

Análisis Cuantitativo para la toma de decisiones en una PyMe

PUNTO NAPOLITANO

PIZZAS ESTILO NAPOLITANO

Emprendimiento entre dos amigos

Delsol Enrico Magaly, Frías Sebastián, Jurado Esteban
Luciano, Naessens Montanaro Ana Irina, Noriega Martin,
Parizzi Maria Giannella, Toledo Levalle Santiago Jorge,
Vazquez Benjamín



Contenido

Resumen.....	3
Introducción	4
Situación Problemática	4
Preguntas de Investigación	5
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6
Marco Metodológico.....	6
Marco Teórico	7
Programación lineal	8
Pronóstico	8
Herramientas a utilizar	9
Fuente y captura de datos	9
Aplicación	12
Pronóstico (series de tiempo)	12
Programación Lineal Continua	14
Recomendaciones	18
Conclusión	19
Bibliografía	20
Apéndice.....	20
Anexo	22
Anexo A. Base de Datos de Punto Napolitano	22



Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolló sobre Punto Napolitano, una pizzería ubicada en San Miguel de Tucumán que inició sus actividades en el año 2025 y que, en poco tiempo, logró una importante aceptación por parte de sus clientes. A medida que el negocio fue creciendo, surgió la necesidad de comprender mejor el comportamiento de sus ventas y contar con herramientas que permitieran planificar de manera más eficiente la producción y el abastecimiento de insumos.

Con este propósito, se analizaron los registros históricos de ventas correspondientes a los últimos ocho meses, utilizando un enfoque cuantitativo y alcance descriptivo. La información fue obtenida de las bases de datos de la empresa y organizada semanalmente para facilitar su estudio. A partir de estos datos, se aplicaron técnicas de pronóstico mediante modelos de series de tiempo con el objetivo de estimar la demanda futura de los principales productos comercializados: pizzas, pizzitas, sándwiches y calzones.

Los resultados mostraron que cada producto presenta un comportamiento de demanda diferente, por lo que fue necesario seleccionar el modelo de pronóstico más adecuado para cada caso mediante la comparación de errores de estimación. Esto permitió obtener proyecciones de ventas para el mes de junio y generar información útil para la planificación operativa de la empresa.

Posteriormente, los pronósticos obtenidos fueron incorporados al modelo de Programación Lineal Continua, cuyo objetivo fue determinar la combinación óptima de producción que maximiza la rentabilidad de la pizzería considerando sus restricciones de capacidad, disponibilidad de recursos e insumos. El análisis permitió identificar que la empresa posee capacidad operativa suficiente para responder a una mayor demanda y que el principal factor limitante para incrementar sus ganancias no se encuentra en la producción, sino en el nivel actual de ventas.

Finalmente, se elaboraron recomendaciones orientadas a mejorar la gestión del negocio, entre ellas la utilización de presupuestos de compras basados en datos, una mejor planificación durante períodos de baja actividad y la adopción de criterios objetivos para definir las cantidades a producir. En conjunto, el trabajo demuestra cómo las herramientas de análisis cuantitativo pueden contribuir a una toma de decisiones más eficiente, favoreciendo el crecimiento sostenible y la profesionalización de la gestión de una empresa familiar.

Palabras Clave: Ventas - Programación Lineal Continua - Pronósticos - Demanda



Introducción

El sector gastronómico constituye una de las actividades económicas más dinámicas y competitivas de la actualidad. Dentro de este sector, las pizzerías ocupan un lugar relevante debido a la amplia aceptación de sus productos y a la constante demanda por parte de los consumidores. Sin embargo, el crecimiento y la permanencia de estos negocios en el mercado dependen de múltiples factores, entre ellos la capacidad de comprender el comportamiento de las ventas y adaptarse a las variaciones de la demanda.

Las pequeñas empresas familiares representan un pilar fundamental del desarrollo comercial, especialmente dentro del sector gastronómico. En este contexto, las pizzerías constituyen uno de los rubros con mayor demanda debido a la constante búsqueda de los consumidores por opciones accesibles y de buena calidad.

La presente investigación se enfoca en "Punto Napolitano", un emprendimiento creado por dos amigos e inaugurado en el año 2025, dedicado a la elaboración y comercialización de pizzas y productos afines. Desde sus inicios, el negocio logró posicionarse rápidamente en su comunidad gracias a la calidad de su oferta y a la atención personalizada.

Punto Napolitano abrió sus puertas hace pocos meses como un emprendimiento familiar orientado a la venta de pizzas y productos gastronómicos. Desde su apertura logró una buena aceptación por parte de los clientes, la cual se vio reflejada en un crecimiento progresivo de las ventas y en una mayor demanda de sus productos. Sin embargo, a pesar de este desempeño favorable, la empresa aún presenta diferentes limitaciones que le impiden planificar estratégicamente su crecimiento y mejorar la toma de decisiones para asegurar su continuidad exitosa en el mercado.

Debido al rápido crecimiento que ha experimentado desde su apertura, surge la necesidad de dejar de lado las decisiones puramente empíricas y comenzar a analizar el comportamiento de sus ventas mediante herramientas de análisis cuantitativo. Este trabajo busca aplicar modelos matemáticos de predicción de la demanda y optimización de recursos, con el fin de obtener información concreta que le permita a los dueños planificar de forma eficiente y mejorar el futuro de la empresa.

Situación Problemática

En el dinámico contexto actual, las pequeñas y medianas empresas del sector gastronómico, especialmente aquellas de carácter familiar o que inician como emprendimientos de corta trayectoria, operan en entornos sumamente competitivos caracterizados por fluctuaciones constantes en los niveles de consumo y cambios en las preferencias de los clientes. Para este tipo de organizaciones, la capacidad de planificar la producción y gestionar



eficientemente los recursos es un factor crítico para garantizar su rentabilidad, permanencia y crecimiento sostenible en el mercado.

Sin embargo, una problemática recurrente en estas organizaciones es la falta de análisis sistemáticos sobre su propio comportamiento comercial a lo largo del tiempo, lo que obliga a los directivos a tomar decisiones estratégicas basadas puramente en la intuición histórica, la experiencia empírica o la presión de las urgencias del día a día.

El emprendimiento Punto Napolitano no es ajeno a esta realidad. A pesar de haber experimentado una excelente aceptación en su comunidad y un crecimiento progresivo en el volumen general de sus ventas, observaciones preliminares podrían evidenciar una falta de sustento técnico objetivo, lo que genera síntomas evidentes de un sistema de planificación analítico incompleto. Se observa una incapacidad para anticipar los niveles de consumo requeridos según los distintos momentos del período comercial. Durante las jornadas o temporadas de alta demanda, el volumen de masas e insumos preparados resulta insuficiente, lo que provoca quiebres de stock y la consecuente pérdida de ventas valiosas debido a la falta de stock listo para despachar. Por el contrario, en los días de menor movimiento masivo, la sobreproducción genera un excedente de mercadería que no llega a venderse, corriendo el riesgo directo de perder frescura, generar desperdicios alimentarios y mantener capital de trabajo inmovilizado de forma ineficiente.

Además, el proceso de compras de insumos carece de un diagnóstico sobre la variabilidad real de la demanda o sobre cómo los factores externos influyen en las ventas según días, horarios o temporadas. Como consecuencia, coexiste una paradoja logística perjudicial dentro del establecimiento: mientras la administración incurre de manera recurrente en gastos financieros adicionales de emergencia para cubrir faltantes críticos de producción, el personal de producción reporta simultáneamente un desajuste físico caracterizado por la saturación de los espacios de almacenamiento con cajas de mercadería.

Este escenario problemático limita su capacidad de planificación a largo plazo, comprometiendo los márgenes de contribución del negocio y frenando la posibilidad de una expansión ordenada. Por lo tanto, resulta imperativo investigar las variables cuantitativas que componen este emprendimiento, para emitir un diagnóstico preciso y proponer soluciones superadoras.

Preguntas de Investigación

1. ¿De qué manera la aplicación de técnicas de pronóstico basadas en datos históricos permite estimar con precisión la demanda futura de los productos de la pizzería?



2. ¿Cómo puede un modelo de programación lineal Continua mejorar la asignación de recursos en la pizzería, considerando sus restricciones y limitaciones?
3. ¿Qué estrategias de mejora pueden implementarse en la producción de la pizzería a partir del análisis de la demanda proyectada y los resultados del modelo de optimización?

Objetivo General

Evaluar el comportamiento de las ventas de la pizzería mediante herramientas de análisis cuantitativo, con el fin de generar proyecciones que contribuyan a la toma de decisiones y al crecimiento del negocio.

Objetivos Específicos

1. Estimar la demanda futura esperada mediante técnicas de pronóstico basadas en datos históricos para mejorar la planificación de la pizzería.
2. Determinar la combinación semanal óptima de elaboración de productos mediante la formulación de un modelo de Programación Lineal Continua que maximice la rentabilidad sujeta a las restricciones y prioridades.
3. Diseñar estrategias operativas y de mejora en el área de producción a partir de la comparación entre la demanda proyectada y los resultados de asignación de recursos obtenidos en el modelo de optimización.

Marco Metodológico

La investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se trabaja con datos numéricos correspondientes a las ventas de la pizzería. Estos son recolectados, organizados y analizados mediante herramientas estadísticas y modelos de análisis cuantitativo. Este enfoque permite medir el comportamiento de las ventas, identificar patrones y realizar proyecciones que contribuyan a la toma de decisiones dentro de la empresa.

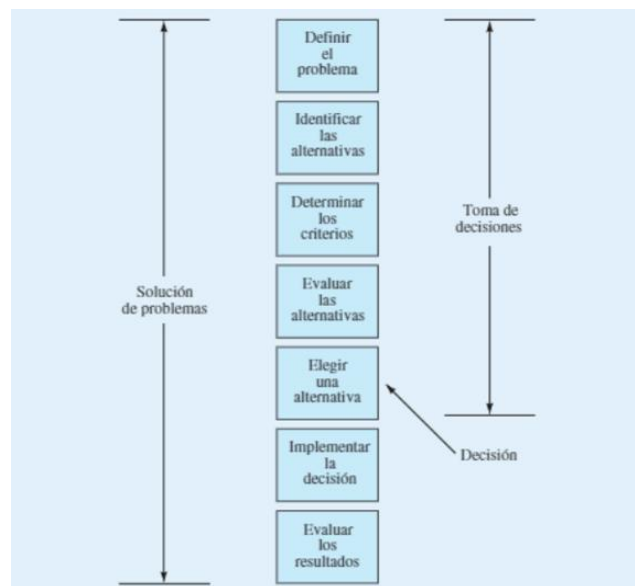
El alcance de la investigación es descriptivo, ya que tiene como propósito analizar el comportamiento de las ventas de la pizzería desde su apertura en el año 2025, identificando sus principales características y tendencias a lo largo del período estudiado. A través de este análisis, se pretende obtener una visión clara de la evolución comercial del negocio y de las características de su demanda.

Marco Teórico

Anderson, David R., Sweeney, Williams, Camm y Martin (2011) afirman que el análisis cualitativo se basa principalmente en el juicio y la experiencia del gerente; incluye la “intuición” del administrador respecto al problema y es más un arte que una ciencia. Si el administrador ha tenido experiencia con problemas parecidos, o si el problema es relativamente sencillo, puede hacer mucho énfasis en el análisis cualitativo.

Sin embargo, si el gerente tiene poca experiencia con problemas parecidos, o si el problema es muy complejo, entonces un análisis cuantitativo del problema puede ser una consideración especialmente importante en la decisión final de este. Cuando se utiliza el enfoque cuantitativo, el analista se concentrará en los datos asociados con el problema y desarrollará expresiones matemáticas que describen los objetivos, restricciones y otras relaciones que existen. Por lo tanto, al utilizar uno o más métodos cuantitativos, el analista hará una recomendación que permitirá aumentar la efectividad de la toma de decisiones.

Imagen N° 1: Relación entre la solución de problemas y la toma de decisiones



Fuente: Métodos cuantitativos para los negocios, 11va Ed. Render

El enfoque de este análisis consiste en definir un problema, desarrollar un modelo, obtener los datos de entrada, desarrollar una solución, probar la solución, analizar los resultados e implementarlos (Render, Stair, Hanna, 2013). A continuación, se describirán las herramientas a utilizar en el presente trabajo.

- Programación lineal
- Pronósticos

Programación lineal

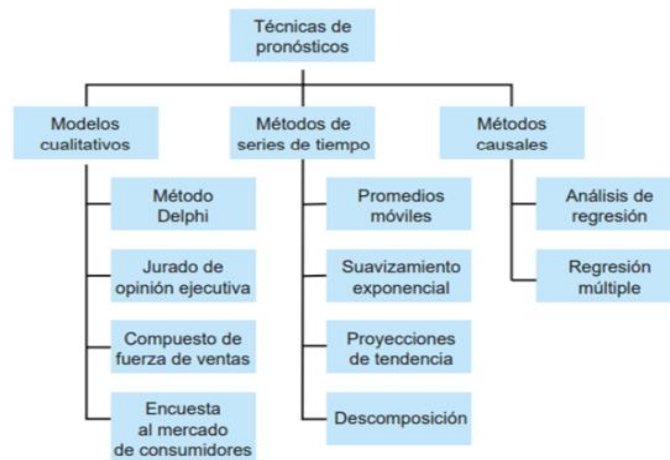
Render, Stair y Hanna (2013) describen la Programación Lineal (PL) como una técnica de modelado matemático ampliamente utilizada, que está diseñada para ayudar en la planeación y toma de decisiones respecto a la asignación de recursos. Todos los problemas buscan maximizar o minimizar alguna cantidad, por lo general la utilidad o el costo. Nos referimos a esta propiedad como la función objetivo de un problema de PL. La segunda propiedad que los problemas de PL tienen en común es la presencia de limitaciones o restricciones, que acotan el grado en que se puede alcanzar el objetivo. Se deben expresar en términos de ecuaciones o desigualdades lineales. Las relaciones matemáticas lineales tan solo significan que todos los términos utilizados en la función objetivo y en las restricciones son de primer grado (es decir, no se elevan al cuadrado, al cubo o a una potencia mayor, ni se presentan más de una vez). La tercera propiedad tiene que ver con que deben existir cursos de acción alternativos para elegir. Se supone que existen condiciones de certeza, es decir, que se conocen el valor en el objetivo y en las restricciones, y no cambia durante el periodo de estudio. Se hace la suposición de divisibilidad: las soluciones no necesitan ser números enteros. Por el contrario, son divisibles y quizá tomen cualquier valor fraccionario. Sin embargo, en otros tipos de problemas, los valores fraccionarios no tienen sentido. Si una fracción de un producto no se puede comprar (digamos, un tercio de un submarino), existe un problema de programación entera. Por último, se supone que todas las respuestas o las variables son no negativas. Los valores negativos de las cantidades físicas son imposibles, pues sencillamente no se puede fabricar un número negativo de sillas, camisas, lámparas o computadoras. Los pasos en la formulación de un programa lineal son los siguientes:

1. Entender cabalmente el problema administrativo que se enfrenta.
2. Identificar el objetivo y las restricciones.
3. Definir las variables de decisión.
4. Utilizar las variables de decisión para escribir expresiones matemáticas de la función objetivo y de las restricciones.

Pronóstico

Un aspecto esencial de la administración de cualquier organización es la planeación del futuro. En efecto, el éxito a largo plazo de una organización depende de cuán bien la gerencia anticipa el futuro y elabora las estrategias apropiadas. El buen juicio, la intuición y tener conciencia del estado de la economía pueden dar a un gerente una idea aproximada o “intuición” de lo que es probable que suceda en el futuro. Sin embargo, es difícil convertir esta intuición en un número que pueda usarse, como el volumen de ventas del siguiente trimestre o el costo de la materia prima por unidad para el año próximo (Render, Stair y Hanna, 2013). Los métodos de elaboración de pronósticos se clasifican de la siguiente manera.

Imagen N° 2: Modelos de pronósticos



Fuente: Render, Stair y Hanna (2013, pág. 115).

Herramientas a utilizar

Para el desarrollo del trabajo de campo, se utiliza la programación lineal Continua, formulando y resolviendo un modelo matemático para la producción de unidades. Además, se usan modelos de pronóstico de series de tiempo, que ayudan a proyectar la demanda esperada para el mes de junio 2026.

Fuente y captura de datos

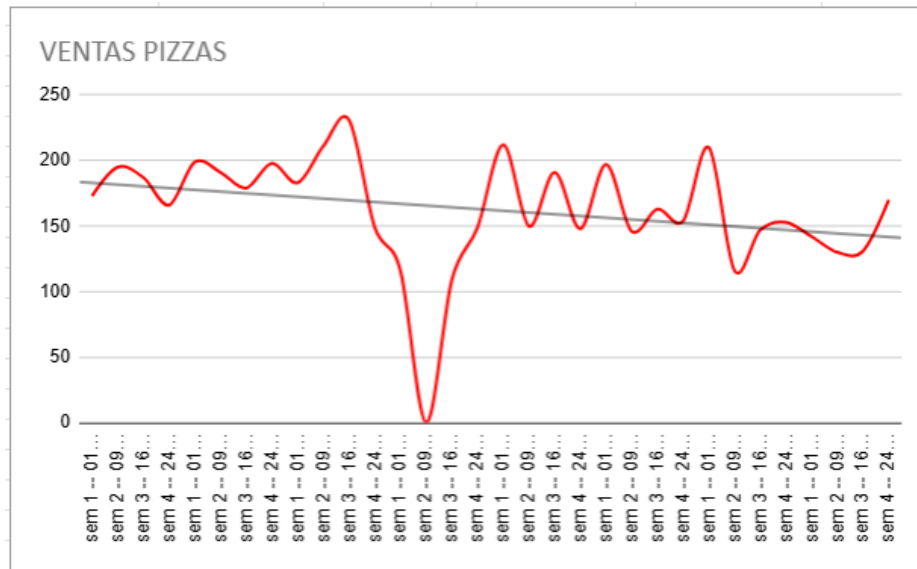
Los datos cuantitativos utilizados fueron obtenidos a partir de registros históricos de ventas proporcionados por Punto Napolitano. Dichos datos se encuentran almacenados en planillas de Microsoft Excel elaboradas por la empresa desde el inicio de sus actividades en el año 2025.

La información recopilada incluye las distintas variedades de pizza, cantidades vendidas de cada producto, ingresos por ventas y registros correspondientes a distintos períodos de tiempo, lo que permite organizar, analizar e interpretar el comportamiento comercial del negocio mediante herramientas de análisis cuantitativo.

Los datos históricos en la empresa se encuentran registrados desagregados diariamente, pero a los fines prácticos del estudio y del análisis los mismos se agruparon para conformar bases de datos semanales de cada uno de los principales cuatro productos, pizzas, pizzitas, sandwich y calzones, quedando las mismas dispuestas de la siguiente manera con sus respectivos gráficos y análisis de tendencia:

Ventas de las Pizzas

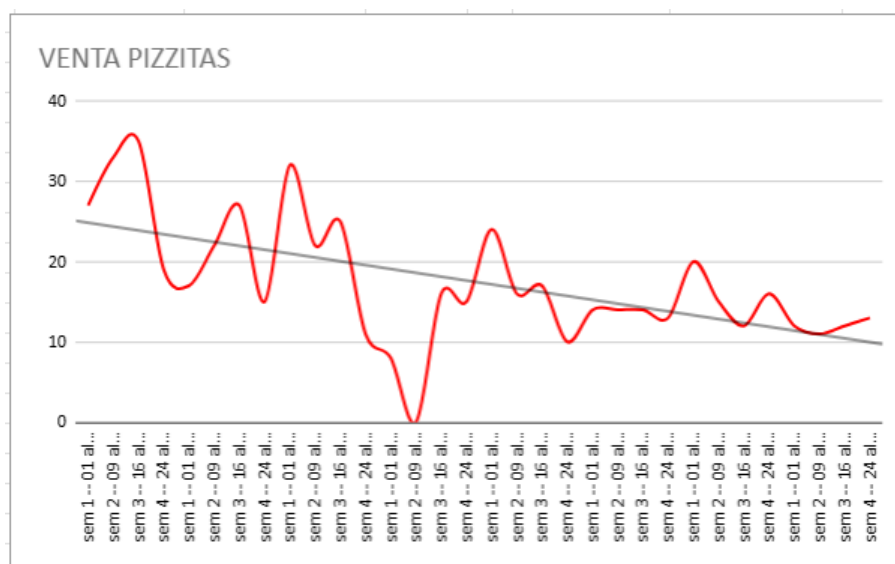
Imagen N°3



Fuente: Elaboración propia

Ventas de las Pizzitas

Imagen N°4



Fuente: elaboración propia

Ventas de los Sandwich

Aplicación

Pronóstico (series de tiempo)

A partir de las ventas históricas de los distintos productos comercializados por la pizzería, y luego de analizar sus tendencias mediante un gráfico de línea, se aplicaron distintos modelos de pronóstico de series de tiempo a cada uno de los productos propuestos, entre ellos Promedio Móvil Simple (PMS), Promedio Móvil Ponderado (PMP) y Suavización Exponencial.

La comparación de estos se realizó mediante el indicador MAD, ya que este permite medir el error promedio absoluto de los pronósticos e identificar el que mejor se ajusta al comportamiento real de las ventas.

En el caso de las Pizzas, los resultados obtenidos de los distintos modelos son los expuestos en la siguiente tabla donde podemos observar que el modelo de Promedio Móvil Simple presentó el menor error promedio, lo que indica que las ventas siguen un comportamiento relativamente asociado a una tendencia en el tiempo. Este indicador resulta el más apropiado para estimar la demanda futura de este producto.

Tabla N° 1

Pizzas	MAD
PMS	21,902
PMP	22,35
SUAV. EXP.	22,154

Fuente: elaboración propia

Para las Pizzitas, como podemos comprobar con los valores obtenidos mostrados a continuación, el Promedio Móvil Ponderado fue el método con mejor desempeño, evidenciando la influencia de las ventas en cada semana. Esto sugiere que las variaciones periódicas tienen una influencia importante sobre la demanda de este producto.

Tabla N°2

Pizzitas	MAD
PMS	3,571
PMP	3,557
SUAV. EXP.	4,04

Fuente: elaboración propia

Respecto a los sándwiches, de los valores observados el Promedio Móvil Ponderado registró el menor MAD, aunque la diferencia respecto de otros modelos no es muy amplia. Esto indica que el comportamiento de las ventas presenta cierta estabilidad y puede representarse adecuadamente mediante una tendencia temporal.

Tabla N°3

Sandwichs	MAD
PMS	4,375
PMP	4,35
SUAV. EXP.	4,378

Fuente: elaboración propia

Finalmente, para los Calzones, los dos modelos aplicados demostraron el mismo error medio, lo que evidencia que la cantidad de datos aún es insuficiente para realizar un pronóstico de la demanda. Mediante un gráfico lineal se puede observar su tendencia creciente.

Tabla N°4

Calzones	MAD
PMS	3,05
PMP	3,05
SUAV. EXP.	

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos muestran que no existe un único modelo óptimo para todos los productos, sino que cada línea de productos presenta comportamientos de demanda diferentes, lo que hace necesario seleccionar el método de pronóstico más adecuado en cada caso.

Tomando como referencia los modelos seleccionados, podemos concluir que los pronósticos para las semanas de junio son los siguientes (unidades de cada producto).

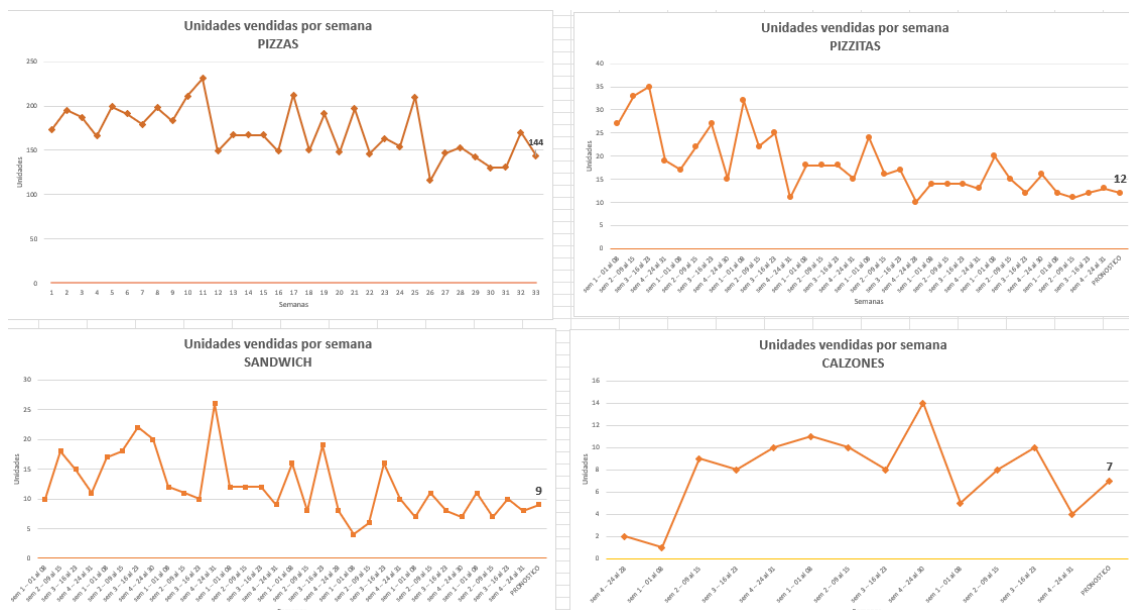
Tabla N°5

Producto	Próximo periodo
Pizzas	143,25
Pizzitas	12,2
Sandwichs	8,8
Calzones	7

Fuente: elaboración propia

Por último, se puede observar en la imagen cómo influye la estimación de la demanda de la semana futura en cada uno de los productos de la pizzería.

Imagen N°7



Fuente: elaboración propia

Programación Lineal Continua

Para maximizar la rentabilidad de "Punto Napolitano", se planteó un modelo de programación lineal continua de mezcla de productos (Product Mix). El objetivo es determinar la cantidad óptima de unidades a fabricar por turno de cada línea de producto para maximizar la contribución, respetando las restricciones de capacidad y política del establecimiento. Además, agregando el resultado de la estimación de demanda realizada como una restricción de demanda,

Variables Decisión

Pizza (P) Cantidad de pizzas a producir

Pizzita (PI) Cantidad de pizzitas a producir

Calzon (C) Cantidad de Calzones a producir

Sandwich (S) Cantidad de sándwiches a producir



Estructura de Costos y Requerimientos de Producción

Para formular adecuadamente el modelo de Programación Lineal Continua y garantizar que los resultados reflejen la realidad operativa de "Punto Napolitano", fue necesario realizar un relevamiento exhaustivo de los requerimientos técnicos e insumos directos para cada línea de producto.

En la siguiente matriz se detallan las proporciones exactas de materia prima (harina, salsa, queso), los tiempos estimados de mano de obra y uso de horno, así como los precios de venta y costos variables unitarios asociados a cada artículo. Esta información constituye los "coeficientes tecnológicos" del modelo, los cuales son indispensables para calcular los márgenes de contribución de la Función Objetivo y establecer los límites de consumo en las restricciones del sistema.

Tabla N°6

Producto	Harina	salsa	Queso	Mano de obra	Horno	Precio	Costo	ContMG
Pizza (P)	250grs	100grs	200grs	2 min	3 min	\$15.000,00	\$2.010,00	\$12.990,00
Pizzita (PI)	125 grs	50grs	100grs	2 min	3min	\$8.000,00	\$1.005,00	\$6.995,00
Calzon (C)	250grs	50grs	200grs	4 min	3min	\$17.000,00	\$1.885,00	\$15.115,00
Sandwich (S)	125grs	50grs	100grs	2min	3min	\$9.000,00	\$1.005,00	\$7.995,00

Fuente: Elaboración propia

Función Objetivo: La función busca maximizar el Margen de Contribución Total (\$Z\$). El coeficiente de cada variable se obtuvo restando el costo de materia prima directo al precio de venta de cada línea: Precio - Costo = Contribución marginal

Pizza (P): \$15.000 - \$2.010 = \$12.990

Pizzita (PI): \$8.000 - \$1.005 = \$6.995

Calzon (C) : \$17.000 - \$1.885 = \$15.115

Sandwich (S) : \$9.000 - \$1.005 = \$7.995

$$FO: \text{Contmg}^*P + \text{Contmg}^*PI + \text{Contmg}^*S + \text{Contmg}^*C$$

$$FO: \$12.990^*P + \$6.995^*PI + \$15.115^*S + \$7.995^*C$$

Restricciones del Sistema



Capacidad

1. Un horno cuenta con un límite técnico de cocción equivalente a 60 unidades estándar por turno. La pizzeria cuenta con 3 hornos

$$R1: 3P + 3PI + 3S + 3C \leq 4320$$

2. La pizzeria trabaja de martes a domingo en turnos de 4 horas

$$R2: 2P + 2PI + 4S + 2C \leq 1440$$

3. Kg de salsa, queso y harina que cuenta por semana

$$R3: 250P + 125PI + 250S + 125C \leq 50000g$$

$$R4: 200P + 100PI + 200S + 100C \leq 40000g$$

$$R5: 100P + 50PI + 50C \leq 20000g$$

Presupuestaria

1. La pizzería tiene como presupuesto \$1500000 mensuales para la compra de insumos

$$R6: 2010P + 1005PI + 1005S + 1885C \leq 375000$$

Política

1. Se debe tener como mínimo 60 masas al día para poder cumplir con la demanda diaria

$$R7: P + PI + S + C \geq 240$$

Demanda

1. Se debe cumplir con la demanda pronosticada para el mes de junio 2026

$$R8: P \geq 144$$

$$R9: PI \geq 12$$

$$R10: C \geq 9$$

$$R11: S \geq 7$$

Resultados del Solver

Al procesar el modelo matemático formulado en el software de optimización (mediante el algoritmo Simplex LP), se obtuvo una solución óptima y factible. La mezcla de producción semanal que maximiza el margen de contribución de Punto Napolitano, respetando todas sus restricciones, es la siguiente:

- **Pizzas: 144 unidades.**
- **Pizzitas: 12 unidades.**
- **Calzones: 9 unidades.**
- **Sándwiches: 7 unidades.**

Tabla N°7

	P	PI	C	S		
VD	144	12	9	7		
COFO	\$12.990	\$6.995	\$15.115	\$7.995	\$ 2.146.500,00	
R1	3	3	3	3	516 <=	4320
R2	2	2	4	2	362 <=	1440
R3	250	125	250	125	40625 <=	50000
R4	200	100	200	100	32500 <=	40000
R5	100	50	50	50	15800 <=	20000
R6	2010	1005	1885	1005	325500 <=	375000
R7	1	1	1	1	172 >=	360
R8	1				144 >=	144
R9		1			12 >=	12
R10			1		9 >=	9
R11				1	7 >=	7

Fuente: Elaboración propia

Esta combinación óptima genera un margen bruto total esperado de \$2.146.500 a la semana.

Análisis de Sensibilidad (Holguras y Precios Sombra): El reporte de sensibilidad arroja un diagnóstico revelador sobre la estructura operativa del negocio. Por un lado, el análisis de las holguras demuestra que la pizzería cuenta con un exceso significativo de capacidad instalada y recursos. De los 4.320 minutos disponibles de horno a la semana, la producción óptima solo consume 516 minutos. Del presupuesto semanal asignado de \$1.500.000 para costos variables, el modelo solo requiere utilizar \$325.850. Lo mismo ocurre con las materias primas (harina, queso y salsa), las cuales presentan sobrantes elevados.

Por otro lado, al observar los Precios Sombra, se evidencia que las únicas restricciones vinculantes (aquellas que frenan la ganancia) son los topes máximos de la demanda pronosticada. Esto indica que el cuello de botella de la empresa no está en su cocina, sino en el tamaño actual de su mercado. Por cada unidad adicional que el mercado demande, la utilidad crecerá exactamente en el valor de su margen de contribución (ej. \$12.990 por cada pizza extra vendida), ya que los recursos físicos y financieros para fabricarla ya están disponibles y ociosos.

Imagen N°8

INFORME DE SENSIBILIDAD									
Celdas de variables									
	Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	Rango de optimidad	
	\$G\$20	VD P	144	0	12990	1,00E+30	12990	1,00E+30	0
	\$H\$20	VD PI	12	0	6995	1,00E+30	6995	1,00E+30	0
	\$I\$20	VD C	9	0	15115	1,00E+30	15115	1,00E+30	0
	\$J\$20	VD S	7	0	7995	1,00E+30	7995	1,00E+30	0
Restricciones									
	Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	Rango de factibilidad	
	\$K\$22	R1 6 días	516	0	4320	1,00E+30	3804	1,00E+30	516
	\$K\$23	R2 6 días	362	0	1440	1,00E+30	1078	1,00E+30	362
	\$K\$24	R3 6 días	40625	0	50000	1,00E+30	9375	1,00E+30	40625
	\$K\$25	R4 6 días	32500	0	40000	1,00E+30	7500	1,00E+30	32500
	\$K\$26	R5 6 días	15800	0	20000	1,00E+30	4200	1,00E+30	15800
	\$K\$27	R6 6 días	325500	0	375000	1,00E+30	49500	1,00E+30	325500
	\$K\$28	R7 6 días	172	0	360	1,00E+30	188	1,00E+30	172
	\$K\$29	R8 6 días	144	12990	144	24,62686	144	168,62686	0
	\$K\$30	R9 6 días	12	6995	12	49,25373	12	61,25373	0
	\$K\$31	R10 6 días	9	15115	9	26,25994	9	35,25994	0
	\$K\$32	R11 6 días	7	7995	7	49,25373	7	56,25373	0

Fuente: Elaboración propia

Recomendaciones

Basándonos en el diagnóstico de la situación problemática y en las conclusiones metodológicas obtenidas en el trabajo, proponemos a Punto Napolitano las siguientes recomendaciones estratégicas y operativas.

Migración hacia un Presupuesto de Compras Basado en Datos. La primera medida indispensable consiste en reemplazar el actual sistema de compras intuitivas por un Presupuesto Semanal de Insumos estrictamente guiado por los pronósticos de demanda obtenidos en esta investigación. Al utilizar las proyecciones específicas para el próximo período, los propietarios podrán calcular con precisión matemática los kilogramos exactos de harina, salsa y queso requeridos basándose en los coeficientes tecnológicos de cada receta. Esta planificación evitará afrontar gastos de emergencia por faltantes críticos mientras se encuentra colapsado con mercadería de baja rotación, logrando así una administración eficiente del capital de trabajo.

Gestión de la demanda en períodos de baja actividad: Dado que las ventas presentan una disminución importante durante el mes de enero, resulta conveniente que la empresa planifique sus operaciones considerando este comportamiento. Para ello, se recomienda ajustar con anticipación las compras de insumos perecederos, evitando acumular stock innecesario que pueda generar pérdidas. Asimismo, este período puede aprovecharse para realizar tareas de mantenimiento o implementar mejoras operativas. Complementariamente, podrían desarrollarse promociones y acciones comerciales orientadas a atraer clientes durante las semanas de menor movimiento, contribuyendo a mantener un nivel de actividad más estable y a reducir el impacto de la caída estacional de las ventas.



Adopción de la Mezcla Óptima de Producción (Programación Lineal Continua): la pizzería debe estructurar sus órdenes de fabricación diarias respetando los resultados arrojados por el modelo de Programación Lineal Continua de mezcla de productos. Esto significa que las cantidades a cocinar en cada turno no deben decidirse por costumbre, sino cruzando la demanda proyectada con las restricciones reales del negocio, tales como el límite técnico de cocción de los tres hornos, las horas disponibles de mano de obra y el techo presupuestario semanal para insumos, garantizando así que cada ciclo de producción maximice el margen de contribución total de la empresa.

Conclusión

El desarrollo de este trabajo permitió constatar que Punto Napolitano ha alcanzado una escala de ventas en la que es inviable continuar bajo una gestión puramente intuitiva o basada en la "observación" de sus dueños. El éxito comercial y el crecimiento progresivo del negocio exigen de manera imperiosa dejar atrás las decisiones empíricas para dar el salto hacia una administración profesionalizada y fundamentada firmemente en el análisis de datos científicos.

A través del estudio de series de tiempo, se puede concluir que la demanda de la pizzería no se comporta de manera uniforme entre sus diferentes productos. Utilizando el sistema QM, se calcularon diferentes proyecciones para cada producto, comparando cada uno con el indicador del error medio (MAD), donde se pudo observar que las pizzas, los sándwiches y los calzones reflejan un incremento estable, mientras que las pizzitas presentan una fuerte variabilidad periódica que requiere un enfoque distinto para capturar su estacionalidad.

Al cruzar este pronóstico con la Programación Lineal Continua, se puede concluir que las políticas de producción empíricas manejadas por la administración, como la imposición de fabricar 360 masas semanales, son contraproducentes. Al forzar dicha política en simulaciones previas, el modelo demostró que producir por encima de la demanda real absorbe recursos innecesariamente, generando inmovilización de capital y potenciales desperdicios.

En respuesta a este diagnóstico integral, se propuso la migración hacia un presupuesto basado en datos, donde los encargados de realizar las compras para abastecer la producción, tengan información estratégica para lograr un pedido eficiente. Además, se identificó que la demanda en el período vacacional de San Miguel de Tucumán (fines de diciembre, enero y principios de febrero) decae, por lo que se propuso la gestión del stock, adaptándose a las bajas ventas. Por último, se sugiere que la pizzería adopte una planificación de la producción basada en los resultados obtenidos mediante el modelo de programación lineal Continua planteado, ya que esto le permitirá tomar decisiones más objetivas. Considerar la demanda esperada junto con las restricciones operativas del negocio contribuirá a un uso planificado de los recursos disponibles, reducir desperdicios y mejorar la rentabilidad de las operaciones. Esta práctica favorecerá una gestión más ordenada y sostenible, alineada con los objetivos de crecimiento de la empresa.

Como reflexión de cierre, y en base al análisis realizado se podría decir que la empresa posee una estructura robusta y preparada para escalar, pero actualmente se encuentra sobredimensionada en sus compras y resguardos frente al flujo de clientes que maneja.

Bibliografía

Anderson, Sweeney, Williams, Camm Martin (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios*, 11a Ed.

Oleas; Galarza (2024). *Ingeniería de menús basada en costos de producción, una herramienta para la rentabilidad de los restaurantes*.

Pramanick, A., Sharma, S., & Slath, A. (2025). Optimización de las métricas de rendimiento de los restaurantes mediante la gestión de los costes del menú. *Academy of Marketing Studies Journal*, 29 (4), 1-20.

Render,Stair,Hanna.Editorial Predice Hall (2013). *Métodos cuantitativos para los negocios*.

Troncoso C., Arzeno M. (2020). *Polos, ferias y mercados: geografía del consumo gastronómico en Buenos Aires (Argentina)*

Apéndice

Análisis de series de tiempo para el producto Pizzas.

PMS n=4		PMP n=4		SUAV EXP	
Measure	Value	Measure	Value	Measure	Value
Error Measures		Error Measures		Error Measures	
Bias (Mean Error)	-2,795	Bias (Mean Error)	-2,207	Bias (Mean Error)	-1,336
MAD (Mean Absolute Deviation)	21,902	MAD (Mean Absolute Deviation)	22,35	MAD (Mean Absolute Deviation)	22,154
MSE (Mean Squared Error)	689,583	MSE (Mean Squared Error)	779,327	MSE (Mean Squared Error)	819,169
Standard Error (denom=n-2=26)	27,251	Standard Error (denom=n-2=26)	28,97	Standard Error (denom=n-2=29)	29,592
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	13,21%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	13,52%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	13,42%
Forecast		Forecast		Forecast	
next period	143,25	next period	148,6	next period	152,299

Fuente: Elaboración propia

Análisis de series de tiempo para el producto Pizzitas.

PMS n=4		PMP		SUAV EXP	
Measure	Value	Measure	Value	Measure	Value
Error Measures		Error Measures		Error Measures	
Bias (Mean Error)	-1,357	Bias (Mean Error)	-1,129	Bias (Mean Error)	-0,932
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,571	MAD (Mean Absolute Deviation)	3,557	MAD (Mean Absolute Deviation)	4,04
MSE (Mean Squared Error)	25,875	MSE (Mean Squared Error)	25,903	MSE (Mean Squared Error)	32,519
Standard Error (denom=n-2=26)	5,279	Standard Error (denom=n-2=26)	5,282	Standard Error (denom=n-2=29)	5,896
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	22,58%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	22,33%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	23,89%
Forecast		Forecast		Forecast	
next period	12	next period	12,2	next period	12,56

Fuente: Elaboración propia

Análisis de series de tiempo para el producto Sandwich.



PMS n=4		PMP		SUAV EXP	
Measure	Value	Measure	Value	Measure	Value
Error Measures		Error Measures		Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,429	Bias (Mean Error)	-0,364	Bias (Mean Error)	-0,093
MAD (Mean Absolute Deviation)	4,375	MAD (Mean Absolute Deviation)	4,35	MAD (Mean Absolute Deviation)	4,378
MSE (Mean Squared Error)	26,531	MSE (Mean Squared Error)	26,89	MSE (Mean Squared Error)	28,085
Standard Error (denom=n-2=26)	5,345	Standard Error (denom=n-2=26)	5,381	Standard Error (denom=n-2=29)	5,479
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	41,96%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	40,95%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	39,61%
Forecast		Forecast		Forecast	
next period	9	next period	8,8	next period	8,561

Fuente: Elaboración propia

Análisis de series de tiempo para el producto Calzón.

PMS n=2		PMP 5 Y 5	
Measure	Value	Measure	Value
Error Measures		Error Measures	
Bias (Mean Error)	-0,05	Bias (Mean Error)	-0,05
MAD (Mean Absolute Deviation)	3,05	MAD (Mean Absolute Deviation)	3,05
MSE (Mean Squared Error)	12,225	MSE (Mean Squared Error)	12,225
Standard Error (denom=n-2=8)	3,909	Standard Error (denom=n-2=8)	3,909
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	44,14%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	44,14%
Forecast		Forecast	
next period	7	next period	7

Datos tomados a partir de MARZO, los anteriores no fueron contados para las series

Fuente: Elaboración propia

INFORME DE RESPUESTA						
Celda	Objetivo	Valor				
	Nombre					
\$K\$21	COFO 6 días	\$ 2.146.500,00				
Celda	Variable	Valor	Inferior	Objetivo	Superior	Objetivo
	Nombre		Límite	Resultado	Límite	Resultado
\$G\$20	VD P	144	0	275940	144	2146500
\$H\$20	VD PI	12	0	2062560	12	2146500
\$I\$20	VD C	9	0	2010465	9	2146500
\$J\$20	VD S	7	0	2090535	7	2146500

Fuente: Elaboración propia

INFORME DE LIMITES								
Celda	Objetivo Nombre	Valor						
\$K\$21	COFO 6 días	\$ 2.146.500,00						
Celda	Variable Nombre	Valor		Inferior Límite	Objetivo Resultado		Superior Límite	Objetivo Resultado
\$G\$20	VD P	144		0	275940		144	2146500
\$H\$20	VD PI	12		0	2062560		12	2146500
\$I\$20	VD C	9		0	2010465		9	2146500
\$J\$20	VD S	7		0	2090535		7	2146500

Fuente: Elaboración propia

	PRECIO POR BULTO	PRECIO POR KG			
Harina 25kg	\$ 22.000,00	\$ 880,00	Hornos		3
Muzzarella 10Kg	\$ 77.000,00	\$ 7.700,00	Turnos		4 horas
Salsa 3Kg	\$ 7.500,00	\$ 2.500,00	Trabajo		6 días
	CANTIDAD COMPRADA	KG POR MES	KG POR SEMANA		
Harina	8 bolsas de 25kg	200kg	50		
Muzzarella	16 piezas de 10kg	160kg	40		
Salsa	10 latas de 8Kg	80Kg	20		

Fuente: Elaboración propia

Restricciones	Restricciones
R1: Por turno, se pueden hornear 60 productos por horno al día	R1 : $3P + 3PI + 3S + 3C \leq 4320$
R2: Turnos de 4 horas , 6 días a la semana	R2: $2P + 2PI + 4S + 2C \leq 1440$
R3: La cantidad de harina por semana es de 50kg=50000g	R3: $250P + 125PI + 250S + 125C \leq 50000g$
R4: La cantidad de queso por semana es de 40kg=40000g	R4: $200P + 100PI + 200S + 100C \leq 40000g$
R5: La cantidad de salsa por semana es de 20kg=20000g	R5: $100P + 50PI + 50C \leq 20000g$
R6: Presupuesto mensual de 1500000	R6: $2010P + 1005PI + 1005S + 1885C \leq 375000$
R7: Produccion minima por semana de 360 masas	R7: $P + PI + S + C \geq 240$
R8 Cumplir demanda Pizzas	R8: $P \geq 144$
R9 Cumplir demanda Pizzitas	R9 $PI \geq 12$
R10 Cumplir demanda Calzon	R10 ≥ 9
R11 Cumplir demanda Sandwich	R11 ≥ 7

Fuente: Elaboración propia

Anexo

Anexo A. Base de Datos de Punto Napolitano.



PIZZAS			PIZZITAS			SANDWICH		
	Semana	VENTAS		Semana	VENTAS		Semana	VENTAS
Octubre 721	sem 1 -- 01 al 08	173	Octubre 114	sem 1 -- 01 al 08	27	Octubre 54	sem 1 -- 01 al 08	10
	sem 2 -- 09 al 15	195		sem 2 -- 09 al 15	33		sem 2 -- 09 al 15	18
	sem 3 -- 16 al 23	187		sem 3 -- 16 al 23	35		sem 3 -- 16 al 23	15
	sem 4 -- 24 al 31	166		sem 4 -- 24 al 31	19		sem 4 -- 24 al 31	11
Noviembre 76	sem 1 -- 01 al 08	199	Noviembre 81	sem 1 -- 01 al 08	17	Noviembre 77	sem 1 -- 01 al 08	17
	sem 2 -- 09 al 15	191		sem 2 -- 09 al 15	22		sem 2 -- 09 al 15	18
	sem 3 -- 16 al 23	179		sem 3 -- 16 al 23	27		sem 3 -- 16 al 23	22
	sem 4 -- 24 al 30	198		sem 4 -- 24 al 30	15		sem 4 -- 24 al 30	20
Diciembre 774	sem 1 -- 01 al 08	183	Diciembre 90	sem 1 -- 01 al 08	32	Diciembre 59	sem 1 -- 01 al 08	12
	sem 2 -- 09 al 15	211		sem 2 -- 09 al 15	22		sem 2 -- 09 al 15	11
	sem 3 -- 16 al 23	231		sem 3 -- 16 al 23	25		sem 3 -- 16 al 23	10
	sem 4 -- 24 al 31	149		sem 4 -- 24 al 31	11		sem 4 -- 24 al 31	26
Enero 374	sem 1 -- 01 al 08	167	Enero 39	sem 1 -- 01 al 08	18	Enero 22	sem 1 -- 01 al 08	12
	sem 2 -- 09 al 15	167		sem 2 -- 09 al 15	18		sem 2 -- 09 al 15	12
	sem 3 -- 16 al 23	167		sem 3 -- 16 al 23	18		sem 3 -- 16 al 23	12
	sem 4 -- 24 al 31	149		sem 4 -- 24 al 31	15		sem 4 -- 24 al 31	9
Febrero 701	sem 1 -- 01 al 08	212	Febrero 67	sem 1 -- 01 al 08	24	Febrero 51	sem 1 -- 01 al 08	16
	sem 2 -- 09 al 15	150		sem 2 -- 09 al 15	16		sem 2 -- 09 al 15	8
	sem 3 -- 16 al 23	191		sem 3 -- 16 al 23	17		sem 3 -- 16 al 23	19
	sem 4 -- 24 al 28	148		sem 4 -- 24 al 28	10		sem 4 -- 24 al 28	8
Marzo 660	sem 1 -- 01 al 08	197	Marzo 55	sem 1 -- 01 al 08	14	Marzo 36	sem 1 -- 01 al 08	4
	sem 2 -- 09 al 15	146		sem 2 -- 09 al 15	14		sem 2 -- 09 al 15	6
	sem 3 -- 16 al 23	163		sem 3 -- 16 al 23	14		sem 3 -- 16 al 23	16
	sem 4 -- 24 al 31	154		sem 4 -- 24 al 31	13		sem 4 -- 24 al 31	10
Abril 626	sem 1 -- 01 al 08	210	Abril 63	sem 1 -- 01 al 08	20	Abril 33	sem 1 -- 01 al 08	7
	sem 2 -- 09 al 15	116		sem 2 -- 09 al 15	15		sem 2 -- 09 al 15	11
	sem 3 -- 16 al 23	147		sem 3 -- 16 al 23	12		sem 3 -- 16 al 23	8
	sem 4 -- 24 al 30	153		sem 4 -- 24 al 30	16		sem 4 -- 24 al 30	7
Mayo 573	sem 1 -- 01 al 08	142	Mayo 48	sem 1 -- 01 al 08	12	Mayo 36	sem 1 -- 01 al 08	11
	sem 2 -- 09 al 15	130		sem 2 -- 09 al 15	11		sem 2 -- 09 al 15	7
	sem 3 -- 16 al 23	131		sem 3 -- 16 al 23	12		sem 3 -- 16 al 23	10
	sem 4 -- 24 al 31	170		sem 4 -- 24 al 31	13		sem 4 -- 24 al 31	8

CALZONES		
	sem 4 -- 24 al 28	2
Marzo 28	sem 1 -- 01 al 08	1
	sem 2 -- 09 al 15	9
	sem 3 -- 16 al 23	8
	sem 4 -- 24 al 31	10
Abril 43	sem 1 -- 01 al 08	11
	sem 2 -- 09 al 15	10
	sem 3 -- 16 al 23	8
	sem 4 -- 24 al 30	14
Mayo 27	sem 1 -- 01 al 08	5
	sem 2 -- 09 al 15	8
	sem 3 -- 16 al 23	10
	sem 4 -- 24 al 31	4

Fuente: Punto Napolitano