



Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Industrial

Proyecto de Ingeniería

“Estudio de la capacidad y mejoras de las operaciones en una empresa de catering”

Autores: Javier I. Arraigada – Matko I. Russovich
Directora: Julieta Toscano

Nº de Proyecto: 044-23

AÑO 2024



“El presente trabajo fue realizado personalmente por los alumnos Javier I. Arraigada y Matko I. Russovich. La participación del Director se limitó a su actividad docente, por lo que el trabajo es de índole meramente académica y no existe responsabilidad profesional alguna por parte de la Facultad, la Escuela, las Cátedras o el Director”

ÍNDICE

1. PRÓLOGO	1
2. LA EMPRESA	2
2.1 Unidades de Negocio (UU. NN.)	2
2.1.1 Viandas	3
2.1.2 Comedores industriales	3
2.1.3 Catering para eventos	4
2.2 Competencia y mercado	4
2.3 Análisis de Porter para la Empresa.....	5
2.4 Instalaciones y cocina central.....	5
2.5 Análisis FODA	8
2.6 Descripción del problema.....	9
2.7 Objetivos	9
3. ANÁLISIS DE VENTAS.....	11
3.1 Análisis descriptivo de las ventas de viandas.....	11
3.2 Análisis descriptivo de las ventas en comedores industriales	15
3.2.1 Análisis descriptivo de las ventas en el Comedor Industrial 1	15
3.2.2 Análisis descriptivo de las ventas en el Comedor Industrial 2.....	16
3.2.3 Análisis descriptivo de las ventas en ambos comedores juntos	17
3.3 Análisis histórico de eventos realizados.....	19
3.4 Pronóstico de cantidad de platos a servir en eventos	21
4. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA.....	25
4.1 Equipamiento del proceso	25
4.2 Medición de tiempos	26
4.3 Cálculo de la capacidad instalada.....	31
5. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD REQUERIDA.....	33
5.1 Capacidad requerida - Viandas y Comedores	33
5.2 Capacidad requerida - Eventos.....	34
5.3 Comparación entre capacidad instalada y requerida	35
6. CAPACIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE VIANDAS Y COMEDORES	37
6.1 Rodados disponibles.....	37
6.2 Capacidad de Distribución - Comedores Industriales	38
6.3 Capacidad de Distribución - Viandas	38
6.4 Conclusiones sobre la Capacidad de Distribución	39
7. RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA.....	41
7.1 Aprovechamiento estratégico de la capacidad ociosa en horarios de la tarde.....	41
7.2 Registro de datos y uso de sistema de gestión Melba	41

7.3 Tercerización de la distribución de viandas	42
7.4 Otras Recomendaciones	43
8. CONCLUSIONES	46
9. BIBLIOGRAFÍA.....	48
10. ANEXO	49

1. PRÓLOGO

El presente trabajo es el proyecto final de la carrera Ingeniería Industrial y está basado en Marshall Catering, una empresa familiar de más de 40 años de trayectoria en la ciudad de Rosario. La empresa es reconocida por la elaboración de alimentos para eventos y por atender comedores industriales, empresas y personas particulares.

En los últimos años, la empresa ha ido expandiendo sus actividades enfocándose siempre en brindar un servicio de excelencia a sus clientes y cumpliendo todos los estándares de calidad requeridos en la industria. Es por eso que en el año 2022 adquiere y traslada toda su producción a una cocina central ubicada en el macrocentro de la ciudad. Esta cocina central está diseñada y pensada especialmente para el tipo de operaciones que realiza la empresa y está equipada con tecnología y maquinaria moderna, que le permite adaptarse a las necesidades que el mercado demanda.

Para poder seguir acompañando el crecimiento mencionado en el párrafo anterior, empieza a ser necesario para la empresa formalizar sus operaciones y darles un marco de fundamentos técnicos y científicos para realizarlas.

Es por eso que el presente trabajo centrará sus esfuerzos en determinar, a partir de las ventas y demanda histórica de los servicios de la empresa, cuál es la capacidad de producción de la cocina central y cuál es la capacidad de distribución que tiene la empresa actualmente con el fin de conocer si es posible expandir el negocio con las instalaciones y recursos existentes. Todo esto, se elaborará utilizando técnicas, metodologías y conocimientos adquiridos por los autores a lo largo de la carrera.

Se busca que este proyecto permita a la empresa sentar las bases de un marco metodológico que permita aumentar su eficiencia y productividad. Además, se propondrán una serie de mejoras que ayuden a la empresa a seguir expandiendo sus actividades y crecer su negocio. La metodología de trabajo utilizada en este proyecto podría ser aprovechada por los socios de la empresa para poder conocer mejor su negocio y lograr un mejor aprovechamiento de los recursos.

2. LA EMPRESA

Marshall Catering (a continuación “la Empresa”) es una empresa familiar fundada en el año 1976 por Eduardo Marshall, dedicada a la realización de servicios de catering. Comenzó ofreciendo servicios para eventos y hoy en día también ofrece viandas a domicilio y atiende comedores industriales principalmente, entre otras actividades.

Las oficinas y cocina central de la empresa se encuentran en Vera Mujica 1070 en la ciudad de Rosario. La misma cuenta con 840 m², distribuidos en una sola planta. En dicha planta trabajan los empleados de cocina y los empleados de administración.

Actualmente cuenta con una dotación fija de 30 empleados que trabajan de lunes a viernes de 8 a 16 hs y los sábados de 8 a 13 hs. Además, dependiendo de cada evento y de la cantidad de comensales de este, pueden emplear a más personas de forma tercerizada, los empleados eventuales.

La empresa ofrece tres servicios segmentados por diferentes unidades de negocio (UU. NN.): producción de viandas a domicilio, servicio de catering para almuerzos en comedores industriales y catering para eventos. Para realizar los envíos de alimento y mercadería a sus clientes y a los eventos, la Empresa cuenta con una flota de dos camiones y una furgoneta. La empresa ofrece sus servicios en la zona de Rosario y Gran Rosario, principalmente. En pocas ocasiones realiza eventos fuera de Rosario.

Es importante destacar que la empresa tiene un acuerdo con dos salones de eventos. Es Marshall quien opera estos salones cuando hay eventos. La Empresa se encarga del catering (bebida y alimento), y el resto de los servicios, como la decoración, ambientación y música es tercerizado de acuerdo con lo que decida el cliente que contrata el salón. Los salones de eventos son:

- Parada Uno, ubicado en Garita 1 de la RN9, Funes.
- Vista Río Eventos, ubicado en Pte. Roca y el río, en un galpón del parque de las Colectividades, Rosario.

Cabe aclarar que los eventos no se realizan únicamente en esos dos salones. Los clientes que contratan el servicio de catering pueden preferir realizarlo en otro salón o en otra locación y Marshall debe cocinar y servir en el salón que corresponda.

La empresa cuenta actualmente con 15 proveedores. Cada uno le provee diferentes insumos para la producción de alimentos, y tres de ellos son de bebidas.

2.1 Unidades de Negocio (UU. NN.)

Como se mencionó anteriormente, la Empresa ofrece tres tipos de servicio:

- 1) Viandas para empresas;
- 2) Catering para comedores industriales;
- 3) Catering para eventos.

La producción de alimentos para atender a cada una de estas unidades de negocio se realiza en la cocina central de la empresa. En este trabajo, se considerará a cada una de las diferentes unidades como clientes internos de la cocina central.

A continuación, se describe cada una de las unidades de negocio.

2.1.1 Viandas

Esta unidad de negocio arrancó en noviembre de 2022, cuando la Empresa decidió mudarse a una cocina central nueva. La Empresa ofrece el servicio de producción de viandas para personas y empresas. Se define como vianda a una ración individual de alimentos que está contenida en un recipiente o bandeja. Todos los días hay 4 o 5 opciones de menú y los clientes tienen tiempo hasta las 10 de la mañana para encargar su pedido. Cabe destacar que este servicio se ofrece de lunes a viernes al mediodía ya que es cuando la demanda es más fuerte.

Durante toda la mañana se realiza la producción de estas viandas y, a las 12, se comienzan a repartir los pedidos. Es importante destacar que la gran mayoría de los clientes que piden viandas están ubicados en las oficinas de Puerto Norte, en Madres de Plaza 25 de mayo y Av. Francia. Se utiliza una furgoneta para repartir estos pedidos. Para los clientes que no están en Puerto Norte, en ocasiones, la Empresa contrata un cadete tercerizado para que haga los repartos, y suele realizar varios viajes ya que en uno solo no puede abastecer a todos los clientes.

La demanda de viandas a lo largo del año parece ser constante, salvo en los meses de diciembre y enero, cuando hay menos personas y empresas que piden ya que esos meses suelen ser de vacaciones para las oficinas.

2.1.2 Comedores industriales

Este servicio consiste en atender las cocinas de comedores industriales. Por lo general, se trabaja con una modalidad de contrato y generalmente tienen una duración mínima de 5 años.

El cliente debe elegir el menú sobre un conjunto de opciones con una semana de anticipación. Marshall cocina el menú en la cocina central y a las 10:30 de la mañana del mismo día lleva toda la mercadería y alimento al comedor industrial del cliente. En la cocina del comedor, se terminan de cocinar los alimentos. Por ejemplo, las pastas se realizan en la cocina central de Marshall, pero el hervido de estas es en la cocina del comedor industrial.

El alimento se carga en un camión y, junto con el personal necesario para la cocina, se lleva al comedor industrial del cliente.

Actualmente, la Empresa ofrece este servicio a dos clientes:

- Comedor industrial 1, es una empresa que fabrica heladeras y freezers y se ubica en Ov. Lagos 7100, Rosario. En esta empresa comen 400 personas por día.
- Comedor industrial 2, es una empresa que fabrica asientos para automóviles y se ubica en Ruta AO12 Km 2,85 (2126), Pueblo Esther. En esta empresa comen 150 personas por día.

Tal como en las viandas, la demanda a lo largo del año suele ser constante, con una pequeña disminución en los meses de diciembre y enero. Sumando la cantidad de personas que son alimentadas entre los dos comedores industriales, se produce alimento para 550 personas aproximadamente. La demanda de esta unidad de negocio está fuertemente influenciada por la planificación y programación de la producción de estas empresas. Hay meses en los que se producen paradas de planta y eso impacta en la fuerza laboral, influyendo en la cantidad de alimento demandado por la empresa.

2.1.3 Catering para eventos

Un catering es el servicio de alimentación colectiva que provee una determinada cantidad de comida y bebida en fiestas y eventos.

Es el servicio más antiguo que provee la Empresa. A lo largo de toda su historia, la Empresa se fue consolidando como el mejor catering de la zona, gracias a su servicio de excelencia y la calidad de los alimentos que sirve.

En su mayoría, los eventos son casamientos, fiestas de quince y eventos empresariales. Los eventos tienen lugar mayoritariamente durante el fin de semana y suele haber, en promedio, tres eventos por fin de semana. Dado que estos eventos se planean y contratan con muchos meses de anticipación, la Empresa tiene cierta previsibilidad del alimento que debe producir, y se dedica a hacerlo durante toda la semana previa al evento.

El mismo día del evento, la Empresa traslada todo los insumos y alimentos que produjo durante la semana a los salones de fiesta en un camión que posee. Los dos salones de eventos, mencionados en la primera unidad de este trabajo, tienen cocina. En esa cocina, durante el evento, se terminan de cocinar los platos y el alimento, dependiendo de la receta de cada uno. Pero el grueso de la producción se realiza en la cocina central de la Empresa.

En el caso de los eventos, la demanda parecería presentar estacionalidad. Los meses de mayor demanda suelen ser desde septiembre hasta diciembre, incluyendo el período de fiestas. Y los meses de menor demanda son desde mayo hasta julio. Como se mencionó anteriormente, suele haber, en promedio, 3 eventos por fin de semana.

2.2 Competencia y mercado

En el análisis de la competencia y el mercado, es fundamental comprender el entorno en el que opera Marshall Catering. Esto implica identificar a sus competidores, evaluar las tendencias del mercado y determinar las oportunidades y desafíos que enfrenta la empresa en su área de operación, que comprende Rosario y el gran Rosario.

Marshall Catering se encuentra en un mercado altamente competitivo dentro de la industria de servicios de catering en la zona de Rosario y el gran Rosario. Sus principales competidores incluyen otras empresas de catering establecidas en la región, así como restaurantes y bares que ofrecen servicios de catering como una extensión de sus operaciones. Algunos de los competidores más destacados en la zona incluyen:

- Martha Cura Catering.
- Uapa Catering.
- Casagrande Catering.
- Anabel.

Cada uno de estos competidores tiene sus propias fortalezas y debilidades, lo que crea un entorno competitivo diverso en el que Marshall debe destacar en términos de calidad, servicio y eficiencia.

El mercado de servicios de catering en Rosario y el gran Rosario experimenta varias tendencias notables:

- Demandas Cambiantes de Alimentos: Los consumidores están mostrando una creciente preferencia por alimentos frescos, saludables y variados.
- Sostenibilidad: Existe una creciente conciencia ambiental en la sociedad, lo que impulsa la demanda de opciones de catering más sostenibles. La empresa puede considerar la adopción de prácticas sostenibles en su cadena de suministro.
- Tecnología: La tecnología desempeña un papel importante en la industria de catering, desde la automatización de pedidos hasta la gestión de inventario. La empresa debe considerar la inversión en tecnología para mejorar la eficiencia operativa.

2.3 Análisis de Porter para la Empresa

A continuación, se hará un análisis de la Empresa teniendo en cuenta las cinco fuerzas de Porter con el objetivo de determinar su posición en el mercado.

- Poder de negociación de los clientes: para el caso de eventos en salones de fiestas, los clientes no cuentan con un alto poder de negociación ya que, generalmente, la disponibilidad de fechas para reservar suele ser limitada. En cuanto a las viandas, el cliente posee un mayor poder de negociación ya que hay mayor cantidad de competidores. Por último, en el caso de los comedores industriales, el poder de negociación que tiene el cliente es alto ya que, en caso de cerrar el contrato, la Empresa se asegura un ingreso constante durante un largo período.
- Poder de negociación de los proveedores: en el sector gastronómico hay dos grandes tipos de proveedores: los de alimento y los de bebidas. Con respecto a los proveedores de alimento, existe una gran cantidad de alternativas. Esto genera que la Empresa tenga un mayor poder de negociación a la hora de fijar precios y acuerdos. Por otro lado, en el caso de los distribuidores de bebidas la oferta tiende a ser más reducida, provocando que no existan demasiadas alternativas y la Empresa tenga que menor poder de negociación.
- Amenaza de servicios sustitutos: existen ciertos servicios que podrían ser sustitutos al servicio de catering en salones de fiestas: bares que permiten eventos, servicios de alimento preparado o “kits” de cocina, “food trucks” y barras móviles. Para el caso de las viandas, los servicios sustitutos son las aplicaciones de alimento a domicilio.
- Amenaza de nuevos competidores: existen ciertas barreras que dificultan la entrada de nuevos competidores. En primer lugar, se necesita de una inversión de capital alta para construir una cocina y contratar el personal necesario para alcanzar un buen nivel de servicio al cliente. Por otro lado, en este rubro es muy importante poseer buena reputación, esto también dificulta el ingreso de nuevos competidores. Por último, para comenzar a trabajar es necesario contar con las habilitaciones de higiene y seguridad correspondientes.
- Rivalidad entre competidores existentes: actualmente existe una alta rivalidad entre los principales competidores del rubro. Estas empresas compiten por ganar licitaciones con salones de fiestas y con comedores industriales.

2.4 Instalaciones y cocina central

Como se mencionó en el inicio del proyecto, las instalaciones de la Empresa se ubican en Vera Mujica 1070, de la ciudad de Rosario. Allí concentran el área de producción y administración.

- Cocina caliente: aquí se cocinan los platos principales, que demandan mayor elaboración y tiempo para producirlos.
- Cocina fría: en esta cocina se preparan sandwiches, tabla de fiambres, bocaditos fríos, empanadas, y todo alimento que sea de fácil elaboración.
- Cocina de postres: se encarga de la producción de tortas, masas secas, platos dulces y pastelería.
- Espacio cámara de frío positivo: heladera utilizada para conservar y almacenar alimentos en temperaturas frías pero no menores a 0°C.
- Espacio cámara de frío negativo: heladera de congelados, con temperaturas menores a 0°C, utilizada para almacenar alimentos que requieren extrema conservación, como por ejemplo, pescado.
- Sector de lavado: aquí se lleva a cabo la limpieza de frutas, verduras y elementos vajilla.
- Sector de residuos: espacio destinado para almacenar temporalmente residuos hasta que son retirados.
- Almacenes: se cuenta con dos almacenes. El primero se utiliza para almacenar insumos que no requieren refrigeración y alimentos no perecederos. El segundo es utilizado para almacenar vajilla, elementos de cocina, envases, utensilios, etc.
- Sector carga y descarga: espacio que ingresan y egresan los camiones utilitarios para hacer la carga y descarga de insumos para la producción, como la producción fabricada en la cocina central.
- Vestuario y baños.
- Oficinas.

En este proyecto, se considera a la cocina caliente como cocina central y se estudia como un sistema único, en el que ingresan insumos y egresan productos. Esta decisión fue tomada para simplificar el análisis y considerando que en ella se produce el grueso del alimento que se vende a los clientes. Además, esta cocina caliente es la que mayor recursos demanda y a su vez, es la que posee mayor superficie y equipamiento para la producción.

Toda la planificación y programación de la producción se realiza en el sector de oficinas y se envía a la cocina central para realizarlo.

La cocina central cuenta con una superficie de 84 m². Posee cuatro mesadas de 2 m de largo por 1 m de ancho. Estas mesadas se utilizan para preparar el alimento y armar los platos. Cuenta además con el equipamiento listado a continuación:

- Dos hornos.
- Seis hornallas.
- Una plancha grande.
- Una freidora.
- Una pastera.
- Dos microondas.

En la cocina trabajan 8 personas durante todo el día, cada una cumpliendo una función determinada. Entre esas personas hay un encargado de cocina que se ocupa de programar la producción y determinar los platos y menús que se producirán en el día o semana.

Es importante recalcar que las tareas realizadas por los cocineros son rotativas. Esto se hace para evitar trabajos repetitivos provocando fatiga y cansancio en los empleados.

A continuación, se muestran fotos ilustrativas de la cocina central.

Figura 1

Cocina central. Sector de elaboración de alimentos y producto terminado



Figura 2

Cocina central. Sector de lavado de materia prima y de utensilios. Almacén de condimentos



Figura 3

Cocina central. Sector de elaboración de alimento y producto terminado



Figura 4

Cocina central. Sector de hornallas, friteras y pasteras.



Figura 5

Cocina central. Sector de hornos



2.5 Análisis FODA

Fortalezas:

- La Empresa tiene muchos años de experiencia.
- La Empresa es referente en el mercado y posee alta confiabilidad.
- La Empresa ofrece una alta variedad y calidad de los servicios.

Oportunidades:

- Aprovechar el uso de las nuevas tecnologías en sus operaciones. Medir y analizar datos.
- Estandarización de las operaciones.
- Atender a nuevos mercados a través de plataformas de delivery (Pedidos Ya, Rappi, etc.).
- Apertura de una nueva unidad de negocio. Por ejemplo, un local en zona centro de venta directa de viandas al público.
- Incrementar la cantidad de contratos con más comedores industriales.

Debilidades:

- Dificultad para determinar el precio final de un evento debido a la poca disponibilidad de información de los costos.
- Falta de estandarización de recetas y procesos.
- Desconocimiento de su capacidad máxima de producción.
- Falta de política óptima de compras y de inventario.

Amenazas:

- Perder parte del mercado debido a la alta competencia del rubro.
- Situación económica del país.
- Alta rotación de personal y faltante de empleados calificados.
- Riesgo de perder contratos con comedores y salones.
- Cambio de costumbres del consumidor.

2.6 Descripción del problema

La Empresa no conoce con precisión cuál es la capacidad instalada de la cocina central y tampoco conoce cuál es la capacidad requerida de acuerdo a la demanda. Si bien la Empresa dispone de datos de ventas históricas, estos no son analizados ni estudiados para la toma de decisiones. Actualmente, las decisiones son tomadas basadas en la experiencia previa. Hoy en día, la Empresa no conoce con exactitud cuál es la cantidad máxima de viandas puede producir y distribuir en el día. Tampoco tienen la capacidad de determinar la cantidad de eventos, platos y comensales que pueden atender en un fin de semana.

Por lo tanto, esto trae las siguientes consecuencias:

- Dificultad para determinar la cantidad de personal necesario.
- Dificultad para definir correctas políticas de compra y puntos de reposición de mercadería. Esto hace que la empresa tenga que resolver apresuradamente estas cuestiones, incurriendo en altos costos.
- Desconocer la máxima cantidad de comedores que es posible atender.
- Al no estudiar la demanda puede ocurrir que, debido a faltantes de capacidad de la Empresa, los clientes elijan a la competencia.

En el presente trabajo nos vamos a concentrar en estudiar la capacidad instalada de la cocina central y compararla con la capacidad requerida según la demanda, con el fin de determinar oportunidades de mejora que le permitan a la Empresa ahorrar costos en el caso de que existan recursos ociosos. Por otro lado, si la capacidad instalada se encuentra por debajo de la requerida, analizaremos alternativas para optimizar los procesos productivos más relevantes para lograr un aumento de la capacidad.

2.7 Objetivos

Objetivo general: Evaluar la diferencia que existe entre la capacidad instalada y la capacidad requerida de la cocina central, en función de la demanda de los tres clientes internos.

Objetivos específicos:

- Investigar y estudiar las tres fuentes de demanda en función de los datos históricos.
- Determinar la capacidad real de producción de la cocina central.

- Determinar la capacidad de distribución necesaria en las UU. NN. de viandas y comedores.

3. ANÁLISIS DE VENTAS

Los datos para este análisis fueron obtenidos a través de una serie de visitas a la empresa, durante la cual se proporcionó acceso a información valiosa y relevante.

La empresa, que inició su línea de viandas alrededor de noviembre de 2022, ha facilitado datos detallados acerca de las ventas de viandas desde su lanzamiento hasta finales de diciembre de 2023. Esta información es esencial para comprender las tendencias de venta en un período significativo que abarca más de un año.

Estos datos surgen a partir de una planilla de cálculo generada automáticamente por un formulario de Google Forms. Cada mañana, los clientes de Marshall completan el formulario detallando su pedido. Aproximadamente a las 10:30 AM, se cierra el formulario y los pedidos registrados son enviados a la cocina central para comenzar su producción.

Con respecto al servicio de comedores industriales, se utilizó un conjunto de datos proporcionado por la empresa. Estos datos, contienen un detalle de la cantidad de platos servidos en ambos comedores industriales con los que trabaja la empresa y abarcan un periodo histórico desde enero de 2020 hasta diciembre de 2023 inclusive. La cocina central conoce qué cantidad y qué platos servir en un día determinado con una semana de anticipación. Esto le ayuda a organizarse de la mejor manera posible para poder realizar la producción.

Además, se proporcionaron datos relacionados con los eventos organizados por la empresa, incluyendo el número de comensales y las ubicaciones de cada uno de los eventos. Estos datos abarcan un periodo extenso desde enero de 2015 hasta diciembre de 2023, lo que nos permite realizar un análisis profundo y comprensivo de la evolución de las ventas en este sector específico de la empresa. Además, será útil para entender patrones y tendencias que muestran cómo ha cambiado el comportamiento de los clientes a lo largo del tiempo.

Cabe destacar que durante el año 2020 las ventas en estas dos últimas unidades de negocio se vieron muy afectadas por la pandemia de COVID19. Esto ha provocado una disminución de las mismas y un nivel de producción menor en la cocina central. El estudio y análisis será más profundo en las próximas unidades.

Estos conjuntos de datos son fundamentales para el análisis, ya que permiten no solo entender el comportamiento actual de las ventas, sino también prever tendencias futuras y posibles áreas de crecimiento o mejora. La información recopilada se analizará utilizando métodos estadísticos y material bibliográfico de distintas asignaturas de la carrera para extraer conclusiones valiosas que guiarán las recomendaciones finales de este proyecto.

3.1 Análisis descriptivo de las ventas de viandas

La etapa del análisis descriptivo de las ventas representa un componente crucial, donde se profundizará en la interpretación de los datos recopilados de la comercialización de viandas. El enfoque de esta etapa se centrará en examinar patrones y comportamiento de ventas durante todo el año 2023. Este análisis tendrá como objetivos:

- Estudiar la evolución de las ventas, utilizando distintos gráficos para comprender su comportamiento.
- Evaluar la existencia de patrones y comportamientos.

Se comienza calculando las estadísticas básicas de la cantidad de viandas pedidas. Esto incluirá calcular el promedio, mediana, desviación estándar, y los valores mínimos y máximos de cantidad de viandas por día. También, se revisa la distribución de estos valores para conocer cómo se distribuyen las cantidades de viandas pedidas.

Estadísticas básicas para cantidad de viandas pedidas en período enero de 2023 hasta diciembre de 2023:

- Media (promedio) de viandas por día: 162.38 viandas.
- Desviación estándar: 56.43 viandas
- Mínimo de viandas entregadas en un día: 46 viandas.
- Máximo de viandas entregadas en un día: 272 viandas.

Gráficos descriptivos

El siguiente gráfico, muestra la evolución en la cantidad de viandas pedidas por mes durante el año 2023.

Figura 6

Evolución de la cantidad mensual de viandas vendidas durante el 2023



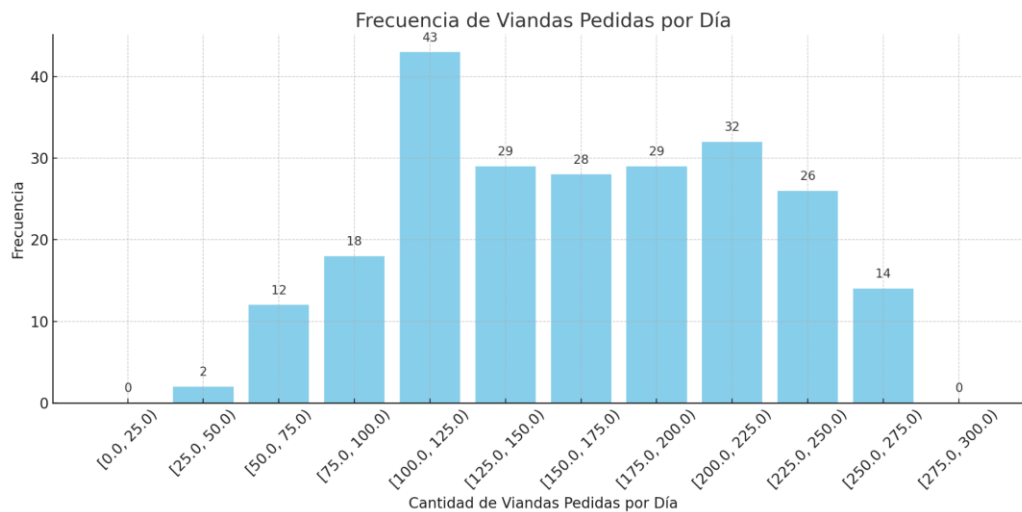
Nota. Fuente: elaboración propia con datos de la Empresa

Parecería observarse una tendencia en aumento de la cantidad de viandas pedidas por mes, desde el inicio de esta unidad de negocio hasta el mes de septiembre, donde parecería comenzar a estancarse.

A continuación, se presenta un gráfico con la distribución de la cantidad de viandas pedidas por día.

Figura 7

Frecuencia de cantidad de viandas pedidas por día



Nota. Se muestra, para un rango determinado de cantidad de viandas, cuántos días hubo dicha cantidad de viandas pedidas. Fuente: elaboración propia con datos de la Empresa.

Analizando estos datos, se obtuvieron los siguientes cuartiles para la cantidad de viandas pedidas por día:

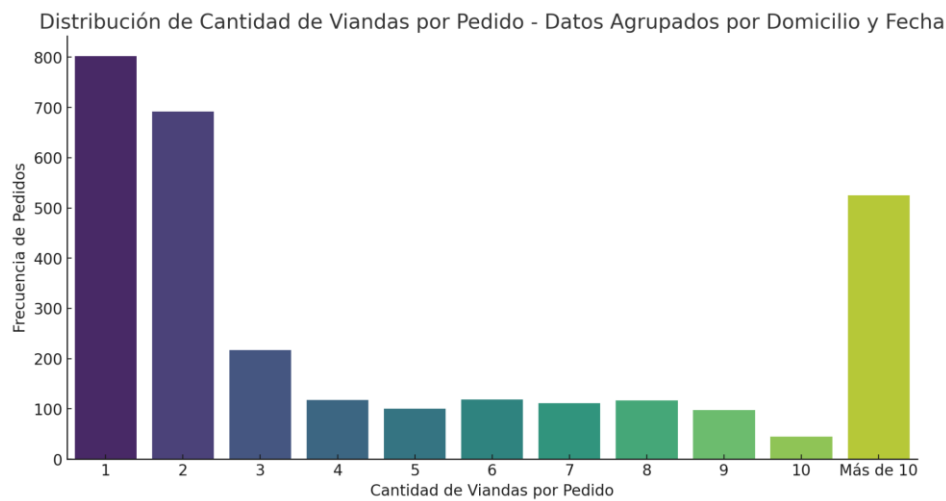
- Primer cuartil (25%): 116 viandas, lo que significa que el 25% de los días se entregaron 116 viandas o menos.
- Mediana (50%): 165 viandas, indicando que la mitad de los días se entregaron 165 viandas o menos.
- Tercer cuartil (75%): 206 viandas, por lo que el 75% de los días se entregaron 206 viandas o menos.

Además, se decidió realizar un segundo análisis donde se sumaron las viandas pedidas por un mismo domicilio en un mismo día. Para llevar a cabo este análisis, los datos fueron cargados en una base de datos de Microsoft Access y luego agrupados utilizando una consulta SQL.

De esta forma, es posible obtener una mejor idea de las ventas por parte de cada domicilio. Por ejemplo, si un cliente hace tres pedidos de 3 viandas cada uno en un mismo día, el análisis original lo trataría como tres pedidos separados, mientras que el análisis agrupado lo mostraría como un solo pedido de 9 viandas, lo cual puede ser más representativo del consumo real.

Figura 8

Frecuencia de cantidad de viandas producidas por pedido.



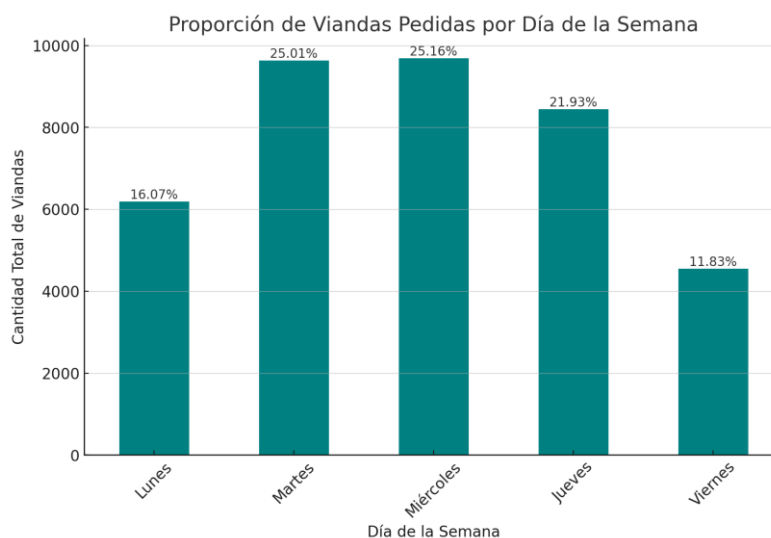
Nota. El gráfico muestra cuántas viandas se ordenan por pedido. Fuente: elaboración propia con datos brindados por la Empresa

De acuerdo con este análisis, aproximadamente el 51% de los pedidos en este periodo fueron de 1 o 2 viandas por pedido. Además, observando el gráfico, se puede notar una cantidad significativa de pedidos con una cantidad mayor a 10 viandas. Esto se debe a que existen clientes que suelen hacer pedidos con grandes cantidades, llegando al máximo registrado de 104 viandas en un único pedido.

Por otro lado, se decidió también estudiar cómo se distribuye la proporción de pedidos por día de la semana.

Figura 9

Cantidad de viandas pedidas por cada día de la semana



Nota. Fuente: elaboración propia con datos brindados por la Empresa

En términos generales, la proporción de viandas pedidas a lo largo de la semana parece distribuirse de manera uniforme los martes, miércoles y jueves. Sin embargo, también parecería presentar una clara disminución los lunes y viernes. Estos días de menor nivel de producción de viandas, podrían ser aprovechados para producir alimento para eventos.

3.2 Análisis descriptivo de las ventas en comedores industriales

En esta etapa, se llevará a cabo un análisis descriptivo de las ventas en los comedores industriales en los que trabaja la empresa. Para ello, contamos con dos conjuntos de datos de ambos comedores que detallan la cantidad de platos servidos por día. Por un lado, se cuenta con datos referidos al “Comedor industrial 1” que comprende un periodo desde 2020 hasta 2023 inclusive. Por el otro, se cuenta también, con datos referidos al “Comedor industrial 2” que comprende un periodo desde 2022 hasta 2023 inclusive.

Este análisis tendrá como objetivos:

- Estudiar la evolución de las ventas de platos en ambos comedores, utilizando distintos gráficos para comprender su comportamiento.
- Evaluar la existencia de tendencias.

Se comienza con las estadísticas básicas de la cantidad de platos servidos. Esto incluirá calcular el promedio, mediana, desviación estándar, y los valores mínimos y máximos de cantidad de platos servidos en ambos comedores, por día y por mes.

Nota: Se decidió descartar del análisis aquellos días con 0 pedidos, por lo que la variable en estudio será el promedio de los platos servidos en comedores por día trabajado.

3.2.1 Análisis descriptivo de las ventas en el Comedor Industrial 1

A continuación, se presentan las estadísticas básicas para la cantidad de platos servidos en el periodo enero de 2020 hasta diciembre de 2023:

Estadísticas diarias:

- Cantidad de registros: 1438 días.
- Promedio de platos servidos por día: Aproximadamente 202 platos.
- Desviación estándar: 153 platos.
- Mínimo de platos servidos en un día: 4 platos.
- Máximo de platos servidos en un día: 707 platos.
- Los cuartiles indican que en el 25% de los días se sirvieron 10 platos o menos, y en el 75% de los días se sirvieron 340 platos o más, manteniendo una distribución parecida a la anterior.

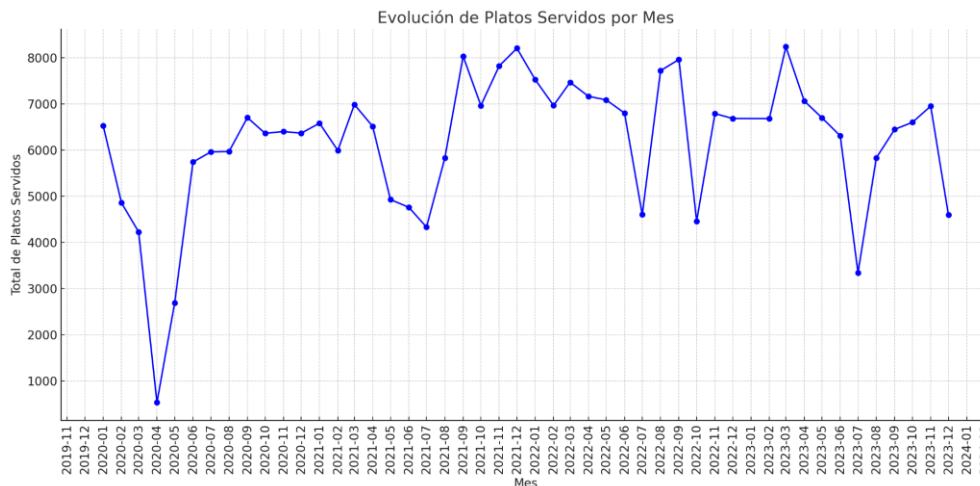
Estadísticas mensuales:

- Cantidad de meses registrados: 47 meses.
- Promedio de platos servidos por mes: Aproximadamente 6154 platos.
- Desviación estándar: 1506 platos, indicando variabilidad en la cantidad de platos servidos por mes.
- Mínimo de platos servidos en un mes: 528 platos.
- Máximo de platos servidos en un mes: 8237 platos.
- Los cuartiles muestran que en el 25% de los meses se sirvieron 5782 platos o menos, mientras que en el 75% de los meses se sirvieron 6976 platos o más.

A continuación, se presenta un gráfico que muestra la evolución de platos servidos por mes en el comedor industrial 1, desde enero 2020 hasta diciembre de 2023.

Figura 10

Evolución de histórica de cantidad mensual de platos servidos en comedor industrial 1, desde noviembre de 2019 a diciembre de 2023



Nota. Fuente: elaboración propia con datos brindados por la Empresa

No parece haber una tendencia clara de aumento o disminución a lo largo de los años. La cantidad de platos servidos parece mantenerse dentro de un determinado rango. Sin embargo, existe una variabilidad significativa de un mes a otro. Algunos meses tienen picos muy altos que superan los 7000 platos, mientras que otros tienen cifras significativamente más bajas, que pueden bajar a aproximadamente 2000 platos.

Se observa un marcado descenso en la cantidad de platos servidos en abril de 2020, con cifras inferiores a las 1000 unidades. Este descenso se atribuye a una interrupción temporal de las operaciones, consecuencia de las restricciones impuestas por la cuarentena obligatoria durante la pandemia de COVID19.

3.2.2 Análisis descriptivo de las ventas en el Comedor Industrial 2

A continuación, se presentan las estadísticas básicas para la cantidad de platos servidos en el periodo febrero de 2022 hasta diciembre de 2023:

Estadísticas diarias

- Cantidad de registros: 473 días.
- Promedio de platos servidos por día: Aproximadamente 120 platos.
- Desviación estándar: 32.06 platos, indicando una variabilidad menor en comparación con los datos previos.
- Mínimo de platos servidos en un día: 1 plato.
- Máximo de platos servidos en un día: 154 platos.
- Los cuartiles muestran que en el 25% de los días se sirvieron 121 platos o menos, y en el 75% de los días se sirvieron hasta 137 platos.

Estadísticas mensuales:

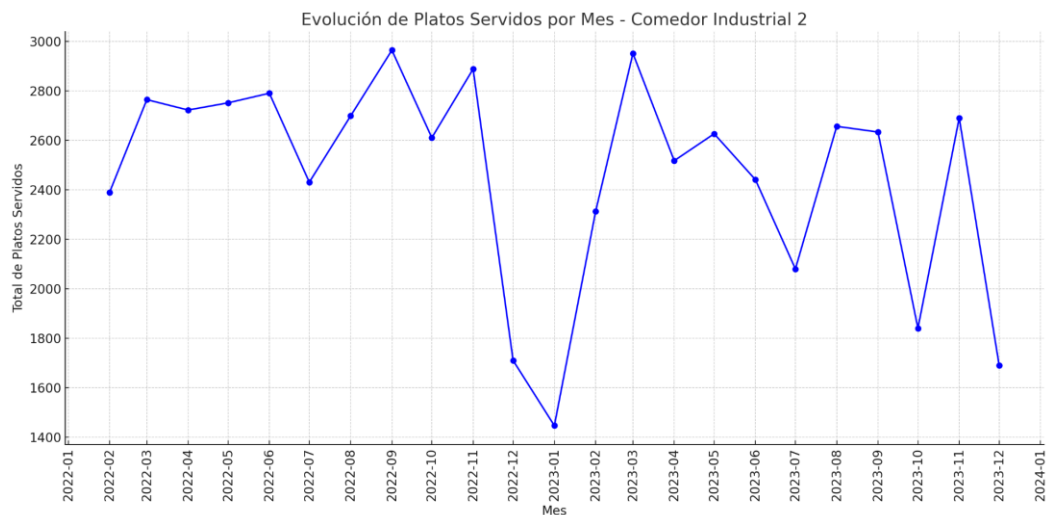
- Cantidad de meses registrados: 23 meses.

- Promedio de platos servidos por mes: Aproximadamente 2525 platos.
- Desviación estándar: 505.85 platos, indicando variabilidad en la cantidad de platos servidos por mes.
- Mínimo de platos servidos en un mes: 1446 platos.
- Máximo de platos servidos en un mes: 3778 platos.
- Los cuartiles muestran que en el 25% de los meses se sirvieron 2410 platos o menos, mientras que en el 75% de los meses se sirvieron hasta 2759 platos.

El siguiente gráfico representa la serie de tiempo de las ventas registradas para el comedor industrial 2. Se muestra la cantidad total mensual de personas que se alimentaron en el comedor, desde febrero de 2022 hasta diciembre de 2023. Esto sirve para determinar el nivel de producción que tiene que alcanzar la cocina central para satisfacer a este comedor en particular.

Figura 11

Evolución de histórica de cantidad mensual de platos servidos en comedor industrial 2, desde febrero de 2022 a diciembre de 2023



Nota. Fuente: elaboración propia con datos brindados por la Empresa

Se puede observar que, para este comedor, durante el año 2022, la demanda fue estable, hasta el mes de diciembre donde baja abruptamente y se mantiene en enero 2023. Esto se debe a que hubo una parada de producción algunas semanas durante esos dos meses. A partir de febrero de 2023, la demanda vuelve a los niveles normales de 2022, pero el año 2023 se caracterizó por ser bastante errático y con alta variabilidad en la demanda de platos, sobre todo, el último trimestre.

Ahora bien, en la cocina central es de vital importancia conocer cuál es el nivel de producción diario para este comedor. Eso ayudará a tener más información a la hora de planificar los recursos y la producción.

3.2.3 Análisis descriptivo de las ventas en ambos comedores juntos

Se decidió realizar un estudio de las ventas en conjunto para los dos comedores debido a que los dos tienen el mismo menú todas las semanas, facilitando a la cocina central la producción de un único plato. Además, de esta forma se podrá entender mejor la demanda de platos que recibe la cocina central. Para realizar este análisis, se decidió agrupar por día la cantidad de platos producidos entre los dos comedores industriales.

Con el fin de comprender la demanda de platos servidos en ambos comedores, se toma como referencia el período de febrero de 2022 hasta diciembre de 2023 para estudiar la demanda conjunta de platos entre ambos comedores. Este período fue elegido porque es el único que comparten los dos comedores simultáneamente.

Estadísticas diarias:

- Cantidad de días registrados: 688 días.
- Promedio de platos servidos por día: Aproximadamente 289 platos.
- Desviación estándar: 215.62 platos.
- Mínimo de platos servidos en un día: 1 plato.
- Máximo de platos servidos en un día: 841 platos. Se registró el 16/9/2022.
- Mediana de platos servidos por día: 399 platos.
- Los cuartiles muestran que en el 25% de los días se sirvieron 10 platos o menos, mientras que en el 75% de los días se sirvieron hasta 485 platos.

Estadísticas mensuales:

- Cantidad de meses registrados: 24 meses.
- Promedio de platos servidos por mes: Aproximadamente 8294 platos.
- Desviación estándar: 1649 platos.
- Mínimo de platos servidos en un mes: 3789 platos.
- Máximo de platos servidos en un mes: 10763 platos.
- Mediana de platos servidos por mes: 8621.5 platos.
- Los cuartiles muestran que en el 25% de los meses se sirvieron 8041 platos o menos, mientras que en el 75% de los meses se sirvieron hasta 9206 platos.

Figura 12

Evolución de cantidad mensual de platos servidos para ambos comedores, para los años 2022 y 2023



Nota. Fuente: elaboración propia con datos brindados por la Empresa

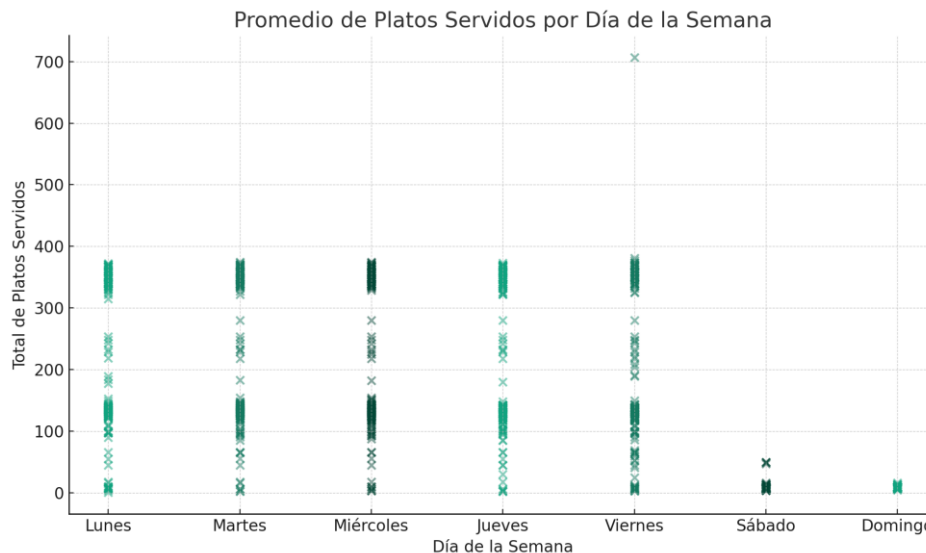
El gráfico parecería indicar que no hay ninguna tendencia en el comportamiento de las ventas de platos por parte de los comedores. Todos los meses han tenido un nivel similar, aunque,

naturalmente, hay meses con más ventas que otros. Pero el comportamiento suele ser uniforme a lo largo de los meses.

El siguiente es un gráfico de dispersión que muestra el comportamiento de las ventas diarias, de cada comedor.

Figura 13

Distribución de cantidad de platos servidos en comedores según el día de la semana



Nota. Fuente: elaboración propia con los datos brindados por la Empresa

Tal como se analizó previamente, para cada comedor individualmente, no parece existir mucha variabilidad de producción según el día de la semana. Eso indicaría que, para atender la unidad de negocio de comedores, la cocina tiene el mismo nivel de producción durante toda la semana, sin importar el día que sea.

3.3 Análisis histórico de eventos realizados

En esta etapa, se llevará a cabo un análisis descriptivo de los registros de eventos para los cuales ha sido contratada la empresa. Para ello, contamos con datos históricos que detallan la fecha, el lugar y la cantidad de asistentes de cada evento. Estos datos comprenden un periodo que va desde enero de 2015 hasta diciembre de 2023.

Este período mencionado considera el año 2020, que fue un año totalmente atípico debido a la pandemia de COVID19. Dado que analizar este año afectará de manera considerable al estudio en este proyecto, se realizarán tratamientos para que no tenga ningún impacto en el pronóstico del comportamiento de las ventas.

Este análisis tendrá como objetivos:

- Estudiar la evolución de la cantidad de platos servidos por día para eventos, utilizando distintos gráficos para comprender su comportamiento.
- Evaluar la existencia de tendencias y estacionalidad.

- Crear una imagen clara y detallada de las ventas históricas, sentando las bases para realizar pronósticos.

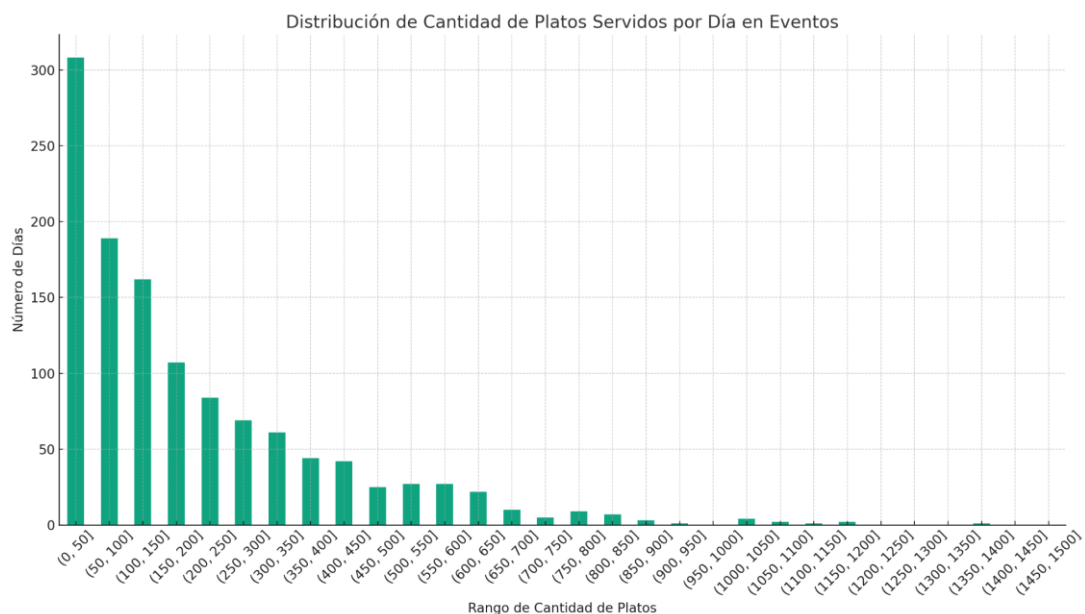
Se comienza con las estadísticas básicas de la cantidad de platos servidos. Esto incluirá calcular el promedio, mediana, desviación estándar, y los valores mínimos y máximos de cantidad de platos servidos en eventos por día.

Se decidió agrupar la cantidad de platos servidos por día, independientemente de si pertenecen a un mismo evento o no. Esto se decidió con el fin de medir el impacto que tiene la cantidad de platos que deben prepararse en la cocina central sin importar la ubicación del evento.

- Promedio: Aproximadamente 205 platos.
- Mediana: 138 platos.
- Desviación estándar: Aproximadamente 204.51 platos.
- Valor mínimo: 4 platos.
- Valor máximo: 1385 platos.

Figura 14

Frecuencia de cantidad de platos servidos por día de evento



Nota. Se muestra, para un rango determinado de cantidad de platos, cuántos días de evento hubo dicha cantidad de platos producida. Fuente: elaboración propia con datos de la Empresa.

Observando el gráfico de barras y las estadísticas básicas, podemos concluir que en la mayoría de los eventos se producen una media de alrededor de 138 platos. Sin embargo, se considera importante remarcar la existencia de días donde se sirven más de 1000 platos. Esto será relevante para el estudio de la capacidad máxima requerida en la cocina central.

En el siguiente cuadro se puede observar la evolución mensual del número de personas servidas en eventos.

Figura 15

Evolución mensual histórica de la cantidad de platos servidos en eventos, desde 2015 a 2023



Nota. Fuente: elaboración propia con datos brindados por la Empresa

La serie temporal muestra la cantidad total de platos servidos por mes y año, desde enero de 2015 hasta diciembre de 2023.

El gráfico muestra cómo, durante la pandemia de COVID19, las ventas caen abruptamente debido a las medidas de confinamiento. Durante el 2020, únicamente hubo eventos desde septiembre y los mismos eran de pocos asistentes.

Desde 2021 hasta hoy el número de eventos y cantidad de asistentes ha ido en aumento pero no se ha llegado a los niveles de demanda existentes previos a la pandemia. Además, en el período 2020-2023 también se puede observar cierta estacionalidad.

Además, las series parecerían presentar estacionalidad. Durante el primer trimestre de cada año la demanda aumenta hasta marzo, que presenta un pico, y luego baja hasta los meses de junio y julio, entre agosto y septiembre empieza a repuntar hasta llegar a fin de año donde se presenta un gran pico de demanda.

3.4 Pronóstico de cantidad de platos a servir en eventos

En esta sección, se lleva a cabo un pronóstico de la cantidad de platos a servir en eventos. Dicho pronóstico utiliza como datos, la cantidad mensual de platos servidos en eventos en el período que abarca desde julio de 2021 hasta diciembre de 2023, un lapso seleccionado estratégicamente tras considerar el impacto disruptivo que la pandemia de COVID19 tuvo en el sector durante el año 2020. Este evento sin precedentes afectó profundamente las dinámicas de demanda y producción, conduciendo a la decisión de excluir los datos previos a julio de 2021 de nuestro análisis para asegurar la relevancia y precisión de las proyecciones.

Figura 16

Evolución mensual de la cantidad de platos servidos en eventos, desde julio de 2021 a diciembre de 2023



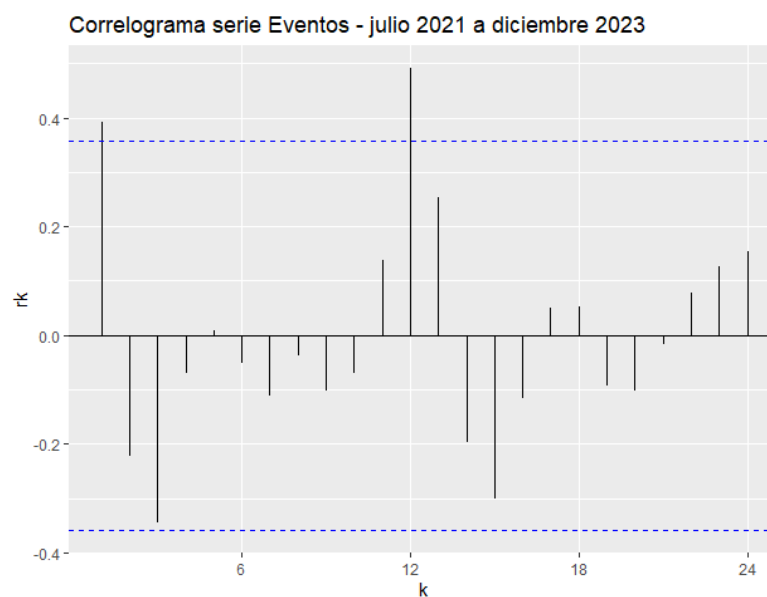
Nota. Fuente: elaboración propia con datos brindados por la Empresa

Puede observarse que la serie aparenta tener una leve tendencia alcista. Desde julio de 2021, la cantidad de platos ha ido aumentando anualmente, mostrando cierta recuperación luego de los meses de poca actividad marcados por la pandemia.

Se realizó, además, un correlograma para verificar la existencia de patrones en la serie.

Figura 17

Correlograma para la serie de eventos desde julio de 2021 a diciembre de 2023



Nota. Fuente: elaboración propia con datos brindados por la Empresa

Del correlograma se pueden obtener varias conclusiones. Primero, que la serie no es estacionaria. Esto significa que la serie no presenta una evolución estable con un nivel constante. La estacionalidad se presenta cuando la dinámica de la demanda se repite cada año y presenta cierto comportamiento similar (no igual). Por ende, dado que la autocorrelación es estadísticamente significativa en el rezago 12, se puede decir que la serie presenta estacionalidad.

Teniendo en cuenta las características de esta serie, se decidió llevar a cabo un pronóstico utilizando el Método de Descomposición Aditiva, por un lado, y el Método de Holt Winters aditivo, por el otro. La elección de utilizar un método aditivo frente a un método multiplicativo tiene que ver con que la serie no parecería presentar un crecimiento en la amplitud de la estacionalidad con el tiempo.

Se obtuvieron los siguientes indicadores de desempeño para ambos métodos:

Tabla 1

Valor de los diferentes tipos de errores para cada método de pronóstico

Tipo de Error	Descomposición Aditiva	Holt Winters Aditivo
EM	0.00933	81.28651
ECM	204657.5364	252351.6042

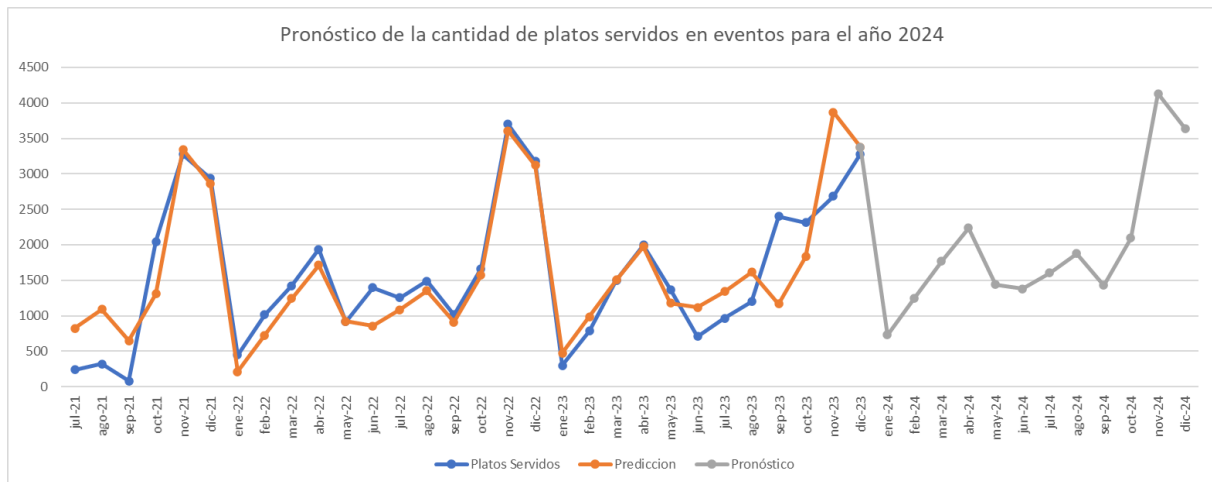
Viendo y analizando los resultados de los indicadores de desempeño de los métodos, se decidió utilizar el método de descomposición aditivo para realizar los pronósticos del año 2024 dado que presenta un mejor desempeño.

En el Anexo del presente trabajo, se llevó a cabo un estudio de los residuos de la serie y se concluyó que los mismos pueden considerarse como ruido blanco gaussiano.

Se presentan los resultados del pronóstico en el siguiente gráfico.

Figura 18

Gráfico del pronóstico de la cantidad de platos servidos en eventos para el año 2024



Viendo el gráfico de la serie con el pronóstico del año 2024, se puede observar que la tendencia alcista continúa y el último trimestre del año es el de mayor actividad en la unidad de negocio de eventos. De hecho, el pico pronosticado para el año 2024 se presenta en el mes de noviembre, con 4129 platos mensuales. Suponiendo un comportamiento homogéneo para las semanas dentro de cada mes, se estiman 1032 platos servidos por semana en noviembre de 2024.

El dato de cantidad de platos servidos por semana es relevante para el análisis ya que la cocina central organiza su producción en función de la cantidad de platos que debe servir en eventos los fines de semana. Es decir, todo el alimento que se consume durante los eventos del fin de semana se prepara durante la semana previa.

4. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA

En la presente sección del proyecto, se procederá a realizar un análisis de la capacidad instalada o real de la cocina central de la empresa, con el fin de contrastar con la demanda analizada previamente. Este análisis es crucial para identificar posibles brechas entre las capacidades de la cocina central de la empresa y las necesidades demandadas por el mercado, particularmente en meses de alta demanda.

Dada la diversidad y complejidad inherente a la oferta de platos y servicios que brinda la empresa, se decidió focalizar la investigación en un plato representativo. Esta selección permitirá profundizar en el análisis sin incurrir en la complejidad y el volumen de trabajo que implicaría un estudio de esta naturaleza para cada una de las opciones de platos ofrecidas por la empresa. Este enfoque metodológico no solo optimiza nuestros recursos analíticos, sino que también proporciona una base sólida y replicable para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el ámbito de la gestión de operaciones en el sector del catering.

Ante la ausencia de datos concretos respecto a la popularidad de cada uno de los platos ofrecidos por la empresa, optamos por consultar directamente al jefe de cocina, cuya experiencia y conocimiento resultaron fundamentales para seleccionar un plato representativo.

Considerando la diversidad de servicios que brinda Marshall, que incluye viandas, comedores y eventos, se decidió, a raíz de la entrevista con el jefe de cocina, definir un plato que simboliza las opciones más solicitadas en todas las unidades de negocio: la suprema de pollo acompañada por puré de papas, debido a su frecuencia de pedido y aceptación general.

Por lo tanto, esta sección del proyecto se centrará en primer lugar, en estimar el tiempo promedio requerido para la preparación del plato representativo, para luego utilizarlo como base para calcular la capacidad de producción máxima que la cocina central puede alcanzar durante una jornada. Este cálculo tomará en cuenta la distribución actual de las actividades de la cocina, donde las mañanas están dedicadas exclusivamente a la preparación de platos para viandas y comedores, reservando las tardes para la producción asociada a eventos. Además, debido a la naturaleza del plato representativo y al alcance de este proyecto, se optó por obviar el análisis de aquellos platos semielaborados en la cocina central que finalizan su cocción en los comedores industriales.

Este enfoque nos permitirá no solo comprender la capacidad actual de la cocina, sino también identificar oportunidades para aumentar la eficiencia y satisfacer la demanda de manera más efectiva, asegurando así una operación óptima que se alinee con los objetivos de crecimiento y calidad de servicio de la empresa.

4.1 Equipamiento del proceso

La cocina central cuenta con 3 hornos profesionales que se utilizan para cocinar todo tipo de alimentos. Se listan a continuación:

Figura 19

Imágenes representativas de los hornos utilizados en la cocina central



Nota. Fuente https://www.rational-online.com/es_ar/icombi-pro/
https://www.poyin.com.ar/descargas_pdf/Horno-Convector-Eco-1021.pdf

- Horno iCombi Pro - Rational. Cantidad: 1. Tipo: eléctrico.
Este horno tiene un ancho de 107,2 cm, una profundidad de 104,2 cm y una altura de 101,4 cm. Cuenta con una capacidad de más de 1130 litros, apto para poner 10 bandejas de 80 cm por 80 cm. Además, posee una potencia de 36 kW.
- Horno Convector ECO 1021 - Poyin. Cantidad: 2. Tipo: gas.
Este horno tiene un ancho de 99 cm, una profundidad 111 cm y una altura de 89 cm. Tiene una capacidad de 978 litros, apto para poner 10 bandejas de 65 cm por 53 cm en simultáneo. Además cuenta con una potencia de 22,80 kW.

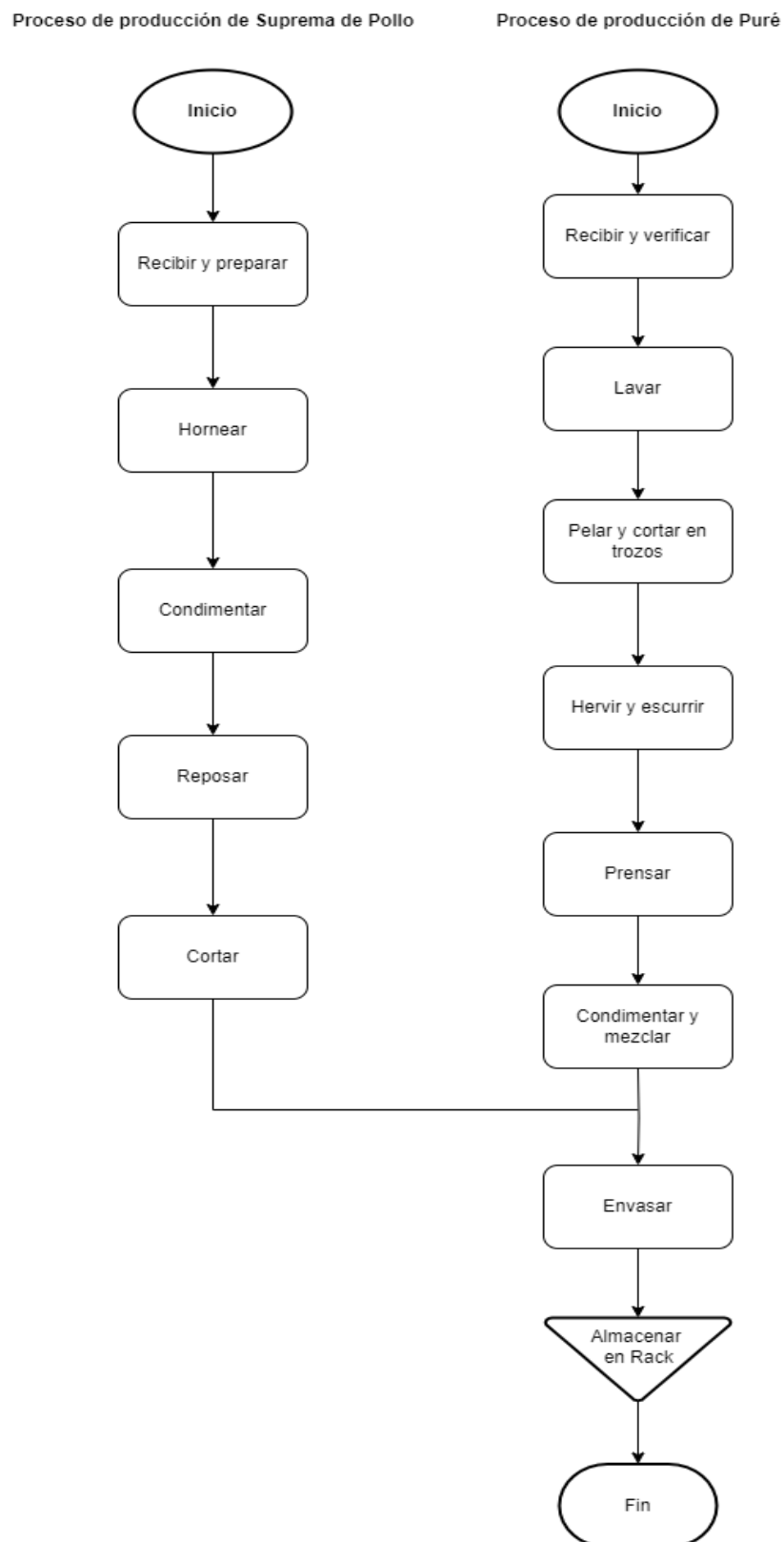
4.2 Medición de tiempos

El objetivo de esta sección consiste en estimar el tiempo necesario para la elaboración del plato representativo. En este proceso interviene una dotación de 3 empleados. El primero de ellos, será el encargado de realizar las actividades listadas en la Tabla 2. El segundo, realiza las actividades listadas en la Tabla 3. Además, se considera necesario un tercer empleado cuya función sea relevar o auxiliar a los otros empleados en caso de ser necesario.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo detallando el proceso de elaboración del plato representativo.

Figura 20

Diagrama de flujo del proceso de elaboración del plato representativo



Proceso de preparación de la suprema de pollo:

Tabla 2

Proceso de preparación de la suprema de pollo, con la descripción de la actividad y cuánto se demora en hacerla

Número	Actividad	min
1	Prender horno y poner agua a calentar en ollas	4
2	Recepción y preparación en bandejas de horno	5
3	Cocción en el horno	12
4	Condimentar	5
5	Reposo a temperatura ambiente	5
6	Cortar supremas al tamaño adecuado	4
7	Envasado de porciones	3
8	Almacenamiento y empaque final	5

- 1) Prendido de los hornos y calentamiento de agua en ollas.
- 2) Recepción y preparación en bandejas de horno. En esta etapa se reciben las supremas de pollo y se acomodan en las bandejas del horno. Luego se colocan dentro del horno para comenzar a hornearlas.
- 3) Cocción en el horno. Las supremas de pollo se colocan en el horno precalentado y se cocinan hasta que estén completamente cocidas y doradas, siguiendo los tiempos y temperaturas adecuados.
- 4) Condimentar. Luego de retirarlas del horno, se añaden las especias y condimentos necesarios según la receta.
- 5) Reposo a temperatura ambiente. Es importante dejar que las supremas de pollo reposen a temperatura ambiente durante un tiempo determinado para que sean más manipulables en los próximos pasos.
- 6) Cortar supremas al tamaño adecuado. Una vez que las supremas de pollo están cocidas y reposadas, se procede a cortarlas en porciones del tamaño deseado, y queden listas para envasar.
- 7) Envasado de porciones. En este paso se coloca aproximadamente 180 g de suprema por porción, se agregan 300 g de puré y se cierra el envase de la vianda.
- 8) Almacenamiento y empaque final. Las viandas se colocan en bolsas según el destino a donde van y son colocadas en bandejas móviles para llevarlas al camión utilitario.

Proceso de producción de puré de papas:

Tabla 3

Proceso de preparación del puré de papas, con la descripción de la actividad y cuánto se demora en hacerla

Número	Actividad	min
1	Recepción y verificación de materia prima	5
2	Lavado de papas	5
3	Pelado y corte de papas	8
4	Hervor de papas	15
5	Prensado de papas	4
6	Mezcla y homogeneización	4
7	Envasado de porciones	3
8	Almacenamiento y empaque final	5

- 1) Recepción de materia prima. En este paso se recibe la materia prima (bolsa de papa de 20 kg), se verifica que la calidad de las mismas sea la adecuada y se las coloca en la mesada para que sean lavadas y peladas.
- 2) Lavado de papas. Lavar las papas en agua corriente para quitarle la suciedad. Luego se deben colocar en la mesada para proceder al corte.
- 3) Pelado y corte de papas. Se procede a pelar las papas y cortarlas en trozos iguales para que el hervor se haga rápido. Las partes no utilizables se descartan. Es importante que los trozos de papas sean de tamaño similar para que la cocción sea uniforme.
- 4) Hervor de papas. Consiste en cocinar las papas en agua con sal hasta que estén tiernas. La cocción se verifica pinchando las papas con un tenedor. Cuando ya están cocidas, se escurren y se dejan reposar brevemente.
- 5) Prensado de papas. Se utiliza un prensador para obtener un puré suave. Luego se añade manteca, leche y condimentos.
- 6) Mezcla y homogeneización. Se realiza la mezcla de las papas y los ingredientes agregados en el paso anterior.
- 7) Envasado de porciones. En este paso se coloca aproximadamente 180 g de suprema por porción, se agregan 300 g de puré y se cierra el envase de la vianda.
- 8) Almacenamiento y empaque final. Las viandas se colocan en bolsas según el destino a donde van y son colocadas en bandejas móviles para llevarlas al camión utilitario.

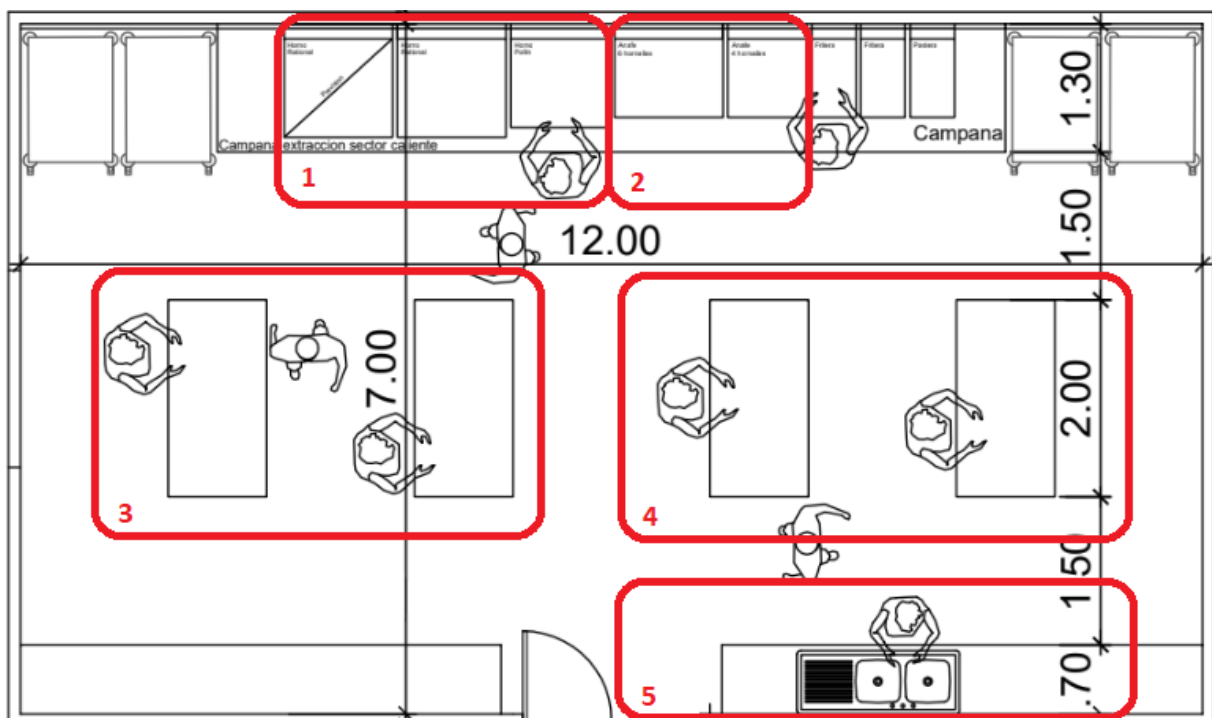
A continuación, se listan las estaciones de trabajo donde se realizan las actividades descritas anteriormente:

- Estación 1: Conformada por los 3 hornos con los que cuenta la cocina. Se realizan las actividades 1 y 3 mencionadas en la Tabla 2.
- Estación 2: Conformada por los anafes con los que cuenta la cocina. Se realiza la actividad 1 de la Tabla 2 y la actividad 4 de la Tabla 3.
- Estación 3: Encargada de realizar actividades manuales relacionadas con la cocción de la suprema de pollo y el empaquetado y almacenado de las viandas.
- Estación 4: Encargada de realizar actividades manuales relacionadas con la elaboración del puré.
- Estación 5: Destinada al lavado de papas.

Se observa debajo una imagen representativa de la disposición de las distintas estaciones de trabajo dentro de la cocina central.

Figura 21

Imagen representativa de las estaciones de trabajo dentro de la cocina central.



Teniendo en cuenta ambos procesos y tiempos de ejecución de las tareas de cada uno, se plantea el siguiente diagrama para estimar un tiempo de ciclo del proceso de producción de viandas.

Figura 22

Imagen representativa del proceso de elaboración del plato representativo.

H1 - Suprema	1 (4 min)	Espera (6 min)	2 (5 min)	Espera (12 min)	4 (5 min)	5 (5 min)	6 (4 min)	Envasado (3 min)	Almacenamiento (5 min)
H2 - Puré	1 (5 min)	2 (5 min)	3 (8 min)	Espera (15 min)	5 (4 min)	6 (4 min)			
Horno		Precalentado del Horno (11 min)		Cocción (12 min)					
Hornalla		Calentado de agua			Hervor de papas (15 min)				

TC = 49 min

Nota. Se incluye una copia de esta imagen con mayor tamaño en el anexo.

“H1 - Suprema”: Cocinero encargado del proceso de cocción de la suprema.

“H2 - Puro”: Cocinero encargado del proceso de cocción del puré.

Se estima un tiempo de ciclo de 49 minutos. Este proceso, podría pensarse como un proceso de fabricación por lotes de 60 viandas / horno. Es decir, en aproximadamente 49 minutos, se producen 60 viandas listas para ser despachadas.

Teniendo en cuenta estos valores, se infiere que se produce una vianda cada 0,81 minutos. Es decir, 1,23 viandas/minuto. Estos valores se obtuvieron suponiendo que se trabaja con un único horno.

A continuación, se procederá a estimar el cálculo de la capacidad instalada suponiendo que se utilizan los 3 hornos con los que cuenta la cocina.

4.3 Cálculo de la capacidad instalada

El objetivo de esta sección es, en primer lugar, estimar la producción máxima posible de viandas representativas en una mañana teniendo en cuenta el proceso descrito anteriormente.

Luego, se realizará la misma estimación de capacidad para la producción de platos para eventos, teniendo en cuenta que la preparación de platos para eventos se lleva a cabo durante la tarde.

Para calcular la capacidad de producción de viandas durante la mañana, se tiene en cuenta que la cocina central dispone de 3 hornos y 6 hornallas. Dado que un horno tiene una capacidad máxima de 60 supremas y que una olla tiene capacidad para hervir 20 kg de papa (60 porciones de puré), se concluye que el limitante del proceso es la cantidad de hornos.

Según se relevó en las diferentes visitas a la Empresa, se identificaron las siguientes causas de incidencias o paradas no planificadas:

1. En primer lugar, según fuentes de la Empresa, produce un promedio aproximado de 1 corte de luz cada dos meses. Considerando que la Empresa cuenta con un grupo electrógeno que inicia su servicio luego de 30 segundos de haberse cortado el suministro energético, se estima entonces un tiempo perdido de 15 segundos por mes. Por lo tanto, si se prorratea este tiempo a los 22 días de trabajo por mes, se obtiene que se pierden 0,68 segundos por día. Dado el poco impacto de este tiempo en el proceso, se decidió considerarlo despreciable para el cálculo.
2. Por otro lado, también fueron consideradas paradas no planificadas originadas por accidentes laborales, fallas en equipamiento y / o herramientas, fallos de gestión (ej: errores en las comandas). Sin embargo, dado que no se cuenta con registros ni datos referidos a estas paradas, se decidió por desestimar su efecto en el cálculo de la capacidad.

Por lo tanto, la capacidad máxima o instalada para la producción de viandas en un período de 4 horas durante la mañana, utilizando los 3 hornos disponibles, se estima en 180 viandas cada 49 minutos. Es decir, en 4 horas, se pueden producir aproximadamente 881 viandas.

Si bien se lleva a cabo un programa de mantenimiento del equipamiento de la cocina, este mantenimiento se realiza en horarios no productivos. Por lo tanto, no es considerado dentro del cálculo de la capacidad.

En cuanto a la capacidad de producción de platos para eventos durante la tarde, se utilizan como referencia los mismos tiempos del proceso anterior. Teniendo en cuenta que se destinan aproximadamente 45 minutos por tarde a tareas de limpieza general de la cocina, se calcula un tiempo disponible para cocinar de 2,25 horas. Se estima entonces una capacidad de 495 platos por tarde o de 2475 platos por semana (considerando una semana hábil de lunes a viernes).

5. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD REQUERIDA

Esta etapa del proyecto se concentra en alinear los hallazgos de demanda con las capacidades operativas de la cocina central, identificando especialmente aquellos meses donde cada unidad de negocio experimenta su pico de demanda. El objetivo es dilucidar cómo estas demandas pico se superponen y, por ende, presionan las capacidades productivas existentes.

Se identificarán los momentos críticos en los que la demanda por platos se maximiza, permitiendo así estimar el volumen máximo de pedidos para los cuales la cocina debe estar preparada para satisfacer, en un día determinado.

Con esta estimación, buscamos definir la capacidad requerida que permita a la empresa cumplir con las necesidades de sus clientes de manera eficaz, sin sacrificar la calidad del servicio. Este análisis será fundamental para luego realizar una comparación entre la capacidad requerida y la capacidad real estimada previamente.

Para profundizar en nuestra evaluación de la capacidad requerida, se dividirá el análisis en dos segmentos distintos, correspondientes a las necesidades específicas de las unidades de negocio de viandas y comedores, y de eventos, respectivamente. Esta distinción es crucial, dada la organización operativa de la cocina central, donde se dedican las mañanas a la preparación de platos para viandas y comedores, y las tardes están reservadas para la elaboración de platos destinados a eventos.

El objetivo será cuantificar la máxima cantidad de platos que es posible preparar en una jornada matutina para satisfacer las demandas de viandas y comedores, y de manera similar, determinar el límite de producción para los eventos en la sesión vespertina. Este enfoque permitirá no solo entender las capacidades máximas de producción de la cocina en diferentes momentos del día, sino también identificar si existen desafíos particulares o limitaciones que podrían afectar la capacidad de la empresa para cumplir con picos de demanda simultáneos en ambas unidades de negocio.

Al segmentar el análisis de esta manera, se busca proporcionar una visión clara y detallada de cómo las operaciones diarias pueden ser optimizadas para mejorar la eficiencia y garantizar que la cocina central esté plenamente capacitada para responder a las variaciones estacionales en la demanda, manteniendo siempre un alto estándar de calidad en el servicio ofrecido.

5.1 Capacidad requerida - Viandas y Comedores

El estudio de la capacidad requerida para atender la demanda en períodos pico de las unidades de negocio de viandas y comedores se realiza analizando los datos obtenidos durante el año 2023, ya que fue el único período en que estas dos unidades de negocio funcionaron en simultáneo. Cabe recordar que el negocio de fabricación de viandas a domicilio comenzó a finales de 2022 y se consolidó durante todo el 2023. En cuanto a los comedores, con uno de ellos se comenzó a trabajar durante 2020 y con el otro en enero de 2022. La elección de estudiar simultáneamente tanto viandas como comedores se debe a que la empresa ofrece los mismos platos/menús en las dos unidades de negocio en el mismo día. Esta sincronización contribuye a mitigar la variabilidad de la producción, optimizando los procesos y recursos.

Conocer dicho nivel máximo de demanda será necesario para determinar qué capacidad hace falta de la cocina central para hacerle frente. Se necesita determinar cuál es el requerimiento de

producción de platos para el mayor nivel de demanda del año. Esto ayudará a administrar eficientemente los recursos disponibles de la cocina central durante el período.

Los valores utilizados de la demanda se definen como el número de platos producidos en una mañana de producción para viandas y comedores. En el análisis, se revisó el máximo valor registrado encontrando una cantidad de 841 platos servidos el día 16/9/2022. Sin embargo, dado que en septiembre de 2022 la unidad de negocio de viandas no estaba operativa, se optó por buscar un máximo histórico en una fecha para la cual coexistan ambas unidades de negocio. Dicho máximo, se produjo el 14 de septiembre de 2023. Se registraron 271 viandas vendidas y 476 platos servidos en los comedores en conjunto, sumando así un total de 747 platos servidos el mismo día.

Considerando las fluctuaciones y posibles incrementos en la demanda, se determina prudente incorporar un margen de seguridad o de sobredimensionamiento a la capacidad de la cocina central de un 20%. Por lo tanto, tomando como referencia el máximo histórico de platos servidos en un día, que fue de 747, el cálculo de la capacidad requerida de la cocina, con este margen adicional, resulta en una capacidad total de 896,4 platos. Sin embargo, para facilitar la operación y la planificación, se redondeará esta cifra a 900 platos.

5.2 Capacidad requerida - Eventos

Esta sección del análisis se enfocará exclusivamente en la capacidad requerida para atender los eventos, una de las unidades de negocio más dinámicas y desafiantes de la empresa. Dado el carácter único de los eventos, que pueden variar considerablemente en tamaño, complejidad y requisitos de servicio, es imperativo entender con precisión la capacidad necesaria para cumplir con estas demandas específicas. Particularmente, se analizará el nivel de producción máximo posible durante los horarios de tarde, período en el cual la cocina central destina sus esfuerzos a la preparación de platos especialmente destinados para eventos.

La idea central del análisis de la capacidad requerida para eventos consiste en cuantificar la cantidad de platos que la cocina central debe estar preparada para producir a lo largo de las tardes de los días hábiles y las mañanas de los días sábados, en preparación para los eventos que mayormente tienen lugar durante los fines de semana. Este enfoque se centra en analizar la acumulación semanal de la cantidad de platos servidos, permitiendo identificar cuáles han sido las semanas de mayor demanda de platos. Al hacerlo, se busca identificar los picos de producción semanal que pueden ayudar a definir la capacidad requerida. Este entendimiento será crucial para planificar de manera efectiva el uso de recursos, el tiempo de preparación y la distribución del personal, garantizando que la cocina pueda cumplir con las necesidades de producción en momentos de alta demanda.

Teniendo en cuenta el pronóstico de ventas para el año 2024, realizado en la sección 3.4, se determinará y analizará el nivel de producción semanal máximo, identificando aquellos que representan el nivel de demanda más alto al que debe responder la cocina central. Este enfoque permite no solo comprender los requerimientos extremos de producción, sino también planificar de manera eficiente los recursos, el personal y los procesos necesarios para satisfacer esta demanda.

Según el pronóstico, el mes de noviembre de 2024 será el de mayor nivel de ventas, impactando en una alta actividad para la cocina central. Como se indica en la sección 3.4, el nivel semanal de producción del mes de noviembre de 2024 se estima en 1032 platos. Cabe destacar que los niveles de producción previos a la pandemia eran muy superiores a estos, llegando a casi

triplicarse. Por ejemplo, antes de la pandemia se registraron las siguientes cantidades semanales:

- Semana del 11 al 16 de diciembre de 2017: Con un total de 2751 platos servidos, esta semana registró la mayor demanda desde que se tiene registro.
- Semana del 23 al 29 de noviembre de 2015: Durante esta semana se sirvieron 2633 platos, marcando el segundo pico más alto en nuestra revisión histórica.

Aunque la búsqueda de oportunidades de optimización y la mejora de la eficiencia operativa son aspectos importantes, el objetivo central es asegurar que la capacidad de producción de la cocina esté alineada con las exigencias del mercado, permitiendo a la empresa mantener su compromiso con la calidad y la excelencia en el servicio de eventos.

Teniendo en cuenta los datos históricos y los picos de demanda registrados, hemos establecido que la cocina central debería tener la capacidad de producir hasta 1300 platos para eventos a lo largo de la semana. Esta cifra se ha determinado a partir de la demanda máxima observada en el pronóstico, añadiendo un margen que considera posibles incrementos futuros y la necesidad de flexibilidad operativa. Este margen de capacidad adicional es esencial no solo para manejar adecuadamente los eventos ya conocidos, sino también para acomodar nuevos clientes y eventos que pueden surgir con poco aviso, asegurando que la empresa pueda responder sin demora ni disminución en la calidad del servicio.

La decisión de fijar la capacidad requerida en 1300 platos semanalmente también se alinea con la estrategia de crecimiento y expansión de la empresa, permitiendo absorber un aumento en la demanda sin necesidad de ajustes drásticos en la operativa o la infraestructura existente.

5.3 Comparación entre capacidad instalada y requerida

Luego de realizar un estudio y análisis exhaustivo de la capacidad instalada y requerida de la cocina central, se procede a realizar una comparación de los resultados obtenidos y las conclusiones pertinentes. A continuación, se resumen las métricas obtenidas hasta el momento.

Tabla 4

Capacidad, medida en cantidad de platos diarios, de cada una de las unidades de negocio

Unidad de Negocio	Capacidad Instalada	Capacidad Requerida
Viandas y Comedores	881 viandas / día	900 viandas / día
Eventos	2475 platos / semana	1300 platos / semana

Nota: en este caso, tanto las viandas como los platos son representados por el mismo menú representativo mencionado en secciones anteriores.

En el caso de viandas y comedores se observa, según las estimaciones de este estudio, que la capacidad instalada y requerida son similares. Este resultado puede interpretarse como algo positivo en cierto sentido ya que la capacidad instalada actual permite responder a la producción requerida sin tener capacidad ociosa, reflejando un equilibrio entre los recursos disponibles y las necesidades. Sin embargo, esto también sugiere que, aunque se está maximizando el uso de

las instalaciones, cualquier incremento en la demanda (ya sea por nuevos contratos con comedores o incrementos de ventas de viandas) podría requerir una expansión o una optimización de procesos para evitar déficits.

En cuanto a los eventos, se puede concluir que los recursos disponibles superan ampliamente a los necesarios, lo cual indica una capacidad ociosa considerable. Este excedente ofrece una oportunidad estratégica para que la empresa explore nuevos mercados o para intentar aumentar el volumen de negocios en eventos sin necesidad de inversión adicional en capacidad. Sin embargo, también representa un desperdicio considerable de recursos y, por lo tanto, una oportunidad de ahorro.

6. CAPACIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE VIANDAS Y COMEDORES

Luego de haber realizado un estudio sobre la capacidad de producción de la cocina central, esta sección se centrará en analizar y determinar la capacidad de distribución que posee la empresa para entregar la producción destinada a viandas y comedores en tiempo y forma.

Dado que los eventos se realizan en su mayoría durante el fin de semana, estos no requieren de un trabajo de coordinación logística tan complejo, como en el caso de las viandas y comedores. También se tiene en cuenta que, en la mayoría de los casos, la Empresa dispone de todos los rodados para transportar la producción necesaria y que los eventos son realizados en salones que cuentan con el equipamiento necesario para almacenar los alimentos de forma adecuada. Esto permite que el transporte pueda hacerse en un horario flexible, el día del evento.

6.1 Rodados disponibles

La Empresa cuenta con 3 rodados para realizar el reparto y distribución de todo el alimento que produce. Los rodados han sido adquiridos conforme el volumen de ventas aumentaba y la situación lo demandaba. La Empresa posee dos camiones iguales (misma marca y modelo) y una furgoneta. Además, cabe destacar que los días de alta demanda tercerizan el servicio de cadetería para poder cumplir con la entrega de los pedidos que poseen en tiempo y forma.

A continuación, se mostrarán las características principales de cada uno de los rodados, acompañados con el dato de cantidad de viandas que pueden ser transportadas en el mismo. Es importante mencionar que para transportar el alimento se utilizan racks que poseen bandejas apilables. Estos racks de 70x50x150 cm, tienen capacidad para transportar 70 viandas cada uno.

Figura 23

Imagen representativa del rack móvil



Descripción de rodados:

Camión Isuzu NPR 75:

- Cuenta con una caja trasera con 12 m³ (300x200x200 cm) de volumen.
- Puede transportar hasta 8 racks.
- Cantidad que posee la empresa: 2.

Furgoneta Toyota HIACE L2H2:

- Cuenta con un espacio de transporte de 9,3 m³ (356x127x165 cm) de volumen.
- Puede transportar hasta 6 racks.
- Cantidad que posee la empresa: 1.

Moto tipo de cadetería:

- Puede transportar hasta 8 viandas en un mismo viaje.

6.2 Capacidad de Distribución - Comedores Industriales

Según se presentó en la sección 2, la empresa actualmente sirve viandas en dos comedores industriales. El primero se ubica en Ovidio Lagos 7100 y se alimentan alrededor de 350 personas en promedio por día. El segundo, se encuentra en la Ruta AO12 KM 2,85, Pueblo Esther y se alimentan 130 personas en promedio por día.

La empresa utiliza los camiones para transportar el alimento a ambos comedores. Ambos camiones se cargan e inician su viaje al mismo tiempo, alrededor de las 11:00 AM. Cada camión se dirige hacia un comedor diferente.

Cada camión es capaz de transportar un máximo de 8 racks, es decir, alrededor de 560 viandas por viaje. De acuerdo a lo expuesto en la sección 3.2, se observa que para el primer comedor, el máximo histórico registrado de viandas consumidas en un día ha sido de 400, mientras que para el comedor 2, el máximo registrado fue de 155 viandas. Por lo tanto, la capacidad de distribución destinada a comedores no representa un limitante para las condiciones de operaciones actuales.

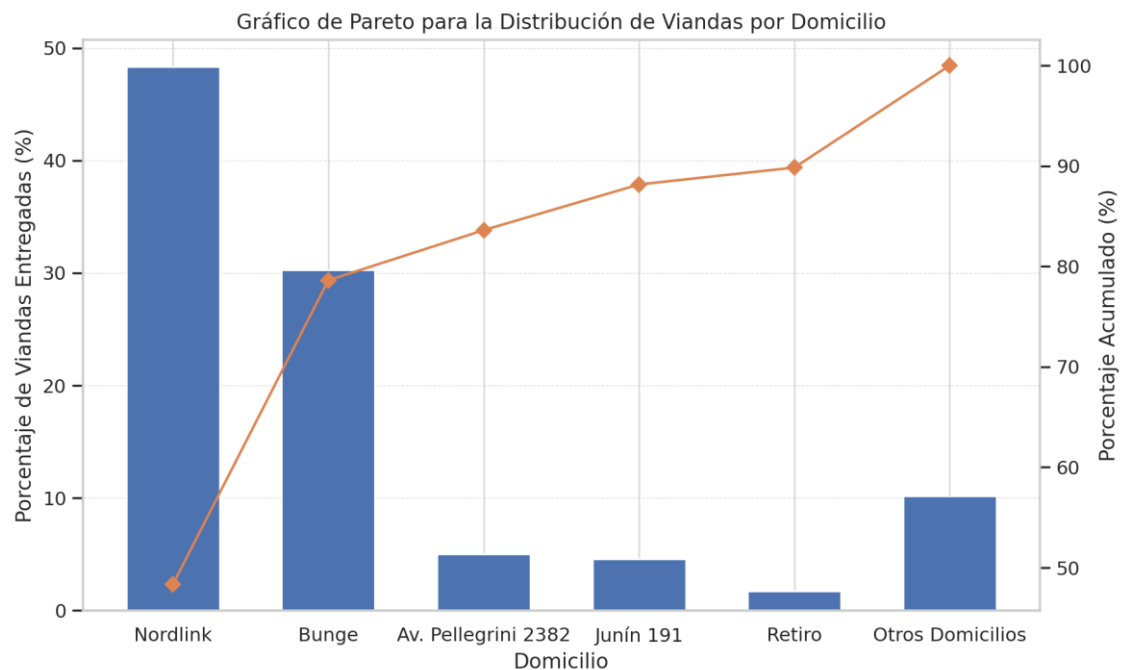
6.3 Capacidad de Distribución - Viandas

A continuación, se realiza un diagrama de Pareto para analizar la distribución de las viandas con respecto a cada domicilio. Se decidió representar en el gráfico los 5 principales domicilios que encargan los pedidos y agrupar al resto de los domicilios en la categoría “Otros Domicilios”. Además, dado que la empresa ofrece la posibilidad de retirar las viandas por la cocina central, se decidió representar estos casos en el gráfico usando la categoría “Retiro”.

Otro aspecto a tener en cuenta es que el cliente “Bunge” se encuentra ubicado en un edificio de oficinas llamado Nordlink, donde también se encuentran otras empresas clientes de Marshall. Se decidió hacer esta diferenciación debido a que Bunge, en comparación con otros clientes, demanda una cantidad considerablemente mayor de viandas.

Figura 24

Gráfico de Pareto de la Distribución de Viandas por Domicilio



El gráfico indica que aproximadamente el 80% de las viandas son encargadas por clientes ubicados en el edificio de oficinas Nordlink. También, se puede observar que aproximadamente el 18% se distribuye en otros domicilios y el 2% restante es retirado en la cocina central.

La empresa realiza la distribución de las viandas en dos horarios distintos. Comienza su distribución a las 12:15 y el segundo viaje se inicia a las 13:00. Por lo general, en el primer turno de reparto, se transportan las viandas utilizando la furgoneta de la empresa hacia la zona de Puerto Norte (Nordlink, Bunge y Junín 191). Luego, en el segundo turno, se realiza el reparto hacia los domicilios restantes con la misma furgoneta.

De acuerdo con lo presentado en la sección 3.1, se observa que la cantidad máxima histórica registrada de viandas distribuidas por día es de 270 viandas. Se decidió tomar este máximo como referencia, con el fin de analizar la capacidad de distribución ante grandes niveles de demanda.

Teniendo en cuenta que la empresa cuenta con una sola furgoneta destinada a realizar la distribución de viandas, y que dicho rodado es capaz de transportar hasta 420 viandas por viaje, se concluye que la capacidad de distribución de viandas no representa una limitante para la situación actual de la empresa. De hecho, existe una cierta capacidad ociosa para este recurso.

6.4 Conclusiones sobre la Capacidad de Distribución

La capacidad de los rodados para transportar significativas cantidades de viandas, excediendo las demandas máximas registradas hasta la fecha, refleja no solo una ventaja competitiva en términos de capacidad de entrega, sino también un potencial para ampliar el alcance de los servicios ofrecidos sin comprometer la calidad ni la puntualidad. Específicamente, el hecho de

que la distribución de viandas cuente con capacidad ociosa, sugiere que la empresa está bien posicionada para afrontar un aumento en la demanda o expandir su cartera de clientes en esta unidad de negocio.

Aunque la empresa muestra una capacidad de distribución robusta y eficiente para atender las demandas actuales de los comedores industriales, la posible adquisición de un nuevo contrato con otro comedor podría representar un desafío logístico. La flota actual, aunque adecuada para las operaciones actuales, podría enfrentarse a limitaciones para cumplir con las necesidades adicionales de distribución de manera efectiva. Ante tal escenario, sería imperativo realizar un análisis detallado para determinar la viabilidad de incorporar un nuevo camión a la flota, considerando no solo el aumento en la capacidad de transporte sino también la optimización de las rutas de distribución existentes. Este análisis debería evaluar minuciosamente si la inversión en un nuevo vehículo se justifica frente a la reorganización de las rutas actuales, de manera que se puedan abastecer todos los comedores sin comprometer la puntualidad ni la calidad del servicio. Tal decisión requeriría un balance cuidadoso entre los costos operativos adicionales y los beneficios de atender un mercado más amplio, asegurando que la expansión contribuya positivamente a la sustentabilidad y crecimiento de la empresa.

Otra factor que debería analizarse antes de llevar a cabo una inversión en un nuevo rodado, sería el estudio de una posible optimización de la disposición y organización de las viandas dentro del transporte. Esto permitiría potencialmente aumentar la cantidad de viandas que pueden ser transportadas en un viaje y se podría reconsiderar la necesidad de adquirir un nuevo rodado.

Por último, también debería tenerse en cuenta que, según el decreto 978/11 de la Provincia de Santa Fé, todo vehículo que transporte sustancias alimenticias deberá estar habilitado por la provincia de Santa Fe a través de la Agencia Santafesina de Seguridad Alimentaria (ASSAI). El rodado debería contar con el Modelo de Oblea de Unidad de Transporte de Alimentos que acredite legalmente la habilitación de la Unidad de Transporte de Alimentos (UTA).

7. RECOMENDACIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA

A continuación, se presenta un listado de recomendaciones y posibles mejoras pensadas en función de toda la información relevada a lo largo de este proyecto.

- Aprovechamiento estratégico de la capacidad ociosa en horarios de la tarde. Sabiendo que durante la tarde se cuenta con una mayor disponibilidad horaria, se propone utilizar dichas horas para adelantar producción o cocinar alimento para otros establecimientos (restaurantes). Con esta propuesta se busca aumentar la eficiencia de los recursos utilizados, disminuyendo la capacidad ociosa de la cocina central.
- Registro de datos y uso de sistema de gestión Melba. Se propone establecer una cultura de datos, que permita a la empresa tomar decisiones fundamentadas en datos que impacten positivamente en el negocio.
- Tercerización de la distribución de viandas. Con el objetivo de incrementar la capacidad de distribución de la empresa, se propone analizar la alternativa de tercerizar el envío de viandas.

7.1 Aprovechamiento estratégico de la capacidad ociosa en horarios de la tarde

Según se presentó en la sección 5.3, la comparación entre la capacidad instalada y la requerida en la cocina central revela dos escenarios distintos para las unidades de negocio de viandas, comedores y eventos. Mientras que la producción de viandas opera casi al límite de su capacidad, la unidad de eventos muestra una capacidad ociosa significativa. Este excedente en la capacidad de eventos ofrece una oportunidad para la optimización de recursos y la expansión de operaciones sin necesidad de inversión adicional en infraestructura.

Se presentan las siguientes alternativas para el aprovechamiento de la capacidad ociosa:

- Adelanto de Producción de Viandas:
Podrían utilizarse las horas de capacidad ociosa para adelantar la producción de viandas, especialmente en periodos de alta demanda. Esto no sólo optimizará el uso de los recursos disponibles, sino que también podría mejorar la capacidad de respuesta ante incrementos inesperados en la demanda. Se tendrá que analizar qué alimento puede ser producido con cierto tiempo de anticipación para garantizar que cumpla las normativas de higiene y seguridad y bromatología.
- Producción de alimentos para restaurantes:
Considerando la experiencia y la capacidad instalada existente, se podría utilizar la capacidad ociosa para producir alimentos preparados de alta calidad para restaurantes. Este mercado adicional no solo permite la generación de ingresos adicionales sino que también ofrece una oportunidad para adentrarse en un nuevo mercado.

7.2 Registro de datos y uso de sistema de gestión Melba

Registrar datos en cualquier negocio es fundamental para entender y mejorar las operaciones de una empresa. Este proceso implica recopilar información sobre diversas actividades, desde la cantidad de materias primas utilizadas hasta el tiempo empleado en cada etapa del proceso de producción. La importancia radica en que proporciona una visión detallada y objetiva de cómo funciona la cocina central y la empresa, permitiendo identificar áreas de oportunidad y tomar decisiones fundamentadas.

Existen varias alternativas para registrar datos en una cocina central. Una opción es utilizar sistemas de gestión de la producción especialmente diseñados para la industria alimentaria, que pueden capturar datos en tiempo real sobre tiempos de preparación, rendimiento de los equipos, consumo de materias primas, niveles de inventario, entre otros. Esta implementación de softwares podría representar un costo elevado para la empresa, pero, sin duda, es una inversión a largo plazo que representaría un ahorro de costos. Otra alternativa es implementar registros manuales, donde el personal anota información relevante durante el proceso de producción, aunque este enfoque puede ser más propenso a errores y menos eficiente. Algunos de estos softwares con los que se pueden trabajar son:

- Melba ERP.
Capacidades del software:
 - Nivel de inventario de materia prima y producto terminado.
 - Registros de temperaturas alcanzadas en la cocina y su equipamiento (siempre que este equipamiento lo permita).
 - Planificación de la producción.
 - Planificación de auditorías de higiene y seguridad.
- Posist ERP:
Capacidades del software:
 - Gestión de inventario.
 - Gestión de distribución de alimento.
 - Armado de staff de trabajo para eventos especiales.
- Diseño de un formulario de ingreso y almacenamiento de datos utilizando Microsoft Access para su posterior análisis y cálculo de indicadores clave con alguna herramienta de visualización como Microsoft Power BI o Tableau.

Se recomienda trabajar con Melba ya que, habiendo analizado cada uno de los softwares presentados, es el que más funciones tiene y se adaptan mejor a la empresa, además de ser el que tiene mejor relación calidad-precio.

Las ventajas de registrar datos en una cocina central son muchas. En primer lugar, el registro correcto de datos de forma estructurada facilitaría el cálculo y análisis tanto de la capacidad instalada como la requerida ya que se contaría con un mayor detalle de los tiempos de producción y de las cantidades producidas. Además, proporcionaría una base de datos sólida que permitiría realizar análisis detallados sobre el rendimiento y la eficiencia de las operaciones. Esto, a su vez, aumentaría en gran medida la fiabilidad del cálculo de la capacidad de la cocina central.

En términos de KPIs (Indicadores Clave de Rendimiento) que se pueden analizar, algunos ejemplos incluyen el rendimiento de la mano de obra, el rendimiento de la maquinaria, el nivel de desperdicio de alimentos, etc. Estos KPIs proporcionan una medida objetiva del desempeño de la cocina central y ayudan a identificar áreas donde se pueden realizar mejoras.

7.3 Tercerización de la distribución de viandas

Luego de haber analizado las operaciones actuales, se plantea la opción de tercerizar la distribución de viandas a clientes finales. Según se mencionó en la sección 5 de este trabajo, la empresa realiza el servicio de entrega utilizando una furgoneta. Sin embargo, se cree que externalizar esta función a una empresa especializada en entrega a domicilio podría ofrecer una serie de ventajas significativas.

Uno de los principales beneficios de tercerizar la distribución de viandas radica en la optimización de recursos. Al utilizar motocicletas para la entrega, se reducen los costos operativos asociados con el mantenimiento y combustible de una furgoneta, así como los gastos de personal dedicado exclusivamente a este fin. Además, al evitar la necesidad de realizar múltiples viajes entre la cocina central y los domicilios de los clientes, se optimiza el tiempo y se aumenta la eficiencia de la entrega.

Otro aspecto a considerar es la flexibilidad y escalabilidad que ofrece la tercerización. Al confiar en una empresa especializada, la empresa podrá adaptarse fácilmente a fluctuaciones en la demanda sin incurrir en costos adicionales fijos. Esto le permite gestionar picos de pedidos de manera más eficiente, garantizando la satisfacción del cliente y manteniendo la calidad del servicio.

Además, externalizar la distribución le permitiría concentrarse en su área central de competencia: la producción de alimentos. Al liberar recursos y tiempo que actualmente dedica a la logística de entrega, pueden enfocarse en mejorar y expandir su oferta gastronómica, así como en implementar medidas de control de calidad más rigurosas en los procesos de producción.

La tercerización de la distribución para la unidad de negocios de viandas posibilitará destinar el uso de la furgoneta a un nuevo comedor industrial con el que se tenga contrato. Esto permitirá que el negocio se expanda, generando una nueva fuente de ingresos para la empresa. Habría que analizar si las ganancias de atender a un nuevo comedor industrial, solventa los costos de tercerizar la distribución de viandas.

Sin embargo, es importante considerar también algunos posibles inconvenientes asociados con esta propuesta. La tercerización implica confiar en un tercero para una parte crítica de la cadena de suministro, lo que podría generar preocupaciones en cuanto a la consistencia y calidad de las entregas. Es fundamental seleccionar cuidadosamente al proveedor externo y establecer protocolos claros de comunicación y supervisión para garantizar que se cumplan los estándares de calidad de la empresa.

Además, al tercerizar la entrega, la empresa pierde cierto control sobre el proceso y la interacción directa con los clientes finales. Es importante asegurarse de que el servicio ofrecido por el proveedor externo cumpla los estándares de calidad, para preservar la confianza y lealtad de los clientes.

En conclusión, la tercerización de la distribución de viandas ofrece una serie de ventajas potenciales en términos de eficiencia operativa, flexibilidad y enfoque en el área central de competencia de la empresa. Sin embargo, es crucial evaluar cuidadosamente los posibles riesgos y establecer mecanismos de control y supervisión para garantizar que esta decisión contribuya de manera positiva al negocio.

7.4 Otras Recomendaciones

A continuación, se presentan otras alternativas de mejora que si bien no tienen una relación directa con la capacidad de la cocina central, se cree que tendrían un impacto positivo en la organización, aumentando su competitividad y posicionamiento en el mercado.

Establecimiento de una política de control de inventario de materia prima y de producto terminado

Con el fin de gestionar mejor el inventario existente y evitar faltantes de mercadería, se propone establecer una política de control del mismo permitiendo a la empresa gestionar mejor sus recursos. Esta política evitaría realizar el control en el momento de la producción. Esto es crucial para optimizar las operaciones de la cocina central de la empresa. Actualmente, controlar la materia prima justo antes de que ingrese en producción consume mucho tiempo, especialmente durante períodos de alta demanda. Esta práctica no solo retrasa el inicio de la producción, sino que también aumenta el riesgo de errores en el proceso, lo que puede afectar la calidad del producto final y la satisfacción del cliente.

Otro aspecto importante a considerar es el control de inventario de productos terminados. Es fundamental que la empresa se asegure de que exista una política clara y eficiente para el seguimiento de las viandas listas para ser enviadas al cliente o los platos preparados para eventos. Esto permitiría mejorar la puntualidad de las entregas y aumentar la satisfacción del cliente. Se podría implementar un sistema de etiquetado de viandas, así como establecer procedimientos para la rotación de inventario y la gestión de caducidades.

Implementación de un programa de capacitación para los empleados

Se recomienda desarrollar un plan de capacitación integral que abarque no solo inducción, si no también, aspectos en seguridad y desarrollo profesional de los empleados. Podría mejorar sustancialmente tanto la calidad del producto como la eficiencia operativa. Este programa se podría centrar en tres ejes principales:

1. La inducción de los empleados al momento de ingresar a la empresa. Debería diseñarse como un proceso pensado para brindar a los nuevos empleados una comprensión profunda y completa de la organización y su funcionamiento.
2. La adopción de las mejores prácticas de cocina con el fin de garantizar la calidad de los platos.
3. La implementación de medidas rigurosas de higiene y seguridad para asegurar un entorno de trabajo óptimo y cumplir con las normativas sanitarias vigentes.

Lanzamiento de una línea de kits para cocinar en casa

Se propone analizar la apertura de una nueva unidad de negocio que sea una fuente extra de ingresos y cuya producción se lleve a cabo en horas ociosas. Esta iniciativa podría basarse en la creciente demanda de soluciones de alimentación prácticas y saludables que permitan a los consumidores disfrutar de una experiencia culinaria de alta calidad en la comodidad de su hogar. Los productos podrían ser kits de comida y platos pre-preparados, caracterizados por su facilidad y rapidez de elaboración. Podría incluir:

1. Kits gourmet sellados al vacío: Ingredientes frescos y pre-cortados, marinados o precocidos, listos para ser cocinados. La técnica de sellado al vacío garantiza una mayor duración y preserva la calidad de los alimentos.
2. Platos listos para cocinar congelados: Alternativas congeladas que sólo requieren ser horneadas o calentadas, ideales para quienes buscan conveniencia sin sacrificar la calidad ni el sabor.
3. Líneas temáticas y especializadas: Se ofrecerán opciones que sigan tendencias de mercado, como kits saludables, veganos, platos étnicos, y opciones para días festivos o eventos especiales.

La apertura de esta nueva unidad de negocio no solo aprovecharía la capacidad ociosa, sino que también permitiría a la empresa entrar en un mercado en crecimiento, satisfaciendo las demandas contemporáneas de conveniencia y calidad. Esta iniciativa podría no solo mejorar la rentabilidad de la empresa sino también fortalecer su posición en el mercado.

8. CONCLUSIONES

En el transcurso de este proyecto, se ha llevado a cabo un relevamiento de la situación actual de la empresa, la metodología de trabajo y el funcionamiento de las distintas unidades de negocio. Se recopilieron datos de ventas históricas que fueron fundamentales para llevar a cabo un análisis que, a su vez, permitió obtener una estimación de la capacidad requerida. Este análisis proporcionó una visión integral de las tendencias y patrones estacionales que influyen en el comportamiento de la demanda en el contexto estudiado y logró una comprensión más profunda de los factores que la impulsan.

Además, para el caso de los eventos, fue posible llevar a cabo un pronóstico de las ventas utilizando el Método de Descomposición Aditiva que permitió reforzar la estimación de esta capacidad. El método utilizado para el cálculo del pronóstico ha demostrado ser altamente efectivo, especialmente en comparación con el Método de Holt Winters Aditivo. Los indicadores de desempeño evaluados, como el Error Medio (ME), el Error Cuadrático Medio (RMSE), el Error Absoluto Medio (MAE), entre otros, han mostrado consistentemente un mejor rendimiento para el Método de Descomposición Aditiva. Esto resalta la importancia de comprender y modelar adecuadamente la estacionalidad y la tendencia al realizar pronósticos de demanda.

El análisis de los residuos generados por el Método de Descomposición Aditiva ha sido fundamental para evaluar la calidad del ajuste del modelo a los datos. Las pruebas de hipótesis realizadas y detalladas en el anexo de este trabajo han proporcionado suficiente evidencia estadística de que estos residuos pueden considerarse Ruidos Blancos Gaussianos. Este hallazgo sugiere que el modelo captura de manera efectiva la estructura subyacente de los datos de demanda y no deja patrones significativos sin explicar.

Luego, tomando como referencia un plato representativo, se llevó a cabo un análisis del proceso de elaboración de dicho plato con el fin de obtener una estimación de la capacidad instalada. Esto dió lugar, naturalmente, a la comparación entre la capacidad requerida y la capacidad instalada estimada, permitiendo concluir que la capacidad instalada para la unidad de negocio de viandas y comedores podría verse afectada ante un leve incremento de la demanda, mientras que para el caso de la unidad de negocio de eventos, se cuenta con capacidad ociosa que puede ser aprovechada.

Además, se realizó un análisis sobre la capacidad de distribución con la que cuenta la empresa actualmente. El objetivo fue determinar si existe alguna restricción en este aspecto y si es posible afrontar las tareas de distribución ante un eventual aumento de la demanda. Se encontró que si bien se cuenta con suficientes recursos para el transporte de productos, la distribución podría verse limitada en caso de comenzar a trabajar con un nuevo comedor.

Por último, teniendo en cuenta toda la información relevada, se listaron y detallaron distintas sugerencias y oportunidades de mejora para la empresa con el fin de aumentar su productividad.

Se sugiere que este estudio sea replicado con otros productos, como distintos platos representativos, y que el proceso sea estandarizado para comparar las capacidades instaladas contra las requeridas en diferentes momentos. Esto implicaría utilizar el análisis de las ventas registradas y los pronósticos generados para ajustar adecuadamente la planificación de las operaciones.

En resumen, este proyecto no solo proporciona información valiosa sobre la demanda de un plato representativo en particular, sino que también establece un marco metodológico. Al replicar este estudio con otros platos y estandarizar el proceso de pronóstico de la demanda, la empresa puede mejorar su capacidad para anticipar y satisfacer las necesidades del mercado de manera eficiente y rentable.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Cátedra de Informática II de Ingeniería Industrial UNR, *Referencia sobre Lenguaje SQL*, Rosario, 2004.
2. Cátedra de Informática Aplicada de Ingeniería Industrial UNR, *Lenguaje SQL*, Rosario, 2017.
3. Hildebrand, D. y Ott, R. L., *Estadística Aplicada a la Administración y a la Economía*, México: Addison Wesley Longman, 1998.
4. Morán, Rogelio A., *Pronósticos de Demanda para la Planificación y Programación de la Producción y la Gestión de las Existencias*, Rosario, 2017.
5. Morán, Rogelio A., *Planificación de la Capacidad de Producción*, Rosario, 2001.
6. Morán, Rogelio A., *El Sistema de Planificación, Programación y Control de la Producción*, Rosario, 2011.
7. Morán, Rogelio A., *Administración de la Demanda*, Rosario, 2011.
8. Porter, Michael E., *Estrategia Competitiva*, Estados Unidos: Pirámide, 2009.

10. ANEXO

Anexo I) Desarrollo del pronóstico

Método de Descomposición Aditivo

Se utilizaron 14 parámetros en total: 12 índices estacionales y 2 de recta de tendencia.

Índices estacionales:

Tabla 5

Valor de los índices estacionales

Período	Índice
1	-1,112.58
2	-617.49
3	-123.64
4	325.51
5	-490.78
6	-576.26
7	-370.76
8	-121.89
9	-588.60
10	53.74
11	2,066.49
12	1,556.28

Recta de tendencia:

$$y = f(x) = 21.758 * x + 1,170.400$$

A continuación, se muestra la tabla usada para realizar el pronóstico con el Método de Descomposición Aditiva, utilizando Excel.

Tabla 6

Salida de Excel del pronóstico con el Método de Descomposición Aditivo

Período t	Año	Mes	DEMANDA Yt	Promedio Móvil		Estacionalidad		DEMANDA		Predicciones Ft= Tt + St	Errores et= Yt - Ft	Errores absolutos abs(et)	Error relativo (et/Yt)	Proporción del error (et/Yt)%	
				PM M=12 periodos	PMC 2 periodos	Aprox St Yt - PMC	Índice norm St	Desestacionalizada Yt - St	Tendencia Tt						
1	1	7	240				-370.76	610.764	1192.158	821.394	-581.39	581.39	2.42	242%	
2		8	322				-121.89	443.889	1213.916	1092.03	-770.03	770.03	2.39	239%	
3		9	79				-588.60	667.597	1235.674	647.08	-568.08	568.08	7.19	719%	
4		10	2048				53.74	1994.264	1257.432	1311.17	736.83	736.83	0.36	36%	
5		11	3272				2066.49	1205.514	1279.190	3345.68	-73.68	73.68	0.02	2%	
6		12	2935	1335.92			1556.28	1378.722	1300.948	2857.23	77.77	77.77	0.03	3%	
7		1	449	1420.50	1378.21	-929.21	-1112.58	1561.576	1322.706	210.13	238.87	238.87	0.53	53%	
8		2	1016	1517.67	1469.08	-453.08	-617.49	1633.493	1344.464	726.97	289.03	289.03	0.28	28%	
9		3	1423	1595.67	1556.67	-133.67	-123.64	1546.639	1366.222	1242.58	180.42	180.42	0.13	13%	
10		4	1936	1563.58	1579.63	356.38	325.51	1610.493	1387.980	1713.49	222.51	222.51	0.11	11%	
11		5	916	1599.00	1581.29	-665.29	-490.78	1406.785	1409.738	918.95	-2.95	2.95	0.00	0%	
12	2	6	1395	1619.17	1609.08	-214.08	-576.26	1971.264	1431.496	855.23	539.77	539.77	0.39	39%	
13		7	1255	1606.50	1612.83	-357.83	-370.76	1625.764	1453.254	1082.49	172.51	172.51	0.14	14%	
14		8	1488	1587.42	1596.96	-108.96	-121.89	1609.889	1475.012	1353.12	134.88	134.88	0.09	9%	
15		9	1015	1593.92	1590.67	-575.67	-588.60	1603.597	1496.770	908.17	106.83	106.83	0.11	11%	
16		10	1663	1598.75	1596.33	66.67	53.74	1609.264	1518.528	1572.26	90.74	90.74	0.05	5%	
17		11	3697	1636.42	1617.58	2079.42	2066.49	1630.514	1540.286	3606.77	90.23	90.23	0.02	2%	
18		12	3177	1579.17	1607.79	1569.21	1556.28	1620.722	1562.044	3118.32	58.68	58.68	0.02	2%	
19		1	297	1555.00	1567.08	-1270.08	-1112.58	1409.576	1583.802	471.23	-174.23	174.23	0.59	59%	
20		2	787	1531.08	1543.04	-756.04	-617.49	1404.493	1605.560	988.07	-201.07	201.07	0.26	26%	
21		3	1501	1646.42	1588.75	-87.75	-123.64	1624.639	1627.318	1503.68	-2.68	2.68	0.00	0%	
22		4	1994	1700.58	1673.50	320.50	325.51	1668.493	1649.076	1974.58	19.42	19.42	0.01	1%	
23	3	5	1368	1616.25	1658.42	-290.42	-490.78	1858.785	1670.834	1180.05	187.95	187.95	0.14	14%	
24		6	708	1624.92	1620.58	-912.58	-576.26	1284.264	1692.592	1116.33	-408.33	408.33	0.58	58%	
25		7	965				-370.76	1335.764	1714.350	1343.59	-378.59	378.59	0.39	39%	
26		8	1201				-121.89	1322.889	1736.108	1614.22	-413.22	413.22	0.34	34%	
27		9	2399				-588.60	2987.597	1757.866	1169.27	1229.73	1229.73	0.51	51%	
28		10	2313				53.74	2259.264	1779.624	1833.36	479.64	479.64	0.21	21%	
29		11	2685				2066.49	618.514	1801.382	3867.87	-1182.87	1182.87	0.44	44%	
30		12	3281				1556.28	1724.722	1823.140	3379.42	-98.42	98.42	0.03	3%	
31		1					-1112.58		1844.898	732.32					
32		2					-617.49		1866.656	1249.16					
33		3					-123.64		1888.414	1764.78					
34	4					325.51		1910.172	2235.68						
35	4	5				-490.78		1931.930	1441.15						
36		6				-576.26		1953.688	1377.42						
37		7				-370.76		1975.446	1604.68						
38		8				-121.89		1997.204	1875.32						
39		9				-588.60		2018.962	1430.36						
40		10				53.74		2040.720	2094.46						
41		11				2066.49		2062.478	4128.96						
42		12				1556.28		2084.236	3640.51						
										Error medio	EM=	0.00933			
										Error cuadrático medio	ECM=	204657.536			
										Raíz del error cuadrático medio	RMSE=	452.391			
										Desviación estándar	SDE=	460.12			
										Desviación absoluta media	MAD=	323.711			
										Error Porcentual Absoluto medio	MAPE (%)=	59.29%			

Pronóstico mediante HoltWinters Aditivo en RStudio:

Se presentan a continuación los indicadores de desempeño obtenidos del Método de HoltWinters aditivo.

Tabla 7

Valores de los indicadores de desempeño del Método Holt Winters aditivo

Tipo de Error	Valor Obtenido
ME	-81.28651
RMSE	502.3461
MAE	367.4765

MPE	-15.87433
MAPE	34.18514
MASE	0.6924807
ACF1	0.1396446

Se presenta a continuación la salida obtenida en RStudio para este método:

```
library(forecast)
> DefHWA<-hw(tsEventos21072312, seasonal="additive", initial = "simple")
> summary(DefHWA)
```

Forecast method: Holt-Winters' additive method

Model Information:
Holt-Winters' additive method

Call:
hw(y = tsEventos21072312, seasonal = "additive", initial = "simple")

Smoothing parameters:
alpha = 1e-04
beta = 1
gamma = 0.8984

Initial states:
l = 1335.9167
b = 20.2708
s = 59.0833 -419.9167 600.0833 87.0833 -319.9167 -886.9167
1599.083 1936.083 712.0833 -1256.917 -1013.917 -1095.917

sigma: 502.3461

Error measures:

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE
ACF1						
Training set	-81.28651	502.3461	367.4765	-15.87433	34.18514	0.6924807
	0.1396446					

Forecasts:

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
Jan 2024	579.3123	-64.4701	1223.095	-405.2679	1563.893
Feb 2024	1077.0992	166.5955	1987.603	-315.3960	2469.594
Mar 2024	1759.9409	182.9024	3336.979	-651.9314	4171.813
Apr 2024	2254.9922	-238.4931	4748.477	-1558.4644	6068.449
May 2024	1589.0123	-1995.5634	5173.588	-3893.1231	7071.148
Jun 2024	1044.7120	-3773.0784	5862.502	-6323.4626	8412.887
Jul 2024	1250.9422	-4924.1809	7426.065	-8193.0936	10694.978
Aug 2024	1485.0919	-6159.5936	9129.777	-10206.4456	13176.629
Sep 2024	2515.7515	-6702.0156	11733.519	-11581.6068	16613.110
Oct 2024	2517.6723	-8369.8939	13405.239	-14133.4233	19168.768
Nov 2024	3049.9600	-9598.5866	15698.507	-16294.3227	22394.243
Dec 2024	3534.5801	-10961.4898	18030.650	-18635.2457	25704.406
Jan 2025	818.8462	-15887.1393	17524.832	-24730.7539	26368.446

Feb 2025	1316.6331	-17368.5042	20001.770	-27259.8183	29893.084
Mar 2025	1999.4748	-18745.8660	22744.816	-29727.7860	33726.736
Apr 2025	2494.5261	-20388.2906	25377.343	-32501.7221	37490.774
May 2025	1828.5462	-23265.7893	26922.882	-36549.9280	40207.020
Jun 2025	1284.2459	-26092.8466	28661.338	-40585.4039	43153.896
Jul 2025	1490.4761	-28238.1426	31219.095	-43975.5226	46956.475
Aug 2025	1724.6258	-30422.0896	33871.341	-47439.5328	50888.784
Sep 2025	2755.2854	-31874.1204	37384.691	-50205.8204	55716.391
Oct 2025	2757.2062	-34417.6907	39932.103	-54096.8924	59611.305
Nov 2025	3289.4939	-36492.0582	43071.046	-57551.1398	64130.128
Dec 2025	3774.1140	-38673.7533	46221.981	-61144.2968	68692.525

Puede observarse que este método presentó un rendimiento inferior al Método de Descomposición Aditivo. Por ende, se decide continuar analizando los residuos para este último método.

Análisis de los residuos generados en el Método de Descomposición Aditiva

Un proceso $\{Y_t\}$ es un Ruido Blanco si es un Proceso Estacionario en el que la media constante es cero y las covarianzas son nulas para todo rezago mayor o igual que 1. Se supone Ruido Blanco, si se verifican las siguientes 3 condiciones:

- 1) $\mu_e = E(e_t) = 0 \quad \forall t$
- 2) $\sigma_e^2 = Var(e_t) = \gamma_0 \quad \forall t$
- 3) $\gamma_{t, t+k} = 0 \quad \forall t, k = \pm 1, \pm 2, \dots$

1) Prueba para la media de los residuos:

Se llevó a cabo una prueba t utilizando R Studio.

Se definieron las siguientes hipótesis:

$$H_0: \rho_1 = 0, \rho_2 = 0, \dots, \rho_m = 0$$
$$H_1: \text{Al menos un } \rho_k \neq 0 \quad (k = 1, 2, \dots, m)$$

A continuación se presenta la salida obtenida:

```
t.test(tsErrores)

data: tsErrores
t = 0.00010713, df = 29, p-value = 0.9999
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -171.8046 171.8226
sample estimates:
mean of x
 0.009
```

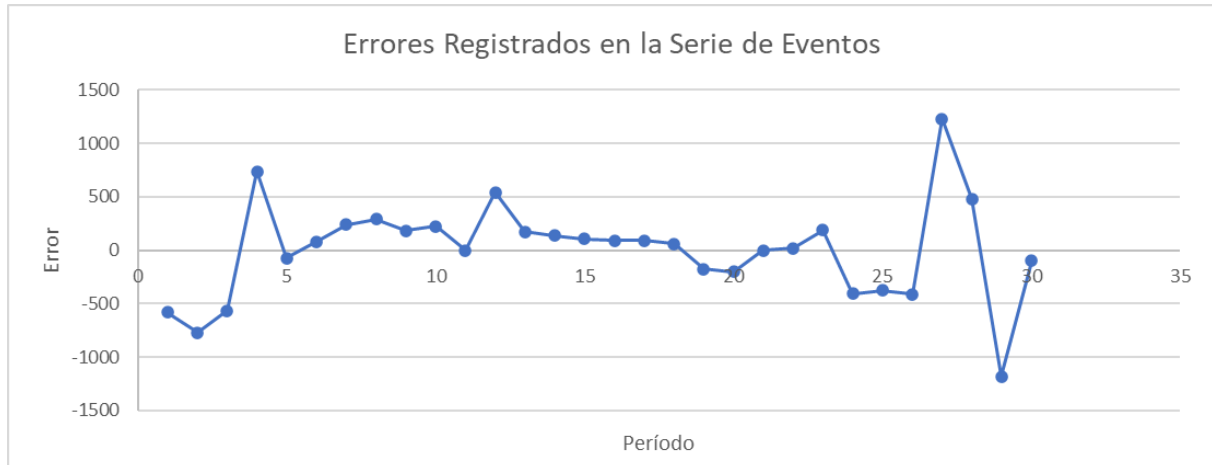
Dado que $p\text{-value} = 0,9999 \geq 0,05$, no se puede rechazar H_0 , por lo que no se descarta que la media de los residuos sea igual a cero al aplicar el Método de Descomposición Aditiva al conjunto de datos.

2) Prueba para la verificación de la varianza constante.

Se presenta a continuación un gráfico de la serie de los residuos obtenidos utilizando el Método de Descomposición Aditiva.

Figura 25

Gráfico de la evolución de la serie de Residuos



Según se observa en el gráfico, parecería que el valor de la varianza permanece constante a lo largo del tiempo.

3) Prueba para la autocorrelación conjunta:

Se plantean las siguientes hipótesis:

$$H_0: \gamma_{1, 1+k} = 0, \gamma_{2, 2+k} = 0, \dots, \gamma_{m, m+k} = 0$$
$$H_1: \text{Al menos un } \gamma_{t, t+k} \neq 0 \text{ (} k = \pm 1, \pm 2, \dots, m \text{)}$$

Se decidió llevar a cabo la prueba de Ljung Box en RStudio. Se presentan los comandos utilizados y las salidas obtenidas a continuación.

```
Box.test(tsErrores, type="Lj", fitdf=14, lag=17)
```

Box-Ljung test

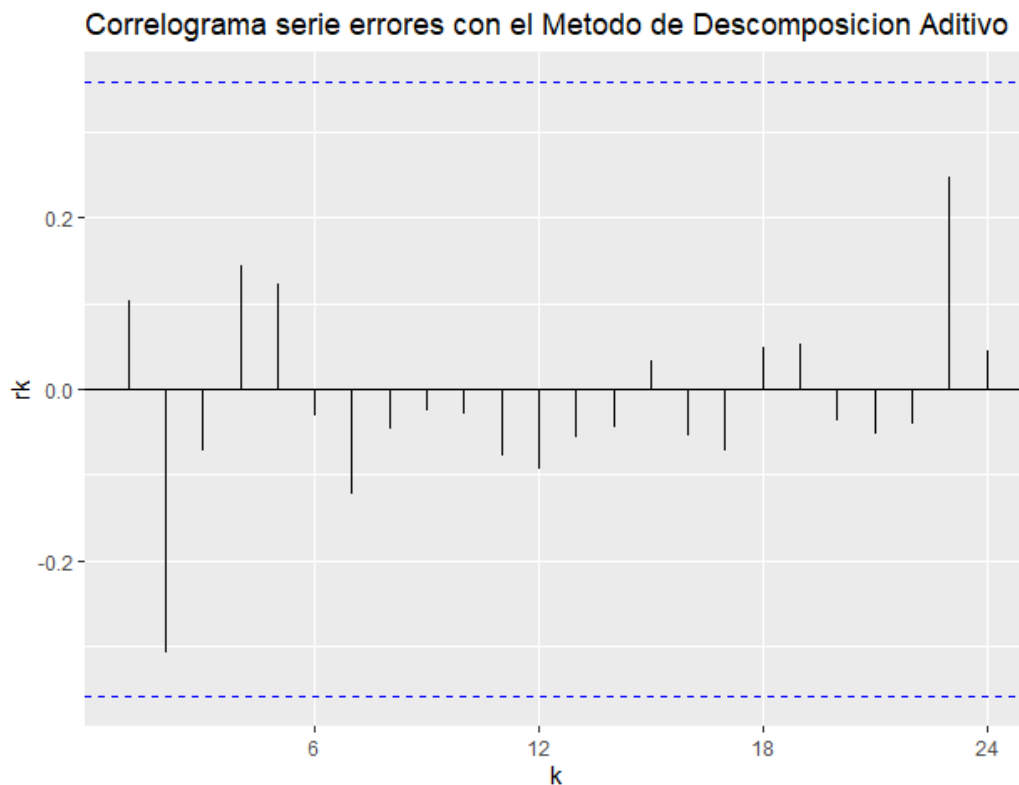
```
data: tsErrores  
X-squared = 7.7142, df = 3, p-value = 0.0523
```

Dado que $p\text{-value} = 0,0523 \geq 0,05$, no se puede rechazar H_0 , por lo que no se descarta que la autocorrelación entre los residuos sean todas iguales a cero al aplicar el Método de Descomposición Aditiva al conjunto dado.

Además, se realizó el correlograma de la serie de los errores para reforzar el resultado presentado en los renglones anteriores.

Figura 26

Correlograma para la serie de residuos según el Metodo de Descomposición Aditivo



Nota. Fuente: elaboración propia con RStudio

Se puede observar que en el correlograma ningún coeficiente de rezago supera los límites del intervalo de confianza. Esto indicaría que la covarianza es nula para todo rezago mayor o igual que 1.

Luego de la realización de estas pruebas, se concluye que la serie residual puede considerarse como un ruido blanco. Por último, se decidió además realizar una prueba de normalidad utilizando la prueba de Jarque Bera en RStudio.

Se plantean las siguientes hipótesis:

Ho) La serie presenta una distribución estadística normal.

Ha) La serie no presenta una distribución estadística normal.

A continuación se presentan los comandos y salidas obtenidas:

```
jarque.bera.test(tsErrores)
```

Jarque Bera Test

data: tsErrores

X-squared = 1.9683, df = 2, p-value = 0.3738

Dado que $p\text{-value} = 0,3738 \geq 0,05$, no se puede rechazar H_0 por lo que no se descarta que la distribución de los residuos de aplicar el Método de Descomposición Aditivo al conjunto de datos sea normal, al 5%.

Por lo tanto, puede concluirse que los residuos de la serie, al aplicar el Método Descomposición Aditiva, pueden considerarse ruidos blancos gaussianos.

Anexo II) Detalle de Rodados

Figura 27

Imagen representativa de la furgoneta



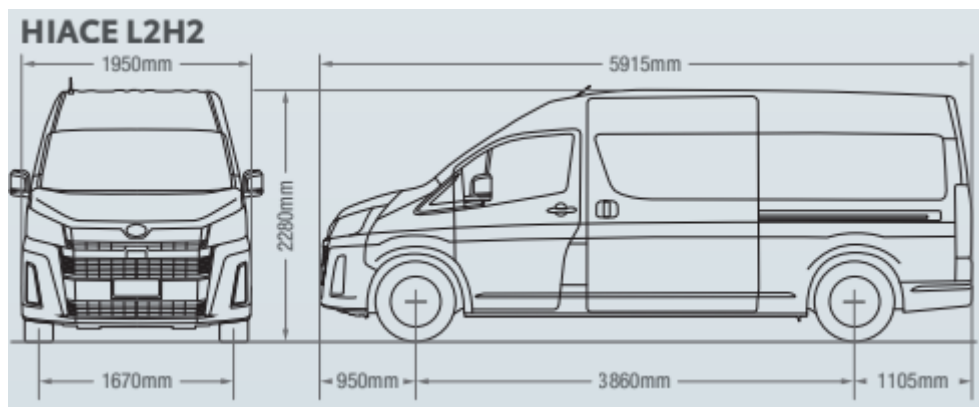
Figura 28

Imagen representativa del camión



Figura 29

Medidas del tamaño de la furgoneta



Nota. Fuente: <https://media.toyota.com.ar/b1cc96da-7e91-4d35-b641-bf80a3ba1881.pdf>

Figura 30

Detalles y dimensiones de la furgoneta

Dimensiones y pesos			
Total	Largo (mm)	5.265	5.915
	Ancho (mm)	1.950	
	Alto (mm)	1.990	2.280
Capacidad de carga (m³)		6,2	9,3
Espacio de carga	Largo (mm)	2.910	3.560
	Ancho entre pasaruedas (mm)	1.760 (1.268)	
	Alto (mm)	1.340	1.651
	Superficie de espacio de carga (m²)	3,7	4,5
Distancia entre ejes (mm)		3.210	3.860
Despeje mínimo del suelo (mm)		180	
Peso en orden de marcha (Min-Max) (kg)		2.130 - 2.185	2.305 - 2.345
Peso bruto total (kg)		3.300	3.500
Capacidad del tanque de combustible (l)		70	
Radio mínimo de giro (m)		6,0	6,9

Nota. Fuente: <https://media.toyota.com.ar/b1cc96da-7e91-4d35-b641-bf80a3ba1881.pdf>

