaciones de satisfacción al cliente, se evalúan las no conformidades, y se toman acciones correctivas o preventivas, en caso de que se considere conveniente, lo cual lleva al proceso de la mejora continua. Es importante aclarar que

estas medidas no solo se deben a la satisfacción del cliente, sino también a los procesos internos de la organización que puedan presentar desviaciones en la operación diaria.

El proceso de comercialización acompaña a todo el ciclo de producción ya que se trata de productos con un nivel de personalización significativo, se toma en cuenta la opinión del cliente desde que se realiza el pedido hasta que el producto es entregado al mismo.

Estas son las tareas que agregan valor al producto por parte de la empresa, sin embargo, es necesario que se encuentren acompañadas de los procesos de apoyo, los cuales son las decisiones directivas, la documentación necesaria para los correctos seguimientos de las tareas y sus controles, los recursos humanos y los procesos de soporte donde se incluyen todos aquellos que puedan ser necesarios para el correcto funcionamiento de las actividades, por ejemplo, el área de mantenimiento o bromatología.

CAPITULO III: ESTUDIO DE LAS VENTAS

3.1 Series temporales

Las series temporales, o series de tiempo, permiten modelar el comportamiento de la demanda a través del tiempo, estratificando los niveles de venta a nivel mensual en las tres áreas de negocio ya mencionadas.

Se realizan observaciones en forma secuencial a intervalos regulares de tiempo de la variable (Z_t) y se obtiene un valor dato para cada tiempo t . El conjunto de observaciones se denomina serie de tiempo. Es a su vez, un conjunto de valores observados cronológicamente de un proceso estocástico.

El objetivo del estudio *univariante* de una serie temporal en este caso, es la simulación de su comportamiento en un tramo de tiempo, es decir, se muestra la distribución aproximada de un rango de valores.

Específicamente se denomina pronóstico a la estimación de valores futuros de la variable en función del comportamiento pasado de la serie. Para pronosticar o predecir valores de una serie de tiempo es necesario recurrir a una función matemática que permita la modelización de la misma.

3.1.1 Componentes de una Serie de Tiempo

Las componentes o partes presentes en una serie pueden detectarse mediante la realización de un gráfico de la evolución de la variable a lo largo del tiempo. Este gráfico se denomina traza de la serie y permite reconocer las siguientes componentes:

- **Tendencia (T):** apunta a un comportamiento determinístico definido ascendente o descendente, a lo largo de la serie. Se explica con funciones, las mismas pueden ser lineales o exponenciales. La presencia de tendencia puede observarse en la siguiente traza:

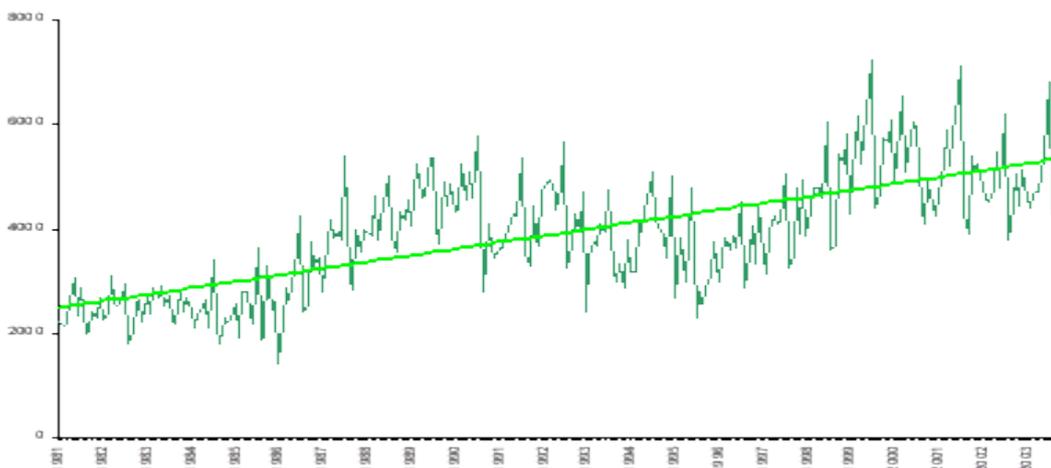


Figura 4 Tendencia de una serie de tiempo. Gráfico ejemplificatorio de una tendencia en crecimiento.

- **Variación estacional (S) o cíclica (C):** abarca las variaciones o fluctuaciones originadas por el transcurso de las estaciones del año (estacional) o movimientos ondulatorios que se producen conformes a ciertos plazos (cíclica). Se evidencia por un comportamiento determinístico aproximadamente periódico. En este caso, un ejemplo de traza es:

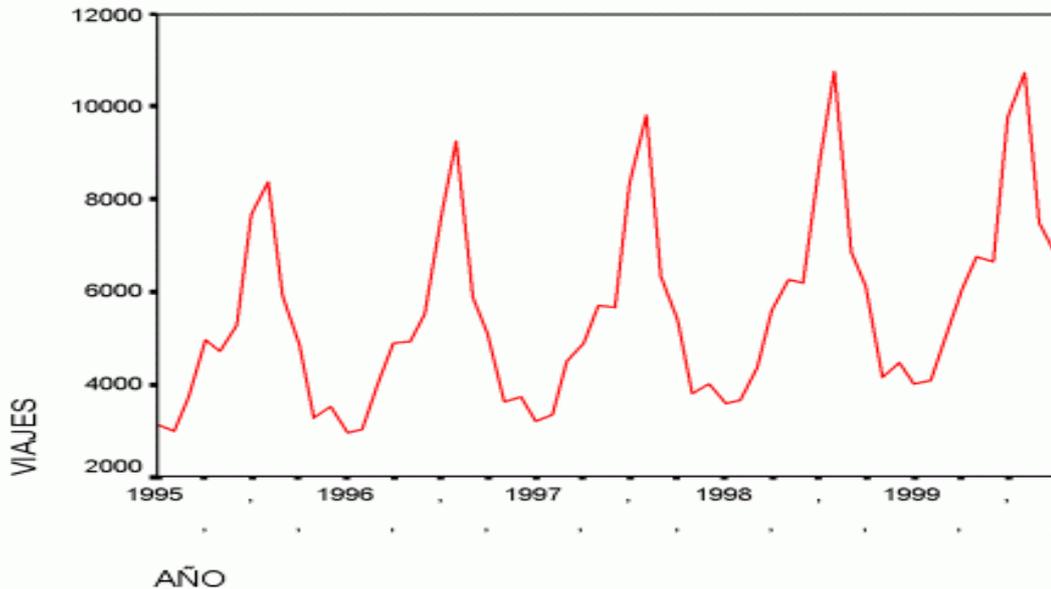


Figura 5: Variación cíclica de una serie de tiempo. Se observan los periodos simétricos en distintos periodos de tiempo, con una leve tendencia de crecimiento.

- **Componente aleatoria (e):** es aquel comportamiento que no se puede describir con una función matemática particular. Representa las irregularidades de la serie.

El análisis de las series temporales como proceso estocástico supone a la aleatoriedad no independiente de la parte sistemática, es decir, considera que esta afecta a cada una de las componentes. Se reconocen así tendencias estocásticas, ciclos con periodicidades variables y fluctuaciones estacionales también cambiantes.

Un concepto fundamental es el de “proceso estacionario”, ya que si el proceso estocástico admite tal calificación, para su formalización, puede aplicarse la visión probabilística y las metodologías de la estadística inferencial.

Un proceso es estacionario cuando no tiene tendencia, o la misma ha sido eliminada. En el transcurso del tiempo no modifica su estructura probabilística, es decir, se mantienen constantes las características de la población generadora de las observaciones.

La modelización del proceso aleatorio estacionario domina el análisis estadístico de series temporales, por lo cual es necesario identificar y tratar de separar las componentes determinísticas de tendencia y estacionalidad o ciclos, para eliminarlas y quedarse con una serie de comportamiento aleatorio estacionaria, a la cual es posible estimar sus características.

3.2 Herramientas para analizar una serie

En la práctica si se tiene una serie de tiempo, sólo se dispone de una serie de datos ordenados cronológicamente. A partir de los mismos es necesario realizar algunos análisis que permitan caracterizar el proceso estocástico.

3.2.1 Función de Autocorrelación Simple Teórica (FAC)

En el estudio de los procesos estocásticos es importante considerar la función de autocorrelación. Dada una serie de datos, el software permite visualizar la representación gráfica de los coeficientes de autocorrelación como función de los sucesivos desplazamientos o retardos. Esta gráfica, muy utilizada, se denomina *correlograma*.

Al igual que en los modelos probabilísticos de regresión, el coeficiente de autocorrelación mide la relación entre valores de la variable en un instante de tiempo con valores de la misma variable en instantes anteriores. Permite determinar la relación de una variable con sí misma a través del tiempo. Se dice que la función de autocorrelación indica la *memoria* del proceso, la medida en que las observaciones pasadas inciden en las observaciones presentes.

En los procesos estacionarios semideterminísticos la FAC toma valores distintos de cero para valores iniciales pero luego decrece rápidamente, en cambio, en los procesos no-estacionarios, los valores sucesivos están altamente correlacionados por lo tanto la FAC va decreciendo muy suavemente, es decir con extrema lentitud, o fluctúa tomando valores muy altos a intervalos generalmente regulares.

Si se tiene una serie de tiempo en la que sólo se dispone de una serie de datos ordenados cronológicamente. A partir de los mismos se necesita realizar “estimaciones” que permiten en principio identificar si el proceso estocástico que los genera es estacionario o no. Se construye entonces una estimación de la FAC y se obtiene: la función de autocorrelación muestral, la cual también es proporcionada por el software.

El correlograma proporcionado por el software se muestra como graficas de las siguientes características:

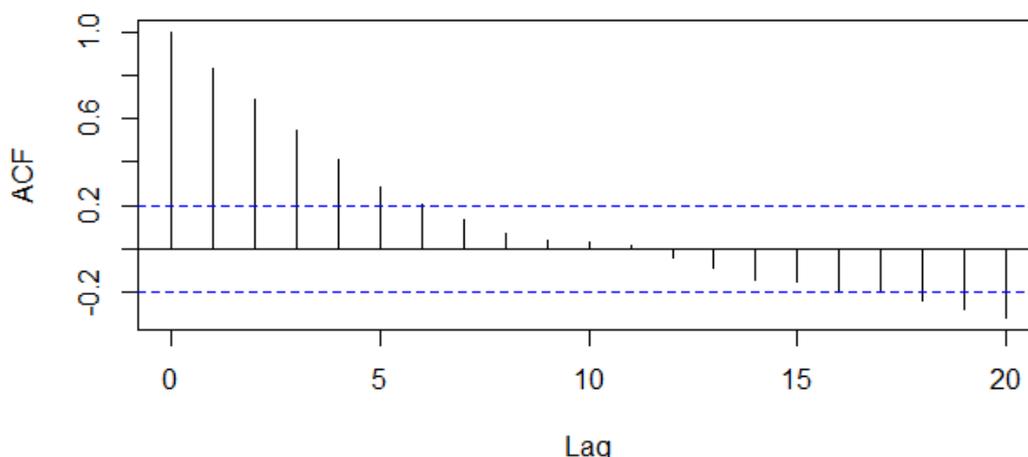


Figura 6: Correlograma donde las líneas azules determinan el grado de significancia de los coeficientes.

Los elementos que se destacan en la correspondiente FAC muestral presentaran distintos comportamientos según la serie original provenga de un proceso estacionario o no:

Si los datos provienen de un proceso estacionario pueden ocurrir dos cosas con la FAC:

- 1º) Todos sus coeficientes significativamente próximos a cero, en cuyo caso debe considerarse que se trata de un proceso estacionario de ruido blanco.
- 2º) Los coeficientes se aproximan rápidamente a cero de manera amortiguada (decrecimiento exponencial) o abrupta (casi siempre para valores de k mayores que 2 ya son muy próximos a cero), en cuyo caso debe considerarse que se trata de un proceso estacionario semi-determinístico o mixto.

Si los datos provienen de un proceso no estacionario también pueden ocurrir dos cosas:

- 1º) Los coeficientes se aproximan a cero con extrema lentitud conforme a un decrecimiento muy amortiguado, en cuyo caso debe considerarse que se trata de un proceso no estacionario pues se detecta una tendencia.
- 2º) Se presenta un coeficiente de autocorrelación grande en valor absoluto (próximo a 1 ó a -1) a intervalos regulares, como esto ocurre en atrasos correspondientes a un período, debe considerarse que se trata de un proceso no estacionario por estacionalidad o ciclos periódicos.

3.2.2 Validación de los coeficientes de autocorrelación estimados

Para determinar si los coeficientes de autocorrelación estimados son significativos, se utilizan las herramientas estadísticas proporcionadas por el software, por ejemplo, las pruebas de hipótesis.

En la práctica, cuando se grafican las autocorrelaciones para una muestra de datos (FAC), se suelen incluir las “*bandas de dos errores estándar*” (línea azul en la figura 6), son útiles para evaluar informalmente si tomadas “*una por una*” las autocorrelaciones pueden considerarse iguales a cero (las que sobresalen de la banda razonablemente se pueden suponer distintas de cero).

3.2.3 Funcion de autocorrelacion parcial (FACP)

La función de autocorrelación parcial proporciona información sobre los coeficientes de *correlación parcial*. Estos miden el grado de asociación lineal entre las variables desfasadas uno o más retardos cuando se ha eliminado la incidencia de los otros desplazamientos intermedios. Por tanto, se destaca que la primera autocorrelación parcial es igual a la primera autocorrelación, ya que no existen desplazamientos intermedios.

También se dice que el coeficiente de autocorrelación parcial de un orden cualquiera k mide el efecto o la contribución neta del retardo k en la observación presente.

Así como los coeficientes de autocorrelación, los coeficientes autocorrelación parcial deben estar muy próximos a cero en el caso de series de ruido blanco, por lo tanto para la validación o prueba de significancia, también se utilizan las bandas de dos errores estándar, que los softwares incluyen tanto en la gráfica de la FAC como en la gráfica de la FACP.

3.3 Modelos para series estacionarias

Las series aleatorias estacionarias responden a procesos definidos como semi-determinísticos o mixtos, es decir:

- Procesos Autorregresivos $AR(p)$ Avanzan en el tiempo considerando los valores adoptados anteriormente, producen cambios suaves. (con memoria).
- Procesos Medias móviles $MA(q)$ Avanzan en el tiempo con mayor aleatoriedad que los autorregresivos, producen cambios a veces suaves y a veces bruscos. (poca memoria).
- Procesos combinación $ARMA(p,q)$ Avanzan en el tiempo con un comportamiento en parte autorregresivo y parte de medias móviles.

Donde “ p ” es el número de componentes autorregresivas y “ q ” el número de componentes de medias móviles.

3.3.1 Modelos para procesos Autorregresivos – $AR(p)$ -

Un modelo es autorregresivo si el comportamiento de la variable es explicado por las observaciones de ella misma correspondientes a períodos anteriores, añadiéndose como en los modelos estructurales, un término de error. En el caso de procesos estacionarios, la teoría estadística de los procesos estocásticos dice que, bajo determinadas condiciones previas, toda variable puede expresarse como una combinación lineal de sus valores pasados más un término de error.

3.3.2 Modelos para procesos de medias móviles– $MA(q)$ -

Un modelo de medias móviles es aquel que explica el valor de una determinada variable en un instante t en función de un término independiente y una sucesión de errores correspondientes a períodos precedentes, ponderados convenientemente. Describe procesos estacionarios con poca memoria.

3.3.3 Modelos para procesos mixtos –ARMA(p,q)-

Son modelos para procesos que tienen una parte autorregresiva y una parte de medias móviles.

La estructura mixta permite tener una representación más “parsimoniosa” que la lograda por los modelos puros AR ó MA. Esto porque un modelo ARMA con bajos valores de “p” y de “q” logra una aproximación semejante al AR con “p” alto ó al MA con “q” alto y desde el punto de vista estadístico, al tener menor cantidad de parámetros se logra mayor precisión en la estimación y mayor número de grados de libertad (cuanto menor número de parámetros el modelo es más “parsimonioso”).

Para seleccionar el modelo más adecuado, que represente una serie de tiempo ya considerada estacionaria, se estudia de manera conjunta la forma del gráfico de la FACP y la forma del gráfico de la FAC.

Este estudio se sintetiza como sigue:

		FAC	
		Decr. Exponencial	Decr. Abrupto
FACP	Decr. Abrupto	AR(p)	ARMA(p,q)
	Decr. Exponencial	ARMA(p,q)	MA(q)

Dicho cuadro servirá de guía para determinar de manera más acertada el modelo que debe ajustarse en cada serie de análisis.

3.4 Modelos para series no estacionarias: Modelos ARIMA

Habitualmente, en la práctica se encuentran series no estacionarias, por lo cual, el trabajo de G.E.P. Box y G.M. Jenkins (1976) referido a series temporales resulta extremadamente útil, ya que permite la formulación matemática para procesos no estacionarios, los modelos ARIMA.

Es el desarrollo de un cuerpo metodológico que contempla un proceso iterativo que admite nuevas búsquedas y mejoras del mismo. Esto es importante ya que nunca existe un modelo “correcto” que explique suficientemente bien los datos, siempre hay que ajustarse a producir un modelo medianamente “satisfactorio”. Lógicamente, entre modelos que verifican más o menos las mismas condiciones numéricas, se debe elegir el más sencillo posible, es decir, el que necesite menos parámetros.

En líneas generales lo que plantea la propuesta metodológica de Box-Jenkins es la siguiente:

Si la serie original presenta tendencias, se debe convertir la serie de observaciones en una serie estacionaria aplicando diferencias. Luego, se procede a estudiar la presencia de regularidades en la serie estacionaria, para identificar un posible modelo matemático mediante el análisis de la FAC y la FACP, y se comparan sus formas con un catálogo de patrones gráficos. En definitiva se actúa conforme al procedimiento para el análisis de una serie temporal antes indicado.

Una vez elegido el modelo para la serie estacionaria, se estiman los coeficientes del mismo y se efectúa la validación de los mismos mediante el software. Finalmente se procede a efectuar un análisis de los residuos (diferencia entre el valor realmente observado y el valor predicho por el modelo), con el fin de comprobar si el ajuste del modelo a los datos es adecuado. Si no lo fuera se repite el proceso en busca de otro modelo y se vuelve a comprobar el ajuste, conformando de este modo un proceso iterativo

Una vez determinado un modelo suficientemente válido sobre la serie estacionaria, se procede a deshacer la transformación efectuada inicialmente para hacer estacionaria a la serie original, y se comprueba si los pronósticos del modelo son adecuados para la serie original. Si esto no ocurre se vuelve a comenzar la búsqueda de otro modelo, ejecutando nuevamente un proceso iterativo.

Se presenta a continuación la formulación del modelo ARIMA, que utiliza los modelos ARMA.

Se parte de una serie temporal cualquiera no necesariamente estacionaria: Z_t con $t=1,2,3,\dots,n$.

El modelo ARMA(p,q) para procesos mixtos asociados a series estacionarias es:

$$\Phi_p(B) W_t = \Theta_q(B) a_t$$

Donde W_t es un término cualquiera de una serie estacionaria.

Si $(1 - B)^d Z_t$ es la expresión que indica la realización de “d” diferencias entre valores consecutivos de la serie original y se hace $W_t = (1 - B)^d Z_t$. Entonces:

$$\Phi_p(B)(1 - B)^d Z_t = \Theta_q(B) a_t$$

Esta última es la expresión general del modelo ARIMA (p,d,q) –AR por autorregresivo, I por integrado y MA por medias móviles– con p = cantidad de coeficientes autorregresivos, d = cantidad de diferencias necesarias entre valores consecutivos de la serie para volverla estacionaria y q = cantidad de coeficientes de medias móviles.

3.5 Estudio de las ventas históricas

Para determinar el crecimiento de la empresa a través del tiempo, el autor considera primordial observar cómo ha sido la evolución de las ventas a lo largo del tiempo para luego proponer cambios en la forma de trabajo que se posee actualmente dentro de la empresa.

A continuación, se muestra un gráfico de líneas que representa la evolución de las ventas a través del tiempo, desde enero de 2013 a mayo de 2015, momento en que se recaban los datos para la realización del presente documento.

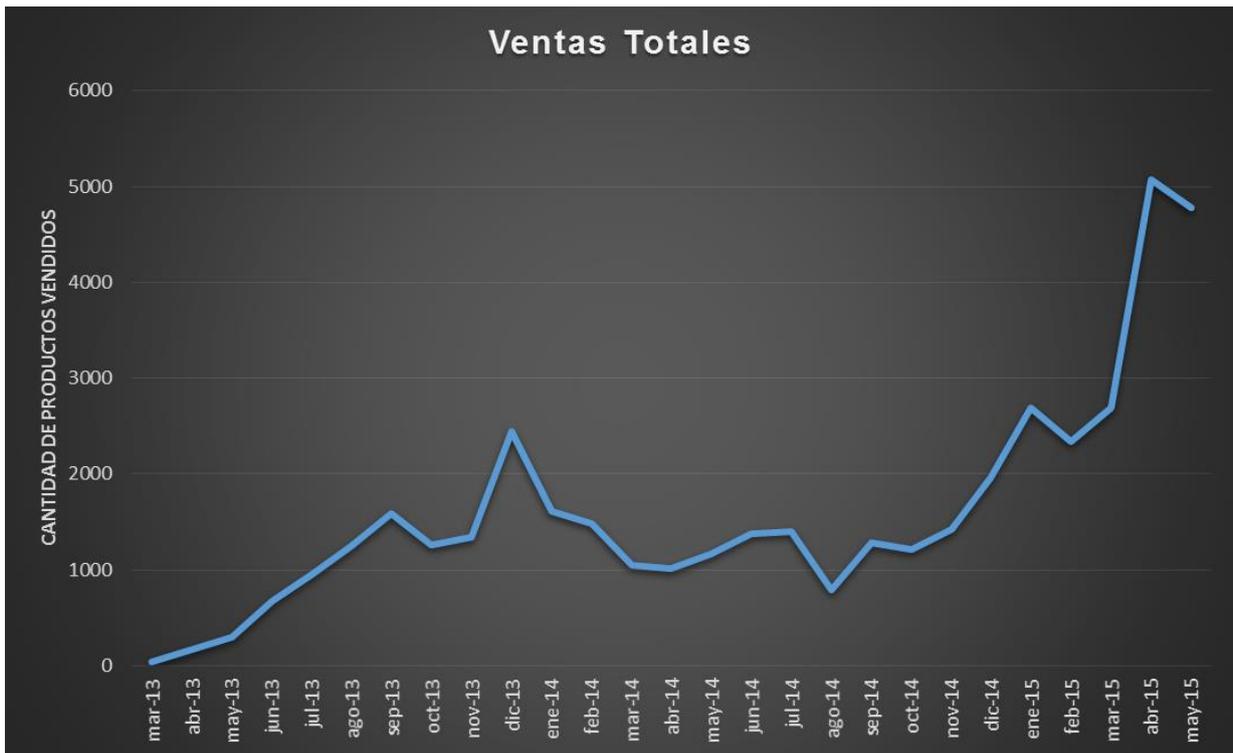


Grafico 1: Registros de cantidades totales de ventas de Maestros Pizzeros.

Como puede observarse durante el año vigente, hay un aumento considerable del volumen de ventas, dicha situación amerita un análisis profundo que ponga en evidencia las causas que llevan a un comportamiento como este.

Se distingue dentro de las ventas que las mismas se deben a distintas ramas del negocio con sus respectivas características cada una. Ellas son:

- Eventos: servicio de catering de pizza libre a la parrilla, ofrecido al público en general. Habitualmente festejos de cumpleaños, aniversarios, etc.
- Vualá: venta de comidas frisadas al público en general.
- Restaurantes: si bien esta rama se encuentra dentro de Vualá, consiste en la venta de comidas frisadas de tipo gourmet, destinada únicamente a restaurantes que deciden tercerizar la producción de dichos productos.

Como bien se puede imaginar, los productos de cada rama de negocio no siempre son los mismos, por ejemplo, el tamaño de la pizza entre Vualá y Restaurantes no es el mismo, pero si el de Vualá y Eventos, aunque uno ofrece pizzas frisadas y el otro de elaboración al instante. Por lo tanto, se tomó en cuenta el total de productos vendidos mensualmente en cada rama.

El autor considera importante resaltar que Eventos realiza sus ventas por cantidad de personas para la cual se contrata el servicio, y no de productos, motivo por el cual es necesario llevar a cabo la conversión a cantidad de unidades vendidas. Para lograr esto, la empresa posee una planilla de producción que indica la cantidad de insumos necesarios para llevar a cabo un servicio según la cantidad de personas que asisten al mismo. Por motivos de confidencialidad dicha planilla no es mostrada en el presente trabajo.

Una vez que las 3 áreas se han hecho consistentes en unidad de medida, se procede a realizar el mismo gráfico mostrado anteriormente, pero en esta oportunidad se discretizan las áreas de negocio.

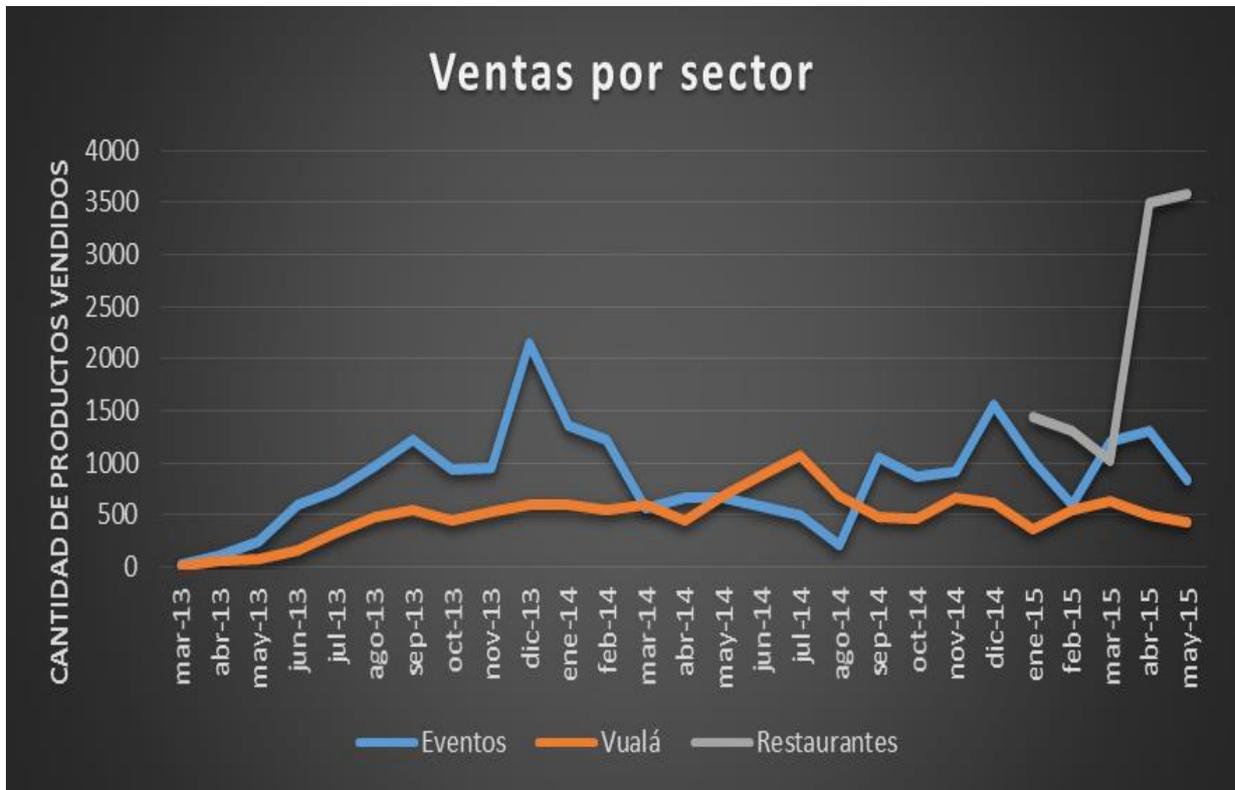


Gráfico 2: Ventas por área de negocio de Maestros Pizzeros.

Es notable ver que las ventas de Eventos se mantienen por encima de Vualá en temporada estival, ya que es lógico pensar que el consumo de pizzas aumenta con temperaturas cálidas, mientras que disminuye en temporadas invernales, momento en el que aumenta la venta de Vualá.

A partir de enero de 2015 se inicia con el área de ventas a restaurantes, lo que marca un aumento considerable en las ventas de comidas. Más específicamente, a partir de abril, se abre un local propio de ventas de comidas rápidas, lo cual crea un aumento significativo en el volumen necesario de producción.

Para corroborar la validez de futuras aproximaciones sobre el nivel de ventas se realiza un análisis sobre la evolución de las ventas, para lo cual se toma como punto de partida la gráfica discretizada. Sin embargo, no es posible analizar Restaurantes debido a la falta de datos. No será posible realizar un análisis de los ciclos de la demanda ya que son necesarios para el mismo al menos cuatro datos de cada mes, es decir, cuatro años de datos, y solo se cuenta con dos.

3.5.1 Análisis de ventas de Vualá

Se comienza con el análisis de Vuala. Inicialmente, se determina la estacionariedad de la serie con la utilización de la traza que se muestra en el gráfico

2 y el correlograma de autocorrelacion, los mismos muestran que es posible suponer que la serie es estacionaria.

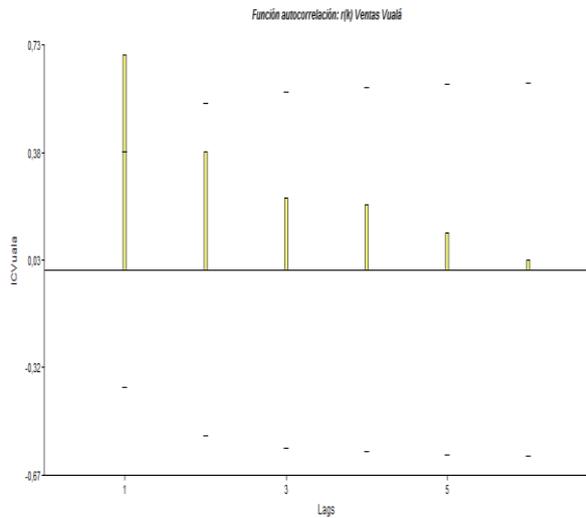


Figura 7: FAC, correlograma de autocorrelacion de Vualá.

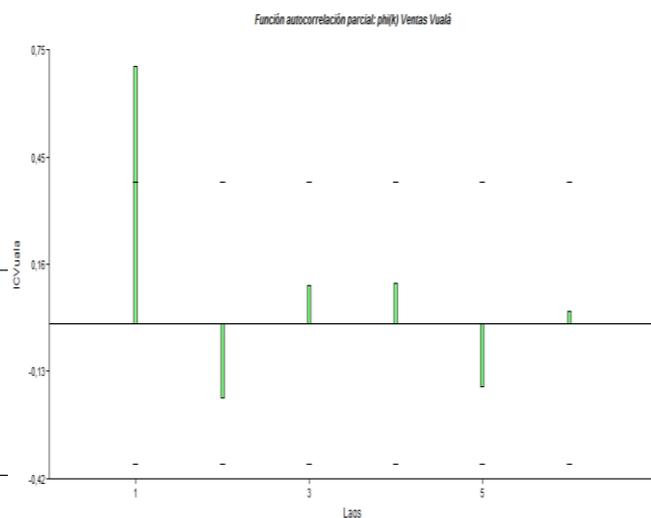


Figura 8: FACP, correlograma de autocorrelacion parcial de Vualá

Se observa que la FAC presenta un decrecimiento amortiguado que puede considerarse exponencial, mientras que la FACP presenta un coeficiente significativo y cae rápidamente a cero, por lo tanto se puede suponer que el comportamiento se ajusta a un modelo AR (1), sin embargo, se ajusta un AR (2) para evaluar una sobreestimación.

Se toma como herramienta estadística para validar los coeficientes del modelo la prueba de hipótesis sobre los mismos, en la cual el criterio de rechazo de la hipótesis nula es que el p-valor sea menor al valor α adoptado. Se plantea entonces la prueba de hipótesis bajo las siguientes premisas:

$$H_0: \text{El coeficiente AR}(2) \text{ es igual a } 0.$$
$$H_a: \text{El coeficiente AR}(2) \text{ es distinto de } 0.$$

Se utiliza el software estadístico Infostat y se adopta un valor $\alpha = 0,05$.

En el software se elige que la metodología de análisis corresponda con la de series tipo ARIMA de Box y Jenkins y se selecciona $p=2$, $d=0$ y $q=0$. Para dicha elección se obtiene el siguiente resultado para la serie Vualá:

Mejoras en la organización y productividad,
en una planta productora del rubro gastronómico.

Metodología ARIMA de Box y Jenkins:

Algoritmo numérico de optimización: Nelder&Mead

Información general

Serie	Obs.#	Media	Varianza	D.E.
Vuala	27	499,74	54389,58	233,22

Resultados de la Estimación

Parámetro	Estimación	E.E.	t-val	p-valor
Cte	204,36	71,35	2,86	0,0085
=> Mu_Y	551,26	74,13	7,44	<0,0001
AR(%s)1)	0,82	0,20	4,13	0,0004
AR(%s)2)	-0,19	0,18	-1,05	0,3023

Medidas resumen y validación

Estadístico	Valor observado	p-valor
Verosimilitud	-157,51	
CMResidual	18087,33	
R^2	0,95	
R^2 Corregido	0,67	
Akaike IC:	10,03	
Schwarz IC:	10,17	
Hannan-Quinn IC:	10,07	

Iter. #:	167	
MAD	85,06	
Rango Residuos	494,38	
Asimetría residuos	0,28	
Kurtosis residuos	2,20	
Normal. (Jarque-Bera)	1,06	0,5879

Función autocorrelación: r(k)

Lag	Coef	se r(k)	t-val	p-valor	Signif
1	0,01	0,20	0,04	0,9692	
2	-0,28	0,20	-1,40	0,1666	
3	-0,23	0,22	-1,08	0,2830	
4	0,32	0,22	1,42	0,1603	
5	0,08	0,24	0,34	0,7348	
6	-0,12	0,24	-0,51	0,6135	

Función autocorrelación parcial: phi(k)

Lag	Coef	se phi(k)	t-val	p-valor	Signif
1	0,01	0,20	0,04	0,9692	
2	-0,28	0,20	-1,40	0,1665	
3	-0,25	0,20	-1,24	0,2207	
4	0,27	0,20	1,33	0,1884	
5	-0,04	0,20	-0,21	0,8333	
6	-0,05	0,20	-0,24	0,8140	

Pruebas correlación serial

Lag	Q(Box-Pierce)	gl	p-valor	Q(Ljung-Box)	gl	p-valor	Z(Ljung-Box)	p-valor
3	4,1E-09	3	>0,9999	5,1E-09	3	>0,9999	-1,22	0,8897
4	1,2E-08	4	>0,9999	1,5E-08	4	>0,9999	-1,41	0,9214
5	1,2E-08	5	>0,9999	1,6E-08	5	>0,9999	-1,58	0,9431
6	1,4E-08	6	>0,9999	1,8E-08	6	>0,9999	-1,73	0,9584

Figura 9: Salida de Infostat para Vualá, se ajusta un modelo AR(2).

Como puede observarse el p-valor de AR(2) es 0,3023 por tanto no se cumple el criterio de rechazo y se toma como verdadera H0, es decir, el coeficiente de AR(2) es cero.

Como no es significativo el coeficiente de AR(2) se realiza otro ajuste mediante un modelo AR (1). Se plantea nuevamente la prueba de hipótesis con las premisas siguientes:

$$H_0: \text{El coeficiente AR}(1) \text{ es igual a } 0.$$

$$H_a: \text{El coeficiente AR}(1) \text{ es distinto de } 0.$$

Se repiten los pasos anteriores pero ajustando a un modelo AR (1), es decir, el valor que cambia es $p=1$. Se obtiene el resultado siguiente:

Metodología ARIMA de Box y Jenkins:

Algoritmo numérico de optimización: Nelder&Mead

Información general

Serie	Obs.#	Media	Varianza	D.E.
Vuala	27	499,74	54389,58	233,22

Resultados de la Estimación

Parámetro	Estimación	E.E.	t-val	p-valor
Cte	165,78	63,80	2,60	0,0155
=> Mu_Y	557,05	92,59	6,02	<0,0001
AR(%s)1)	0,70	0,12	6,10	<0,0001

Medidas resumen y validación

Estadístico	Valor observado	p-valor
Verosimilitud	-164,27	
CMResidual	18710,44	
R ²	0,94	
R ² Corregido	0,66	
Akaike IC:	9,98	
Schwarz IC:	10,08	
Hannan-Quinn IC:	10,01	

Iter.#:	73	
MAD	85,05	
Rango Residuos	511,24	
Asimetría residuos	0,24	
Kurtosis residuos	2,21	
Normal. (Jarque-Bera)	0,96	0,6189

Función autocorrelación: r(k)

Lag	Coef	se	r(k)	t-val	p-valor	Signif
1	0,11	0,20	0,59	0,5598		
2	-0,38	0,20	-1,93	0,0587		
3	-0,31	0,23	-1,36	0,1797		
4	0,26	0,24	1,06	0,2929		
5	0,11	0,25	0,42	0,6751		
6	-0,09	0,25	-0,37	0,7142		

Función autocorrelación parcial: phi(k)

Lag	Coef	se	phi(k)	t-val	p-valor	Signif
1	0,11	0,20	0,59	0,5598		
2	-0,40	0,20	-2,05	0,0450	*	
3	-0,24	0,20	-1,22	0,2275		
4	0,21	0,20	1,07	0,2886		
5	-0,18	0,20	-0,90	0,3691		
6	-0,01	0,20	-0,06	0,9517		

Pruebas correlación serial

Lag	Q(Box-Pierce)	gl	p-valor	Q(Ljung-Box)	gl	p-valor	Z(Ljung-Box)	p-valor
3	6,9E-09	3	>0,9999	8,5E-09	3	>0,9999	-1,22	0,8897
4	1,2E-08	4	>0,9999	1,5E-08	4	>0,9999	-1,41	0,9214
5	1,3E-08	5	>0,9999	1,6E-08	5	>0,9999	-1,58	0,9431
6	1,3E-08	6	>0,9999	1,7E-08	6	>0,9999	-1,73	0,9584

Figura 9: Salida de Infostat para Vualá, se ajusta un modelo AR(1).

Se concluye con el rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de que el modelo propuesto se ajusta correctamente. Finalmente, se valida el modelo mediante el análisis de los residuos los cuales presentan independientes, con una distribución cercana a la normal, media 0 y varianza constante.

Entonces, se ajusta un modelo AR (1) con un coeficiente de valor 0,7 y la constante de 165,78.

Por tanto, para pronosticar datos a futuro es necesario aplicar el modelo ARIMA(1,0,0), con lo cual se estima el comportamiento de la variable en los meses siguientes.

Mediante la fórmula teórica de pronóstico, aplicada a este caso, resulta la expresión particular:

$$Z_t = 0,7 Z_{t-1} + C + a_t$$

Se pretende pronosticar sin errores, por lo que el valor esperado del coeficiente a_t es igual a cero. Por lo tanto, para el valor siguiente:

$$Z_{jun} = 0,7 * 431 + 165,78 + 0 = 633,1$$

Debido al comportamiento de la demanda a lo largo del tiempo y el pequeño crecimiento que se pronostica para el mes siguiente, en principio es posible suponer que la tendencia estable de las ventas se mantendrá constante en los meses siguientes si no se realizan acciones para mejorar las mismas.

3.5.2 Análisis de las ventas de Eventos

Se realiza el análisis análogo para la serie referida a Eventos. Se cuenta a su vez con una serie de la misma cantidad de datos.

Se comienza con el análisis de la FAC y la FACP de la serie original, observados en las figuras 10 y 11 respectivamente.

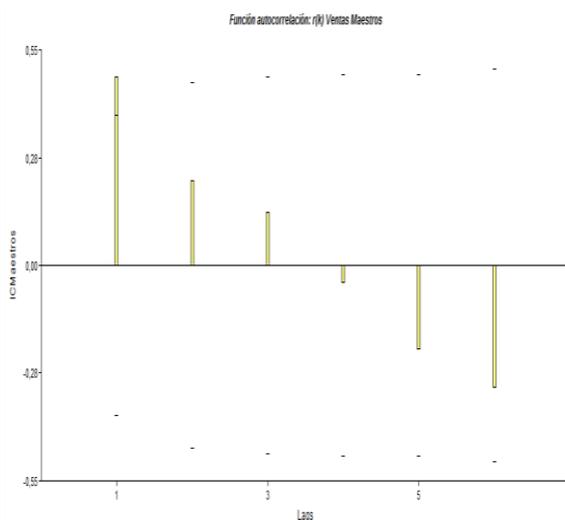


Figura 10: FAC, correlograma de autocorrelacion de Eventos.

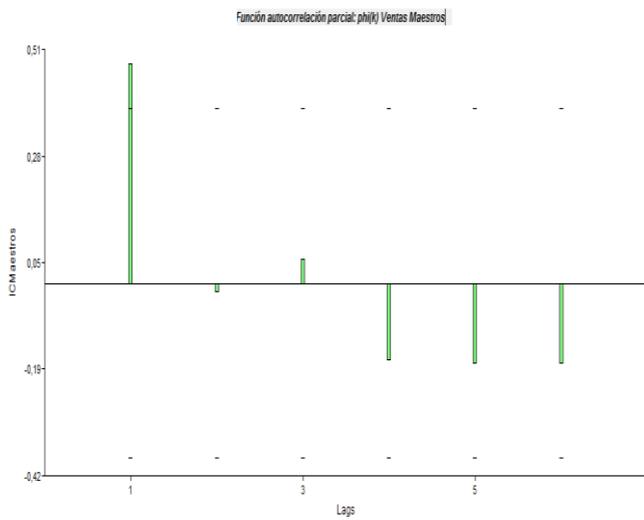


Figura 11: FACP, correlograma de autocorrelacion parcial de Eventos.

Análogamente al análisis anterior, como el comportamiento es similar se ajusta nuevamente un modelo AR(2). La prueba de hipótesis se plantea bajo las siguientes premisas:

$$H_0: \text{El coeficiente AR}(2) \text{ es igual a } 0.$$
$$H_a: \text{El coeficiente AR}(2) \text{ es distinto de } 0.$$

Manteniendo las consideraciones que se plantearon para la serie de Vualá se realiza el análisis en el software Infostat, los resultados obtenidos también son similares, finalmente se ajusta un modelo AR (1) con un coeficiente de valor 0,48 y la constante de 476,22.

Análogamente a los análisis anteriores, se pronostica con el planteo de un modelo ARIMA (1,0,0) con lo cual se estima el comportamiento de la variable en los meses siguientes.

Mediante la fórmula teórica de pronóstico, aplicada a este caso, resulta la expresión particular:

$$Z_t = 0,48 Z_{t-1} + C + a_t$$

Se pretende pronosticar sin errores, por lo que el valor esperado del coeficiente a_t es igual a cero. Por lo tanto, para el valor siguiente:

$$Z_{jun} = 0,48 * 843 + 476,22 + 0 = 880,86$$

Análogamente a lo concluido con Vualá, debido al comportamiento de la demanda a lo largo del tiempo y el pequeño crecimiento que se pronostica para el mes siguiente, se puede concluir que la tendencia estable de las ventas se mantendrá constante en los meses siguientes si no se realizan acciones para mejorar las mismas.

Se sugiere en un futuro que se realice un análisis de la serie de Restaurantes para modelar la misma cuando se disponga de mayor cantidad de datos para realizar estudios en el comportamiento del rubro para tomar decisiones.

3.5.3 Pronósticos a futuro

Con los pronósticos realizados se realiza nuevamente la gráfica de las ventas para observar el comportamiento en el año vigente, considerando los valores obtenidos.

Si bien acorde al grafico 3 que se muestra en la siguiente página, los pronósticos parecen mantener los niveles de ventas, se realiza un promedio de toda la serie de datos para considerar las desviaciones con respecto al mismo.

Dado que los promedios de ventas de Vualá y de Maestros Pizzeros son 500 y 860 unidades, respectivamente, se concluye que los pronósticos obtenidos de 630 y 880 unidades no se encuentran muy alejados de la media mensual lo cual se apoya en los análisis realizados anteriormente.

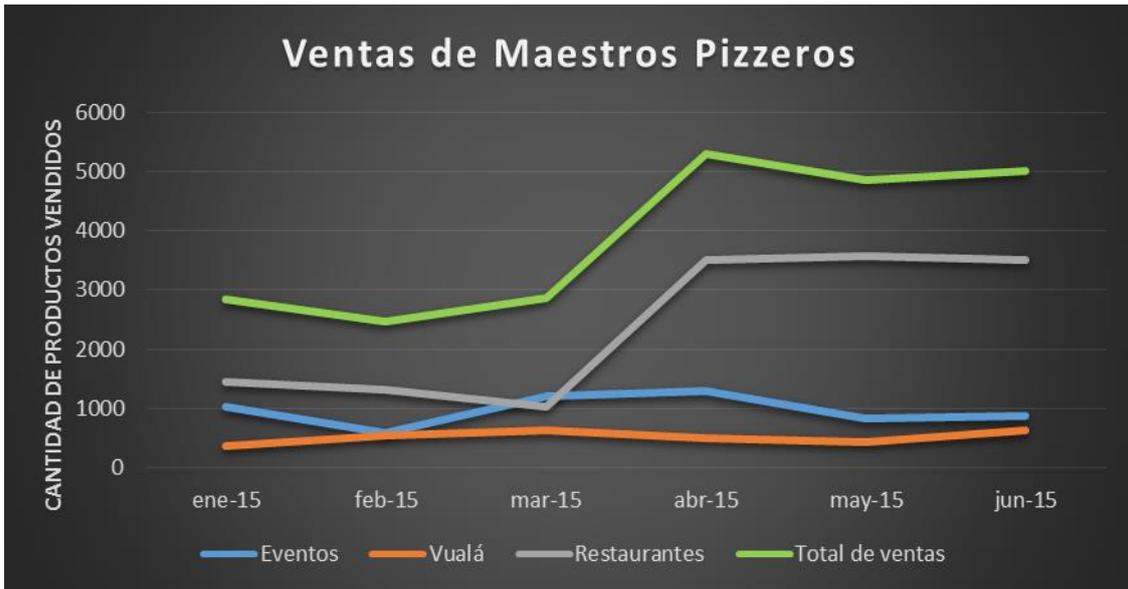


Gráfico 3: Ventas pronosticadas por área de negocio y totales de Maestros Pizzeros.

Como se dijo al inicio de este capítulo, la apertura de un local de comidas propio genera un pico de aumento en la producción, lo cual se ve reflejado en las ventas a Restaurantes. Se comentó también al inicio del presente trabajo que la empresa se encuentra trabajando a su máxima capacidad, la cual se puede estimar, de manera muy acertada y manteniendo la estructura actual, que permite la elaboración de 5000 productos mensuales aproximadamente.

Si se considera que uno de los proyectos a corto plazo de la organización es abrir otro local de comidas rápidas, se puede suponer que habrá otro pico de aumento en la producción de alrededor de 2000 productos mensuales. Si esto sucede con las condiciones actuales que presenta la empresa no sería posible satisfacer el aumento de producción, siendo ya necesaria la evaluación de aumentar la capacidad productiva.

CAPITULO IV: ESTUDIO DE LOS PRODUCTOS

La estadística ha sido utilizada por el hombre desde tiempos inmemorables, como así también se ha ido perfeccionando hasta llegar al estado de evolución en el que se encuentra actualmente.

Las actividades realizadas por el hombre a través del tiempo han dado lugar a dos ramas distintas de la estadística, las cuales requieren ser diferenciadas. Éstas son la estadística descriptiva y la estadística inductiva.

La estadística descriptiva radica en mostrar la información obtenida a través de registros u observaciones de manera inteligible, por lo cual desarrolla un conjunto de técnicas cuya finalidad es presentar y reducir los datos observados.

La presentación de los datos se realiza mediante tablas, a partir de un proceso denominado tabulación y su posterior representación gráfica. El concepto que se utilizara en este caso es el de reducción estadística, la cual consiste en reducir a un único número los datos para facilitar las operaciones estadísticas. Ésta puede lograrse mediante la utilización de medidas estadísticas.

Por otra parte, la estadística inductiva estudia las probabilidades de éxito de las diferentes soluciones posibles a un problema determinado utilizando los valores observados en una o varias muestras de una población.

El volumen y la complejidad de la información que se maneja actualmente en la sociedad crean dificultades en el manejo para aquellas personas responsables de la toma de decisiones, las cuales deben ser cada vez más ajustadas y en el menor plazo posible. En cuanto mejor y más completa sea la información que se dispone, más acertada será la toma de decisiones.

Dentro de la estadística descriptiva, que es el método que se utilizará, se define una variable discreta como cualquier carácter de una población susceptible de tomar valores numéricos, y se asocia "discreta" a que los valores obtenidos no son sucesivos entre sí, por lo que se dice en este análisis en particular que serán valores numéricos enteros.

El tratamiento previo de los datos requiere que se realice un primer ordenamiento de los datos para lograr una presentación adecuada que permita el análisis de la variabilidad de los caracteres sometidos a estudio.

4.1 Determinación del producto con mayor cuota de mercado

Se utilizaran las medidas de posición provistas por la estadística descriptiva, entre ellas se encuentra el estadístico conocido como media o promedio, el cual consiste en hallar el punto medio de un grupo de datos determinado.

Los datos que serán analizados se encuentran tabulados en los registros de la empresa por lo cual es necesario uniformar los mismos para hacerlos comparables entre sí. Este proceso se denomina normalizar la unidad de medida. Seguidamente se procederá a agrupar los datos bajo un criterio de clasificación, definido por el autor en "*canastitas, postres, focaccias, pizzas y comidas*" para llevar a cabo una

visualización del total de productos en cada grupo con respecto al total de producción. Se ofrece de esta manera una herramienta adicional para la toma de decisiones en lo que respecta al proceso de transformación de la materia prima.

Como se anticipó en el párrafo anterior, se analizan las ventas de todas las áreas de negocio en su conjunto y se agrupan debido al tipo de producto en 5 categorías distintas que permitan evaluar los porcentajes de contribución al volumen de facturación.

Las categorías se arman según los siguientes criterios:

- Canastitas: agrupa todas las empanadas, abiertas, de tipo gourmet, que afectan a las ramas de Vualá y Restaurantes.
- Postres: agrupa todas las variedades de los mismos que afectan a todas las ramas de negocio, siendo en menor medida la de Eventos.
- Focaccias: agrupa todas las variedades, son panes rellenos que afectan a las 3 ramas de negocio, pero mayoritariamente se encuentran en la de Eventos
- Pizzas: agrupa todas las variedades y sus distintos tamaños, con gran influencia en las 3 ramas de negocio, siendo la base de los Eventos y casi despreciable, en comparación, la influencia en Restaurantes.
- Comidas: agrupa las tablas de fiambres en sus distintos tamaños, las baguettes, los distintos tipos de menues, y demás extras que pudieren surgir, como por ejemplo tortas a pedido, mesas dulces y hamburguesas de soja o lenteja.

Se realiza un gráfico de proporciones bajo dichas agrupaciones para determinar cuál es la familia de productos que representa la mayor cuota de mercado. De esta manera se permite evidenciar cual es el producto en el que se deben llevar a cabo los esfuerzos de mejora.

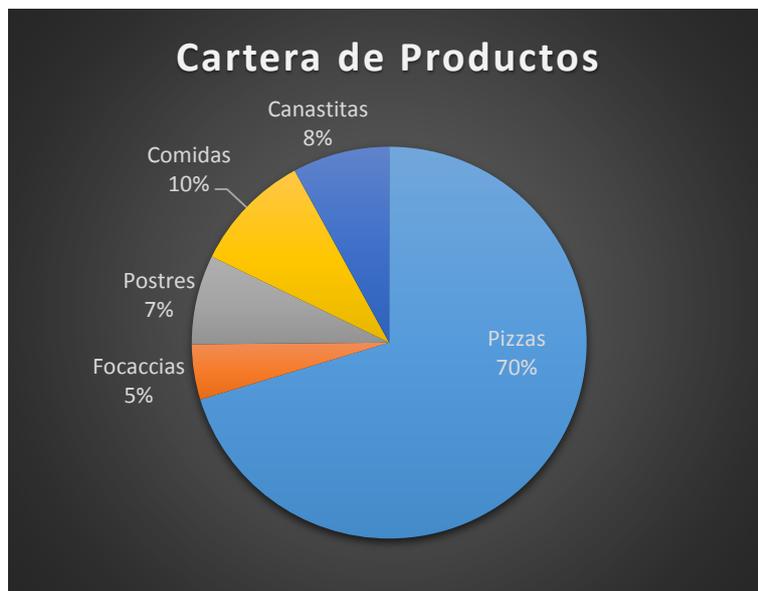


Gráfico 3: Cartera de productos de Maestros Pizzeros

Las pizzas abarcan una buena cuota de mercado. Esto puede deberse a que el prestigio de la marca comienza a partir del ofrecimiento de un servicio de catering basado en la "pizza libre". Conllevan el 70 % de las ventas actuales, por lo tanto, se puede decir que son la base de la producción.

Se puede explicar dicho comportamiento si se visualiza como ha sido la evolución a lo largo del tiempo, de los distintos criterios de clasificación, para lo cual se presenta el siguiente gráfico de barras.

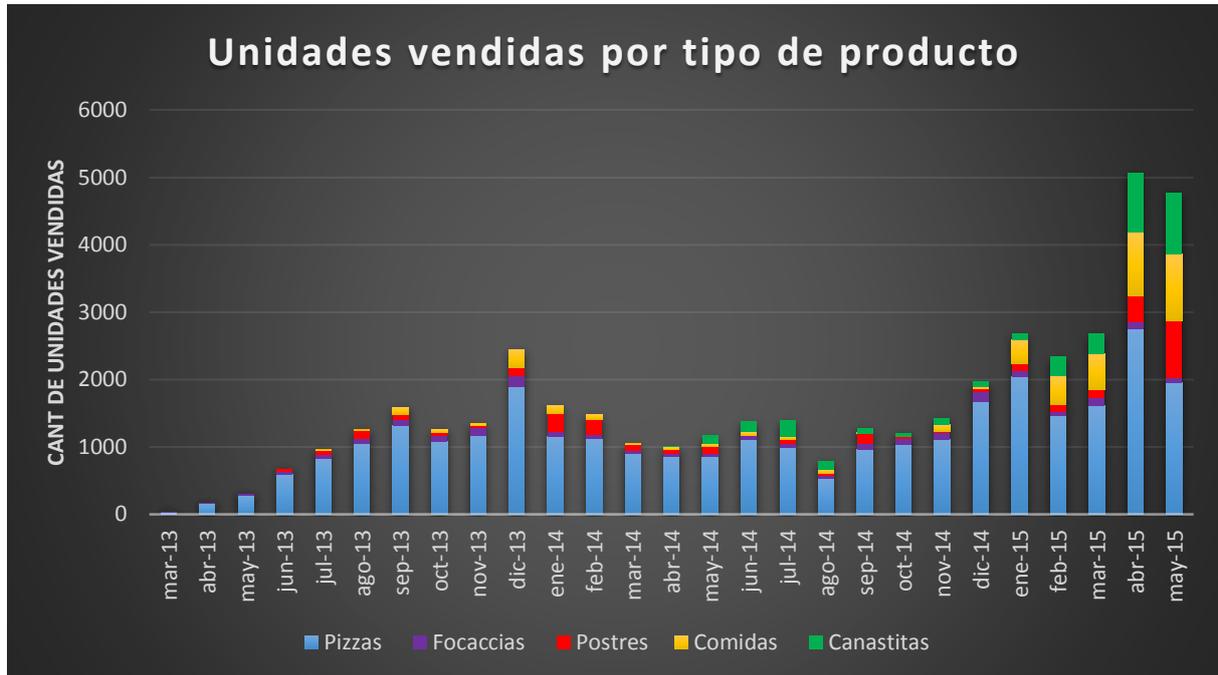


Gráfico 4: Proporción de productos en las ventas de Maestros Pizzeros.

El comportamiento observado en el gráfico 4 pone en evidencia el resultado anterior, las pizzas abarcan la mayor parte de la producción, mientras que los demás grupos comienzan a tomar un rol más importante en el año presente, lo cual demuestra el crecimiento de la empresa en el rubro.

Se realiza un breve análisis de las contribuciones de las distintas ramas de negocio en la facturación mensual de la empresa con el cual se pretende reafirmar lo concluido anteriormente.

Mes	Vualá	Restaurantes	Eventos
Enero	13,3%	26,9%	59,8%
Febrero	22,9%	37,2%	39,8%
Marzo	20,0%	23,6%	56,4%
Abril	12,0%	32,9%	55,1%
Mayo	11,6%	22,7%	65,7%

Tabla 1: Contribución de las distintas áreas de negocio a la facturación mensual de la empresa.

Como se puede ver en la tabla 1, alrededor del 55% de la facturación se debe a Eventos, los cuales suponen como producto exclusivo las pizzas. En menor medida se encuentra la parte de Restaurantes, con un valor que ronda el 30%, y finalmente, Vualá presenta el 15% de las ventas. A su vez, podría decirse que a nivel rentabilidad, el orden de mayor a menor sería: Eventos, Vualá, Restaurantes.

Este comportamiento de las ramas de negocio explica que el 70% de los productos fabricados se deba exclusivamente a las pizzas, ya que si bien se encuentran en todas las ramas de negocio, tiene su fuerte en el catering, el cual es a su vez, la base de rentabilidad de la empresa.

4.2 Toma de tiempos de la masa para pizzas

Para poder realizar una propuesta del lay-out correspondiente al traslado se realiza una toma de tiempos del producto más importante, las pizzas.

Se destaca a continuación que como la mayor parte de las mismas se debe al servicio de catering, en el cual la modalidad es de pizzas a la parrilla y se preparan en el momento de ser consumidas, solo se analiza el proceso de fabricación de la masa.

Para ello es necesario relevar todas las operaciones correspondientes al proceso de fabricación de masas para servicio de catering, o Vualá. Lo mismo se logra mediante la observación directa y entrevistas realizadas con el personal involucrado.

El proceso inicia con la colocación de una parte de los ingredientes en un recipiente de suficiente tamaño para la cantidad de harina que se pretende colocar. Se deja reposar un tiempo para que la levadura presente propiedades aptas para ser utilizada, en la jerga esto se llama "hacer espuma". Una vez hecha la espuma se incorpora la harina y se mezcla para lograr la unión de todos los ingredientes. Luego se deja leudar, proceso que depende enteramente de la temperatura ambiente alrededor del bollo de masa.

Una vez que leudo, se fracciona el bollo en partes iguales, lo cual se controla mediante una balanza. Se encuentra determinado el peso de cada unidad según el producto a realizar. Mientras se fraccionan los bollos, el procedimiento se transforma en una cola de tipo FIFO (first in – first out), el primer fraccionamiento es levemente amasado y se deja leudar nuevamente sobre la mesa de trabajo mientras se repite el proceso con los demás bollos. Habiendo finalizado este primer amasado, se tapan los bollos con un nylon que favorezca al proceso de leudado y se comienza amasando y colocando en placas aptas para horno las masas listas.

En el horno, entran 8 placas para este tamaño en particular, por lo tanto, se realiza un lote de 8 masas y se colocan en el horno. Mientras tanto se continúa con el amasado, se controla que las pre pizzas en el horno no se quemen, rotando las placas o retirándolas del horno en caso de que ya estén listas. Fuera del horno, se apilan sobre una tabla no más de 10 unidades y se dejan enfriar. Cuando adquieren una temperatura similar a la del ambiente que la rodea, que permita su manipulación sin quemar, se embolsan y se almacenan.

Este proceso se discretizó por tareas y se tomó el tiempo de varios lotes de producto, a partir de los mismos, se tomaron los promedios de los tiempos correspondientes a cada tarea y se confecciona la tabla 2.

Ahora bien, para definir un tiempo ciclo de producto, el tack-time, se deben tener todas las operaciones en la misma cantidad de productos o lote. Lo cual presenta complicaciones en este proceso, pues hasta la operación 70 inclusive, los tiempos tomados se corresponden con la cantidad de unidades propia a la cantidad de harina utilizada, generalmente se trabaja con un bollo que rinda 44 unidades. Luego, los bollos se diferencian individualmente entre sí, sin embargo los lotes de producción cambian a 8 unidades o 4, según la operación en cuestión. Para esclarecer lo anterior se agrega a la tabla 2, la columna de unidades involucradas en la operación, para la cual fue tomada dicho tiempo.

Número operación	Operación	Tiempo promedio (segundos)	Unidades de producto involucradas
10	Colocar ingredientes en recipiente	344,81	44
20	Mezclar los ingredientes	162,33	44
30	Tiempo para que se haga la espuma	1031,30	44
40	Incorporar harina	176,29	44
50	Mezclar	180,41	44
60	Dejar leudar	3878,30	44
70	Amasar en mesa	48,04	44
80	Fraccionar	8,11	1
90	Espolvorear harina	26,89	44
100	Amasar los bollos	14,68	1
110	Tapar los bollos	17,91	44
120	Dejar leudar	571,40	1
130	Acomodar placas	18,85	8
140	Enharinar placas	20,95	8
150	Estirar	30,67	1
160	Colocar en placa	10,32	1
170	Estirar 2	37,10	1
180	Rodillo de clavos	15,13	8
190	Colocar en horno	32,59	8
200	Cocción en horno	360,00	8
210	Retirar del horno	25,02	4

Tabla 2: Proceso de producción de la masa de pizzas.

Dado que las primeras operaciones involucran al total del lote, no sería correcto obtener el tiempo por unidad ya que el tiempo de leudado, por ejemplo, depende de la temperatura ambiente como factor principal, llegando a tiempos de 20 minutos en verano, y una hora en invierno. Sin ir más lejos, el tiempo de la espuma es un proceso biológico por lo que resulta complejo intervenir en dicho tiempo de operación, por lo tanto, se realiza una propuesta que el autor considera que puede contribuir a la reducción del tiempo de producto pero no se realizan los análisis estadísticos de los tiempos tomados.

4.3 Arbol de fallas, causas y acciones

Para determinar las propuestas que mejoren los tiempos se debe realizar un análisis del lay-out actual de la planta y de cualquier otro factor que pueda ser tomado en cuenta que se considere relevante en el análisis. Basado en las técnicas que ofrece la Investigación Operativa Soft, se confecciona un árbol de fallas, causas y acciones el cual colabora en la definición de la causa raíz del problema tratado.

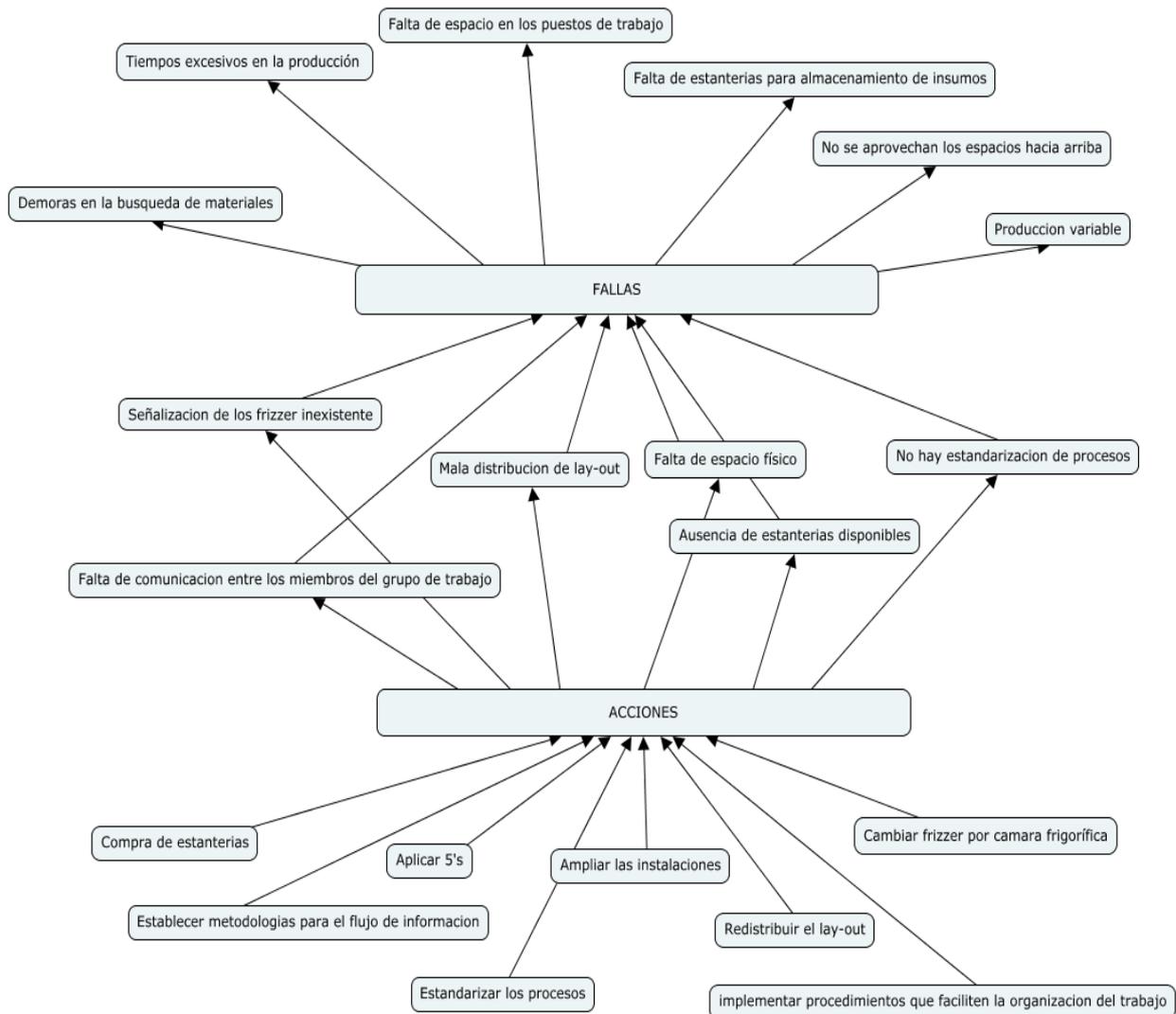


Figura 14: Árbol de fallas, causas y acciones de Maestros Pizzeros.

Como se pone en evidencia, hay varias alternativas sugeridas para evacuar los distintos inconvenientes, algunas de ellas se encuentran en vías de implementación en la actualidad.

Con respecto a los tiempos de producto, que se trataron con anterioridad, se pueden nombrar las demoras en la búsqueda de materiales y la incomodidad propia de no disponer el espacio adecuado para trabajar. Estos factores pueden estar determinados por la falta de señalización de los insumos, fallas de comunicación del personal o falta de estandarización en las actividades cotidianas.

Actualmente se encuentra en vías de implementación la estandarización de procesos en el área de producción y los procedimientos de trabajo. Por lo que, como primera medida se sugiere aplicar la metodología 5's para disminuir los tiempos en la búsqueda de insumos y crear una cultura de trabajo más organizada, como bien lo propone el método. Se cree que la implementación del método, si logra incorporarse como base de las actividades cotidianas entre el personal de la organización puede llegar a disminuir los tiempos de manera considerable en las mismas. Como consecuencia, puede determinarse si se cuenta con la cantidad de estanterías necesarias para el almacenamiento de insumos o si es necesario adquirir nuevas.

Por otro lado, en el capítulo 6, se realiza un estudio de la potencia que debe ser necesaria en caso de adquirir una cámara frigorífica que reemplace a los frizzers actuales, o parte de ellos. Para su determinación se tienen en cuenta los distintos productos que se deben almacenar y las cantidades correspondientes. El resultado de este análisis se ve luego reflejado en la distribución de lay-out propuesta para aumentar la productividad.

CAPITULO V: ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN

Para llevar a cabo el estudio de localización, el autor tomará como referencia distintos métodos, que lógicamente llevaran a resultados diferentes, con el fin de obtener más de un escenario posible, para luego elegir aquel que sea más conveniente. Para el mismo, se tiene en cuenta el método del centro de gravedad, el método exacto del centro de gravedad, el análisis de conglomerados, y una opción tentativa propuesta por la empresa la cual se analiza con uno de los métodos nombrados.

5.1 Método del centro de gravedad

Según Heizer y Render (2007) en su libro “Dirección de la Producción y de las Operaciones: decisiones Estratégicas” se dice: *el método del centro de gravedad es una técnica matemática utilizada para encontrar la localización de un centro de distribución que minimice los costes de distribución. El método tiene en cuenta la localización de los clientes, el volumen de artículos transportados a estos clientes y los costes de transporte, para encontrar la mejor localización para un centro de distribución.*

El primer paso del método del centro de gravedad consiste en situar las localizaciones posibles en un sistema de coordenadas. El lugar donde se sitúa el origen de coordenadas y la escala son cuestiones arbitrarias; lo importante es que las distancias relativas se representen correctamente. El centro de gravedad vendrá determinado por las siguientes ecuaciones:

$$\text{Coordenada } x \text{ del centro de gravedad} = \frac{\sum_i d_{ix} Q_i}{\sum_i Q_i}$$

$$\text{Coordenada } y \text{ del centro de gravedad} = \frac{\sum_i d_{iy} Q_i}{\sum_i Q_i}$$

Donde:

d_{ix} coordenada x de la localización i .

d_{iy} coordenada y de la localización i .

Q_i cantidad de bienes transportados desde, o a, la localización i .

Observe que las ecuaciones incluyen el término Q_i que es el volumen de artículos transportados a (o desde) la localización i .

Dado que el número de contenedores transportados cada mes también afecta al coste, en una decisión de localización la distancia no debe ser el único criterio a considerar. El método del centro de gravedad asume que el coste es directamente proporcional tanto a la distancia como al volumen transportado. La localización ideal es la que minimiza la distancia ponderada entre el almacén y sus tiendas, ponderándose la distancia con el número de contenedores enviados.

Este no es un proceso iterativo, sino que solo considera el centroide propio de los datos que se analizan, por lo tanto su resultado es único. (Heizer et Al, 2007, p 406).

5.2 Método del centro de gravedad exacto

Por otro lado, otros autores como Ballou (2004) proponen el método del centro de gravedad exacto, el cual, es análogo al anterior, pero contempla los costos de transporte que se originan en los traslados de bienes.

Se trata de minimizar una función de costo total de transporte, expresado como la suma del volumen (Q_i) a mover a la localización i multiplicado por el costo de transporte (C_i) y la distancia (d_i) a ese punto.

$$\text{Min } TC = \sum_i Q_i * C_i * d_i$$

De donde surge que el centro de gravedad exacto es:

$$\bar{X} = \frac{\sum_i \frac{C_i Q_i X_i}{d_i}}{\sum_i \frac{Q_i C_i}{d_i}} \qquad \bar{Y} = \frac{\sum_i \frac{C_i Q_i Y_i}{d_i}}{\sum_i \frac{Q_i C_i}{d_i}}$$

Expresiones que incluyen el valor de d_i y no permite calcular explícitamente las coordenadas, por lo tanto se define d_i de la siguiente manera:

$$d_i = K \sqrt{(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2}$$

Donde: x_i, y_i son las coordenadas del punto i .

\bar{x}, \bar{y} son las coordenadas de la nueva localización.

K es el factor de escala para convertir la unidad de coordenada a medida de distancia (Km, millas, etc).

Algoritmo:

1. Determinar coordenadas x, y punto, volúmenes demandados y tarifas de transporte.
2. Calcular un punto inicial a partir de las ecuaciones de \bar{X} e \bar{Y} .
3. Con los valores calculados en 2, calcular d_i .
4. Sustituir el valor de d_i en la fórmula exacta de \bar{X} e \bar{Y} y volver a calcular un nuevo valor de las coordenadas.
5. Repetir los pasos 3 y 4 hasta que no haya cambios en el valor de las coordenadas de iteración a iteración.
6. Calcular el costo total para la mejor localización.

5.3 Análisis de conglomerados

5.3.1 Nociones teóricas

Frecuentemente, el agrupamiento de objetos multivariados es utilizado como método exploratorio de datos, con la finalidad de obtener mayor conocimiento sobre la estructura de las observaciones y/o variables en estudio. Se recurre a técnicas de agrupamiento cuando no se conoce una estructura de agrupamiento de los datos “a priori” y el objetivo operacional es identificar el agrupamiento natural de las observaciones.

Las técnicas de clasificación basadas en agrupamientos implican la distribución de las unidades de estudio en clases o categorías de manera tal que cada clase (conglomerado) reúne unidades cuya similitud es máxima bajo algún criterio.

Para agrupar objetos es necesario seguir algún algoritmo. Los algoritmos o métodos de agrupamiento permiten identificar clases existentes en relación a un conjunto dado de atributos o características. Los algoritmos de clasificación pueden dividirse en no jerárquicos y jerárquicos. En las técnicas de clasificación no jerárquicas se desea obtener una única descomposición o partición del conjunto original de objetos en base a la optimización de una función objetivo, mientras que en las jerárquicas, se pretenden encontrar particiones jerarquizadas, esto es, consecutivamente más, o menos, finas, luego los objetos son unidos, o separados, en grupos paso por paso.

El agrupamiento logrado estará influenciado por distintos parámetros, no sólo del algoritmo de agrupamiento elegido sino también de la medida de distancia seleccionada, del número de grupos que deben ser formados, de la selección de las variables para el análisis y del escalamiento de las mismas.

El valor del *coeficiente de correlación cofenética* es usado para seleccionar uno de varios agrupamientos alternativos. Este coeficiente indica la correlación de las distancias definidas por la métrica de árbol binario con las distancias originales entre objetos, luego se espera que el agrupamiento con mayor coeficiente sea el que mejor describe el agrupamiento natural de los datos.

Es importante remarcar que el agrupamiento de objetos produce resultados exitosos cuando la matriz de datos tiene una estructura que es posible interpretar desde el problema que lo originó.

Los algoritmos de formación de conglomerados se agrupan en dos categorías:

- Algoritmos de partición: Método de dividir el conjunto de observaciones en k conglomerados, en que k lo define inicialmente el usuario.
- Algoritmos jerárquicos: Método que entrega una jerarquía de divisiones del conjunto de elementos en conglomerados. Estos pueden ser:
 - Aglomerativos: parte con una situación en que cada observación forma un conglomerado y en sucesivos pasos se van uniando, hasta que finalmente todas están en un único conglomerado.
 - Divisivo: sigue el sentido inverso, parte de un gran conglomerado y en pasos sucesivos se va dividiendo hasta que cada observación queda en un conglomerado distinto.

5.3.2 Métodos de agrupamiento no jerárquicos

El software Infostat permite el agrupamiento de objetos mediante el procedimiento no jerárquico “K-means”. El algoritmo agrupa objetos en k grupos haciendo máxima la variación entre conglomerados y minimizando la variación dentro de cada conglomerado. Este método comienza con un agrupamiento inicial, o centroides, que formarán los centros de los grupos.

Se prosigue asignando cada objeto al grupo que tiene el centroide más cercano. La distancia usada es la Euclídea, tanto en observaciones estandarizadas como en las no estandarizadas. Se trabaja con la minimización de la función objetivo “suma de distancias al cuadrado”, el software reporta automáticamente los valores de dicha función bajo el nombre *SSCD*.

La partición lograda es aquella tal que la suma de la *SSCD* de los miembros del grupo respecto a su centroide es mínima. El método se basa en el principio de los k mejores centroides, los cuales son modificados cada vez que un objeto se transfiere de un grupo a otro.

El algoritmo K-means es óptimo en cada paso. Los resultados finales podrían depender de la configuración inicial, de la secuencia en que son considerados los objetos a agrupar y, claramente, del número de grupos.

5.4 Estudio de localización

5.4.1 Análisis de la demanda

Para realizar dicho análisis, el autor toma, como punto de referencia, las ventas de los 2 meses anteriores completos al comienzo del presente trabajo, es decir, abril y mayo de 2015. Esto se realiza para lograr un tamaño de muestra que supere los 100 datos, de este modo se puede considerar que los datos obtenidos son acertados y contempla la posibilidad de considerar aquellos clientes que adquieren habitualmente productos de la organización. Además se puede considerar que en este periodo de tiempo los valores se corresponden a la media anual ya que no se presentan sesgos debidos a las sobredemandas o subdemandas específicas de la temporada.

La tabla que se confecciona para realizar el análisis del centro de gravedad muestra las coordenadas de latitud y longitud de todos los clientes en estudio, contemplando un volumen de venta mensual estimado a cada uno de ellos.

Se utiliza Google Earth para ubicar las direcciones obtenidas de dato. Mediante la colocación de marcadores se logra la confección del mapa (figura 15). Los puntos ubicados en el mapa de Córdoba, se discriminan entre clientes temporales (amarillo), proveedores (naranja), clientes fijos (verde) y la ubicación actual de la empresa (rojo).

En la figura 15 se ve la totalidad de los puntos y su distribución en un mapa alejado de la zona de Córdoba Capital. En la figura 16 se pretende visualizar mejor aquellos puntos que se encuentran ubicados en la ciudad de Córdoba únicamente, dejando de lado aquellos casos que a primera aproximación podrían considerarse como ruidos en el sistema.

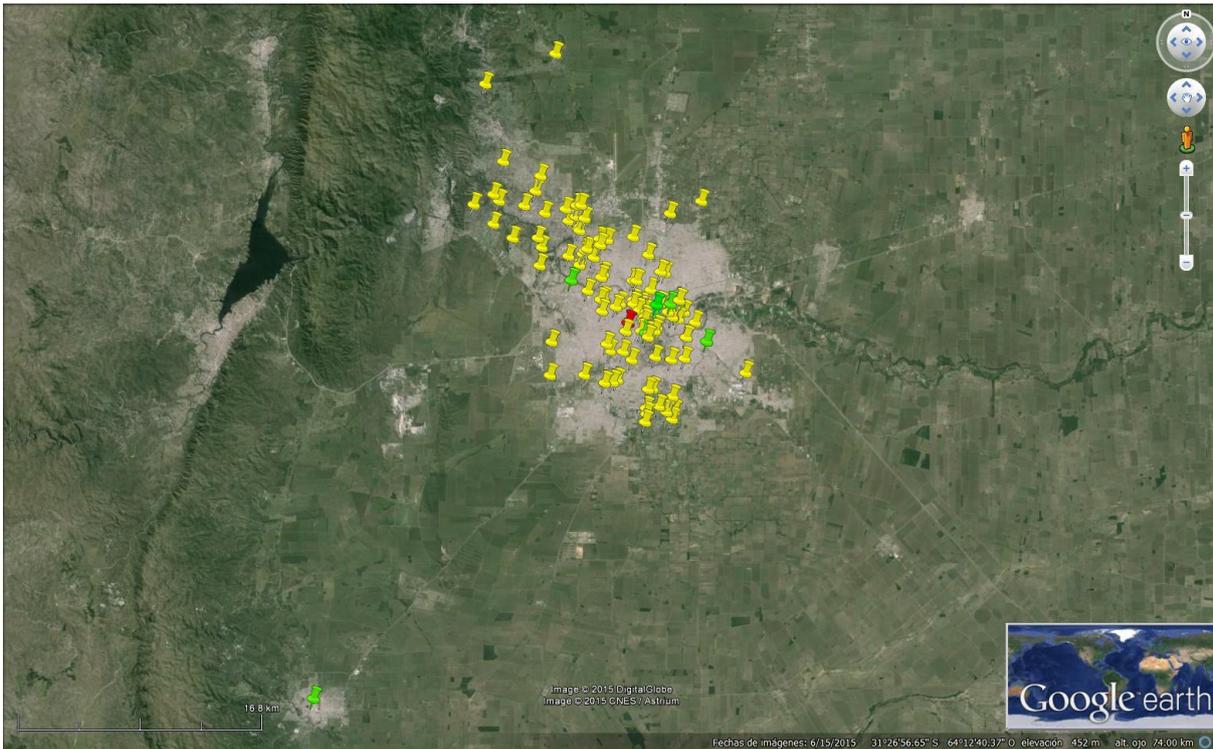


Figura 15: Ubicación de la demanda en la Provincia de Córdoba, entre los meses de abril y mayo de 2015.

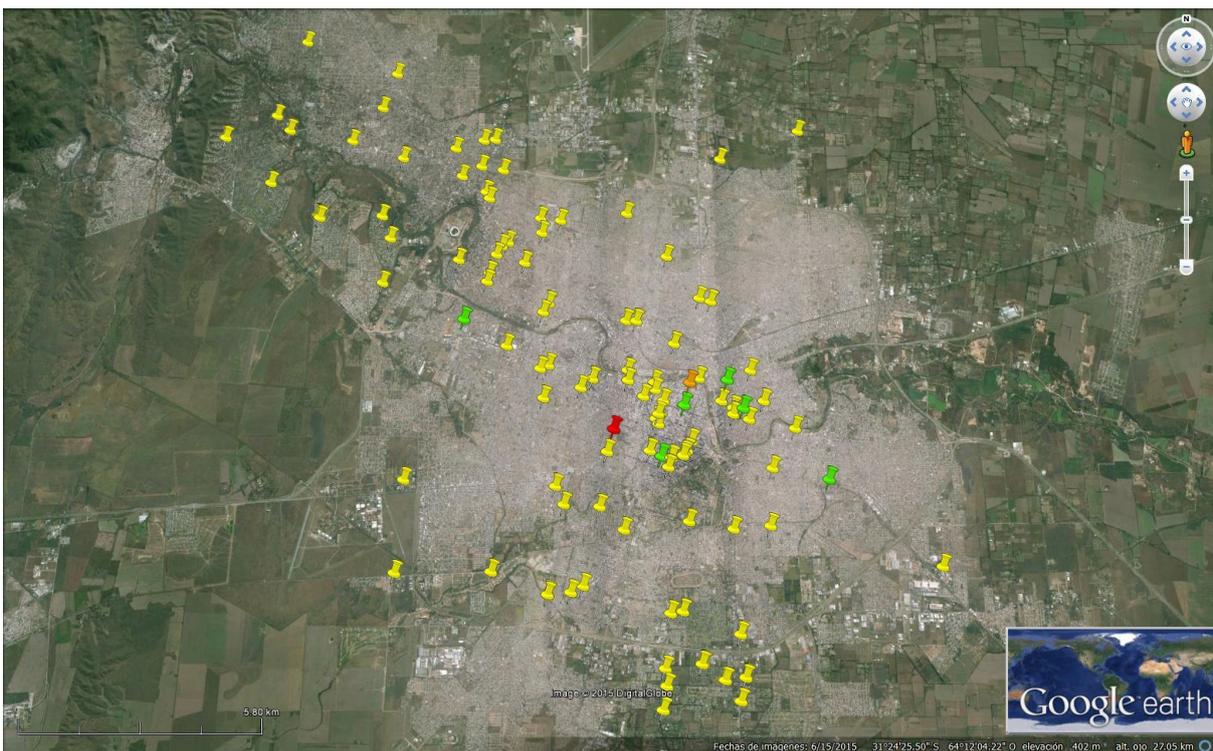


Figura 16: Ubicación de la demanda en la Ciudad de Córdoba, entre los meses de abril y mayo de 2015. Discriminando los puntos que se encuentran alejados de la zona.

Se recabaron 130 datos en total, de los cuales 72 pertenecen a Vualá, 46 a Eventos, ambos constituyen los clientes ocasionales; 7 pertenecen a Restaurantes; 1 al proveedor principal debido a que se debe ir hasta las instalaciones del mismo para abastecerse, por lo cual no puede ser dejado de lado; y finalmente las ventas que se producen en la empresa, que abarcan tanto a clientes fijos como a los ocasionales.

Para comparar las cantidades demandadas entre las distintas áreas de negocio fue necesario llevar los datos de ventas registrados por la empresa a la misma unidad de tiempo, ya que algunos se encuentran por semana y otros por día. Se decidió llevarlo a la unidad mensual.

El volumen de venta mensual de los clientes fijos, Restaurantes, es determinado del volumen histórico de ventas por cada uno de ellos comúnmente registrado por semana o quincena.

Para el volumen de ventas del sector de eventos, se hizo un promedio del total de ventas de todos sus productos en 2 meses y se lo dividió por la cantidad de clientes en cuestión. Análogamente, para los clientes de Vualá.

En el gráfico se representa la proporción del volumen de productos que maneja cada uno de los grupos de datos anteriormente mencionados, para mostrar la importancia de contemplar los mismos (Ver gráfico 5).



Gráfico 5: Distribución de los datos de la muestra de análisis.

Como puede observarse la mayoría de los productos que se venden corresponden al sector de Eventos, los cuales constituyen el servicio de pizza libre, el cual incluyen obligatoriamente los costos de traslado al lugar en que se realiza el evento. Dicho costo generalmente está fijado por el gasto del flete y depende de la distancia al evento. Le sigue Restaurantes, que en su cartera de productos lleva principalmente comidas frías y constituyen el costo de transporte por parte de la empresa.

Se deja de lado el mapa de la ciudad y se efectúa un gráfico de dispersión de los datos para poder trabajar con los mismos:

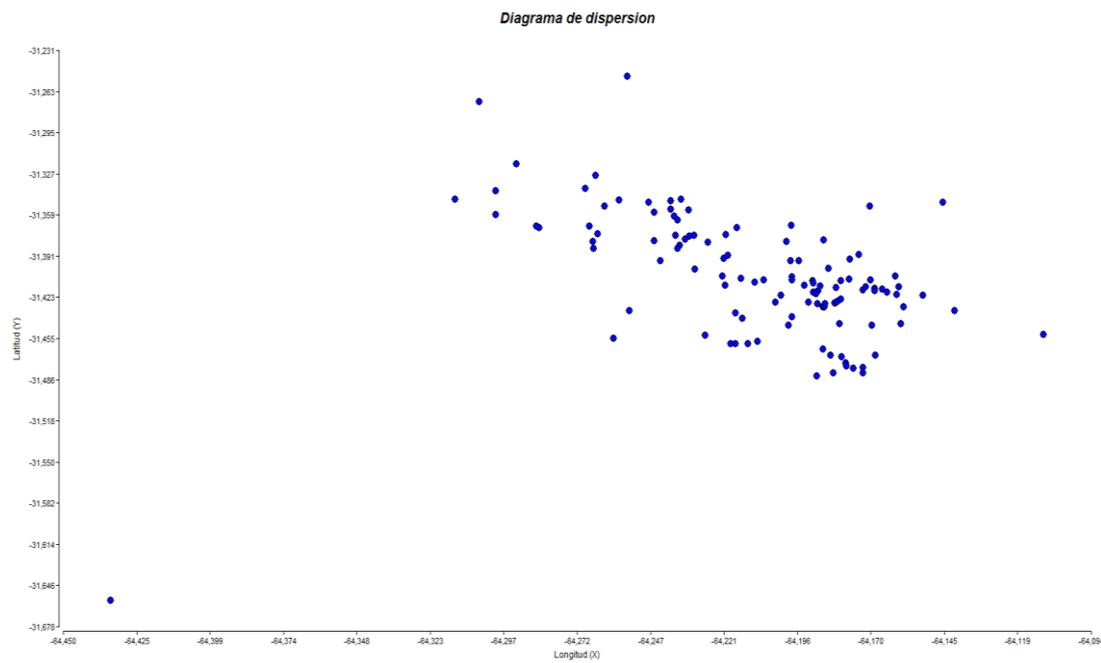


Gráfico 6: Diagrama de dispersión de la muestra.

Con los datos relevados se confecciona la siguiente tabla.

Casos	Latitud	Longitud	Área	Volumen ventas
1	-31,421	-64,201	Empresa	150
2	-31,410	-64,181	Proveedor	1300

Tabla 3: Confeccion de la muestra de análisis, contemplando áreas de negocio, volumen de ventas y ubicación en el mapa.

Con esta tabla se realizaron los estudios referidos a la nueva localización de la planta productora.

Se adjunta como anexo un extracto de las tablas de Microsoft Excel utilizadas para realizar las iteraciones correspondientes al método del centro de gravedad exacto para clarificar el procedimiento que obtuvo dichos resultados.

5.4.2 Determinación de las ubicaciones posibles

Para llevar a cabo el método del centro de gravedad se crea otra tabla que permita realizar los cálculos correspondientes. Como se dijo anteriormente, el resultado es único, en este caso, las coordenadas que resultan de dicho método se corresponden con (-31,427;-64,214), valores de latitud y longitud respectivamente.

Situando las coordenadas anteriores en un mapa, se utiliza “google maps” para dar con los puntos de los distintos métodos. Se observa que la ubicación que propone

este método se corresponde con la dirección Luis Agote 2000, cercano a la Av. Fuerza Aérea 1700, en la ciudad de Córdoba.

Se efectúa el análisis del centro de gravedad exacto, el cual tiene en cuenta los costos de transporte. Este si es un proceso iterativo, por lo que se muestra a continuación el resultado del procedimiento iterativo. Se presentan en la siguiente tabla:

Iteración	Longitud (Y)	Latitud (X)
0	-64,331	-31,550
1	-64,349	-31,569
2	-64,365	-31,586
3	-64,379	-31,601
4	-64,391	-31,613
5	-64,401	-31,623
6	-64,409	-31,631
7	-64,415	-31,638
8	-64,419	-31,643
9	-64,423	-31,646
10	-64,426	-31,649
11	-64,428	-31,651
12	-64,429	-31,653
13	-64,430	-31,654
14	-64,431	-31,655
15	-64,432	-31,656
16	-64,432	-31,656

Tabla 4: Iteraciones obtenidas por el método del centro de gravedad exacto.

En esta oportunidad el análisis llega al óptimo en la décimo sexta iteración (-31,656;-64,432), se corresponde con un punto, ubicado muy próximo a un cliente Restaurante en Alta Gracia. Esto se debe a que es uno de los principales clientes de la empresa, y el método considera la cantidad de unidades vendidas como un costo directamente proporcional al costo de transporte. Sin embargo, dado que es una opción sin utilidad debido a los costos que implicaría un traslado hasta allá, tanto a nivel proveedor como el resto de los clientes en análisis, se analiza nuevamente la serie, sin tener en cuenta la influencia que aporta a los datos dicho cliente.

Bajo el mismo procedimiento, el proceso iterativo arriba a un resultado en la tercer iteración, siendo en esta oportunidad el punto (-31,412;-64,181), el cual se sitúa en la zona de mercado norte en la Ciudad de Córdoba, en Humberto Primo y San Martín.

Iteración	Longitud (Y)	Latitud (X)
0	-64,194	-31,405
1	-64,185	-31,409
2	-64,181	-31,410
3	-64,181	-31,410

Tabla 5: Iteraciones obtenidas por el método del centro de gravedad exacto, sin considerar el cliente en Alta Gracia.

Mediante el análisis de conglomerados se pretende obtener 2 opciones de localización conjuntas, es decir, que se puede hablar de mantener la localización actual y abrir una nueva sucursal en otro punto del mapa.

Colocando los mismos datos originales en el software, y aplicando una clasificación no jerárquica, bajo el método de las K-means, los resultados se muestran a continuación:

```
QUICK CLUSTER Latitud Longitud
/MISSING=LISTWISE
/CRITERIA=CLUSTER(2) MXITER(100) CONVERGE(0)
/METHOD=KMEANS(NOUPDATE)
/PRINT INITIAL.
```

➔ **Quick Cluster**

Centros de clústeres iniciales

	Clúster	
	1	2
Latitud	-31,6575	-31,2515
Longitud	-64,4335	-64,2546

Historial de iteraciones^a

Iteración	Cambiar en centros de clústeres	
	1	2
1	,000	,161
2	,000	,000

a. Convergencia conseguida debido a que no hay ningún cambio en los centros de clústeres o un cambio pequeño. El cambio de la coordenada máxima absoluta para cualquier centro es ,000. La iteración actual es 2. La distancia mínimo entre los centros iniciales es ,444.

Centros de clústeres finales

	Clúster	
	1	2
Latitud	-31,6575	-31,4058
Longitud	-64,4335	-64,2101

Número de casos en cada clúster

Clúster	1	1,000
	2	129,000
Válido		130,000
Perdidos		,000

Figura 17: Salida del software para el análisis de conglomerados.

Se observa que de las 2 opciones que propone el software, una de ellas solo atiende las exigencias de un cliente, mientras que la otra la de los otros 129 clientes, dado a los resultados anteriores es correcto suponer que aquel único cliente es el que se encuentra en Alta Gracia (resultado al que se llegó por el método del centro de gravedad exacto), mientras que el otro punto del mapa (-31,406;-64,210) se corresponde con la dirección Av. Colon 2100.

Análogamente a lo realizado en el método anterior, se repite el análisis quitando de la muestra la influencia del cliente de Alta Gracia debido a la factibilidad de considerar dicha opción. El resultado que se obtiene se muestra a continuación:

```
QUICK CLUSTER Latitud Longitud
/MISSING=LISTWISE
/CRITERIA=CLUSTER(2) MXITER(100) CONVERGE(0)
/METHOD=RMEANS(NOUPDATE)
/PRINT INITIAL.
```

➔ **Quick Cluster**

Centros de clústeres iniciales

	Clúster	
	1	2
Latitud	-31,2707	-31,4514
Longitud	-64,3058	-64,1105

Historial de iteraciones^a

Iteración	Cambiar en centros de clústeres	
	1	2
1	,100	,082
2	,000	,000

a. Convergencia conseguida debido a que no hay ningún cambio en los centros de clústeres o un cambio pequeño. El cambio de la coordenada máxima absoluta para cualquier centro es ,000. La iteración actual es 2. La distancia mínimo entre los centros iniciales es , 266.

Centros de clústeres finales

	Clúster	
	1	2
Latitud	-31,3584	-31,4271
Longitud	-64,2582	-64,1885

Número de casos en cada clúster

Clúster	1	40,000
	2	89,000
Válido		129,000
Perdidos		,000

Figura 18: Salida del software para el análisis de conglomerados, sin considerar el cliente en Alta Gracia.

Se puede observar una distribución más equitativa de los conglomerados sin la consideración de dicho cliente, siendo la opción colocar un centro de distribución en Lasalle 5400 (-31,358;-64,258). El otro punto que propone el método, se ubica en Estrada e Independencia (-31,427;-64,188). Dada la proximidad de este último dato con la ubicación actual de la empresa, se lo tomará en cuenta como si fuese en la localización actual (-31,421;-64,201).

Se tiene en cuenta para la toma de decisiones la alternativa de ubicación de la fábrica en el Boulevard Los Alemanes, ya que es un sector industrializado de la Provincia de Córdoba, en el cual se puede llegar a encontrar beneficios en los montos de los diferentes impuestos, como así también facilidades de lay-out.

Se recuerdan los resultados obtenidos y se define un criterio de consideración para las alternativas propuestas los diferentes métodos. Se parte de la ubicación actual de la empresa y se tomará una circunferencia de 2,5 Km de radio, con el objetivo de descartar aquellas ubicaciones cuya proximidad es tan pequeña a la actual que no merece la pena tenerlas en cuenta en el análisis próximo. Dichas ubicaciones se muestran en la figura siguiente, representadas por estrellas de color amarillo, a su vez, se explicitan las circunferencias propias a cada ubicación.

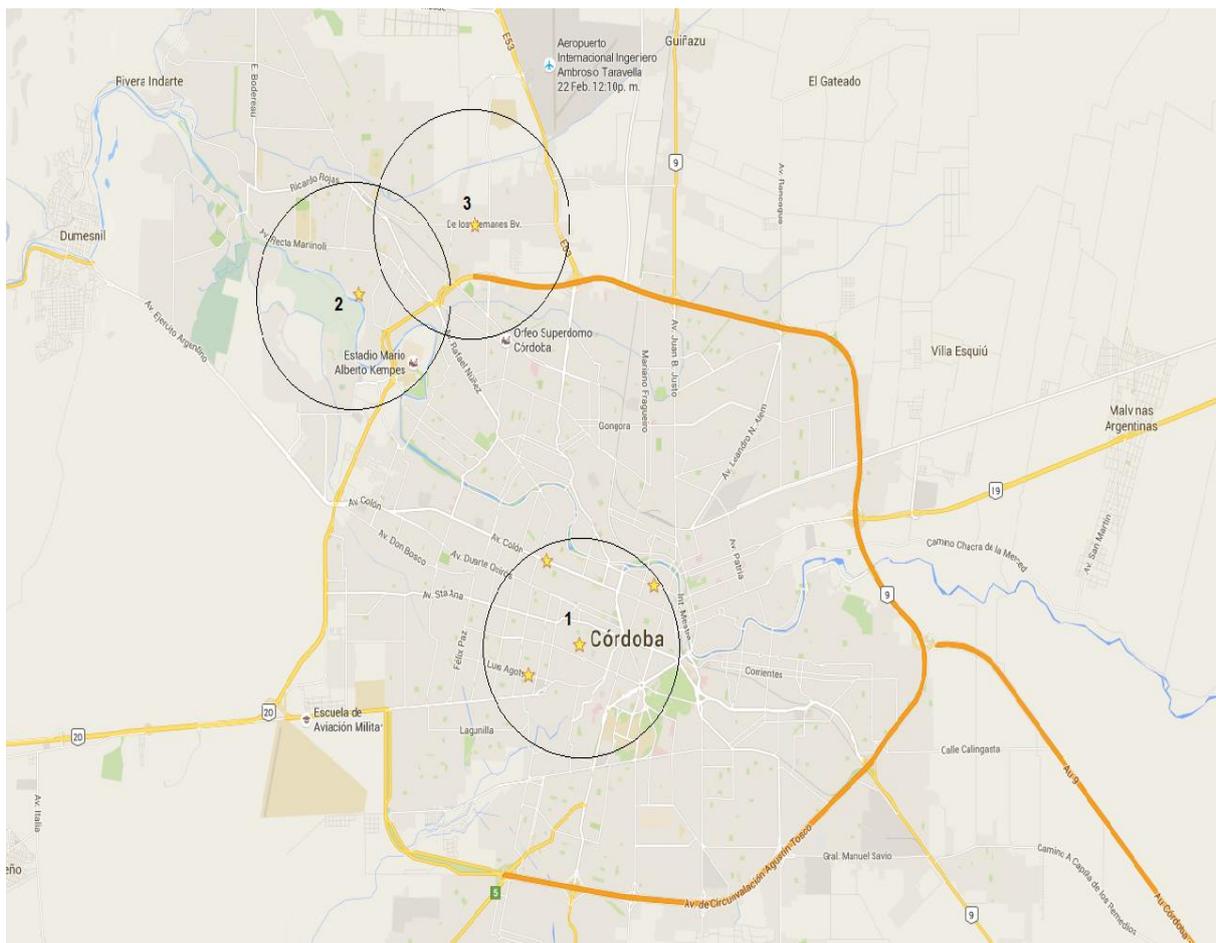


Figura 19: Zonas obtenidas a partir de las distintas metodologías de localización.

En la figura 19, se observa que las circunferencias 2 y 3 se superponen, sin embargo los puntos originales considerados se encuentran a distancias superiores a los 2,5 Km propuestos, por lo tanto se lo toma como alternativas diferentes. Se aclara además que la circunferencia 2 se corresponde con una sucursal y no con el traslado total de la fábrica.

De este modo, se obtienen 3 posibilidades de localización:

- Mantener la localización actual.
- Abrir una nueva sucursal en los alrededores de Lasalle 5400.
- Trasladar la totalidad de la fábrica al Bv. De Los Alemanes.

Resta a continuación definir los criterios de decisión por los cuales serán evaluadas las alternativas propuestas. Los mismos fueron definidos mediante el trabajo en conjunto con la Alta Dirección, de esta forma se asegura que el resultado obtenido contempla todos los criterios que se consideran como más importantes y/o relevantes por los encargados de la toma de decisiones.

5.5 Toma de decisiones

5.5.1 Decisión Multicriterio Discreta

En la vida cotidiana se presentan muchas ocasiones en las que es necesario tomar decisiones: el destino de un viaje, la compra de un auto, el emprendimiento de un negocio, entre otras. Todos estos problemas están compuestos por una serie de alternativas y criterios que el decisor debe contemplar, por ello, para afrontar específicamente estas situaciones, con racionalidad limitada, ha surgido la metodología multiobjetivo, la cual tiene en cuenta los diversos objetivos que se pretenden alcanzar simultáneamente.

En esencia, este proceso de decisión multicriterio o multiobjetivo, es un problema de optimización con varias funciones objetivos simultaneas. Dentro de este proceso se distinguen dos grandes ramas:

- La continua, de la decisión multicriterio, conocida como Decisión Multiobjetivo que se ocupa de problemas con objetivos múltiples en los cuales las alternativas pueden tomar un número infinito de valores.
- Y la discreta, o Decisión Multicriterio Discreta (DMD), la cual analiza problemas en los que el conjunto de alternativas de decisión está formado por un número finito y generalmente pequeño de variables.

La DMD es la metodología que será utilizada para decidir cuál es la mejor alternativa de las localizaciones propuestas anteriormente.

Para el análisis el autor considera importante definir algunos conceptos, entre ellos:

- Decisor es aquel individuo o conjunto de los mismos que directa o indirectamente proporciona el juicio de valor final que se utiliza para evaluar las alternativas disponibles
- Analista es aquella persona encargada de modelizar el problema y eventualmente hacer las recomendaciones relativas a la selección final. No expresa opiniones personales, sino que se limita a recoger las del decisor y tratarlas de la manera lo más objetiva posible.

- Conjunto de elección es el grupo finito y discreto de alternativas entre las cuales se pretende hallar la mejor opción.
- Atributos y criterios, son los ejes de evaluación, direccionan el análisis y se deben establecer con base en la modelización de las consecuencias de manera que representen las dimensiones relevantes del problema. Los criterios deben ser exhaustivos, coherentes y no redundantes para lograr un buen análisis de las alternativas.
- Matriz de decisión es la que resulta de dar para cada alternativa del conjunto de elección y para cada criterio un valor numérico a_{ij} que exprese la evaluación de la alternativa A_i respecto del criterio C_j .
- Función de utilidad es aquella que mide en unidades totalmente arbitrarias que representan la satisfacción, que para el decisor tiene un resultado dado. *Una función de utilidad es una aplicación que transforma, las preferencias dadas por el decisor respecto a las alternativas, en un valor numérico, de manera tal que respeta la relación de preferencia entre los resultados.*
- Función de agregación, representa el preorden del decisor. Busca transformar las n funciones de utilidad asociadas a los n criterios en una función de utilidad global.

Es necesario realizar la normalización de las evaluaciones, es decir, hacer comparables en magnitud, unidad de medida, posición al cero, dispersión de medida, etc. De este modo, las evaluaciones a_{ij} se transforman en un número entre 0 y 1.

Hay distintos procedimientos para llevar a cabo la normalización, se adopta la métrica ciudad ya que respeta la proporcionalidad de las evaluaciones y es de las mayormente usadas. La fórmula para llevar a cabo la normalización es la siguiente:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}}$$

Antes de llevar a cabo las normalizaciones, todos los criterios deben presentarse para maximizar. Esto quiere decir que se debe realizar la inversa de aquellos que se deben minimizar, por ejemplo, los costos siempre se desea que sean lo más bajo posible.

5.5.2 Método TOPSIS

El método de TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), desarrollado por Yoon y Hwang (1995), se basa en el concepto de que es más deseable que una alternativa determinada se ubique a la menor distancia respecto de una solución ideal positiva, y a la mayor de una idea negativa.

Una solución ideal es un conjunto de niveles ideales respecto a todos los atributos considerados de un problema, aun cuando la solución ideal sea ficticia.

Se llama alternativa ideal al punto que se obtiene de maximizar cada criterio independientemente. Algebraicamente:

$$a^+ = \max_j a_{ij}$$

Análogamente, se puede definir la alternativa anti ideal como:

$$a^- = \min_j a_{ij}$$

El método consiste en normalizar la matriz de criterios mediante la aplicación de alguna métrica, y los coeficientes así obtenidos son ponderados por los pesos de los criterios, también normalizados, obteniéndose los valores:

$$v_{ij} = w_{ij}r_{ij}$$

Se denota al vector de los v_i^+ mejores valores para el conjunto de criterios ideal positivo con

$$A^+ = [v_1^+, \dots, v_n^+]$$

Siendo los peores valores alcanzables o no deseables para el conjunto ideal negativo denotados con:

$$A^- = [v_1^-, \dots, v_n^-]$$

Luego se calculan las distancias de cada alternativa i al ideal positivo y negativo, S_i^+ y S_i^- respectivamente.

$$S_i^+ = (\sum_j |v_{ij} - v_i^+|^p)^{\frac{1}{p}} \quad S_i^- = (\sum_j |v_{ij} - v_i^-|^p)^{\frac{1}{p}}$$

TOPSIS define un índice de similaridad (o proximidad relativa, C_i^+), respecto a la solución ideal positiva combinando la proximidad a la misma y la lejanía respecto de la ideal negativa. Se selecciona entonces aquella alternativa que presente mayor índice de similaridad respecto de la solución ideal positiva.

$$C_i^+ = \frac{S_i^+}{(S_i^+ + S_i^-)}$$

5.5.3 Selección de las ubicaciones propuestas

A partir de las ubicaciones propuestas en el capítulo anterior, se consultó la disponibilidad de galpones en las zonas determinadas, para lo cual se utilizó la página de internet de "Clasificados La Voz". Solo se tomó como criterio de búsqueda la proximidad dentro de las zonas propuestas y que las instalaciones sean un galpón, ya que se cree que resulta más conveniente para la distribución del lay-out, siendo un criterio excluyente de la toma de decisiones.

A partir de los lugares encontrados se determinó el costo de transporte mensual que traería involucrado la nueva localización, la disponibilidad de accesos a las carreteras, la seguridad de la zona, y finalmente un criterio de *Instalaciones* que

involucra las facilidades de los mismos (conexión disponible de luz, gas, cantidad de baños, oficinas, flexibilidad para armar el lay-out, etc).

Para el criterio de acceso a las carreteras se toma una escala de 1 a 5, siendo 1 muy alejado de las mismas y 5 muy cerca, o sobre, la Av. Circunvalación.

Con la misma escala, la seguridad se considera 1 como zona insegura y propensa a robos, y 5 como zona segura, con mayor control policial.

Para el criterio de instalaciones, la escala será: 1 no tiene servicios instalados, ni posibilidades de distribución de lay-out, y 5, es un lugar amplio, posee todos los servicios instalados, baños, oficinas y se ambienta al rubro de trabajo que se pretende aplicar.

Se confecciona la siguiente e tabla a partir de lo establecido con anterioridad.

Alternativas	Criterios					
	Disponibilidad de galpones	Costo inmobiliario	Costo transporte	Vias de acceso	Seguridad de la zona	Instalaciones
Mantener localizacion	SI	5000	7565	2	3	3
Sucursal en Lasalle 5400	NO	-	-			
Bv. Los Alemanes	SI	15200	10467,5	4	3	4
Gobernador nuñez 4400	SI	15000	9090	5	1	5

Tabla 6: Matriz de alternativas con sus respectivas valoraciones.

Como puede observarse, no se encontró un lugar dentro de la zona 2, por lo cual la opción de Lasalle 5400 es automáticamente descartada por ser este el criterio excluyente. Sin embargo se considera una opción que no estaba contemplada con anterioridad debido a que el galpón se ofrece con la instalación de una cámara frigorífica con 25 m².

Se define entonces la preferencia de los criterios. El autor considera de mayor importancia el criterio de seguridad, seguido del de instalaciones, en mismo grado de importancia los costos de mobiliario y transporte, y finalmente las vías de acceso. Por lo tanto, se especifica la matriz de decisión que se debe considerar.

Alternativas	Criterios				
	Costo inmobiliario	Costo transporte	Vias de acceso	Seguridad de la zona	Instalaciones
Mantener localizacion	5000	7565	2	3	3
Bv. Los Alemanes	15200	10467,5	4	3	4
Gobernador nuñez 4400	15000	9090	5	1	5
Pesos de los criterios	3	3	2	5	4
	Minimizar	Minimizar	Maximizar	Maximizar	Maximizar

Tabla 7: Matriz de decisiones

Posteriormente se transforman los criterios para que todos sean maximizables, y se normaliza la matriz de alternativas y de criterios, resulta entonces la matriz de normalización ponderada, de la cual se toman los ideales positivos y negativos por criterio.

Mejoras en la organización y productividad,
en una planta productora del rubro gastronómico.

Alternativas	Criterios				
	Costo inmobiliario	Costo transporte	Vías de acceso	Seguridad de la zona	Instalaciones
Mantener localización	0,0353	0,0233	0,0235	0,1261	0,0588
Bv. Los Alemanes	0,0116	0,0169	0,0353	0,1261	0,0784
Gobernador Nuñez 4400	0,0118	0,0194	0,0588	0,0420	0,0980

Ideal positivo	0,0353	0,0233	0,0588	0,1261	0,0980
Ideal negativo	0,0116	0,0169	0,0235	0,0420	0,0588

Tabla 8: Matriz normalizada ponderada con los ideales positivos y negativos.

Para la normalización por la métrica ciudad utilizada, el valor de p en el cálculo de los vectores, adopta un valor igual a 1, reduciendo la expresión a la simple sumatoria de diferencias. Luego con los valores obtenidos, se determina el índice de consistencia de las diferentes alternativas y se toma el mayor como la mejor opción.

Se muestran los resultados obtenidos a partir de los procedimientos de cálculo determinados:

Alternativas	S+	S-	C+
Mantener localización	0,075	0,114	0,605
Bv. Los Alemanes	0,073	0,115	0,612
Gobernador Nuñez 4400	0,111	0,077	0,409

Tabla 9: Selección de la mejor alternativa.

El método propone como mejor opción la zona número 2, en la cual se considera el Bv. De Los Alemanes 4500 donde se encontró un galpón con las siguientes características:

- 30 m de frente x 15 m de fondo.
- planta libre de 400 m^2 con 7 m de altura libre.
- Ingreso por portón corredizo.
- 100 m^2 de oficinas divididos en 2 plantas de 50 m^2 .
- En planta baja: 1 baño, 1 kitchenet, 1 oficina amplia, 1 baño de servicio + vestidor para personal.
- En planta alta: planta libre para oficinas con un ventanal grande externo; ambas plantas con piso flotante.
- Parking al frente de 5 m de ancho x 30 m de frente.

CAPITULO VI: Estudio de Lay-out

El lay-out en las plantas de producción se considera como uno de los puntos críticos que deben ser tenidos en cuenta para la mejora de la productividad, por lo cual se desarrollan en este capítulo algunos puntos, que se espera, logren corregir algunas de las fallas anteriormente mencionadas.

Una redistribución del lay-out actual no se considera como una opción viable ya que debido al tipo de instalaciones se han probado las distintas alternativas posibles a través del tiempo, resultando la mejor opción aquella implementada actualmente. Ampliar las instalaciones es quizá el eje del presente trabajo, por lo que se propone una distribución tentativa del lay-out que puede contribuir en la reducción de los tiempos de producto y de la ampliación de los puestos de trabajo.

Por lo tanto, se realiza una propuesta tentativa de la distribución que podría llegar a tener el lay-out en la ubicación elegida teniendo en cuenta las dimensiones de las instalaciones. Para esto se pretende determinar una cámara frigorífica que se pueda instalar en las nuevas instalaciones.

Como se mencionó en el capítulo 4, se propone como primera medida el cambio de los frizzer actuales (los cuales son 8 unidades) por una cámara frigorífica. Esto permitiría el aprovechamiento de los espacios hacia arriba que actualmente no existe por la geometría de los mismos. De esta forma, la superficie total utilizada para el almacenamiento se puede reducir de manera considerable facilitando a su vez las tareas de almacenamiento.

6.1 Dimensionamiento de una cámara frigorífica

Para determinar qué cámara frigorífica se debe utilizar, es necesario determinar primeramente la potencia que requerirá el motor, a partir de un tamaño estándar de cámaras.

Mediante consultas a catálogos por internet, entre ellos Mercadolibre y la empresa Kalte de refrigeración industrial (con sede en la Provincia de Mendoza), se adopta un tamaño de cámara de 2x2x2,2 m, siendo ancho, largo, alto respectivamente.

Resta entonces definir la potencia requerida por el motor para enfriar los alimentos, para lo cual se sigue la guía del manual de Carrier para cámaras frigoríficas.

6.2 Nociones teóricas de cámaras frigoríficas

Calcular las necesidades frigoríficas de una o varias cámaras es una actividad repetitiva y rutinaria ya que intervienen siempre los mismos datos. Habitualmente se utilizan tablas que permiten simplificar y obtener de modo casi directo las estimaciones de las cargas térmicas involucradas en el cálculo.

Hay que tener en cuenta la necesidad de efectuar el descarchado de los evaporadores. Para cámaras frías, a temperaturas por debajo de los 0°C, se estima

un funcionamiento del equipo frigorífico de 18 horas diarias, siendo el resto del tiempo suficiente para el descarchado, con aporte suplementario de energía si es necesario.

Para mantener una cámara fría, es necesario considerar todo lo que este contenido en ella, es necesario extraer el calor inicial y después todo aquel que pueda ir entrando por más aislada que esté.

Se llama requerimiento de refrigeración y puede establecerse como:

$$Q_{total} = Q_{productos} + Q_{otras\ fuentes}$$

La unidad de medida es de potencia W o kW.

El $Q_{productos}$ representa la cantidad de carga térmica a eliminar, considerando el calor sensible, el calor latente de solidificación, de las reacciones químicas, del embalaje y del calor absorbido por la congelación del agua de los alimentos o productos que se deseen refrigerar.

El $Q_{otras\ fuentes}$ incluye los flujos de calor a través de los cerramientos de la cámara por transmisión de paredes, suelo y techo, la refrigeración por el aire exterior, la ventilación, las cargas térmicas debidas a personas que manipulan los productos, ventiladores, bombas, iluminación, etc.

6.2.1 Calor de otras fuentes

6.2.1.1 Transmisión de calor a través de las paredes, suelo y techo

La transmisión de calor debido a los muros, viene dado por la siguiente expresión:

$$Q_M = K * S * \Delta t$$

Donde: Q_M es la tasa de calor en W.

S = superficie de cada cerramiento en m^2 .

K = coeficiente de transmisión del material utilizado. Para productos conservados alrededor de -20°C vale entre 6 y $9 \frac{kcal}{h * m^2}$.

Δt = diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la cámara en $^\circ\text{C}$.

6.2.1.2 Aire exterior entrante a la cámara

Siempre es necesaria la aireación de las cámaras frías. En ocasiones esto es suficiente con la frecuencia de apertura de la puerta en el uso cotidiano, pero si esto no fuera suficiente, debería procederse a la utilización de sistemas de ventilación forzada complementarios. Viene dado por la siguiente expresión:

$$Q_{AE} = V * \Delta h * n$$

Donde Q_{AE} es la potencia calorífica aportada por el aire exterior en kJ/día.

V = volumen de la cámara en m^3 .

Δh = Calor del aire obtenido de diagramas psicométricos o tablas en kJ/m^3 .

N = número de renovaciones de aire por día. Puede establecerse también por hora.

6.2.1.3 Calor liberado por la iluminación interior

Las lámparas en el interior de la cámara liberan calor debido a la energía eléctrica utilizada. Cuando no se conoce con exactitud el tipo de lámparas que se utiliza o la potencia de las mismas, se estima un valor comprendido entre 5 y 15 W/m^2 de planta de cámara. El calor aportado por las mismas se calcula:

$$Q_{IL} = \frac{P * t}{24}$$

Siendo: Q_{IL} = potencia ocasionada por iluminación en W.

P = potencia total de todas las lámparas en W.

t = duración o tiempo de funcionamiento en hs/día de las mismas.

6.2.1.4 Calor liberado por las personas

Toda persona que entra en una cámara libera calor. El tiempo de permanencia variará según el trabajo que deban efectuar las personas dentro de la cámara. Generalmente se evalúa entre 0,5 y 5 hs/día. La expresión que lo explicita es la siguiente:

$$Q_P = \frac{q * n * t}{24}$$

Siendo: Q_P = el calor de las personas en W.

q = calor por persona en W, según tablas.

n = número de personas en la cámara.

t = tiempo de permanencia dentro de la cámara en hs/día.

6.2.1.5 Calor liberado por los ventiladores

Los ventiladores solo se utilizan durante el funcionamiento de la cámara frigorífica y no funcionan generalmente en los periodos destinados al descarche de los evaporadores. Suponiendo que se conozca el valor de P, puede calcularse como:

$$Q_V = \frac{P * t}{24}$$

Siendo. P = potencia global de todos los ventiladores en W.

t = duración del funcionamiento de los mismos en horas.

Entonces el calor de otras fuentes estará dado por la sumatoria de todos los anteriores.

$$Q_{\text{otras fuentes}} = Q_M + Q_{AE} + Q_{IL} + Q_P + Q_V$$

6.2.2 Calor de productos

La carga calorífica de los alimentos puede dividirse a su vez en distintos sumandos, los cuales podrían descomponerse en:

- Refrigeración de los alimentos desde la temperatura exterior de entrada a la cámara hasta la temperatura de almacenamiento.
- Calor de congelación.
- Calor de respiración liberado por los alimentos.

6.2.2.1 Refrigeración de los alimentos

Solo depende de la temperatura inicial y final (Δt), de su calor específico (C_e) y de su peso (m). En mercancías embaladas no se debe despreciar el embalaje, que puede alcanzar el 10% en cámaras grandes, y hasta el 20% en cámaras pequeñas, del valor obtenido por enfriamiento de la mercancía. Se calcula:

$$Q_R = m * C_e * \Delta t$$

Donde m esta en kg/día, C_e en $\frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C}$ y Δt en $^\circ C$.

6.2.2.2 Calor de congelación

La carga de congelación se evalúa según la cantidad de género. Es el calor latente de congelación. Depende únicamente de la cantidad de masa (m) y del calor específico de congelación (C_{cg}). Se determina mediante:

$$Q_C = m * C_{cg}$$

Donde m esta en kg/día y C_{cg} en kJ/kg.

6.2.2.3 Calor de respiración

Solo se encuentra presente en las frutas y verduras, pues éstas liberan con su respiración continua un calor que también debe tenerse en cuenta. Es análogo al anterior, pero en lugar de calor de congelación, es de respiración.

$$Q_{rs} = m * C_r$$

Donde m esta en kg y C_r en $\frac{kJ}{kg \cdot dia}$.

6.3 Calculo de la potencia de la cámara frigorífica

Los valores de calores específicos se encuentran tabulados para los distintos alimentos, por lo que el calor total debido a los productos será la sumatoria de los anteriores.

$$Q_{productos} = Q_R + Q_C + Q_{rs}$$

Para llevar a cabo los cálculos correspondientes se crea una tabla con una estimación de las cantidades que se manejan en insumos que deben ser almacenados por semana, discriminando entre los distintos productos.

Insumo	Cantidad (kg)
Pollo	30
Bondiola	20
Merluza	15
Peceto	20
Masas (productos a base de harina: pan, pizzas, etc)	67
Canastitas	50
Queso	150
Postres	20
Salsas	10
Verduritas	30

Tabla 10: Cantidades de insumo que se pretenden congelar semanalmente.

En base a la tabla 10, se determinan los calores específicos de congelación y respiración respectivamente, para determinar luego el calor total de producto. En la tabla 11, a continuación, se muestran los datos con los cuales se realiza dicho proceso de cálculo. Los mismos son extraídos del libro Refrigeración de Ramírez Miralles.

De donde para el caso de las canastitas se estimó un promedio del total de ingredientes que se utilizan. Para los postres se los considera como si fuesen crema de leche ya que es el ingrediente característico de la mayoría y para las verduritas se toma como referencia la planta nueva.

Mejoras en la organización y productividad,
en una planta productora del rubro gastronómico.

Insumo	Temperatura de almacenamiento	Temperatura de entrada a la camara	Calor especifico promedio (kJ/Kg*°C)	Calor de congelacion (kJ/kg)	Calor de respiracion (kJ/kg*día)
Pollo	-18	20	2,53	246	-
Bondiola	-18	20	1,71	128	-
Merluza	-18	20	2,28	223	-
Peceto	-18	20	2,57	245	-
Masas (productos a base de harina: pan, pizzas, etc)	-18	20	2,17	115	-
Canastitas	-18	20	3	300	-
Queso	-18	20	1,7	126	-
Postres	-18	20	2,51	242	-
Salsas	-18	20	2,97	312	-
Verduritas	-18	20	2,7	270	3

Tabla 11: Datos de calores específicos de los distintos insumos contemplados.

Se determina entonces el calor de producto según las formulas explicitadas anteriormente.

Insumo	Refrigeracion (kJ)	Congelacion (kJ)	Respiracion (kJ/día)
Pollo	2884,2	7380	-
Bondiola	1299,6	2560	-
Merluza	1128,6	3345	-
Peceto	1953,2	4900	-
Masas (productos a base de harina: pan, pizzas, etc)	5524,82	7705	-
Canastitas	5700	15000	-
Queso	7140	18900	-
Postres	1656,6	4840	-
Salsas	1128,6	3120	-
Verduritas	3078	8100	90
Calor total	31493,62	75850	90

Tabla 12: Calculo del calor total de productos a partir de las formulas mencionadas.

Por lo tanto, el calor total de producto es la suma de los 3 anteriores, es decir:

$$Q_{\text{productos}} = 31493,6 + 75850 + 90 = 107433,6 \text{ kJ/día}$$

Si consideramos además que el tamaño de la cámara adoptado no es muy amplio, se adiciona un 20% debido a los empaques. Lo cual daría un total de casi 129000 kJ/día. Sin embargo, no todos los productos se encuentran simultáneamente almacenados debido a que se producen a lo largo de la semana y se entregan a lo largo de la misma también. Se considera entonces, el 50% de dicho valor para los cálculos de dimensionamiento del equipo de refrigeración.

$$Q_{\text{productos}} = 128920,3 * 0,5 = 64460,2 \text{ kJ/día}$$

Para determinar el calor de otras fuentes, también se confecciona una tabla con los datos que sean necesarios para los cálculos definidos.

Cant. Personas	1
Iluminacion (W/m2)	10
Tiempo de iluminacion (hs)	2
K muros (kcal/°C*m2)	8
Superficie paredes (m2)	4,4
Superficie techo y suelo (m2)	4
Temperatura exterior (°C)	35
Temperatura suelo (°C)	12
Temperatura interior de la camara (°C)	-18
Renovaciones de aire	6
Δh a 35°C y 60% humedad para el aire exterior y -15°C de la camara (kJ/m3)	143
Volumen camara (m3)	8,8
Calor personas a -20°C (W)	390
Tiempo personas (hs)	2
Potencia de ventiladores (HP)	0,5
Tiempo funcionamiento ventiladores (hs)	14

Tabla 13: Datos del entorno a considerar para determinar el calor de otras fuentes.

Se efectúan los cálculos correspondientes a partir de los datos obtenidos y se obtiene el siguiente resultado:

Transmision de calor por paredes (kcal/día)	7462,4
Transmision de calor por techo (kcal/día)	1696
Transmision de calor por suelo (kcal/día)	960
Calor aire exterior (kJ/día)	7550,4
Calor de iluminación (W)	3,3
Calor de personas (W)	32,5
Calor de ventiladores (W)	217,6

Tabla 14: Calculo del calor debido a otras fuentes considerando los distintos agentes intervinientes.

Como se observa las unidades no permiten la suma directa de los distintos campos, por lo que se deben convertir a la misma unidad de medida. Esto se logra teniendo en cuenta las siguientes analogías:

$$1 \frac{kJ}{día} = \frac{1000}{24 * 3600} \frac{J}{s} = 0,01157 W$$

$$1 \frac{kcal}{h} = 1,157 W$$

Se realizan las conversiones necesarias y se presenta el calor debido a otras fuentes obtenido. El resultado se muestra en la tabla siguiente.

		En W/día
Transmision de calor por paredes (kcal/día)	7462,4	8634,0
Transmision de calor por techo (kcal/día)	1696	1962,3
Transmision de calor por suelo (kcal/día)	960	1110,7
Calor aire exterior (kJ/día)	7550,4	87,4
Calor de iluminación (W)	3,3	3,3
Calor de personas (W)	32,5	32,5
Calor de ventiladores (W)	217,6	217,6
Calor debido a otras fuentes		12047,8

Tabla 15: Calculo del calor debido a otras fuentes, en kW/día.

Se procede entonces al cálculo del calor total requerido para la refrigeración, para lo cual se transforma nuevamente a la misma unidad de medida, resultando la potencia requerida por el equipo de refrigeración:

$$Q_{total} = 745,8 + 12047,8 = 12793,6 W$$

Habitualmente, los equipos se venden en HP y no en W, y el rendimiento de los mismos nunca es el 100%, por lo tanto, asumiendo un rendimiento del 75%, la potencia nominal del motor debe ser:

$$P = \frac{Q_{total}}{0,75} = \frac{12800}{0,75} = 17066 W$$

Conociendo que 1 HP = 746 W, se requiere un equipo de frio de alrededor de 23 HP.

6.4 Propuesta de lay-out

Considerando la cantidad de objetos mobiliarios presentes en la planta de producción que deben ser trasladados, se bosqueja un lay-out (Figura 20) en la planta superior del galpón seleccionado, ya que cuenta con una superficie libre para el trabajo.

Para llevar a cabo la propuesta, se tienen en cuenta los tiempos de producción de la masa para pizzas y el árbol de fallas, causas y acciones. Esto proporciona una base teórica que justifica la propuesta y se añade a la misma la observación directa en el accionar diario de las actividades de producción que se realizan en la empresa. El inconveniente más relevante que se detecta es la falta de orden en el almacenamiento de insumos para el trabajo y en los productos terminados.

La propuesta se basa en ampliar los puestos de trabajo y permitir una línea de producción con mayor continuidad. Se pretende disminuir los tiempos en algunas de las tareas realizadas siendo más evidente la eliminación de traslados y/o transportes innecesarios, por ejemplo, debido a las menores distancias recorridas y la correcta ubicación de los insumos los tiempos necesarios para realizar los “mese un place” podrían disminuir en un 30%.

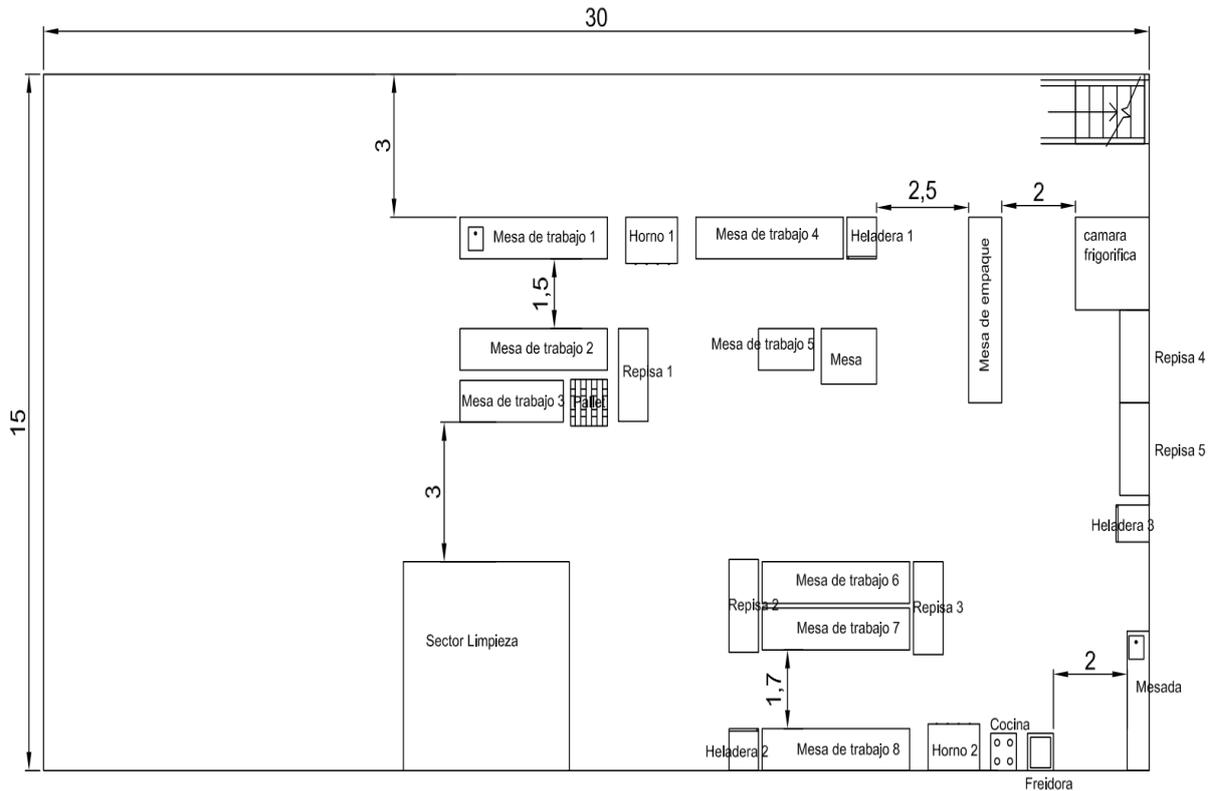


Figura 20: Lay-out propuesto.

Los tiempos de almacenamiento serían menores ya que se propone una distribución que simula una línea de producción de estaciones secuenciales, evitando los transportes innecesarios.

Se agrega como anexo el plano del lay-out propuesto indicando las distancias de los pasillos y los distintos elementos ilustrados. Por otro lado, se muestran los flujos de algunos productos de los distintos puestos de trabajo para ejemplificar las operaciones.

El sector de masas se ubicaría en las mesas de trabajo 1 y 2, teniendo a mano un horno, una bacha para obtener un suministro de agua y una repisa, se recomienda evaluar con mayor profundidad acercar al puesto otra repisa y una heladera. En la mesa de trabajo 3 se ubicaría la sobadora, la cual es una máquina que se utiliza en la producción de pastas, debido a que conlleva la utilización de mucha harina, se la coloca cerca del sector de masas y del almacenamiento de harina.

En las mesas de trabajo 4 y 5, se realizaría el armado de las distintas variedades de pizzas y de los sándwiches, los cuales luego se pasan a empaque para su correspondiente rotulado, y a partir de este, a la cámara de frío.

En la mesa de trabajo 6 se propone que se lleve a cabo la producción de los postres ya que es la más alejada de las fuentes de calor (los hornos, la cocina y la freidora) y éstos generalmente necesitan temperaturas frescas, en especial la mesa dulce.

Finalmente, en las mesas de trabajo 7 y 8 se propone la producción de comidas, la cual tiene a su disponibilidad repisas, un horno, la freidora y la cocina, que son las que requieren mayor cantidad de instrumentos debido a la variedad de las mismas.

La mesada que se encuentra cerca de la cocina brinda una utilidad importantísima, ya que en el momento en que se deben lavar las herramientas (cuchillos, tablas, cucharas, etc) se cuenta con dos zonas de lavado, disminuyendo las multitudes de gente que se pudieren llegar a ocasionar por superponer tareas, la distribución de las repisas por cada puesto de trabajo pretende que el operario no requiera trasladarse más de 2 metros para conseguir los insumos necesarios.

El sector de limpieza fue señalado como un cuarto aparte porque los productos de limpieza no deben estar en contacto con los alimentos debido a la contaminación cruzada. Se lo considera dentro de la zona de producción pero bien podría estar ubicado en la planta baja del local, lo que se pretende es demostrar el espacio libre que ofrece la instalación en análisis.

Las repisas 4 y 5 buscan almacenar aquellas herramientas que no son de uso constante, como por ejemplo, una batidora, el microondas, etc.

Por otro lado, debido al tamaño de la instalación propuesta, resulta evidente un espacio libre en la superficie dada, el cual permite un aumento de la capacidad física de producción, siendo posible incorporar nuevas líneas de producto o aumentos de personal que permitan continuar con el crecimiento en el mercado.

6.4.1 Flujos de productos

Los flujos de producto o diagramas de recorrido de productos ponen en evidencia el recorrido que sufre la materia prima durante el proceso de transformación, indicando los lugares en los que se realizan los transportes, operaciones, esperas, almacenamientos e inspecciones. Cada una de ellas se simboliza de manera particular y se indican con un número consecutivo para distinguirlas de las demás.

La simbología utilizada es la siguiente.

Símbolo	Significado
	Operación
	Transporte
	Inspección
	Espera
	Almacenamiento

Tabla 16: Simbología utilizada para los flujos de productos.

En los anexos se muestran los flujos debidos al almacenamiento de los productos, masas (incluye pizzas y sándwiches), postres y comidas. En la tabla 17 se indican las respectivas actividades que se realizan en cada tarea, detallando a qué tipo de operación pertenece y el número que le corresponde. De esta manera es posible

interpretar los flujos con facilidad. Si bien las esperas se refieren a actividades que no agregan valor, en este caso serán consideradas para indicar aquellas operaciones en las que no es posible intervenir debido a su naturaleza (leudados, cocciones, etc.), tiempos en los cuales el operario puede dedicarse a realizar otras actividades.

Tipo de Operación	Numero	Actividades principales
Almacenamiento	1	Insumos para la preparacion de pizzas y sandwiches
Almacenamiento	2	Insumos para la preparacion de las masas
Almacenamiento	3	Harina
Almacenamiento	4	Productos de limpieza
Almacenamiento	5	Insumos para la preparacion de comidas y/o postres
Almacenamiento	6	Insumos para comidas
Almacenamiento	7	Insumos para postres
Almacenamiento	8	Mesa Dulce
Almacenamiento	9	Elementos de cocina
Almacenamiento	10	Elementos de pasteleria
Almacenamiento	11	Insumos/Productos congelados
Espera	1	Tiempo de coccion de comidas y postres
Espera	2	Tiempo en que se hace la espuma
Espera	3	Tiempo de leudado
Espera	4	Tiempo de coccion de masas
Espera	5	Tiempo de enfriado de masas
Inspeccion	1	Productos cocinados (gusto, sabor, textura)
Inspeccion	2	Verificacion de productos (tipo, embalaje)
Inspeccion	3	Masas cocidas
Operación	1	Preparacion de comidas que requieren coccion
Operación	2	Armado de platos de comida
Operación	3	Señalizacion de productos por tipo y fecha
Operación	4	Preparar la espuma
Operación	5	Preparar el bollo de harina
Operación	6	Armar las masas correspondientes
Operación	7	Armar pizzas y/o sandwiches
Transporte	1	Materias primas
Transporte	2	Insumos para comidas a la mesa de trabajo
Transporte	3	Insumos para comidas a la mesa de trabajo
Transporte	4	Productos cocidos a la mesa de trabajo para armar platos
Transporte	5	Platos armados a etiquetado
Transporte	6	Producto listo a la camara de frio
Transporte	7	Harina para masas
Transporte	8	Insumos para preparar la espuma
Transporte	9	Espuma
Transporte	10	Masas crudas al horno
Transporte	11	Masas cocidas a puesto de armado
Transporte	12	Pizzas y sandwiches listos a etiquetado
Transporte	13	Insumos necesarios para postres
Transporte	14	Insumos que requieren coccion para postres
Transporte	15	Insumos ya listos para armar postres
Transporte	16	Postres listos para etiquetar
Transporte	17	Insumos para armado de pizzas y/o sandwiches

Tabla 17: Actividades principales del flujo de productos.

Si bien se realizan varios diagramas de recorrido de producto, se explica con mayor detenimiento aquel que describe la línea de producción de las pizzas, ya que como se determinó en el capítulo 4, es el producto que abarca mayor cuota de mercado.

Se muestra en la figura 20 el recorrido del puesto de masas, detallado con mayor detalle en la sección 4.2. Es importante resaltar que en la actualidad los transportes que deben realizarse con el producto terminado superan los 5 metros de distancia, como así también algunos de los insumos que son necesarios no se encuentran a mano. Se pretende entonces disminuir los transportes a no más de 2 metros de distancia. Esto se logra simulando una cadena de producción en serie.

Los insumos para preparar la espuma y el bollo, se encuentran lado de la mesada en la cual se prepara el mismo, y en el lugar que genere una temperatura propicia para su leudado. Estos tiempos no son manipulables debido a que es un proceso biológico, por lo tanto son esperas obligatorias. Luego de que el bollo haya leudado y sea trabajado según el producto que se desee, éste pasa a la cocción en horno donde se produce una espera propia del mismo debido en gran parte a su temperatura. Una vez que sale del horno, se sugiere dejar los productos ya en el puesto de trabajo siguiente, el cual debe esperar que las masas adquieran temperatura ambiente para poder comenzar la producción. Esto genera un tiempo de espera obligatorio que dependerá de las condiciones del entorno. Posteriormente, se preparan las pizzas o sándwiches según lo solicitado.

En el puesto de armado se dispone de varias mesadas para lograr el armado de varios productos en simultaneo ya que entre cada lote se debe realizar una limpieza de la mesada de trabajo.

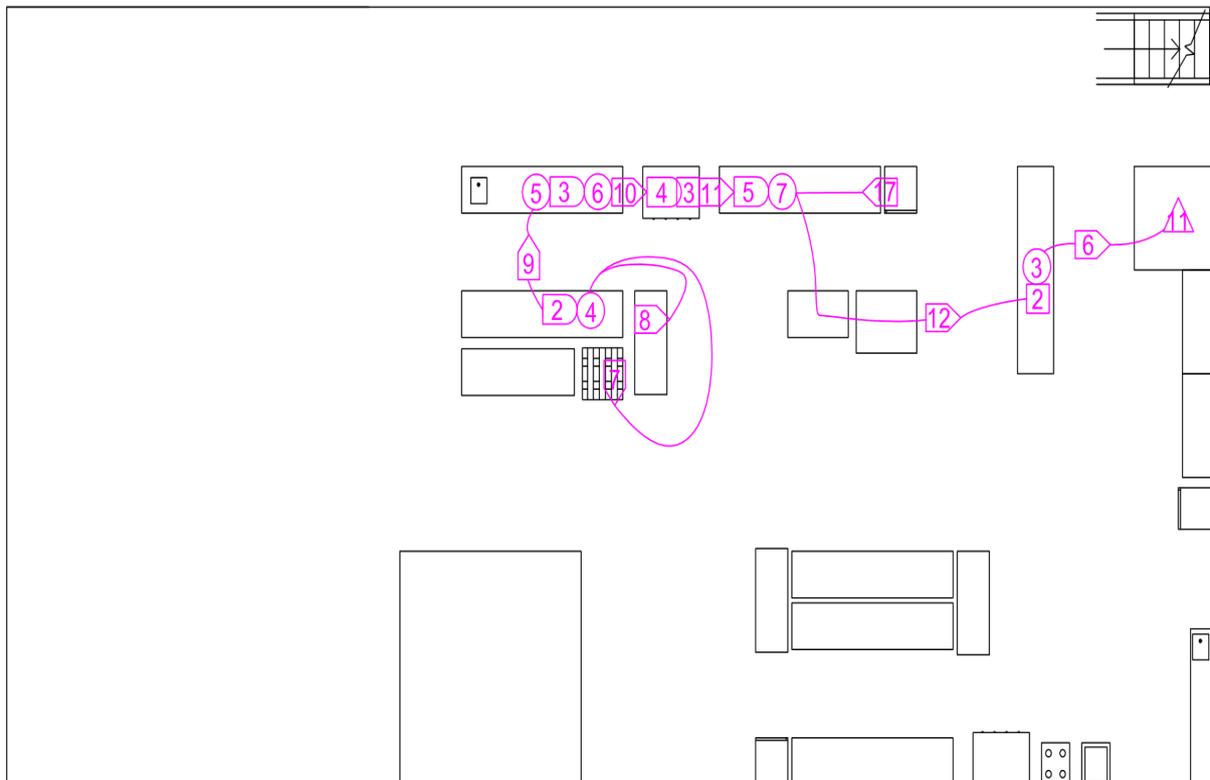


Figura 20: Flujo de producto de pizzas y sándwiches.

Una vez que se tiene el producto ya terminado, se debe empacar, lo cual se realiza dentro de las actividades del puesto, sin embargo, una vez embalado, pasa al puesto

de etiquetado donde se realiza el rotulado de los productos con las etiquetas de la empresa y se indica la fecha de vencimiento. Luego, son enviados a la cámara de frío hasta su despacho.

En el anexo 7, se superponen todos los flujos se puede observar que todos convergen en la estación de etiquetado. Al ser la zona que más movimiento genera, se prevén pasillos anchos que no dificulten la operación del puesto ni el paso del personal.

CAPITULO VII: CONCLUSION

El presente trabajo tiene por objetivo general analizar los diversos aspectos que deben afrontarse y proponer acciones consecuentes, en consideración a trasladar la fábrica productora, determinar niveles de producción y plantear un lay-out que contribuya en la mejora de la productividad.

Dicho objetivo pudo cumplirse a través del estudio de ventas históricas de la empresa que luego de modelado por series temporales permitió definir la capacidad productiva actual, lo cual evidenció la necesidad de un aumento de capacidad para satisfacer los proyectos que se poseen actualmente. Por distintos métodos de localización que fueron luego sometidos al proceso de toma de decisiones por el método TOPSIS se seleccionó la mejor alternativa que se ajuste a los criterios de la Alta Dirección. Por otro lado, se diseñó un lay-out teniendo en cuenta los equipos actuales que se encuentran en funcionamiento en la organización, y finalmente bajo la creación de diagramas de recorrido se evidencian importantes disminuciones en los transportes del personal por la planta para llevar a cabo sus tareas cotidianas, lo cual trae aparejado el aumento de productividad.

En cuanto al cumplimiento de los objetivos particulares:

- Detectar los niveles de producción mensual y ajustar un modelo de tendencias: se utilizó la modelación con series de tiempo, se ajustó un modelo y se realizaron pronósticos de los niveles de venta futuros los cuales contribuyeron a determinar el nivel de capacidad productivo actual.
- Analizar el producto de mayor participación en el mercado para enfocar los esfuerzos: mediante las estadísticas de las ventas se analizó la evolución de las cantidades vendidas de los distintos productos y se realizó una toma de tiempos de aquel que representará mayor significancia en la contribución económica. Luego se evaluó distintas alternativas para disminuir el tiempo ciclo del producto, llevando como resultado a un árbol de fallas, causas y acciones.
- Aplicar métodos de localización que aporten opciones a la reubicación de la planta productora: se utilizaron tres métodos de localización y se determinó una zona factible de reubicación con los resultados obtenidos.
- Seleccionar la alternativa de localización que más se ajuste a los requerimientos planteados por la organización: en conjunto con la Alta Dirección se definieron los criterios a evaluar para tener en cuenta durante el proceso de toma de decisiones, se aplicó el método TOPSIS y una vez determinada una zona, se consultó en Internet por lugares disponibles para llevar a cabo el traslado.
- Determinar la potencia requerida del motor si se añade una cámara frigorífica que reemplace a los frízeres existentes: se tuvieron en cuenta diferentes parámetros de entorno que influyen en la necesidad de refrigerar una cámara y se determinó un aproximado de la cantidad de alimentos que se encontrarían en la cámara en un mismo momento para su refrigeración.
- Proponer un lay-out en las instalaciones seleccionadas que satisfaga un aumento de productividad: a partir del lugar hallado en internet se realizó una reubicación de los equipos existentes en la empresa actualmente y se realizan diagramas de recorrido que justifican la distribución planteada.

Como se mencionó, a partir de los estudios realizados se apoya el cambio de la planta productora debido a que el traslado ofrece la posibilidad de aumentar la capacidad productiva y mediante la mejor distribución de los puestos de trabajo, la mejora de la productividad lo cual contribuye de manera significativa al aumento de producción que se pronostica trae aparejado, la apertura de un nuevo local de comidas rápidas. A su vez, al ser una empresa en crecimiento se puede pensar ya en la creación de una franquicia, insertando a lo largo del tiempo mayor cantidad de locales en distintos puntos de la ciudad.

Para llevar a cabo el traslado, se sugiere profundizar en el análisis de costos e inversiones implicadas que debe afrontar el proyecto, ya que decisiones de este tipo requieren la mayor cantidad de información que se pueda aportar. Se podrían buscar subsidios del Gobierno de la Provincia o de la Nación ya que en estos momentos se encuentra en auge el apoyo para las Pymes nacionales y en crecimiento, fomentando la expansión de las mismas. La zona seleccionada es conocida por su industrialización, por lo cual pueden llegar a conseguirse los costos de los servicios a un precio diferenciado por su condición de empresa.

Por otro lado, es recomendable la colocación de una cámara frigorífica, tanto en la localización actual como en la sugerida, para lo cual se requiere realizar un estudio más minucioso de las cantidades de productos que se desean congelar debido que estas determinan en gran parte la potencia del equipo de refrigeración necesario, el cual es a su vez, el que determina el costo de la inversión.

Debido al crecimiento que presenta la empresa y la estabilidad en los niveles de venta, se sugiere evaluar con detenimiento aumentar las líneas de producción aprovechando la superficie libre que resta de la nueva localización sugerida. Consecuentemente, la capacidad productiva se verá incrementada, permitiendo alcanzar mayores niveles de producción con la inclusión de nuevo personal, lo cual favorece significativamente en el esfuerzo de abastecer a más clientes de envergadura como son los restaurantes o casas de comida rápida.

En cuanto a las conclusiones personales cabe destacar la importancia de recurrir a los diferentes conocimientos aplicados a lo largo de la carrera. Con la realización del trabajo puede aplicar conocimientos adquiridos en Investigación Operativa y Probabilidad y Estadística para llevar a cabo todo el análisis referido al estudio de las ventas y la definición del producto más importante respectivamente, como así también realizar el proceso de toma de decisiones. Estos análisis dan como consecuencia la capacidad productiva, un concepto aprendido en Estudio del Trabajo, profundizado en Planificación y Control de la Producción, las cuales a su vez plantean los conceptos de la correcta distribución del lay-out. Y finalmente, Logística para llevar a cabo los métodos de localización.

Cabe destacar la importancia de Relaciones Industriales ya que indispensablemente toda organización se compone de personas que deben interactuar y comunicarse para lograr sus objetivos. Por otro lado, Gestión de la Calidad, indispensable para reconocer las distintas líneas productivas y las delimitaciones de los puestos de trabajo.

Por último, durante el desarrollo del proyecto se adquieren competencias necesarias para la realización del mismo. En entre se menciona la capacidad de clasificar información relevante a los objetivos que se persiguen y las relaciones interpersonales con los distintos integrantes del personal de la empresa para lograr analizar de forma objetiva las creencias y/o sugerencias de los mismos, ya que es necesario para adquirir información para el desarrollo del trabajo.

CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFIA

Libros

- ALBERTO, C.; CARIGNANO, C.. 2008. *Apoyo Cuantitativo a las Decisiones*. 2da Edición. Córdoba. UNC.
- BALLOU R. H. 2004. *Logística. Administración de la cadena de suministro*. 5ta Edición. México. Editorial Pearson-Prentice Hall.
- BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, J. A.; ROBLEDO, C. W. 2008. *Manual del usuario, Infostat. Versión 2008*. Córdoba. Editorial Brujas.
- BOWERMAN B. L.; O'CONNELL R. T.; KOEHLER A. B. 2007. *Pronósticos, Series de Tiempo y Regresión*. México. Thomson.
- BOX G. Y JENKINS M. 1976. *Time series analysis, forecasting and control*. Nueva York. Mc Graw Hill.
- FERNÁNDEZ, S.; CORDERO J. M.; CÓRDOBA Alejandro. 2002. *Estadística Descriptiva*. 2da Edición. Madrid. ISIC Editorial. 10/09/15. "https://books.google.com.ar/books?id=31d5cGxXUnEC&printsec=frontcover&dq=estadística&hl=es-419&sa=X&sqi=2&redir_esc=y#v=onepage&q=estadística&f=false".
- HANKE J. 2005. *Pronósticos en los negocios*. Octava edición. México. Prentice Hall.
- HEIZER, J.; RENDER, B.. 2007. *Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones Estratégicas*. 8va Edición. Madrid. Pearson Educación, S.A.
- KANAWATY, G.. 2000. *Introducción al Estudio del Trabajo*. 4ta Edición (revisada). México D.F. Editorial Limusa S.A.
- PEÑA SANCHEZ DE RIVERA D. 2005. *Análisis de series temporales*. Madrid. Editorial Alianza.
- RAMIREZ MIRALLES, J. A.. 1994. *Refrigeración*. Barcelona. Editorial CEAC.
- YOON, K.; HWANG, C.. 1995. *Multiple Attribute Decision Making an Introduction*. California. Sage, USA.

Páginas de Internet

- Análisis de series temporales (15 de octubre, 2015). "<http://www.seh-lilha.org/pdf/tseries.pdf>".
- Kälte Refrigeración Industrial (20 de octubre, 2015). "http://www.kalte.com.ar/kalte_pys/mostrar.php?id=4&mostrar=2&mostrarq=2&padre=2%20%20".
- MercadoLibre (20 de octubre, 2015). "<http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-575530614-camara-frigorifica-baja-temperatura-congelados-completa- JM>".
- Clasificados La Voz - Galpón Bv. Los alemanes (5 de octubre, 2015). "<http://www.clasificadoslavoz.com.ar/avisos/galpones-depositos/1084676/julio2015-galpon-boulevares-mts-bv-alemanes-400m2-15200-iva-vestua>".

- Clasificados La Voz – Galpón Gobernador Núñez (5 de octubre, 2015).
<http://www.clasificadoslavoz.com.ar/avisos/galpones-depositos/1233940/galpon-con-camara-frio-alquiler.html>

CAPITULO IX: ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de 2 iteraciones con el método del centro de gravedad exacto, sin considerar el cliente de Alta Gracia.

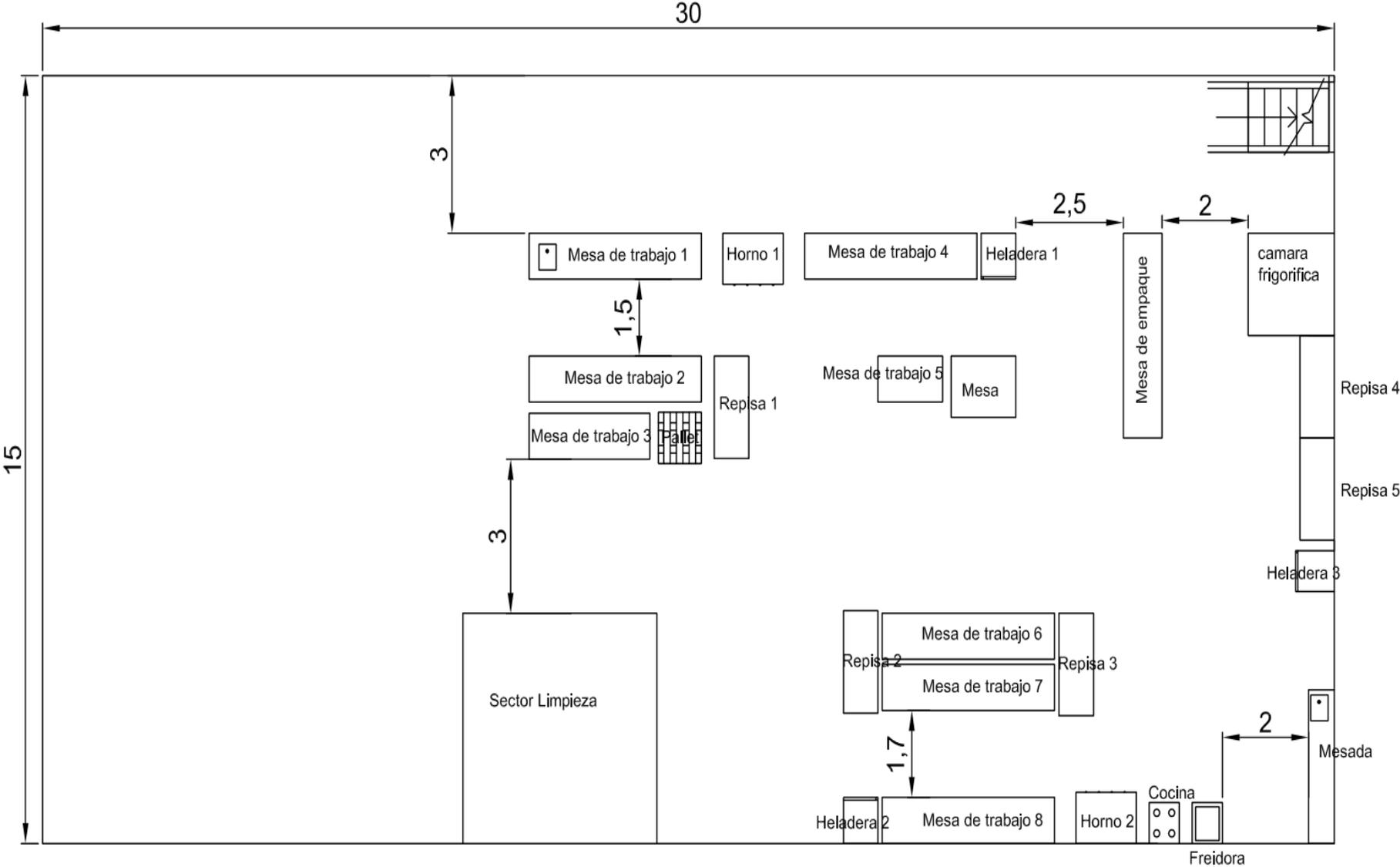
Nº de Caso	V*X*C	V*Y*C	d1	V*C/d1	V*C*X/d1	V*C*Y/d1	d2	V*C/d2	V*C*X/d2	V*C*Y/d2
1	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
2	-85525,440	-41873,666	0,030	44009,913	-2823956,637	-1382622,739	0,019	68361,667	-4386520,469	-2147661,499
3	-255789,477	-125182,547	0,015	270442,832	-17357175,903	-8494546,060	0,004	972916,528	-62442340,265	-30559080,490
4	-9106,936	-4450,350	0,050	2839,590	-182424,440	-89146,629	0,061	2342,663	-150500,208	-73545,991
5	-3868,569	-1894,084	0,023	2587,640	-166097,518	-81322,745	0,018	3258,757	-209175,726	-102414,199
6	-45674,565	-22356,255	0,016	44568,661	-2860522,677	-1400135,375	0,006	112932,197	-7248256,987	-3547792,539
7	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
8	-78992,005	-38663,836	0,025	50204,876	-3221662,555	-1576891,637	0,014	85843,421	-5508599,133	-2696267,456
9	-14723,234	-7215,307	0,060	3801,111	-243807,614	-119481,003	0,050	4628,370	-296868,958	-145484,386
10	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
11	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000
12	-5492,749	-2687,724	0,006	13269,961	-851803,095	-416806,100	0,006	15051,634	-966169,266	-472767,998
13	-15764,587	-7712,048	0,066	3727,561	-239510,294	-117168,614	0,073	3352,979	-215441,932	-105394,354
14	-2313,910	-1131,209	0,037	976,817	-62742,024	-30672,896	0,047	762,685	-48988,117	-23948,979
15	-6825,589	-3348,011	0,076	1404,394	-90124,175	-44206,695	0,069	1540,429	-98853,958	-48488,729
116	-631,580	-308,517	0,048	202,741	-13022,988	-6361,526	0,059	166,090	-10668,694	-5211,490
117	-2169,227	-1058,536	0,073	463,227	-29757,497	-14521,019	0,083	408,323	-26230,513	-12799,927
118	-276,978	-135,600	0,022	199,720	-12820,355	-6276,432	0,018	235,768	-15134,380	-7409,304
119	-3357,842	-1644,899	0,059	884,214	-56783,105	-27816,226	0,060	872,021	-56000,065	-27432,639
120	-1102,975	-539,598	0,004	4508,570	-289439,589	-141599,903	0,013	1296,877	-83256,487	-40730,816
121	-1932,164	-947,712	0,075	399,328	-25627,329	-12570,010	0,069	435,759	-27965,336	-13716,785
122	-2697,680	-1321,631	0,054	771,329	-49526,650	-24263,787	0,054	780,258	-50100,013	-24544,685
123	-6092,808	-2976,794	0,058	1644,680	-105540,196	-51564,318	0,059	1612,830	-103496,377	-50565,759
124	-853,696	-416,998	0,049	273,564	-17571,857	-8583,176	0,059	224,512	-14421,132	-7044,168
125	-630,946	-307,356	0,130	75,265	-4838,983	-2357,237	0,141	69,690	-4480,580	-2182,647
126	-959,021	-469,210	0,005	2729,551	-175230,529	-85733,230	0,013	1156,669	-74255,322	-36330,134
127	-1932,164	-947,712	0,075	399,328	-25627,329	-12570,010	0,069	435,759	-27965,336	-13716,785
128	-2040,677	-999,693	0,044	725,645	-46556,530	-22807,256	0,033	956,226	-61350,349	-30054,498
129	-2487,216	-1218,021	0,037	1054,687	-67670,021	-33138,863	0,026	1494,183	-95868,664	-46948,094

Media X	-64,194	
Media Y		-31,405

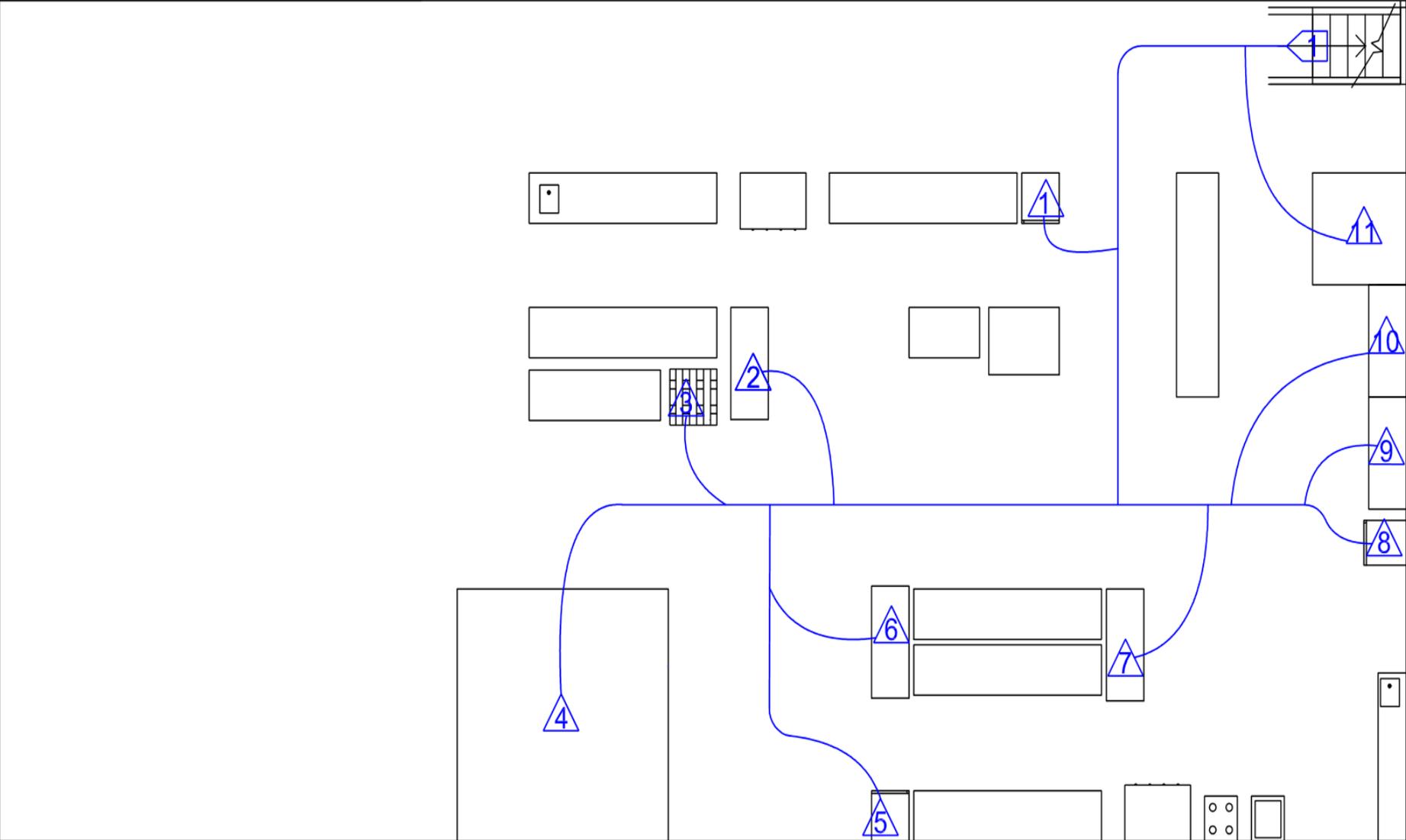
	-64,185	
		-31,409

	-64,181	
		-31,410

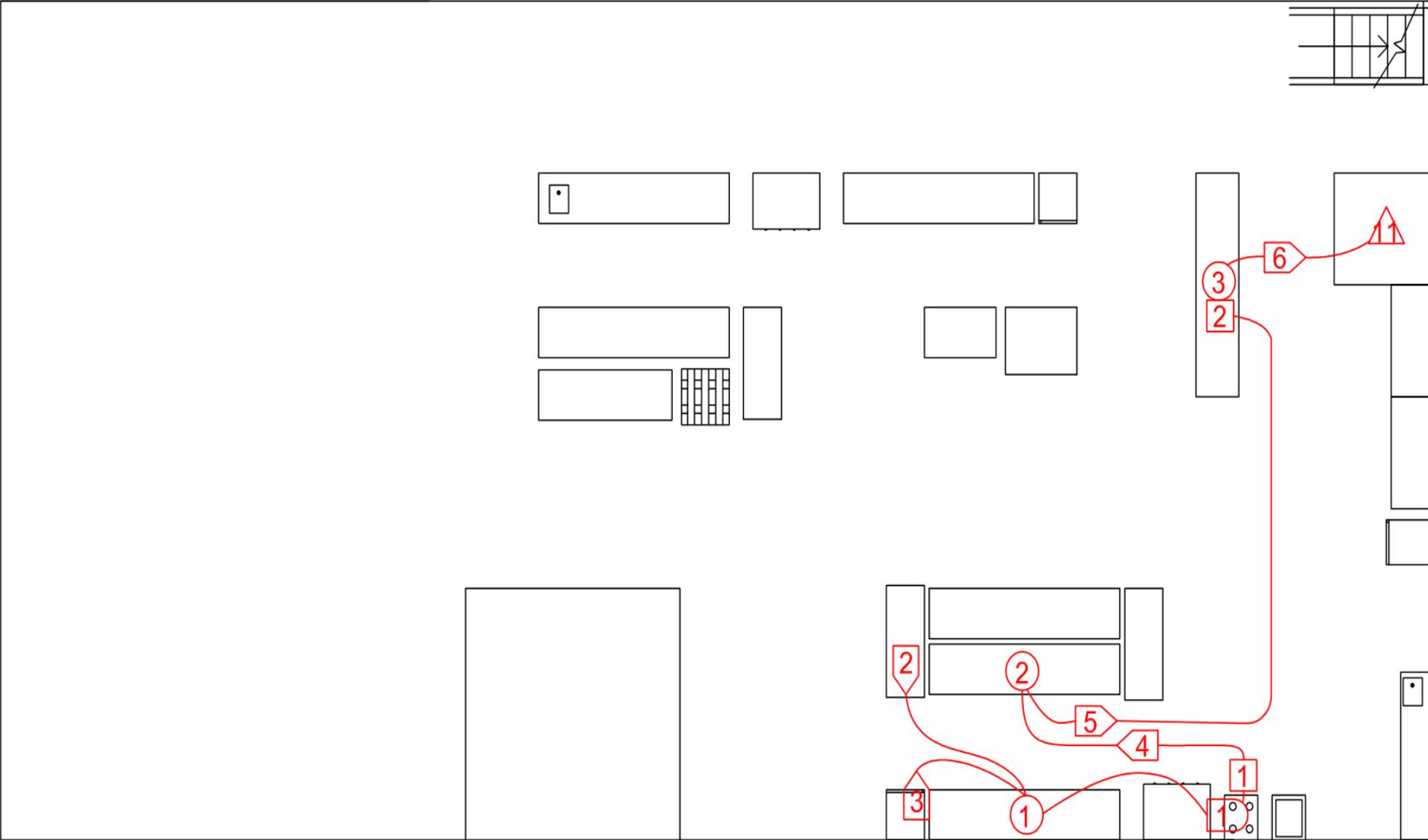
ANEXO 2: Lay-ouy acotado y con referencias de la distribución propuesta. Las medidas referenciadas se encuentran en metros.



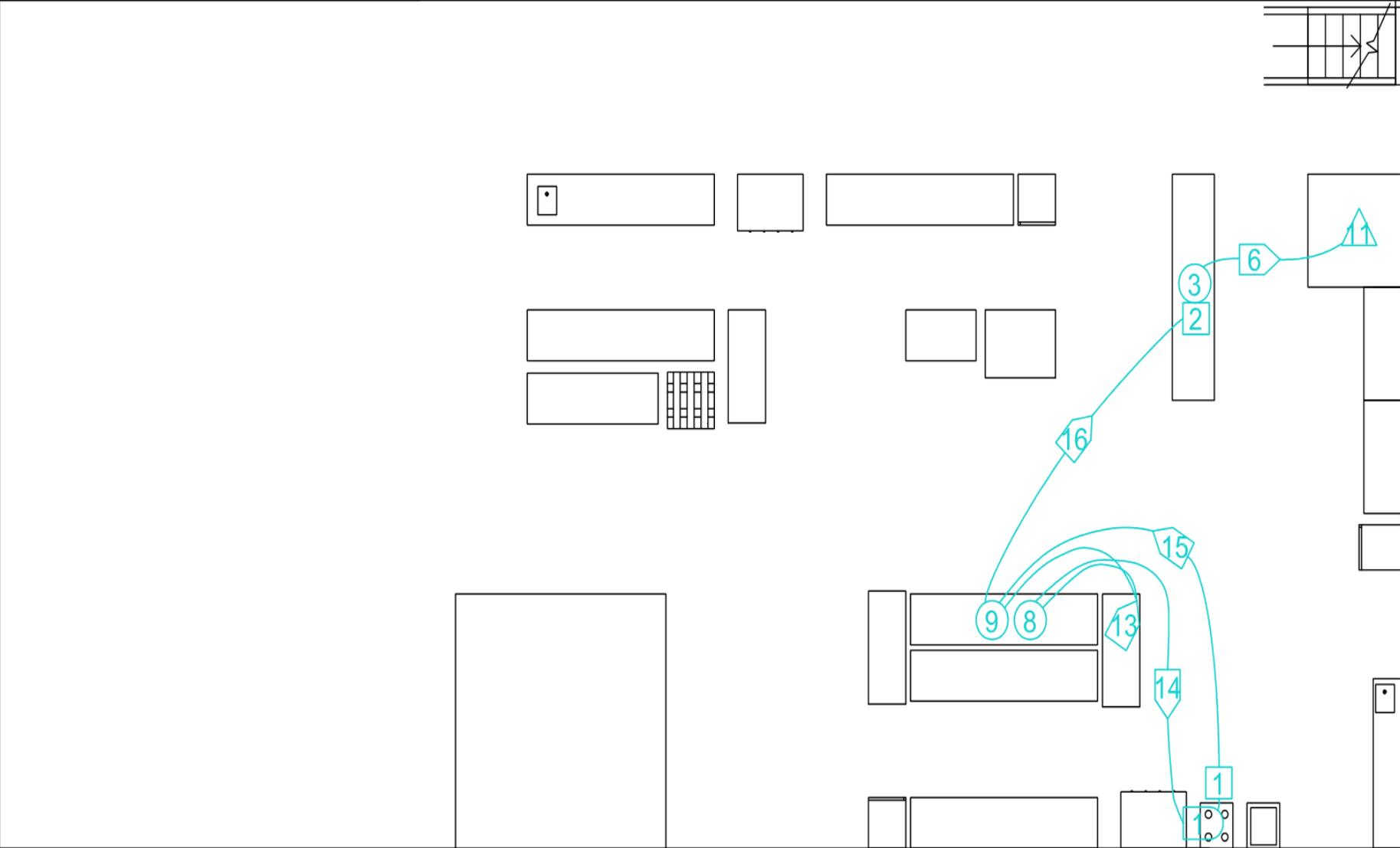
ANEXO 3: Diagrama de flujo del almacenamiento de materias primas.



ANEXO 5: Diagrama de flujo de los productos referidos a comidas.



ANEXO 6: Diagrama de flujo de los productos referidos a postres.



ANEXO 7: Superposición de todos los diagramas de flujo de productos.

