



VISUALSIGN SA

TRABAJO DE CAMPO ANÁLISIS CUANTITATIVO DE NEGOCIOS

Jara, Josefina - Sansón, Lara - Viaña Frias Silva, Victoria - Schaefer, Victoria - Garcia Contreras, Maria Dolores - Falivene, Carlos Jose - Wieler, Alvaro - Coronel, Maria Victoria

facultadtoto2023@gmail.com- coronelvic15@gmail.com- vicuschaefer@gmail.com -
josefinajara598@gmail.com-larasansond02@gmail.com- carlosjfalivene@gmail.com-
colowieler@gmail.com- doloresgm001@gmail.com

Resumen

Este trabajo de campo se centra en la optimización de la planificación operativa de VisualSign S.A., una empresa ubicada en San Miguel de Tucumán dedicada a la fabricación e instalación de cartelería a gran escala. Durante los meses de julio y agosto, la empresa enfrenta un contexto de alta demanda que excede su capacidad productiva y logística, lo que plantea importantes desafíos en la asignación de recursos y cumplimiento de metas financieras. Para abordar esta problemática, se construyó un modelo de programación lineal entera binaria orientado a decidir qué obras realizar y qué grupos de trabajo asignar a cada una, bajo un marco de restricciones operativas y presupuestarias. Además, se diseñó un modelo de programación por metas que permitió incorporar objetivos múltiples y simultáneos, como la facturación mínima, la contención de costos operativos, la distribución equilibrada de ingresos entre meses y el cumplimiento de metas de ventas. A partir de entrevistas realizadas con el dueño de la empresa, se relevaron valoraciones cualitativas que se transformaron en coeficientes de eficiencia por grupo y provincia, integrándose al modelo como parte de la función objetivo. El desarrollo metodológico incluyó el uso de Solver de Excel, logrando construir una herramienta práctica, accesible y alineada con la realidad operativa de la empresa, que brinda soporte concreto a la toma de decisiones estratégicas.



Palabras Clave: programación lineal entera binaria, programación por metas, optimización de recursos, planificación operativa

Introducción

En el entorno empresarial actual, la toma de decisiones informadas requiere del uso de métodos cuantitativos que permitan organizar, analizar y modelar datos de manera eficiente. Estas herramientas son fundamentales para optimizar recursos, prever escenarios y diseñar estrategias que mejoren el desempeño organizacional. La organización y el análisis sistemático de datos no solo facilitan la comprensión de situaciones complejas, sino que también ofrecen un respaldo objetivo a la hora de elegir entre distintas alternativas, especialmente en contextos de alta demanda y limitaciones operativas.

VisualSign S.A. es una empresa radicada en San Miguel de Tucumán, especializada en la fabricación e instalación de cartelería para grandes empresas en la región del NOA. Se destaca por su capacidad técnica, su enfoque personalizado hacia el cliente corporativo y su compromiso con el diseño y producción de soluciones visuales de gran escala, incluyendo una línea de productos ecológicos.

Durante los meses de julio y agosto, la empresa atraviesa un periodo de alta demanda que pone en tensión sus recursos operativos y administrativos. La necesidad de seleccionar estratégicamente qué obras ejecutar, cómo distribuir los grupos de trabajo y cómo cumplir con metas financieras de facturación y cobranza, especialmente en productos sustentables, plantea un desafío de planificación complejo.

Este trabajo propone el desarrollo de un modelo de optimización basado en programación lineal entera binaria y programación por metas, orientado a mejorar la toma de decisiones en este contexto. A través de herramientas cuantitativas, se busca brindar a VisualSign S.A. una solución que permita maximizar su rendimiento operativo y el cumplimiento



de sus objetivos estratégicos.

Situación Problemática

La empresa VisualSign S.A, se enfrenta al desafío de cumplir con su meta bimestral de facturación durante los meses de julio y agosto. Los problemas que se plantean son facturaciones mínimas para lograr cierta rentabilidad teniendo en cuenta las restricciones de las horas disponibles del personal de cobranzas, el máximo y el mínimo de facturación establecido por decisiones estratégicas y financieras de los gerentes por mes y cumplir con el porcentaje de cobranza de los productos ecológicos.

Durante el mes de julio y agosto, la empresa enfrenta una situación de exceso de demanda operativa: hay más obras solicitadas por los clientes que la capacidad efectiva de producción e instalación. Con solo 4 grupos de trabajo disponibles, un presupuesto limitado para viajes y una fábrica operando a máxima capacidad, se deben tomar decisiones estratégicas sobre qué obras ejecutar, con qué recursos y en qué lugares. La planificación debe buscar maximizar la cantidad de obras completadas sin exceder las limitaciones físicas, económicas y de tiempo.

Ante esta situación, se propone un modelo de programación lineal entera binaria para seleccionar de forma óptima el conjunto de obras a realizar y los grupos a asignar, cumpliendo todas las restricciones del sistema operativo real.

Determinar cómo distribuir los recursos de cobranza (por ejemplo, tiempo de agentes o presupuesto de gestión) entre distintos clientes para maximizar el total de facturación efectivamente cobrada durante los meses bajo estudio.

Preguntas de Investigación

1. ¿Cuáles son las principales restricciones operativas y administrativas que afectan la planificación de obras y la facturación en los meses de julio y agosto?



2. ¿Cómo puede representarse matemáticamente el problema de planificación de obras y asignación de recursos utilizando programación lineal entera binaria y programación por metas?

3. ¿Qué variables y condiciones deben incluirse en el modelo para reflejar adecuadamente las metas estratégicas de facturación y cobranzas, especialmente en productos ecológicos?

4. ¿Qué resultados ofrecen los modelos propuestos al ser implementados con datos reales, y cómo se comparan con las decisiones actuales tomadas por la empresa?

Objetivo General

Diseñar un modelo de programación lineal entera binaria y por metas que optimice la selección de obras y asignación de recursos en VisualSign S.A. durante julio y agosto. El objetivo es maximizar la facturación y el cumplimiento de metas estratégicas bajo restricciones operativas y administrativas.

Objetivos Específicos

1. Identificar y cuantificar las restricciones operativas clave: disponibilidad de grupos de trabajo, capacidad de producción, presupuesto logístico y metas de facturación.

2. Formular matemáticamente un modelo de programación lineal entera binaria que representa las decisiones sobre la realización de obras y una programación por metas para la facturación mensual.

3. Determinar el valor de las variables administrativas relacionadas a la cobranza, para el cumplimiento de las restricciones respectivas.

4. Implementar el modelo con Solver para obtener una solución óptima y estudiar los resultados del modelo para evaluar su impacto en la planificación operativa y en el cumplimiento de las metas estratégicas de la empresa.



Marco Metodológico

Este trabajo se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, centrado en el análisis de datos numéricos con el objetivo de comprender y optimizar la gestión operativa y financiera de la empresa. La investigación adoptará un diseño no experimental y se llevará a cabo como un estudio de caso, ya que se enfoca en una situación concreta dentro de la organización VisualSign S.A. Se observarán los fenómenos en su contexto real, sin manipular variables, para formular una solución basada en herramientas de optimización.

La recolección de datos se realizará a partir del análisis de información provista por la empresa. La fuente principal de datos son las planillas utilizadas por el departamento de administración de ventas, las cuales se encuentran en formato Excel. Estas contienen registros detallados sobre:

- Facturación mensual.
- Asignación de grupos de trabajo a cada proyecto.
- Viáticos.
- Información de clientes.
- Otros datos operativos y administrativos relevantes.

Este enfoque permitirá construir un modelo fiel a la realidad operativa de la empresa durante los meses de julio y agosto, periodo de alta demanda. Sumado a la entrevista realizada al dueño fundados de la empresa.

Modelo:



Se utilizará un modelo de Programación Lineal Entera Binaria y Programación por Metas, técnicas de modelado matemático ampliamente empleadas en la toma de decisiones para la asignación eficiente de recursos escasos.

Estas herramientas permiten representar con precisión las restricciones operativas (como capacidad de producción, disponibilidad de personal, presupuestos logísticos) y los objetivos estratégicos (como maximizar la facturación y alcanzar porcentajes específicos de cobranza en productos ecológicos).

La programación entera binaria será aplicada para seleccionar las obras a ejecutar en las tres provincias (Salta, Formosa y Mendoza) y asignar grupos de trabajo, utilizando variables que sólo pueden tomar los valores 0 o 1, lo que refleja decisiones del tipo “sí/no”.

La programación por metas permitirá priorizar simultáneamente múltiples objetivos, como maximizar la facturación mensual y asegurar el cumplimiento de metas específicas definidas por la empresa.

La resolución del modelo se llevará a cabo con el complemento Solver de Excel, que permite encontrar soluciones óptimas en problemas de optimización lineal con múltiples restricciones y variables discretas.

Marco Teórico

Introducción al Análisis Cuantitativo

El análisis cuantitativo es una metodología que emplea modelos matemáticos, estadísticos y computacionales para abordar y resolver problemas complejos en entornos organizacionales. Su objetivo principal es apoyar la toma de decisiones fundamentadas en datos, permitiendo asignar recursos escasos de manera eficiente y eficaz.

Esta disciplina sigue una estructura sistemática que incluye: definición del problema, construcción del modelo, recopilación de datos, resolución, análisis de sensibilidad,



interpretación de resultados e implementación. Este proceso asegura que las decisiones tomadas no solo sean óptimas en términos matemáticos, sino también viables desde una perspectiva operativa y estratégica (Render, Stair y Hanna, 2018). También se remarca la importancia de adaptar estas herramientas cuantitativas a contextos empresariales reales, utilizando software accesible como Excel y promoviendo el enfoque de aprendizaje activo a través de trabajos de campo.

Programación Lineal

La **programación lineal (PL)** es una técnica de optimización matemática que tiene por objetivo maximizar o minimizar una función lineal, denominada función objetivo, sujeta a un conjunto de restricciones también lineales. Esta herramienta es especialmente útil para resolver problemas de asignación de recursos, planificación de la producción, logística, distribución y presupuestación.

Los componentes básicos de un modelo de PL son:

- **Variables de decisión:** representan opciones de asignación o producción.
- **Función objetivo:** expresa la meta del problema (por ejemplo, maximizar ingresos o minimizar costos).
- **Restricciones:** reflejan las limitaciones físicas, económicas o legales del problema.

Una característica central de la PL es que se basa en modelos determinísticos, es decir, se supone que todos los parámetros del problema son conocidos con certeza. Esta técnica es ampliamente utilizada en herramientas computacionales como Solver de Excel, QM para Windows o LINGO (Render et al., 2018).

Por otro lado, **Kaplan y Norton (1996)** sostienen que la ejecución efectiva de una estrategia requiere alinear las actividades operativas cotidianas con los objetivos estratégicos



de la organización. Este enfoque se basa en la necesidad de traducir la visión y misión empresariales en metas concretas, indicadores medibles y decisiones específicas que orienten la acción a corto plazo. En este sentido, las herramientas de optimización como la programación lineal, la programación entera binaria y la programación por metas constituyen un puente entre el nivel estratégico y el nivel operativo, ya que permiten convertir esos objetivos abstractos — por ejemplo, alcanzar cierto nivel de facturación, optimizar el uso de recursos, cumplir con cuotas ecológicas— en modelos cuantitativos resolubles.

Desde esta perspectiva, las técnicas de análisis cuantitativo no solo apoyan la eficiencia operativa, sino que se transforman en instrumentos estratégicos que ayudan a tomar decisiones alineadas con la visión de largo plazo de la empresa. Esto resulta especialmente relevante en contextos donde las metas son múltiples y deben ser priorizadas, como es el caso del modelo aplicado a VisualSign S.A.

Programación Entera Binaria

La **programación entera binaria (PEB)** es una extensión de la programación lineal en la cual las variables de decisión sólo pueden tomar valores enteros, específicamente 0 o 1. Este tipo de modelo se utiliza para representar decisiones de tipo "sí/no", como seleccionar o no un proyecto de la provincia, asignar o no un recurso, o activar o no una operación.

Los modelos binarios son especialmente útiles cuando:

- Se deben seleccionar alternativas mutuamente excluyentes.
- Se requiere respetar restricciones lógicas (por ejemplo: "si se hace A, entonces también se debe hacer B").
- Se necesita representar decisiones cualitativas en forma cuantitativa.



Aunque la PEB incrementa la complejidad computacional, permite representar de forma más realista problemas del mundo empresarial, especialmente en contextos donde la toma de decisiones implica elecciones discretas. El algoritmo más utilizado para resolver estos modelos es el de ramificación y acotamiento (branch and bound) (Render et al., 2018).

En este trabajo, la PEB se aplica para decidir qué obras deben ejecutarse y con qué grupos de trabajo, modelando cada combinación posible mediante variables binarias, y considerando restricciones como la eficiencia operativa, presupuesto logístico y cobertura geográfica.

Programación por Metas

La **programación por metas** es una técnica de optimización desarrollada para situaciones donde existen múltiples objetivos —posiblemente conflictivos— que deben alcanzarse simultáneamente. A diferencia de la programación lineal tradicional, que se enfoca en una sola función objetivo, la programación por metas busca minimizar las desviaciones respecto a varias metas previamente definidas por el decisor.

El modelo introduce variables de desviación positiva y negativa para cada meta y construye una nueva función objetivo que consiste en minimizar estas desviaciones ponderadas. Esta técnica es especialmente útil en contextos reales, donde los objetivos estratégicos suelen incluir metas económicas, sociales, ambientales y operativas.

Entre las aplicaciones más comunes se encuentran:

- Equilibrar producción y costos.
- Cumplir cuotas mínimas o máximas de facturación.
- Lograr porcentajes objetivos de desempeño ambiental o social.
- Asignar recursos entre varias áreas respetando metas múltiples.



En el caso de VisualSign S.A., este enfoque permite equilibrar la necesidad de maximizar la facturación general y asegurar simultáneamente que se cumpla con un porcentaje mínimo de ventas en productos ecológicos, lo que responde tanto a una meta financiera como a un compromiso de sostenibilidad.

Aplicación e Integración de Herramientas

La combinación de programación lineal, programación entera binaria y programación por metas permite modelar de forma integral problemas reales de planificación empresarial. Estas técnicas pueden implementarse mediante **Solver de Excel**, lo cual permite obtener soluciones óptimas sin necesidad de contar con software especializado, haciéndolas accesibles para pymes y empresas en crecimiento.

Este enfoque cuantitativo ofrece numerosas ventajas:

- Facilita la asignación racional de recursos escasos.
- Permite evaluar el impacto de las restricciones operativas.
- Ayuda a priorizar objetivos estratégicos múltiples.
- Brinda transparencia y respaldo técnico a la toma de decisiones.

En resumen, estas herramientas constituyen un soporte clave para la planificación operativa eficiente, la optimización de procesos y la alineación con objetivos estratégicos. Su uso en el caso de VisualSign S.A. demuestra cómo el análisis cuantitativo permite mejorar la capacidad de respuesta de la empresa ante picos de demanda, respetando sus restricciones reales y sus metas de rentabilidad y sostenibilidad.

Aplicación

Para abordar el problema de planificación operativa en VisualSign S.A. durante el periodo de alta demanda (julio-agosto), se elaboró un modelo de optimización utilizando



herramientas de programación entera binaria y programación por metas.

La información utilizada fue proporcionada por los responsables de la empresa a través de planillas de Excel, las cuales contenían datos sobre obras solicitadas, provincias de destino, grupos de trabajo disponibles, costos de traslado y desempeño histórico. Inicialmente, se procedió a realizar una depuración y organización de los datos, enfocándonos en las variables clave para el análisis cuantitativo: ubicación de los proyectos, nivel estimado de eficiencia de cada grupo en distintas provincias, y costos logísticos asociados.

DATOS GENERALES						
DESDE	HASTA	CANTIDAD DE DÍAS	UBICACIÓN	GRUPO	HOTEL X NOCHE	GASTO HOTEL
08/07/24	24/07/24	16	SALTA	GRUPO 1	\$52.500,00	\$840.000,00
10/07/24	12/07/24	2	SANTA FE	GRUPO 2	\$45.000,00	\$90.000,00
10/07/24	12/07/24	2	JUJUY	GRUPO 3	\$60.000,00	\$120.000,00
10/07/24	16/07/24	6	CORDOBA	GRUPO 4	\$72.000,00	\$432.000,00
08/07/24	12/07/24	4	FORMOSA	GRUPO 1	\$42.500,00	\$170.000,00
15/07/24	16/07/24	1	JUJUY	GRUPO 2	\$60.000,00	\$60.000,00
15/07/24	21/07/24	6	MENDOZA	GRUPO 3	\$71.283,33	\$427.700,00
15/07/24	18/07/24	3	MENDOZA	GRUPO 3	\$71.283,33	\$213.850,00
16/07/24	24/07/24	8	SALTA	GRUPO 1	\$52.500,00	\$420.000,00
17/07/24	20/07/24	3	SANTA FE	GRUPO 4	\$41.140,00	\$123.420,00
20/07/24	22/07/24	2	SALTA	GRUPO 1	\$52.500,00	\$105.000,00
23/07/24	26/07/24	3	CORDOBA	GRUPO 4	\$36.000,00	\$108.000,00
24/07/24	25/07/24	1	SANTA FE	GRUPO 3	\$90.000,00	\$90.000,00
26/07/24	02/08/24	7	CORRIENTES	GRUPO 2	\$44.714,29	\$313.000,00
25/07/24	26/07/24	1	SALTA	GRUPO 4	\$36.000,00	\$36.000,00
29/07/24	02/08/24	4	CHACO	GRUPO 1	\$47.000,00	\$188.000,00
30/07/24	03/08/24	4	MENDOZA	GRUPO 2	\$71.283,33	\$285.133,33

Fuente: Base de datos de Visualsing SA



DATOS MUEJES									
cantidad por día	VALORES ENTREGADOS						VALORES		
	COMBO	REGURO	PLAJES	EXTRAS	TOTAL MUEJES	GASTOS COMBO	VALOR REAL	GASTO SIN TICKET	TOTAL
\$42.000,00	\$272.000,00	\$18.000,00	\$4.000,00	\$180.000,00	\$1.800.000,00	\$304.001,00	\$12.800,00	\$11.016,52	\$4.800.803,00
\$48.000,00	\$128.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$120.000,00	\$179.000,00	\$0,00	\$18.000,00	\$888.000,00
\$58.300,00	\$121.000,00	\$19.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$101.000,00	\$101.000,00	\$101.200,34	\$87.300,00	\$557.358,00
\$48.000,00	\$248.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$180.000,00	\$180.000,00	\$179.828,00	\$0,00	-\$48.700,00	\$3.832.408,00
\$58.250,00	\$225.000,00	\$19.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$215.000,00	\$224.778,00	\$20.000,00	-\$1.273,00	\$2.825.001,00
\$48.000,00	\$48.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$45.000,00	\$43.000,00	\$0,00	\$18.000,00	\$272.000,00
\$48.000,00	\$48.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$40.000,00	\$38.700,00	\$10.000,00	-\$67.627,00	\$3.688.848,00
\$13.333,33	\$48.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$30.000,00	\$30,00	\$0,00	-\$38.500,00	\$413.300,00
\$7.500,00	\$38.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$60.000,00	\$61.338,00	\$0,00	-\$49.400,00	\$46.000,00
\$32.000,00	\$38.000,00	\$18.000,00	\$7.000,00	\$0,00	\$80.000,00	\$108.000,00	\$0,00	\$18.500,00	\$843.753,00
\$18.000,00	\$38.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$28.000,00	\$28,00	\$0,00	-\$41.500,00	\$43.000,00
\$38.000,00	\$38.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$19.000,00	\$90.000,00	\$131.748,00	\$0,00	\$27.000,00	\$119.844,00
\$18.000,00	\$18.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$90.000,00	\$8.018,00	\$0,00	\$11.000,00	\$3.180.173,00
\$65.714,29	\$65.000,00	\$19.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$60.000,00	\$408.181,04	\$173.270,00	-\$3,84	\$2.781.738,00
\$88.000,00	\$88.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$18.000,00	\$190.000,00	\$18.282,00	\$8.700,00	-\$8.427,00	\$3.898.308,00
\$187.500,00	\$178.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$70.000,00	\$101.000,00	\$128.110,00	-\$12.810,00	\$2.699.808,00
\$18.375,00	\$87.000,00	\$18.000,00	\$8.000,00	\$0,00	\$81.000,00	\$0,00	\$0,00	\$187.500,00	\$250.001,00

Fuente: Base de datos de Visualsing SA

DATOS GENERALES						
DESDE	HASTA	CANTIDAD DE DÍAS	UBICACIÓN	GRUPO	HOTEL X NOCHE	GASTO HOTEL
01/08/24	04/08/24	3	MENDOZA	GRUPO 2	\$72.187,33	\$216.562,00
03/08/24	09/08/24	6	SANTA FE	GRUPO 3	\$30.900,00	\$180.900,00
05/08/24	09/08/24	4	SALTA	GRUPO 4	\$26.250,00	\$105.000,00
06/08/24	10/08/24	4	MENDOZA	GRUPO 1	\$40.000,00	\$160.000,00
06/08/24	09/08/24	3	SALTA	GRUPO 2	\$76.290,00	\$228.870,00
06/08/24	07/08/24	1	SANTA FE	GRUPO 1	\$90.000,00	\$90.000,00
10/08/24	15/08/24	5	JUJUY	GRUPO 3	\$38.000,00	\$190.000,00
10/08/24	16/08/24	6	SALTA	GRUPO 4	\$33.800,00	\$202.800,00
13/08/24	16/08/24	3	CORRIENTES	GRUPO 3	\$48.441,67	\$145.325,00
13/08/24	16/08/24	3	CORRIENTES	GRUPO 2	\$48.441,67	\$145.325,00
15/08/24	17/08/24	2	SANTA FE	GRUPO 1	\$43.050,00	\$86.100,00
15/08/24	16/08/24	1	JUJUY	GRUPO 3	\$30.000,00	\$30.000,00
19/08/24	20/08/24	1	SALTA	GRUPO 4	\$67.760,00	\$67.760,00
20/08/24	26/08/24	6	SALTA	GRUPO 3	\$47.833,33	\$286.999,98
21/08/24	26/08/24	5	SANTA FE	GRUPO 1	\$43.050,00	\$215.250,00
22/08/24	23/08/24	1	MENDOZA	GRUPO 2	\$45.000,00	\$45.000,00
23/08/24	27/08/24	4	MENDOZA	GRUPO 1	\$37.000,00	\$148.000,00
27/08/24	30/08/24	3	SALTA	GRUPO 4	\$33.000,00	\$99.000,00
28/08/24	31/08/24	3	CORDOBA	GRUPO 1	\$137.000,00	\$411.000,00

Fuente: Base de datos de Visualsing SA



DATOS VALRES									
Cuenta por día	VALORES ENTREGADOS					VALORES			
	COMIDA	SEGURO	PAJAJES	EXTRAS	TOTAL VALORES	GASTOS COMIDA	VALOR REAL	GASTO SIN TICKET	TOTAL
\$68.000,00	\$150.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$10.000,00	\$170.000,00	\$100.000,00	\$0,00	-\$24.100,00	\$660.100,00
\$17.000,00	\$75.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$10.000,00	\$105.000,00	\$100.000,00	\$0,00	-\$104.100,00	\$274.000,00
\$20.250,00	\$100.000,00	\$10.000,00	\$4.000,00	\$0,00	\$114.250,00	\$100.000,00	\$0,00	-\$32.400,00	\$285.850,00
\$47.000,00	\$170.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$10.000,00	\$240.000,00	\$100.000,00	\$20.000,00	\$1.520,00	\$340.520,00
\$100.000,00	\$300.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$310.000,00	\$200.000,00	\$115.000,00	-\$0,00	\$1.155.000,00
\$37.000,00	\$17.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$27.000,00		\$0,00	\$0.000,00	\$27.000,00
\$45.000,00	\$205.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$260.000,00		\$0.000,00	\$100.000,00	\$2.325.000,00
\$30.000,00	\$100.000,00	\$10.000,00	\$0.000,00	\$0,00	\$140.000,00	\$204.100,00	\$0,00	\$20.210,00	\$400.000,00
\$45.000,00	\$105.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$160.000,00	\$150.000,00	\$40.000,00	\$1.900,00	\$400.370,00
\$40.000,00	\$100.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$160.000,00	\$100.000,00	\$0,00	-\$2.170,00	\$100.000,00
\$145.000,00	\$200.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$355.000,00	\$140.400,00	-\$200.000,00	\$24.500,00	\$550.200,00
\$100.000,00	\$100.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$210.000,00	\$20.000,00	\$0.000,00	\$40,00	\$100.000,00
\$04.400,00	\$04.400,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$18.800,00	\$70.000,00	\$0,00	\$33.520,00	\$77.700,00
\$27.000,00	\$225.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$130.000,00	\$392.000,00	\$240.000,00	\$0,00	\$30.000,00	\$100.000,00
\$10.000,00	\$50.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$10.000,00	\$80.000,00	\$20.000,00	\$0,00	\$10.500,00	\$40.000,00
\$00.000,00	\$00.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$10.000,00	\$00.000,00	\$00.000,00	-\$4.000,00	\$00.000,00
\$75.000,00	\$100.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$185.000,00	\$100.000,00	\$40.000,00	\$0.000,00	\$2.000.000,00
\$40.000,00	\$100.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$160.000,00	\$12.000,00	\$0,00	\$40.000,00	\$200.000,00
\$120.000,00	\$170.000,00	\$10.000,00	\$0,00	\$0,00	\$300.000,00	\$204.000,00	\$0,00	-\$30.400,00	\$1.200.000,00

Fuente: Base de datos de Visualsign SA

La empresa VisualSign S.A. opera regularmente en una amplia variedad de provincias, atendiendo simultáneamente numerosos proyectos en distintas zonas del país. Sin embargo, con el objetivo de sintetizar el análisis y facilitar la construcción del modelo de optimización, en este trabajo se decidió trabajar con una versión simplificada del problema real.

En particular, se seleccionaron:

- 3 provincias representativas del área de cobertura de la empresa.
- 4 grupos de trabajo disponibles para ser asignados.

Con el fin de optimizar la distribución de los cuatro grupos disponibles, se construyó un modelo de programación entera binaria. Este modelo busca maximizar la eficiencia operativa asignando estratégicamente cada grupo a una provincia, considerando tanto las capacidades técnicas como logísticas.

Se definió una escala de eficiencia (de 1 a 10) basada en cuatro criterios:

- Experiencia previa en la zona.
- Nivel de adaptación a condiciones locales.
- Conocimiento del tipo de obra.
- Desempeño operativo histórico.



Este puntaje fue estimado en base a una entrevista con los directivos de VisualSign, quienes compartieron su evaluación cualitativa del rendimiento de cada grupo en distintas provincias. Dichos valores se incorporaron como coeficientes en la función objetivo del modelo.

PROVINCIA	GRUPO			
	1	2	3	4
SALTA	7	3	9	5
FORMOSA	2	8	6	4
MENDOZA	10	5	1	7

Fuente: Elaboración propia

Estos valores son parámetros obtenidos a partir de una entrevista con el dueño donde nos mostró la puntuación que tiene cada grupo en cuanto a eficiencia en el trabajo, buscando disminuir tiempos. Estos valores nos permiten establecer una **preferencia de asignación** para definir la **función objetivo** de este problema. A su vez, se presentan algunas restricciones que se deben tener en cuenta: todos los grupos deben completar proyectos en al menos una provincia y todos los proyectos deben estar cubiertos por algún grupo. A su vez, en la entrevista realizada, el dueño nos informó una restricción de presupuesto bimestral, la cual es de \$16.000.000.

PROVINCIA	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4
SALTA	\$2.722.138	\$2.722.138	\$2.722.138	\$2.722.138
FORMOSA	\$4.401.242	\$4.401.242	\$4.401.242	\$4.401.242
MENDOZA	\$4.813.346	\$4.813.346	\$4.813.346	\$4.813.346



Para evaluar el impacto económico de cada asignación de grupo de trabajo a una provincia, se construyó un cuadro con los costos logísticos promedio estimados para 10 días de trabajo en cada destino. Estos valores fueron calculados a partir de los registros históricos proporcionados por la empresa y representan un insumo clave en la toma de decisiones operativas.

Cada valor del cuadro de costos está compuesto por la suma de los siguientes ítems:

- Costo promedio por 10 días en viáticos (comidas, movilidad interna, gastos menores).
- Costo promedio por 10 noches de hotel para el grupo completo,
- Costo estimado de nafta considerando la distancia entre la sede operativa y cada provincia.

PROVINCIA	TIEMPO DE DURACIÓN (días)	KM (DISTANCIA TOTAL)	NAFTA	VIATICOS	VIATICOS POR DIA	PRECIO HOTEL POR DIA
SALTA	50	613.4	\$395.843	\$2.435.486.00	\$48.708.00	\$47.834.68
FORMOSA	4	1848.8	\$1.193.121	\$233.986.00	\$58.250.00	\$42.500.68
MENDOZA	25	1915	\$1.235.175	\$1.432.560.00	\$57.300.00	\$58.649.81

Fuente: Elaboración propia

Los costos logísticos estimados para cada proyecto en las provincias de Salta, Formosa y Mendoza fueron calculados en función de tres componentes principales:

1. Costo de nafta: calculado a partir de los kilómetros totales de traslado entre la sede operativa de VisualSign S.A. y cada provincia. Este valor refleja el costo estimado de combustible necesario para el transporte del equipo y materiales, considerando tanto el viaje de ida como de regreso, e incluyendo los traslados internos durante la ejecución del proyecto.



COMBUSTIBLE			
Camión	35	litros	100 km
	0,35	litros	1
Gasto por km camión	\$525		
Auto	10	litros	100km
	0,1	por litro	
Gasto por km auto	\$120		
Gasto por km total	\$645		

Fuente: Elaboración propia.

Para estimar el gasto en combustible, se consideró que cada grupo se traslada con un camión y un auto. El camión consume en promedio 0,35 litros/km y el auto 0,10 litros/km, lo que equivale a un costo total de \$645 por kilómetro recorrido. Este valor se multiplicó por la distancia total de ida y vuelta a cada provincia para obtener el costo de nafta incluido en los cálculos logísticos.

2. Viáticos por día: incluyen alimentación, transporte urbano, insumos menores y otros gastos operativos diarios por grupo de trabajo.
3. Costo de hotel por día: representa el gasto promedio por alojamiento del grupo durante el tiempo de permanencia en la provincia.

A continuación, se presenta la formulación matemática del problema de asignación de recursos. Para ello, se aplica un modelo de programación entera binaria, que permite decidir de forma óptima qué grupo de trabajo asignar a cada provincia.

La función objetivo busca maximizar la eficiencia operativa total del sistema, en base al rendimiento esperado de cada grupo en cada localidad.

Función objetivo (FO):

$$\text{Maximizar eficiencia} = 7 X_1 + 3 X_2 + 9 X_3 + 5 X_4 + 2 Y_1 + 8 Y_2 + 6 Y_3 + 4 Y_4 + 10 Z_1 + 5 Z_2 + Z_3 + 7 Z_4$$

donde:



- X_i : asignación del grupo i a la provincia de Salta
- Y_i : asignación del grupo i a la provincia de Formosa
- Z_i : asignación del grupo i a la provincia de Mendoza

Ejemplo: 7 X_1 : Si el Grupo 1 es asignado a la Provincia de Salta, se obtendrá un rendimiento operativo equivalente a 7 unidades de eficiencia; si no es asignado, ese aporte será 0.

Restricciones:

Cada provincia debe recibir al menos un grupo:

$$\mathbf{R1: } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \geq 1$$

$$\mathbf{R2: } Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \geq 1$$

$$\mathbf{R3: } Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \geq 1$$

Cada grupo puede ser asignado a una única provincia:

$$\mathbf{R4: } X_1 + Y_1 + Z_1 = 1$$

$$\mathbf{R5: } X_2 + Y_2 + Z_2 = 1$$

$$\mathbf{R6: } X_3 + Y_3 + Z_3 = 1$$

$$\mathbf{R7: } X_4 + Y_4 + Z_4 = 1$$

Restricción de presupuesto:

$$\mathbf{R8: } \$2.722.138 X_1 + \$2.722.138 X_2 + \$2.722.138 X_3 + \$2.722.138 X_4 + \$4.401.242 Y_1 + \\ \$4.401.242 Y_2 + \$4.401.242 Y_3 + \$4.401.242 Y_4 + \$4.813.346 Z_1 + \$4.813.346 Z_2 + \$4.813.346 \\ Z_3 + \$4.813.346 Z_4 \leq \$16.000.000$$

Todas las variables son binarias:

$$\mathbf{R9: } X_i, Y_i, Z_i \in \{0,1\}$$



El modelo fue implementado en Microsoft Excel utilizando el complemento Solver, que permite resolver problemas de programación lineal y entera. Al ingresar los coeficientes, restricciones y tipo de variables, Solver determinó la combinación óptima de asignación que maximiza la eficiencia operativa total del sistema.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18
VE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

La implementación del modelo de programación entera binaria permitió asignar estratégicamente los grupos de trabajo a las provincias de mayor demanda durante el bimestre crítico de julio-agosto, respetando tanto las restricciones presupuestarias como las operativas. La solución óptima maximiza la eficiencia general del sistema al considerar las fortalezas específicas de cada grupo según la zona asignada, obteniendo lo siguiente:

- El grupo 3 y 4 van a Salta
- El grupo 2 va a Formosa
- El grupo 1 va a Mendoza

Programación por Metas

Con el objetivo de cumplir múltiples metas estratégicas de facturación, se planteó un modelo de **programación por metas** que permite formalizar y priorizar diversas condiciones impuestas por la empresa para los meses de julio y agosto. Las metas fueron definidas a partir de parámetros financieros y estratégicos, y se estructuraron mediante variables de desviación que miden en qué medida cada meta es alcanzada o no.



Metas establecidas

- **Facturar al menos 500 millones de pesos por mes.**

Esta meta garantiza un piso mínimo de ingresos mensuales para cubrir costos operativos y lograr rentabilidad.

- **Facturar menos de 700 millones de pesos por mes.**

Representa una cota superior de capacidad operativa. Evita sobrecargar recursos o comprometer la calidad del servicio.

- **Equilibrar la facturación entre julio y agosto**, permitiendo como máximo una diferencia de 1 millón de pesos.

Esta meta busca una distribución equilibrada de la carga de trabajo y facturación entre ambos meses.

Variables del modelo:

1. X_1 : facturación total prevista en julio.
2. X_2 : facturación total prevista en agosto.
3. $d1^+$, $d1^-$: desviaciones positivas y negativas respecto a la meta de 500 millones en julio.
4. $d2^+$, $d2^-$: desviaciones positivas y negativas respecto a la meta de 500 millones en agosto.
5. $d3^+$, $d3^-$: desviaciones respecto a la meta de no superar los 700 millones en julio.
6. $d4^+$, $d4^-$: desviaciones respecto a la meta de no superar los 700 millones en agosto.



7. $d5^+$, $d5^-$: desviaciones respecto al equilibrio entre la facturación de ambos meses.

Las variables de desviación se utilizan para medir cuánto se aleja el resultado real del valor deseado. En este caso, se desea que $d1^-$, $d2^-$, $d3^+$, $d4^+$ y $d5^+$ sean **lo más cercanas posible a cero**, ya que representan el incumplimiento de las metas.

La función objetivo del modelo consiste en **minimizar las desviaciones** no deseadas respecto a cada meta:

Minimizar desvíos: $d1^- + d2^- + d3^+ + d4^+ + d5^+$

Restricciones del modelo

Facturación mínima por mes:

R1: $X1 = 500 + d1^- - d1^-$

R2: $X2 = 500 + d2^+ - d2^-$

R3: $X1 = 700 + d3^+ - d3^-$

R4: $X2 = 700 + d4^+ - d4^-$

R5: $X1 - X2 = 1 + d5^+ - d5^-$

Fuente: Elaboración propia

	A	$d1^+$	$d1^-$	$d2^+$	$d2^-$	$d3^+$	$d3^-$	$d4^+$	$d4^-$	$d5^+$	$d5^-$	
VD	\$ 700.000.000	\$ 620.000.000	\$ 200.000.000	\$-	\$ 190.000.000	\$-	\$-	\$-	\$-	\$ 1.000.000	0	0
CO				1		1	1		1	1		\$
R1	1		-1	1								500000000 = \$ 500.000.000
R2		1			-1	1						500000000 = \$ 500.000.000
R3	1						-1	1				700000000 = \$ 700.000.000
			1						-1	1		700000000 = \$ 700.000.000
	1		-1							-1	1	1000000 = \$ 1.000.000

A partir del modelo planteado y resuelto mediante el método de programación por metas, se logró cumplir con las tres metas propuestas. La facturación mensual se mantuvo dentro del rango deseado: \$500 millones como mínimo y menos de \$700 millones como



máximo. También se logró cumplir con el equilibrio de facturación entre los dos meses, ya que es de exactamente un millón.

A partir del trabajo realizado y los resultados obtenidos mediante la aplicación de modelos de optimización en VisualSign S.A., se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar la planificación operativa y la toma de decisiones estratégicas:

- Implementar de forma sistemática herramientas de programación matemática (como programación entera binaria y programación por metas) en la planificación de los meses de mayor demanda, utilizando el modelo desarrollado como base adaptable para futuros períodos críticos.
- Crear y mantener actualizado un sistema interno de evaluación del desempeño de los grupos de trabajo, que contemple indicadores como tiempos de ejecución, cumplimiento de objetivos, costos logísticos reales y calidad percibida del servicio en cada provincia. Esta base permitirá ajustar los coeficientes de eficiencia con mayor precisión en el tiempo.
- Extender el enfoque de optimización a otras áreas críticas de la empresa, como la gestión de cobranzas, la asignación de materiales o la programación de producción, incorporando objetivos múltiples y restricciones reales mediante modelos complementarios.
- Alinear las decisiones operativas derivadas del modelo con los objetivos estratégicos de la empresa, asegurando que la eficiencia operativa obtenida se traduzca en mejoras sostenibles en rentabilidad, cumplimiento de metas y satisfacción del cliente.

Conclusiones

La aplicación de herramientas de análisis cuantitativo, como la programación lineal entera binaria y la programación por metas, permitió dar respuesta a un problema complejo y



real que enfrenta VisualSign S.A: cómo asignar eficientemente sus recursos limitados frente a un escenario de exceso de demanda y múltiples objetivos simultáneos. El modelo desarrollado no sólo integró datos operativos y financieros, sino que además incorporó la percepción cualitativa del dueño de la empresa sobre el desempeño de los equipos de trabajo, generando una representación más completa y realista de la situación. La solución obtenida mediante Solver mostró que es posible maximizar la eficiencia operativa manteniéndose dentro del presupuesto disponible y cumpliendo con metas estratégicas claves. Esta experiencia demuestra que los métodos cuantitativos son aplicables y altamente valiosos, aportando claridad, precisión y respaldo técnico al proceso de toma de decisiones.

En conclusión, se evidencia que la integración entre el conocimiento experto de la organización y el análisis matemático permite diseñar soluciones eficaces, con impacto directo en la mejora del desempeño organizacional y en el logro sostenible de sus metas.

Referencias

Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2018). Análisis cuantitativo para la toma de decisiones (13.ª ed.). Pearson Educación.

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1997). *Cuadro de mando integral: Cómo traducir la estrategia en acción*. Ediciones Gestión 2000.

Hernández Sampieri. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta edición. Editorial McGraw Hill.

Hansen, D. R., & Mowen, M. M. (2021). *Gestión de Costos: Contabilidad y Control (8ª edición.)*