

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSE MIGUEL CARRERA

**APLICACIÓN DE UN MODELO DE MULTIREGRESIONES PARA OPTIMIZACIÓN
DE LOS COSTOS DE DISTRIBUCIÓN EN TRANSPORTE DE UNA EMPRESA**

Trabajo de Titulación para optar al Título
profesional de INGENIERO EN EJECUCIÓN
DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.

Alumno:

Silvana Noemi Rodríguez Díaz

Profesor Guía:

Cristian Sánchez Arancibia

2023

RESUMEN

Keywords: MULTIREGRESIONES – OPTIMIZACIÓN – CORRELACIÓN – REGRESIÓN
- EFICIENCIA

En el área de logística de una empresa distribuidora de gases se ha observado que el porcentaje de los costos de distribución son elevados. Durante la revisión de estos, se ha entendido que constituyen un componente importante en la estructura de los costos totales lo cual provoca una disminución de la rentabilidad del negocio como se ha calculado en base a los informes de los últimos dos años del periodo 2020/2021

El objetivo de este trabajo de título es realizar un análisis y aplicación de un modelo de Multiregresiones para la optimización de costos de distribución en el área de transporte de una empresa. Se explica en detalle que es la Multiregresión y se lleva a cabo un análisis de Multiregresión del consumo de combustible en relación los kilómetros recorridos. Los datos utilizados fueron proporcionados por una empresa distribuidora de gases químicos ubicada en la ciudad de Sabaneta, Colombia. Con esta información se logra implementar una fórmula que permite determinar el punto de equilibrio entre el nivel de llenado de combustible y la distancia recorrida, con el objeto de optimizar de los costos por kilómetro transportado. Este factor es un componente importante de los costos variables en el total de los costos de distribución y en lo específico en los costos variables de transporte.

Se debe tener en cuenta que el análisis se enfoca únicamente en los costos variables de transporte, excluyendo los costos fijos de distribución y los elementos variables que no están relacionados con el transporte.

ÍNDICE

RESUMEN

INDICE

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA Y COSTOS DE TRANSPORTE

- 1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO
 - 1.1.1. Objetivo general
 - 1.1.2. Objetivos específicos
- 1.2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA
- 1.3. DE LOS COSTOS
 - 1.3.1. Estructura de costos de una empresa

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN O REGRESIÓN

- 2.1. QUÉ SIGNIFICA CORRELACIÓN
 - 2.1.1. Diagrama de dispersión
 - 2.1.2. Interpretación
 - 2.1.3. Procedimiento
- 2.2. REGRESIÓN SIMPLE Y REGRESIÓN MÚLTIPLE
 - 2.2.1. Clases de regresión
 - 2.2.2. Coeficiente de regresión

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS PARA LA CREACION DE UN MODELO DE MULTIREGRESIÓN PARA DISMINUIR COSTOS EN TRASPORTE

- 3.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS
 - 3.1.1. Multiregresión Peugeot Expert
 - 3.1.2. Multiregresión Chevrolet 2900
 - 3.1.3. Multiregresión Chevrolet 5193
 - 3.1.4. Multiregresión Hyundai
- 3.2. RESULTADOS DE EFICIENCIA
- 3.3. COMPARATIVO DE EFICIENCIA ENTRE VEHICULOS SEGÚN % DE CARGA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 2-1. Relación lineal positiva y negativa
- Figura 2-2. Relación curva
- Figura 2-3. Grado de relación
- Figura 2-4. Causalidad bilateral
- Figura 2-5. Causalidad Unilateral
- Figura 2-6. Causalidad
- Figura 2-7. Regresión simple y regresión múltiple
- Figura 2-8. Positivo
- Figura 2-9. Negativo
- Figura 2-10. Nulo
- Figura 3-1. Ecuación de curva
- Figura 3-2. Prueba de varianza
- Figura 3-3. Prueba t sobre b_0 - b_1 - b_2 y de intervalos
- Figura 3-4. Prueba de Press
- Figura 3-5. Resultados prueba Press capacidad de predicción
- Figura 3-6. Resultados Análisis de residuos. P-Value
- Figura 3-7. Determinación de la ecuación de la curva
- Figura 3-8. Prueba de varianza sobre b_1
- Figura 3-9. Prueba t sobre b_0 - b_1 - b_2 y de intervalos
- Figura 3-10. Prueba de Press capacidad de predicción del modelo
- Figura 3-11. Resultados prueba Press capacidad de predicción
- Figura 3-12. Resultados Análisis de residuos. P-Value
- Figura 3-13. Determinación de la ecuación de la curva
- Figura 3-14. Prueba de varianza sobre b_1
- Figura 3-15. Prueba t sobre b_0 y b_1 y de intervalos
- Figura 3-16. Prueba de Press capacidad de predicción del modelo
- Figura 3-17. Resultados prueba Press capacidad de predicción
- Figura 3-18. Resultados Análisis de residuos. P-Value
- Figura 3-19. Determinación de la ecuación de la curva
- Figura 3-20. Prueba de varianza sobre b_1
- Figura 3-21. Prueba t sobre b_0 - b_1 - b_2 y de intervalos
- Figura 3-22. Prueba de Press capacidad de predicción del modelo
- Figura 3-23. Resultados prueba Press capacidad de predicción
- Figura 3-24. Resultados Análisis de residuos. P-Value
- Figura 3-25. Eficiencia de llenado camión Peugeot Expert 2.0 Diesel
- Figura 3-26. Eficiencia de llenado camión Chevrolet 2999
- Figura 3-27. Eficiencia de llenado camión Chevrolet 5193
- Figura 3-28. Eficiencia de llenado camión Hyundai

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 95%

Tabla 3-2. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 90%

Tabla 3-3. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 85%

Tabla 3-4. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 80%

Tabla 3-5. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 75%

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 95%

Gráfico 3-2. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 90%

Gráfico 3-3. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 85%

Gráfico 3-4. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 80%

Gráfico 3-5. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 75%

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

Syngas : Synthesis Gas; Gas Sintético

B. SIMBOLOGÍA

% : Porcentaje

\$: Signo peso

km : Kilómetro

ton : Tonelada

kg : Kilogramo

INTRODUCCIÓN

Esta memoria está basada en un análisis realizado a Costos de distribución específicamente a los que corresponden a transporte de una filial en Colombia de la empresa internacional Air Products dedicada a la distribución de Gases Industriales.

El área de logística observo que en los análisis de costos de los últimos dos años del periodo 2020/2021 el porcentaje de los costos de transporte de los diferentes tipos de gases era elevado, por lo que constituían un componente importante en la estructura de los costos totales de distribución. Este alto costo provoco una disminución de la rentabilidad del negocio durante ese periodo.

El objetivo de este análisis es optimizar los costos en transporte para obtener una mejor rentabilidad al final de cada periodo.

Como objetivo específico se generará un análisis para la optimización de los recursos utilizados en el transporte, por lo tanto, el entregable no es la solución al problema si no, relativo a la generación de una metodología interpretativa aplicable a cualquier otro ámbito productivo y empresarial.

Estadísticamente hay varias formas de saber cómo influyen estos costos en el costo final, uno de ellos es el **ANÁLISIS DE REGRESIÓN o también llamado DE CORRELACIÓN** técnica usada para relacionar a través de un modelo, una o más variables independientes con una variable dependiente

Este análisis ayuda a comprender la relación de dos o más variables y permitirá relacionar mediante ecuaciones una variable en relación a otras variables llamada **REGRESIÓN MÚLTIPLE**.

El análisis está orientado a la optimización de los costos variables del total de los costos de distribución y en lo específico a los costos variables de transporte.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DE LA EMPRESA Y COSTOS EN TRANSPORTE

1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA Y COSTOS EN TRANSPORTE

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

A Continuación, se mencionarán los objetivos del presente proyecto.

1.1.1. Objetivo general

Aplicar un modelo de Multiregresiones para optimización los costos de distribución en transporte de una empresa.

1.1.2. Objetivos específicos

- Comprender y analizar todos los procesos que conlleva los costos de un producto.
- Analizar la correlación y regresión de una o múltiples variables que puedan presentarse.
- Estudiar la creación de un modelo de Multiregresión para disminuir costos en transporte.

1.2. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Air Products es una empresa de gases industriales líder en el mundo que opera desde hace 80 años en diversas partes del mundo. Centrada en el sector de la energía, el medio ambiente y los mercados emergentes, la empresa suministra gases industriales esenciales, equipos y aplicaciones a clientes de diversas industrias, como la del petróleo, la química, la metalúrgica, la electrónica, la industria manufacturera y la alimentaria, es también el líder mundial en el suministro de tecnología y equipos de proceso de gas natural y licuado. Sus áreas de negocios son acuicultura, alimentos, científico, metalmecánica, procesos industriales y salud.

La Compañía desarrolla, diseña, construye, posee y opera algunos de los mayores proyectos de gas industrial del mundo, incluyendo proyectos de gasificación que convierten de forma sostenible los abundantes recursos naturales en **Syngas**(1) para la producción de energía, combustibles y productos químicos de alto valor; proyectos de captura de carbono; y proyectos de hidrógeno libre de carbono a escala mundial que apoyan el transporte global y la transición energética.

La compañía posee un profundo conocimiento de cada mercado en el que está presente y contribuye en forma activa al desarrollo de las empresas con las que trabaja, gracias a la entrega de soluciones integrales con gases y soldaduras a la medida de los clientes, las que complementa con un completo mix de productos y servicios asociados al uso de los mismos.

En el año fiscal 2020, la empresa obtuvo ventas de 8.900 millones de dólares gracias a sus operaciones en 50 países y tiene una capitalización bursátil actual de unos 60.000 millones de dólares. Su Planta de colaboradores es de empleados comprometidos, apasionados y con talento, de diversos orígenes, impulsados por el propósito superior de Air Products de crear soluciones innovadoras que beneficien al medio ambiente, mejoren la sostenibilidad y aborden los retos a los que se enfrentan los clientes, las comunidades y el mundo.

1(Gas sintético obtenido mediante el proceso de gasificación térmica de materiales orgánicos, principalmente lignocelulósicos (residuos forestales y agrícolas)

1.3. DE LOS COSTOS

Al comprar un producto, el consumidor final generalmente desconoce todo el proceso que se lleva a cabo antes de que el producto en cuestión llegue a su hogar. Es debido a esta falta de conocimiento que a menudo conduce a disputas de los clientes por las diferencias en los precios finales.

1.3.1. Estructura de costos de una empresa

Es de suma importancia que tanto los comerciantes y fabricantes, como los consumidores, estén bien informados sobre la estructura de los costos de distribución para que los productos y/o servicios se ofrezcan a un precio justo.

Para calcular el valor final de un producto o servicio toda empresa debe tener claro cuál es su estructura de costos o estructura de costes, que es simplemente la suma de todos los gastos en que una empresa debe incurrir para existir y llevar a cabo su propia actividad productiva. En otras palabras, la estructura de costos tiene en cuenta todo aquello que es necesario para que una empresa desarrolle su modelo de negocio.

La estructura de los costos de una empresa sirve para entender la situación financiera de una empresa, para esto es necesario hacer dos preguntas acerca de la empresa:

- ✓ ¿Cómo Gana el dinero?
- ✓ ¿Cómo gasta el dinero?

Aunque ambas preguntas tienen la misma importancia, muchos emprendedores cometen el error de enfocarse solamente en la primera pregunta dejando de lado la gestión de los costos lo cual está a la base de los problemas de rentabilidad que padecen muchas empresas.

Por esta razón, lo primero que podemos decir con respecto a la estructura de costes de una empresa es el beneficio que ofrece en términos de rentabilidad. Cuando se tiene claridad con respecto a todos los gastos de una empresa se puede establecer y mantener una sana estrategia de precios, identificar áreas en las cuales los gastos pueden ser reducidos, tener una idea sobre la capacidad de expansión y crecimiento de la empresa y optimizar los procesos de toma de decisiones.

Para alcanzar dichos objetivos, la idea general de tener una estructura de costos sana radica en mantener los costos de una empresa bajo control lo cual a su vez ayuda a tener un negocio rentable.

Sin embargo, la estructura de costes es mucho más que una simple herramienta para llevar la contabilidad de la empresa. La estructura de costes sirve como una guía que ayuda a invertir el dinero de manera inteligente y distribuirlo en el lugar adecuado.

En otras palabras, la estructura de costos debe servir para crear un tipo de valor que se ajuste a los propios valores y a la filosofía de la empresa.

Dentro de los costos que constituyen los costos totales de una empresa o un negocio, cualquiera sea este, son los **Costos por Distribución**, el cual está conformado por una serie de costos, entre ellos está el **Costo por Transporte**, que es finalmente el que permite que un producto o servicio llegue al consumidor final.

1.3.1.1. Costos de distribución

Los Costos de distribución son todos aquellos gastos que genera un empresa o negocio en el proceso de venta de un producto o servicio para que este llegue al cliente final, es decir todos los gastos generados desde la fabricación hasta la entrega de dicho producto

La cadena de distribución suele tener un elevado costo, sin embargo, se amortiza elevando el precio final del producto, generalmente cuando el producto es fabricado y distribuido por el mismo productor el costo de distribución tiende a ser menor

1.- ¿Cuáles son los tipos de costos de distribución?

➤ Costos de almacenamiento

Es el costo generado por el espacio físico donde se almacenan los productos hasta el momento de su venta, generalmente esto costo de deriva de un arriendo de un almacén o bodega.

➤ Gastos de venta directa

Estos gastos son derivados de ventas y servicios que van directamente al cliente final como por ejemplo la venta de paquetes de viajes y también los salarios de los vendedores.

➤ Costos de publicidad y promoción

Estos costos son los asociados a publicitar en diferentes medios de comunicación los productos o servicios de un negocio, este tipo de marketing publicitario se realiza en medios como radio, diarios, locomoción colectiva, pantallas en via publica, tv y sobre todo hoy en día a través de internet.

➤ Gastos de pérdidas

Son los costos asociados a productos que no llegan a destino o al cliente final producto de inconvenientes en el proceso de distribución o simplemente no salieron a la venta y se pierden como por ejemplo alimentos perecederos que se descomponen en un tiempo de terminado si no logran llegar al cliente final. Otro caso recurrente son productos que se deterioran en el proceso de distribución y deben ser reemplazados por otros nuevos.

➤ Coste de transporte

Es el gasto ocasionado al trasladar físicamente el producto o servicio al destinatario final. En este coste se incluyen todos los gastos de logística que se emplean para que el producto llegue a tiempo y en buenas condiciones al cliente.

2.- ¿Cómo afectan los costes de distribución al precio final?

Los costos de distribución son una parte esencial el costo final del producto, estos, aunque no afectan al producto en su esencia son costos que afectan al producto para que pueda llegar al cliente final, si no contamos con un canal de distribución no se genera la venta y sin venta no hay negocio

3.- ¿Cómo se calculan los costos de distribución?

Simplemente se suman todos los gastos relacionados el producto o servicio, es decir, venta, publicidad, almacenaje y trasporte, la Suma de todos estos gastos es el costo de distribución el cual se agrega al precio del producto para que el negocio sea rentable

1.3.1.2. Costos en transporte

En este punto se explica en detalle todo lo que conlleva los costos en transporte.

1.- ¿Cómo se calcula los costos de transporte?

En términos generales, la fórmula para el cálculo del costo del transporte es la siguiente:

$$T = CF + CV(D)$$

En donde:

- T* : Transporte
- CF* : Costos Fijos
- CV* : Variables
- D* : Distancia a recorrer del viaje

2.- Componentes de la estructura de costos del transporte de carga

Existen algunos elementos comunes dentro de la estructura de costos del transporte de carga terrestre en todos los países. Dentro de los elementos comunes destacan:

- Combustible
- Honorarios de conductor
- Costos de circulación (Seguros del vehículo, de la carga y de terceros, Revisión técnica y permisos de circulación)
- Mantenimiento del vehículo
- Depreciación del vehículo
- Uso de infraestructura (peajes)

Sin embargo, el combustible y los salarios de los conductores representa un porcentaje importante del gasto en el transporte de carga terrestre.

- Estimación de costos

- Combustible

Para obtener el costo por kilómetro se considera el promedio anual de kilómetros recorridos por camión según la siguiente fórmula:

$$COMBUSTIBLES \left[\frac{\$}{KM} \right] = \frac{PRECIO DIESEL}{RENDIMIENTO ANUAL \times KM}$$

Finalmente, para calcular el costo unitario de combustible se considera la tasa de ocupación y la capacidad de carga según tipo de camión, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$COMBUSTIBLES \left[\frac{\$}{TON-KM} \right] = \frac{COMBUSTIBLES \left[\frac{\$}{KM} \right]}{TASA OCUP CAM \times CAP CARGA CAM (TON)}$$

➤ Honorarios de Conductores

Persona a cargo de la operación de los vehículos, considera salarios que, generalmente, están compuestos por un sueldo base más comisiones, viáticos, colación, gratificaciones, leyes sociales, seguros, bonos. Además, en algunos casos se considera un segundo conductor para apoyar en viajes largos.

Así, la fórmula de cálculo de los costos por concepto de sueldos del personal es la siguiente:

$$COSTO HONORARIOS \left[\frac{\$}{KM} \right] = \frac{12 \times SUELDO BRUTO}{KM ANUALES RECORRIDOS}$$

Para obtener los costos unitarios por honorarios de conductores, se divide el costo por kilómetro por la capacidad de carga y la tasa de ocupación del camión.

➤ Circulación

Para estimar los costos de circulación se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$1. \quad COSTO SEGUROS \left[\frac{\$}{KM} \right] = \frac{(12 \times \text{Costo mensual seg.} + \text{seg obligatorio anual})}{RENDIMIENTO ANUAL \times KM}$$

$$2. \quad PERMISOS DE CIRCULACION \left[\frac{\$}{KM} \right] = \frac{PERMISO DE CIRCULACION}{RENDIMIENTO ANUAL \times KM}$$

$$3. \quad REVISION TECNICA \left[\frac{\$}{KM} \right] = \frac{\$ REVISION TECNICA}{RENDIMIENTO ANUAL \times KM}$$

Finalmente, el costo unitario por concepto de costos de circulación se calcula según la siguiente fórmula:

$$COSTOS DE CIRCULACION \left[\frac{\$}{TON-KM} \right] = \frac{1+2+3}{TASA OCUP \times CAP CARGA}$$

➤ **Mantenimiento**

Las fórmulas para calcular los costos de mantenimiento del transporte de carga por camión son las siguientes:

1. $COSTO NEUMATICOS \left[\frac{\$}{KM} \right] = \frac{COSTO NEUMATICO BASE \times \$}{RENDIMIENTO NEUMATICO \times KM}$
2. $COSTO LUBRICANTE \left[\frac{\$}{KM} \right] = \frac{COSTO LUBRICANTE BASE \times \$}{RENDIMIENTO LUBRICANTE \times KM}$
3. $COSTO PERSONAL MANT \left[\frac{\$}{KM} \right] = \frac{SUELDO BRUTO PERS MANT \times CANT PERS \times 12}{RENDIMIENTO LUBRICANE \times KM}$

Finalmente, el costo unitario de mantenimiento de los vehículos esta dado por la siguiente fórmula:

$$COSTOS DE MANTENCION \left[\frac{\$}{TON-KM} \right] = \frac{1+2+3}{TASA OCUP \times CAP CARGA}$$

➤ **Depreciación**

La depreciación se calcula en función del precio de compra de los vehículos, su vida útil y su valor residual.

- Vida útil de un camión: 700.000 km
- Porcentaje valor residual: 31%

La depreciación de los vehículos se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$COSTO DE DEPRECIACION \left[\frac{\$}{KM} \right] = \frac{(VALOR COMPRA BASE - \%VR CAMION) VALOR COMPRA BASE}{KM DE VIDA UTIL}$$

➤ **Uso de infraestructura**

En este ítem considera la tarifa de los peajes que se localizan sobre la ruta de viaje según origen y destino de la carga. El costo por el uso de

infraestructura está definido por la suma de las tarifas cobradas en cada peaje.

La fórmula utilizada para calcular los costos por uso de infraestructura es la siguiente:

$$COSTOS\ PEAJE\ \left[\frac{\$}{KM}\right] = \frac{\sum\ COSTO\ PEAJE\ (ORIGEN=DESTINO)}{DISTANCIA\ KM\ (ORIGEN=DESTINO)}$$

Luego, para obtener los costos unitarios se utilizó la siguiente fórmula:

$$COSTO\ UNITARIO\ DE\ PEAJE\ \left[\frac{\$}{TON-KM}\right] = \frac{COSTOS\ PEAJE\ \left[\frac{\$}{KM}\right]}{TAS\ OCUP\ CAM\ x\ CAP\ CARGA\ CAM\ (TON)}$$

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN O REGRESIÓN

2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN O REGRESIÓN

2.1. QUÉ SIGNIFICA CORRELACIÓN

Existen muchas situaciones donde se requiere identificar como una variable interactúa con otra y para saber en qué medida se relacionan y como es dicha relación se utiliza un método llamado **Análisis de Correlación**.

Como la estadística inferencial nos permite trabajar con una variable a nivel de intervalos o razón, así también se puede comprender la relación de dos o más variables y nos permitirá relacionar mediante ecuaciones una variable en relación a la otra llamándose Regresión Lineal Simple, y una variable en relación a otras variables llamándose Regresión lineal Múltiple

La regresión o correlación mide la fuerza de asociación entre dos variables, las que pueden ser **dos salidas, una salida y una entrada, o dos entradas**. Se deben usar en conjunto con técnicas graficas como por ejemplo un diagrama de dispersión. La correlación indica la fuerza entre dos variables de un proceso, por ejemplo, rapidez y entrenamiento.

Casi constantemente en la práctica de la investigación estadística se encuentran variables que de alguna manera están relacionadas entre sí, por lo que es posible que una de las variables pueda relacionarse matemáticamente en función de otra u otras variables.

Este análisis se utiliza para estudiar variables **CUANTITATIVAS**, es decir que ambas variables son continuas.

Como indica el propósito de SEIS SIGMA, lo que se busca es determinar la siguiente ecuación:

$$CTQ'S Y = f(x)$$

Donde **Y** es el **Valor de Salida** esperado de un proceso (velocidad, costos, transporte, etc.). **X** representa todas las variables que se requieren en un proceso (personas, maquinas, materiales, información, etc.)

Entonces el valor de salida o CTQ estudiado es el costo por kg de producto, y como se correlacionan con el kilometraje total del camión en ruta y el porcentaje de llenado del mismo

Con todas las variables, se realiza un análisis de correlación, el cual nos ayudará a visualizar el tipo y el grado de predicción entre las variables.

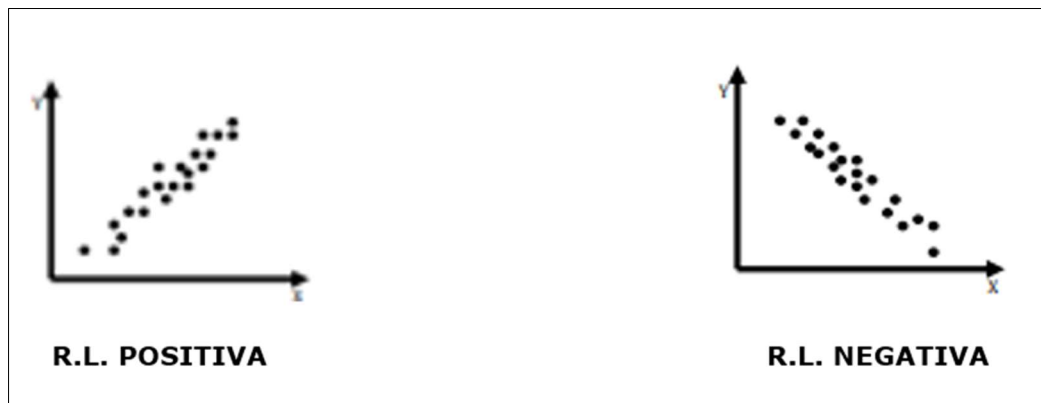
El resultado de ese análisis nos arroja un **Diagrama de dispersión**. Este diagrama nos ayuda a visualizar si las dos variables están relacionadas y la forma en que estas se relacionan. Este tipo de relaciones es variado y tiene diferentes grados de relaciones.

La regresión en forma gráfica trata de lograr que una dispersión de las frecuencias sea ajustada a una **Línea Recta o una Línea Curva**.

2.1.1. Diagrama de dispersión

Es una gráfica del tipo X-Y, donde (X,Y) son dos variables numéricas. El diagrama de dispersión tiene variadas clases y grados de relación.

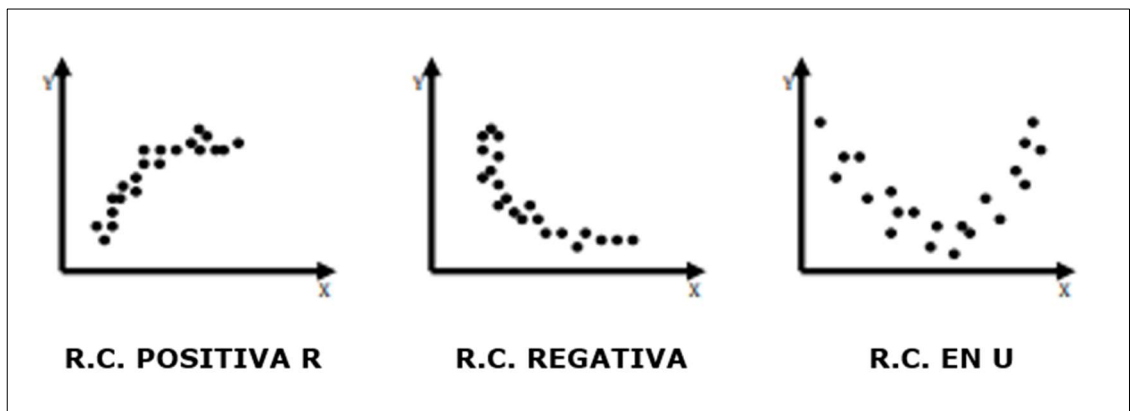
➤ Relación lineal



Fuente: LSSI

Figura 2-1. Relación lineal positiva y negativa

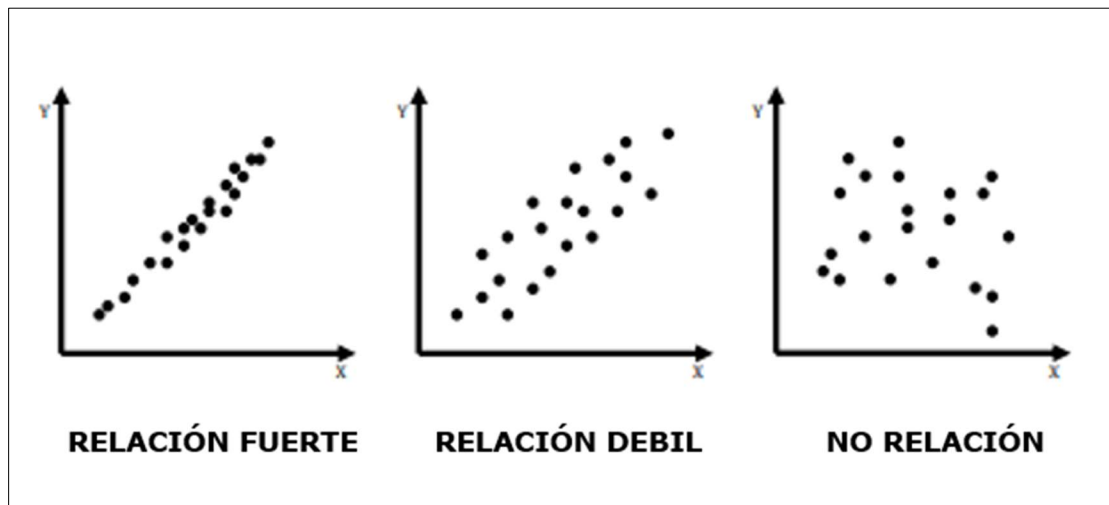
➤ Relación curva



Fuente: LSSI

Figura 2-2. Relación curva

➤ Grado de relación



Fuente: LSSI

Figura 2-3. Grado de relación

2.1.2. Interpretación

De acuerdo con el Statistical Quality Control Handbook de Wester Electric (1956) es necesario considerar que:

1. Aunque se aprecie una relación fuerte, no necesariamente indica relación de causa y efecto entre esas variables. La relación **causa-efecto** se obtiene del conocimiento del proceso.
2. Si no se aprecia una relación significativa, puede deberse a que realmente no exista correlación, o que la cantidad y/o el rango de los datos no sea suficiente.

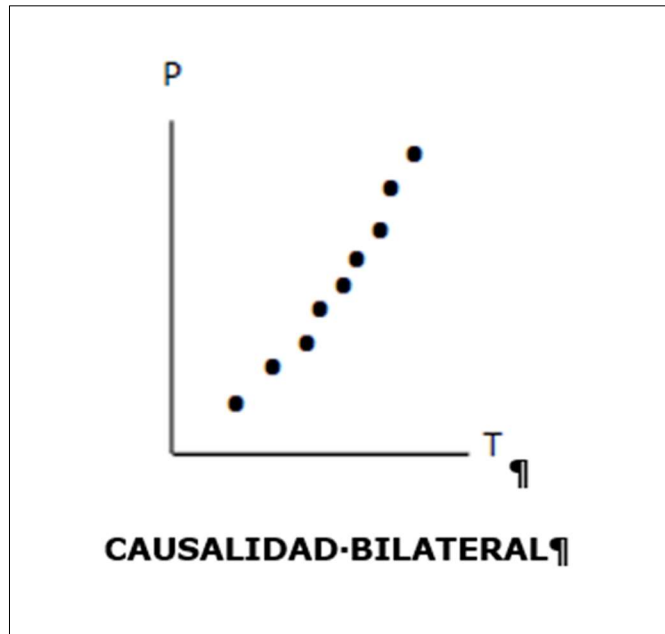
2.1.2.1. Casualidad y Causalidad

Causalidad implica una **relación de causa-efecto** entre las variables, **Casualidad no.**

Por ejemplo:

➤ Presión vs Temperatura:

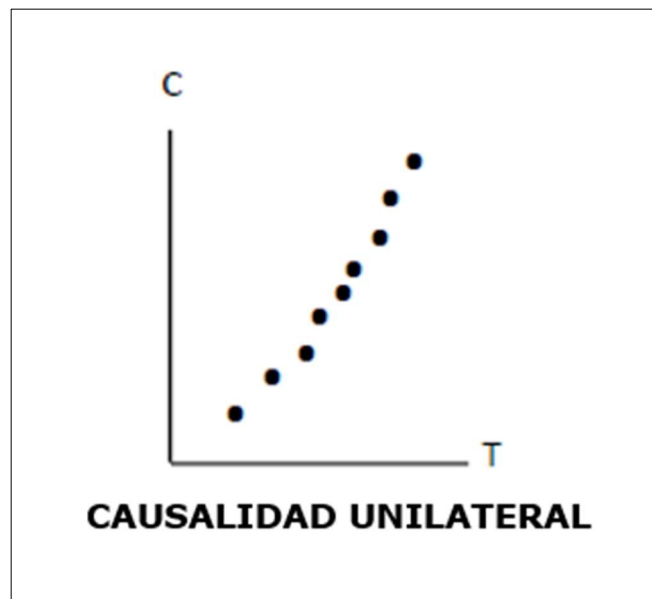
Si se aumenta la temperatura de una olla a presión, de consecuencia aumenta la presión interna de la olla, existe entonces una relación causa-efecto.



Fuente: LSSI

Figura 2-4. Causalidad bilateral

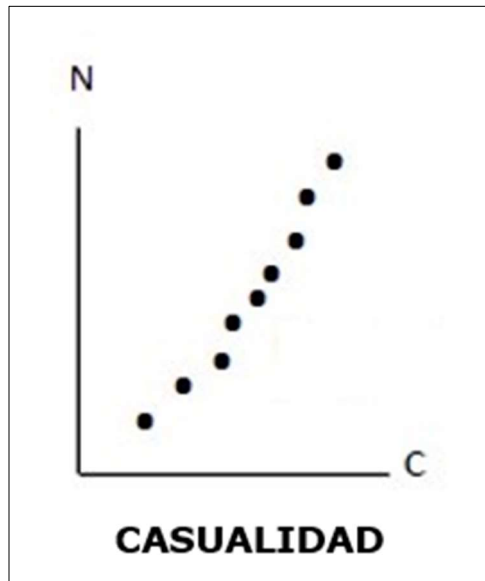
➤ Consumo de electricidad en verano vs temperatura ambiente



Fuente: LSSI

Figura 2-5. Causalidad Unilateral

- Numero de cigüeñas vs número de nacimientos durante 100 años



Fuente:

Figura 2-6. Causalidad

Por lo tanto, es fundamental tener conocimiento del proceso.

Cuando no existe causalidad el modelo no se puede usar para controlar el proceso, sin embargo, si ayuda a predecir el proceso.

El análisis de correlación se utiliza principalmente en dos fases, una de ellas es la **Fase de Análisis**, la cual proporciona al equipo de trabajo conocimientos sobre las variables potenciales en las que se puede trabajar para mejorar el proceso. La fase de análisis también ayuda a identificar la relación entre las variables de entrada (X's).

La otra fase es la **Fase de Mejora** la cual ayuda a validar las acciones de mejora entre las variables de entrada (X's) y los resultados logrados.

2.1.3. Procedimiento

1. Establecer el objetivo del análisis
2. Establecer las variables:
 - Entrada y salida
 - Entrada y entrada
 - Salida y salida
3. Hacer una tabla e introducir los datos de las variables
4. Graficar
5. Obtener la ecuación de la recta
6. Interpretar

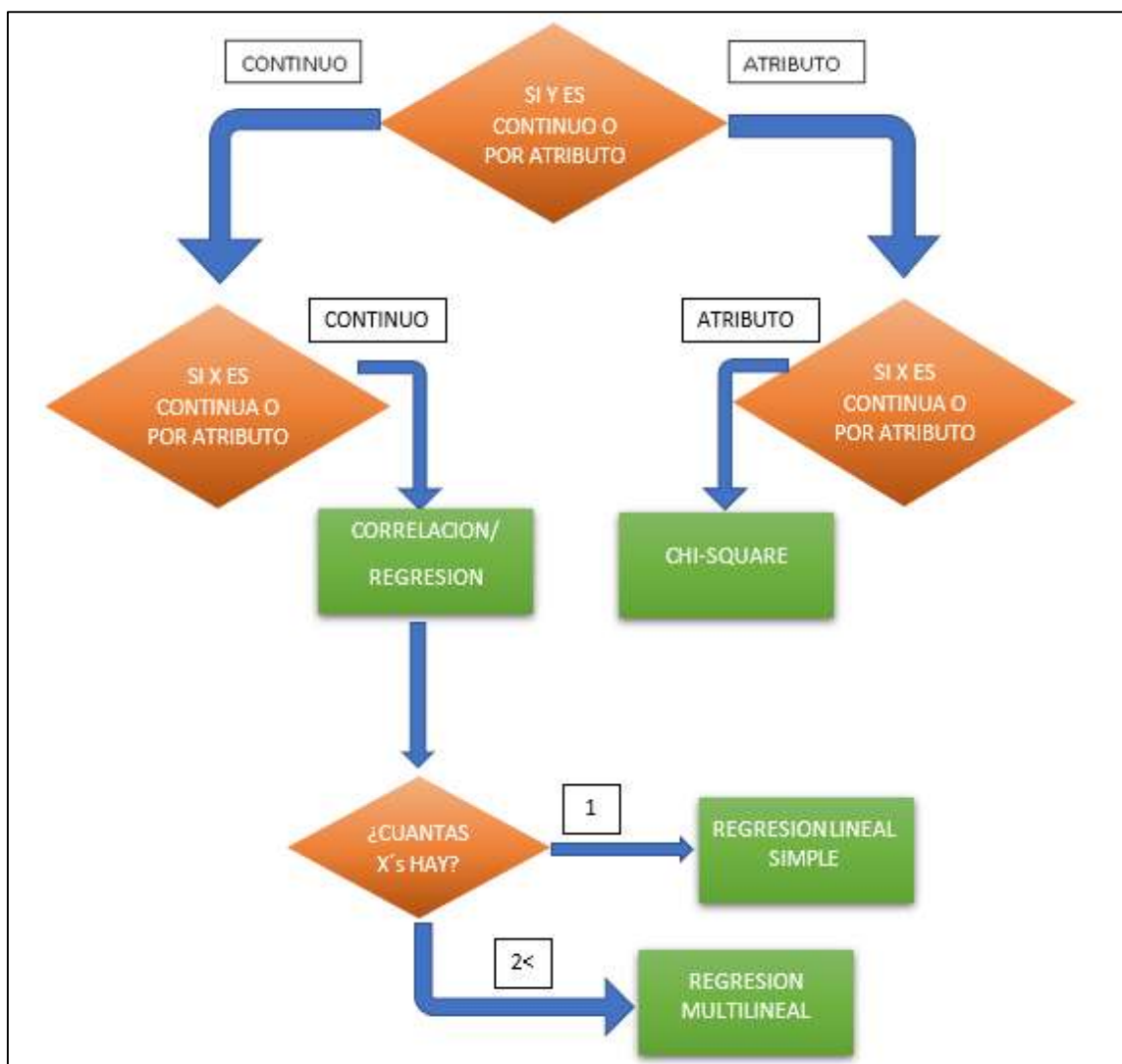
El tiempo de demora en realizar el análisis de correlación dependerá de las variables a evaluar y sobre todo el tiempo generado en la obtención de los datos.

Una vez obtenidos los datos el tiempo de análisis no debería ser mayor a dos horas para establecer en equipo el nivel de correlación y decidir sobre las variables que realmente afectan a las variables del proceso.

2.2. REGRESIÓN SIMPLE Y REGRESIÓN MÚLTIPLE

El análisis de regresión es una técnica usada para relacionar a través de un modelo, una o más variables independientes con una variable dependiente (respuesta).

Tiene 3 usos fundamentales, **descripción** para representar un proceso; **predicción** en base a un valor X desconocido y **estimación** en base a un valor X conocido; control para obtener cierta respuesta del proceso deseado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7. Regresión simple y regresión múltiple

2.2.1. Clases de regresión

La regresión puede ser **Lineal o Curvilínea (No Lineal)**, ambos tipos de regresión pueden ser a su vez **Regresión Simple o Regresión Múltiple**

2.2.1.1. Regresión simple

Este tipo se presenta cuando una variable independiente ejerce influencia sobre otra variable dependiente.

$$\text{Ejemplo: } Y = f(x)$$

Esta regresión se utiliza con mayor frecuencia en las ciencias económicas, y sus disciplinas tecnológicas. Cualquier función no lineal, es transformada en lineal para su estudio y efectos. La regresión lineal simple se utiliza para:

- Determinar la relación de dependencia que tiene una variable respecto a otra.
- Ajustar la distribución de frecuencias de una línea, es decir, determinar la forma de la línea de regresión.
- Predecir un dato desconocido de una variable partiendo de los datos conocidos de otra variable.

- Análisis de Regresión Simple

Dispone de una ecuación con dos variables independientes adicionales:

$$Y' = a' + b_1x_1 + S_{xy}(\text{error})$$

2.2.1.2. Regresión múltiple

Es un procedimiento mediante el cual se trata de determinar si existe o no relación de dependencia entre dos o más variables. Es decir, conociendo los valores de una variable independiente, se trata de estimar los valores, de una o más variables dependientes. La regresión en forma gráfica, trata de lograr que una dispersión de las frecuencias sea ajustada a una línea recta o curva.

Consiste en generar modelos de regresión con más de una variable independiente (Xs). Este tipo se presenta cuando dos o más variables independientes influyen sobre una variable dependiente.

$$\text{Ejemplo: } Y = f(x, w, z).$$

Dispone de una ecuación con dos variables independientes adicionales:

$$Y' = a' + b_1x_1 + b_2x_2 + S_{xy}(\text{error})$$

Se puede ampliar para cualquier número "m" de variables independientes:

$$Y' = a' + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_mx_m$$

Para poder resolver y obtener a , b_1 y $2b$ en una ecuación de regresión múltiple el cálculo se presenta muy tediosa porque se tiene atender 3 ecuaciones que se generan por el método de mínimo de cuadrados:

$$\sum y = na + b_1\sum x_1 + b_2\sum x_2$$

$$\sum x_1y = a\sum x_1 + b_1\sum x_1^2 + b_2\sum x_1x_2$$

$$\sum x_2y = a\sum x_2 + b_1\sum x_1x_2 + b_2\sum x_2^2$$

➤ **Coefficiente de determinación múltiple (r^2)**

Mide la tasa porcentual de los cambios de Y que pueden ser explicados por x_1, x_2, x_3 simultáneamente.

$$r^2 = \frac{sc \text{ Regresión}}{sc \text{ Total}}$$

➤ **Error estándar en la regresión (S_{xy})**

Es una medida de dispersión la estimación se hace más precisa conforme el grado de dispersión alrededor del plano de regresión se hace más pequeño. Para medirlo se utiliza la formula:

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum (y - y')^2}{m - m - 1}}$$

En donde:

Y: Valores observados en la muestra

Y' : Valores estimados a partir a partir de la ecuación de regresión
 n : Número de datos
 m : Número de variables independientes

La relación entre el número de parámetros y el número de variables es:

$$P = K + 1$$

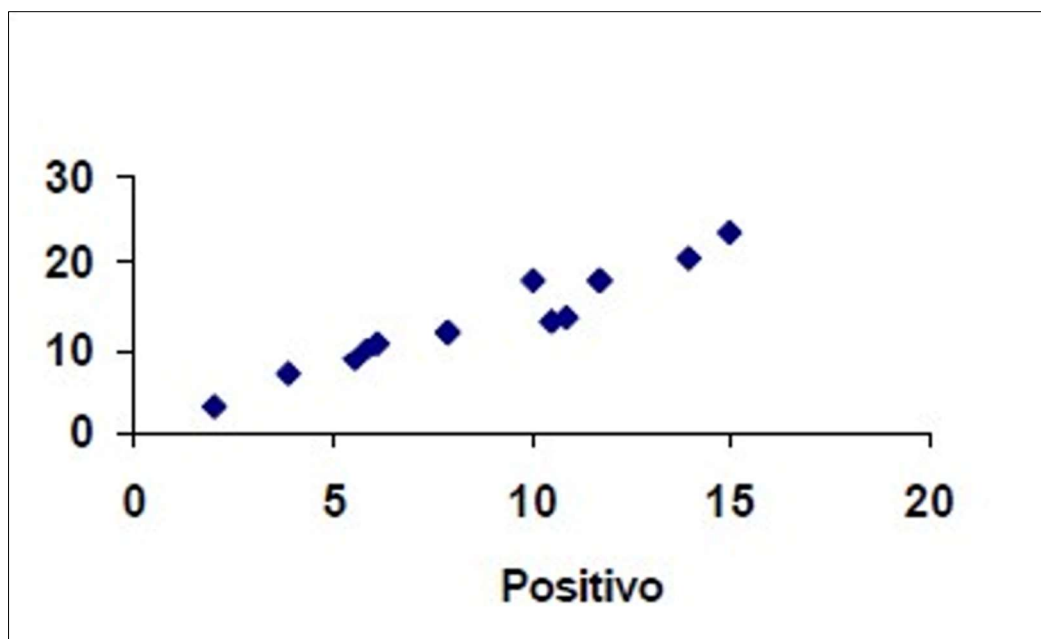
Para poder resolver se puede utilizar programas informáticos como AD+, SPSS y Minitab y Excel.

2.2.2. Coefficiente de regresión

Indica el número de unidades en que se modifica la variable dependiente "Y" por efecto del cambio de la variable independiente "X" o viceversa en una unidad de medida.

El coeficiente de regresión puede ser: Positivo, Negativo y Nulo.

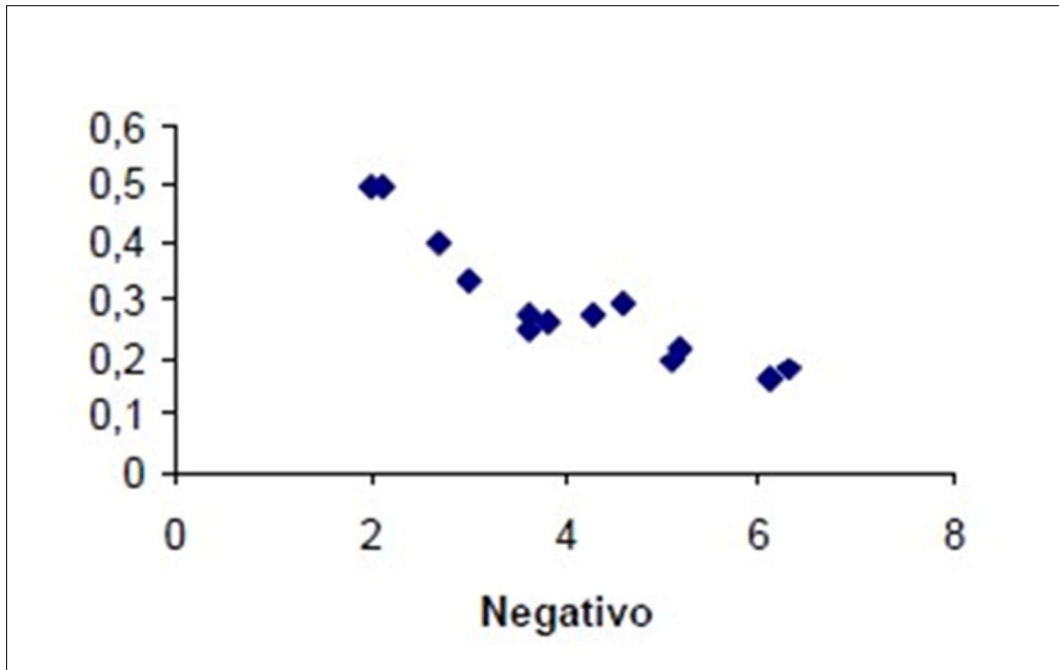
- Es **positivo** cuando las variaciones de la variable independiente X son directamente proporcionales a las variaciones de la variable dependiente "Y".



Fuente: Informática de gestión, modelos y simulación

Figura 2-8. Positivo

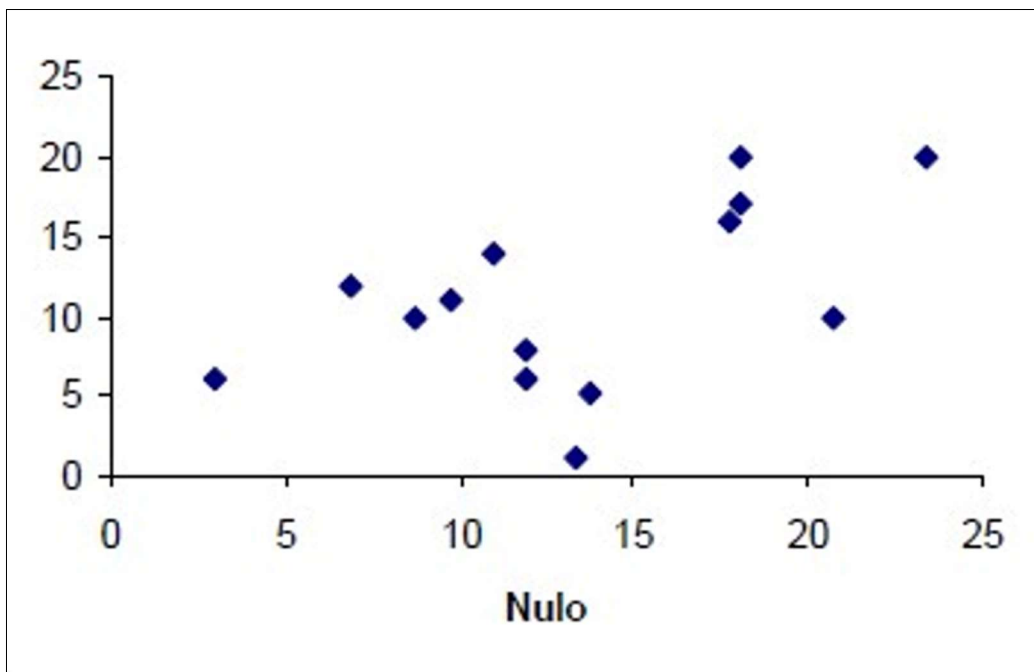
- Es **negativo**, cuando las variaciones de la variable independiente "X" son inversamente proporcionales a las variaciones de las variables dependientes "Y".



Fuente: Informática de gestión, modelos y simulación

Figura 2-9. Negativo

- Es **nulo o cero**, cuando entre las variables dependientes "Y" e independientes "X" no existen relación alguna.



Fuente: Informática de gestión, modelos y simulación

Figura 2-10. Nulo

**CAPÍTULO 3: ANÁLISIS PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO DE
MULTIREGRESIÓN PARA DISMINUIR COSTOS EN TRASPORTE**

3. ANÁLISIS PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO DE MULTIREGRESIÓN PARA DISMINUIR COSTOS EN TRASPORTE

3.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para realizar este modelo de Multiregresión se confeccionó una tabla con 225 datos de 4 modelos de vehículos utilizados por la empresa para el transporte de los gases:

- Peugeot Expert
- Chevrolet 2999
- Chevrolet 5193
- Hyundai

En esta tabla se incluyeron los siguientes datos relativos al transporte:

1. N° de identificación del viaje
2. Fecha del viaje
3. Placa del vehículo
4. Marca y modelo de vehículo
5. Cilindrada, año y capacidad de carga del vehículo
6. Conductor, ruta y turno
7. Peso real, eficiencia con peso, kilometraje y rendimiento de Km/kg del vehículo
8. Volumen, promedio del valor por galón y gasto
9. Valor por kilómetro, valor por kilo y valor de kilómetros por kilo

Con esta información se realizaron los análisis de Multiregresión para cada vehículo utilizando el programa estadístico Minitab

3.1.1. Multiregresión Peugeot Expert

- Obtenemos la **Ecuación de la Curva** al sacar el factor no significativo de la ecuación original

Regression Equation

\$/kg = 124,96 + 2,2650 Kilometraje - 219,2 Eficiencia peso

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-1. Ecuación de curva

- Se plantean nuevas hipótesis con el **Análisis de Varianza** sobre **b1**

El análisis de varianza muestra que el P-Value es menos a 0.05, podemos reyectar Ho, por lo tanto, la regresión tiene sentido.

Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	82084,3	96,75%	82084,3	41042,2	581,42	0,000
Kilometraje	1	53484,7	63,04%	53382,0	55382,0	784,56	0,000
Eficiencia peso	1	28599,7	33,71%	28599,7	28599,7	405,15	0,000
Error	39	2753,0	3,25%	2753,0	70,6		
Lack-of-Fit	37	2740,7	3,23%	2740,7	74,1	12,01	0,080
Pure Error	2	12,3	0,01%	12,3	6,2		
Total	41	84837,3	100,00%				

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-2. Prueba de varianza

- Se realiza una prueba **t** sobre **b0-b1-b2** y de intervalos

B0 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

B1 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

B2 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	95% CI	T-Value	P-Value	VIF
Constant	124,96	8,48	(107,80; 142,12)	14,73	0,000	
Kilometraje	2,2650	0,0809	(2,1014; 2,4286)	28,01	0,000	1,00
Eficiencia peso	-219,2	10,9	(-241,2; -197,2)	-20,13	0,000	1,00

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-3. Prueba t sobre b0-b1-b2 y de intervalos

- Se realiza la prueba **Press** o de predicción

Press es el predictor de la suma del error cuadrado (SSE) y evalúa la capacidad de predicción de los modelos. La prueba de Press consiste en dividir este valor por el **error de la varianza (SCE)**, se compara el Press contra el SCE, donde el resultado debe ser menor a 2. Si la relación es menor a 2 se considera el modelo como bueno para predecir. Donde SCE es la variación residual no representada por la regresión.

En donde:

v2	2753 (SCE error de la varianza)
v1	3844,66 (Press)
v1/v2	= 1,39653469

Al obtener un valor menor a 2 entre v1/v2 podemos decir que el modelo es bueno para predecir. La muestra nos arroja un R2 de 96,75% que es el coeficiente de determinación de la proporción de la variación representada por el modelo de regresión, debiendo tener un valor mínimo de 80%

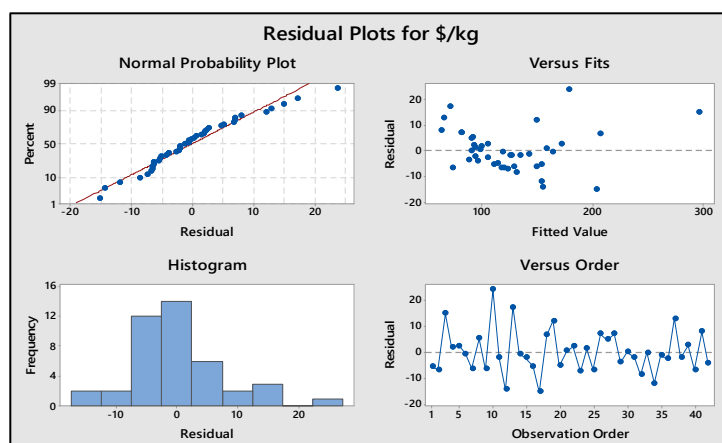
Model Summary				
S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
8,40176	96,75%	96,59%	3844,66	95,47%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-4. Prueba de Press, capacidad de predicción

- Analisis de Residuos

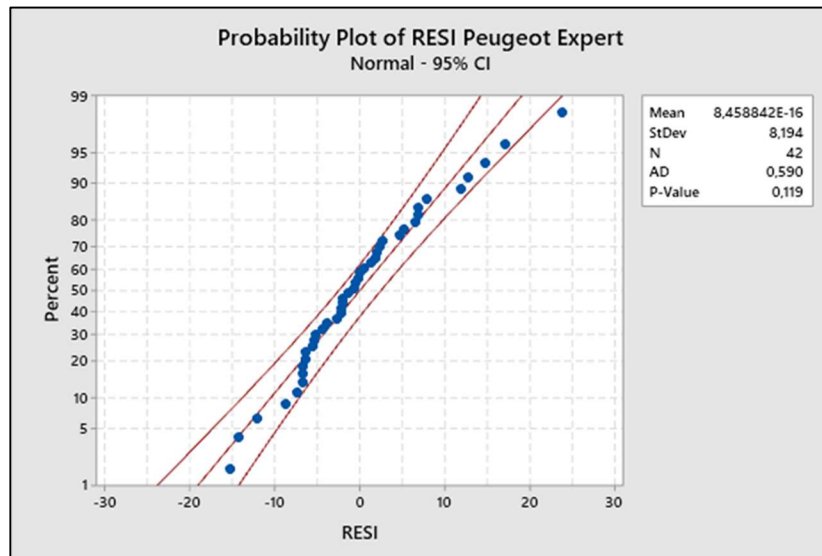
El analisis de residuos muestra una cohesion dispersa en relacion a la linea de tendencia central.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-5. Resultados prueba press capacidad de predicción

Los residuos son normales ya que el P-Value es 0.119 (mayor a 0.05) lo que nos confirma una distribución normal de los residuos.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-6. Resultados análisis de residuos. P-Value

NOTA: DE ESTA MISMA FORMA SE REALIZO EL ANALISIS DE LOS 4 VEHICULOS

3.1.2. Multiregresión Chevrolet 2009

- Obtenemos la ecuación de la curva al sacar el factor no significativo de la ecuación original

Regression Equation

$$\$/kg = 45,71 - 49,82 \text{ Eficiencia peso} + 0,2941 \text{ Kilometraje}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-7. Determinación de la ecuación de la curva

- Se plantean nuevas hipótesis con el Análisis de Varianza sobre b1
P-Value menor a 0.05, la regresión tiene sentido

Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	28660,6	93,19%	28660,6	14330,3	492,62	0,000
Eficiencia peso	1	6251,8	20,33%	12847,6	12847,6	441,65	0,000
Kilometraje	1	22408,8	72,86%	22408,8	22408,8	770,33	0,000
Error	72	2094,5	6,81%	2094,5	29,1		
Lack-of-Fit	71	2086,1	6,78%	2086,1	29,4	3,49	0,406
Pure Error	1	8,4	0,03%	8,4	8,4		
Total	74	30755,1	100,00%				

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-8. Prueba de varianza

- Prueba t sobre b0-b1-b2 y de intervalos

B0 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

B1 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

B2 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	95% CI	T-Value	P-Value	VIF
Constant	45,71	1,80	(42,13; 49,29)	25,45	0,000	
Eficiencia peso	-49,82	2,37	(-54,55; -45,10)	-21,02	0,000	1,06
Kilometraje	0,2941	0,0106	(0,2730; 0,3152)	27,75	0,000	1,06

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-9. Prueba t sobre b0-b1-b2 y de intervalos

- Prueba de Press, predicción del modelo

Comparamos el Press con el error de la varianza (SCE)

En donde:

$$\begin{aligned}
 v2 &= 2094,5 \text{ (SCE error de la varianza)} \\
 v1 &= 2279,26 \text{ (Press)} \\
 v1/v2 &= 1,08821198
 \end{aligned}$$

Se obtiene un valor menor a 2 entre el Press y la varianza. La muestra arroja un R2 de 92,59% de variación, por lo tanto, la muestra es óptima para la predicción.

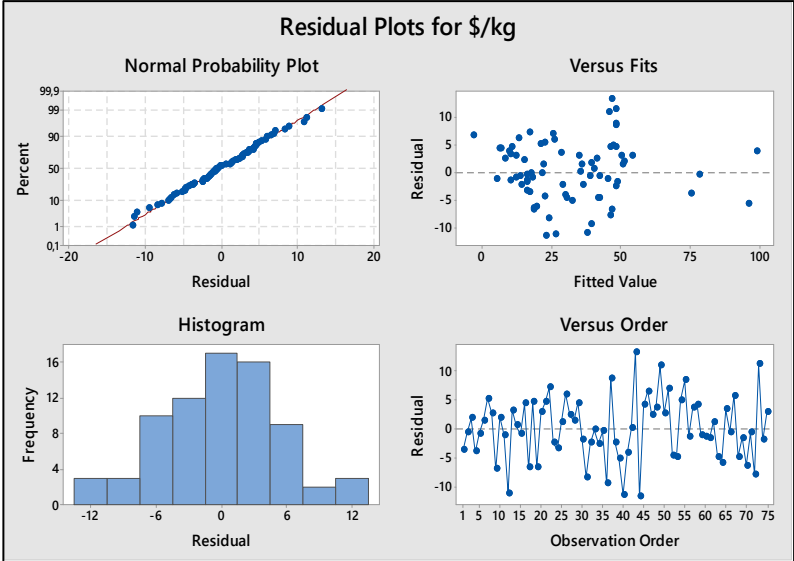
Model Summary				
S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
5,39350	93,19%	93,00%	2279,26	92,59%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-10. Prueba de Press, capacidad de predicción del modelo

➤ Análisis de Residuos

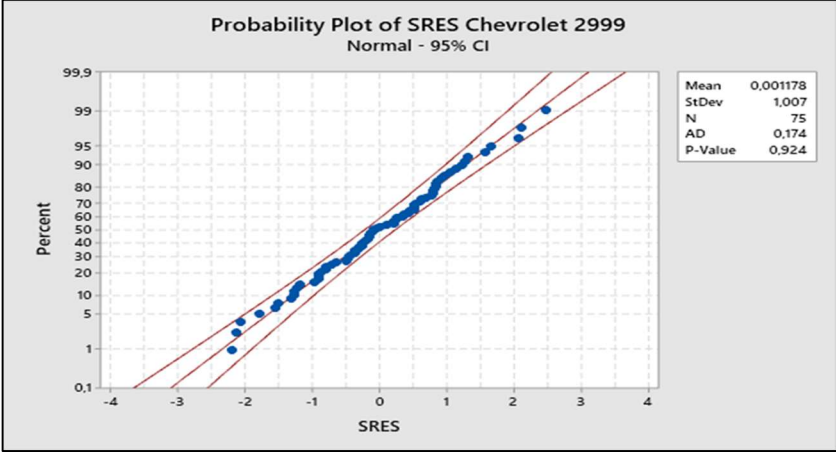
El analisis de residuos muestra una cohesion dispersa en relacion a la linea de tendencia central.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-11. Resultados prueba Press capacidad de predicción

Los residuos son normales ya que el P-Value es 0.924 (mayor a 0.05)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-12. Resultados análisis de residuos. P-Value

3.1.3. Multiregresión Chevrolet 5193

- Obtenemos la ecuación de la curva al sacar el factor no significativo de la ecuación original

Regression Equation

$$\$/kg = 27,05 - 33,58 \text{ Eficiencia peso} + 0,15648 \text{ Kilometraje}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-13. Determinación de la ecuación de la curva

- Se plantean nuevas hipótesis con el análisis de Varianza sobre b1
P-Value menor a 0.05, la regresión tiene sentido

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-14. Prueba de varianza

- Prueba t sobre b0-b1-b2 y de intervalos

B0 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	22030,4	95,31%	22030	11015,2	406,35	0,000
Eficiencia peso	1	0,6	0,00%	1054	1054,5	38,90	0,000
Kilometraje	1	22029,8	95,31%	22030	22029,8	812,68	0,000
Error	40	1084,3	4,69%	1084	27,1		
Total	42	23114,7	100,00%				

B1 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

B2 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	95% CI	T-Value	P-Value	VIF
Constant	27,05	4,37	(18,21; 35,89)	6,18	0,000	
Eficiencia peso	-33,58	5,38	(-44,46; -22,70)	-6,24	0,000	1,05
Kilometraje	0,15648	0,00549	(0,14539; 0,16757)	28,51	0,000	1,05

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-15. Prueba t sobre b0 y b1 y de intervalos

➤ Prueba de Press, predicción del modelo

Comparamos el Press con el error de la varianza (SCE)

En donde: v_2 1084,3 (SCE error de varianza)
 v_1 1431,56 (Press)
 $v_1/v_2 = 1,32026192$

Se obtiene un valor menor a 2 entre el Press y la varianza. La muestra arroja un R^2 de 93,81% de variación, por lo tanto, la muestra es óptima para la predicción.

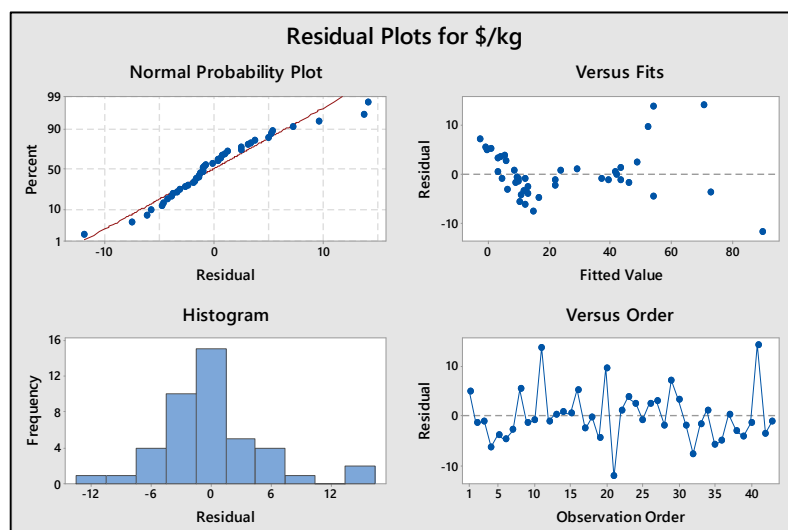
Model Summary				
S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
5,20649	95,31%	95,07%	1431,56	93,81%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-16. Prueba de press capacidad de predicción del modelo

➤ Análisis de los Residuos

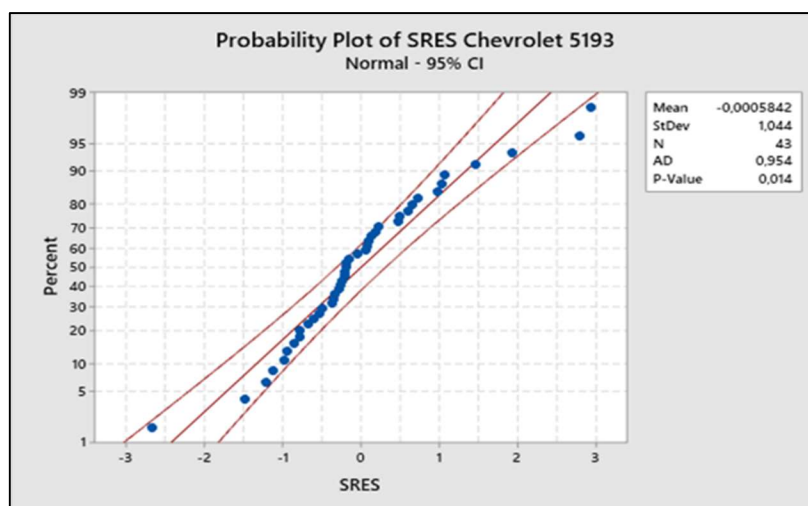
El analisis de residuos muestra una cohesion dispersa en relacion a la linea de tendencia central.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-17. Resultados prueba Press capacidad de predicción

Los residuos se muestran algo dispersos ya que el P-VALUE es **0.014** (normales mayor a 0.05), sin embargo los resultados son positivos para la muestra.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-18. Resultados análisis de residuos. P-Value

3.1.4. Multiregresión Hyundai

- Obtenemos la ecuación de la curva al sacar el factor no significativo de la ecuación original

Regression Equation

$$\$/kg = 18,18 - 52,10 \text{ Eficiencia peso} + 0,786 \text{ Kilometraje}$$

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-19. Determinación de la ecuación de la curva

- Se plantean nuevas hipótesis con el Análisis de Varianza sobre b1
P-Value menor a 0.05, la regresión tiene sentido

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	4607,8	87,47%	4607,8	2303,90	55,85	0,000
Eficiencia peso	1	3976,9	75,50%	4522,2	4522,19	109,62	0,000
Kilometraje	1	630,9	11,98%	630,9	630,85	15,29	0,001
Error	16	660,0	12,53%	660,0	41,25		
Total	18	5267,8	100,00%				

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-20. Prueba de varianza

- Prueba t sobre b0-b1-b2 y de intervalos

B0 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

B1 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

B2 tiene un P-Value menor a 0.05, reyectamos Ho, por lo que si debe ser parte del modelo

Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	95% CI	T-Value	P-Value	VIF
Constant	18,18	9,60	(-2,17; 38,53)	1,89	0,076	
Eficiencia peso	-52,10	4,98	(-62,65; -41,56)	-10,47	0,000	1,06
Kilometraje	0,786	0,201	(0,360; 1,213)	3,91	0,001	1,06

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-21. Prueba t sobre b0-b1-b2 y de intervalos

- Prueba de Press, predicción del modelo

Comparamos el Press con el error de la varianza

En donde:

v2 660 (SCE error de varianza)
v1 990,246 (Press)
v1/v2= 1,50037273

Se obtiene un valor menor a 2 entre el Press y la varianza. La muestra arroja un R2 de 81,20% de variación, por lo tanto, la muestra es óptima para la predicción.

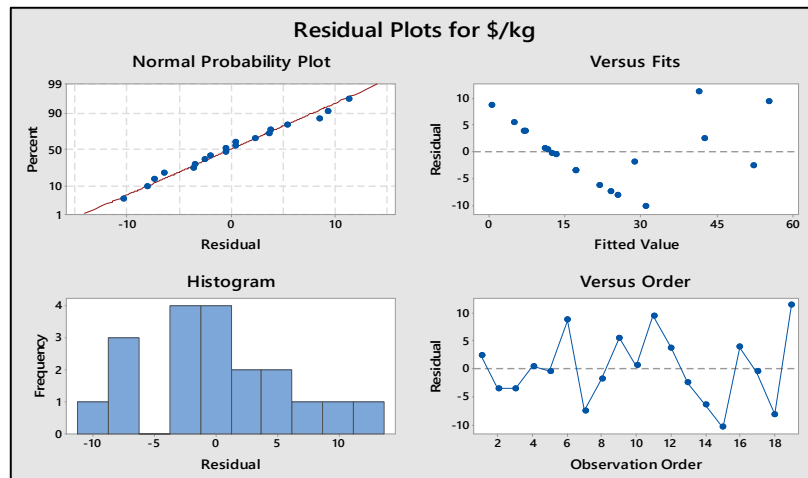
Model Summary				
S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
6,42274	87,47%	85,90%	990,246	81,20%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-22. Prueba de press, capacidad de predicción del modelo

➤ Análisis de Residuos

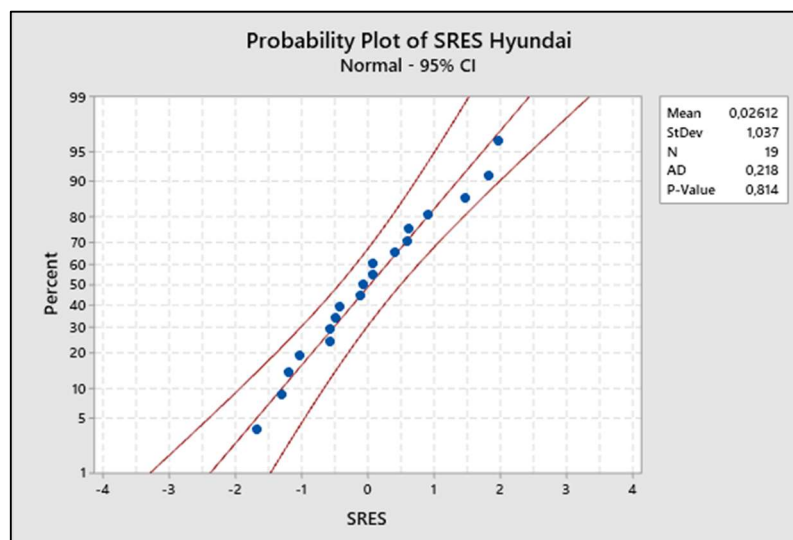
El análisis de residuos muestra una cohesión dispersa en relación a la línea de tendencia central.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-23. Resultados prueba pres capacidad de predicción

Los residuos son normales ya que el P-Value **es 0.814** (mayor a 0.05)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-24. Resultados análisis de residuos P-Value

3.2. RESULTADOS DE EFICIENCIA

Con el análisis realizado se conformaron las **tablas de eficiencia de la capacidad del camión** versus el costo por kilo de carga según el kilometraje recorrido. Estas tablas son importantes para el uso de los operadores logísticos ya que no necesitan hacer el cálculo a través de una ecuación, solo deben reemplazar los datos existentes de su flota de transporte

Entonces el **Valor de Salida o CTQ** estudiado es el costo asociado al kilogramo de producto, y como se correlacionan con el kilometraje total del camión en ruta y el porcentaje de llenado del mismo.

Como ejemplo para las siguientes tablas se consideró que el valor máximo del costo por kg movido es de ¢45,5 centavos de dólar, después de lo cual las columnas presentarán valores en color rojo. Los porcentajes de llenado van desde un 0.5 a 0.95% de eficiencia de llenado del camión.

Los resultados se presentan a continuación

Peugeot Expert (Figura 3-1)

Regression Equation
 $\$/kg = 124,96 + 2,2650 \text{ Kilometraje} - 219,2 \text{ Eficiencia peso}$

Eficiencia de llenado del camión Peugeot expert									
km en ruta	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,6	0,5	valor max
6							7,0	29,0	45
7							9,3	31,2	45
8							11,6	33,5	45
9							13,8	35,7	45
10							16,1	38,0	45
11							18,4	40,3	45
12							20,6	42,5	45
13						1,0	22,9	44,8	45
14						3,2	25,2	47,1	45
15						5,5	27,4	49,3	45
16						7,8	29,7	51,6	45
17						10,0	31,9	53,9	45
18					1,3	12,3	34,2	56,1	45
19					3,6	14,6	36,5	58,4	45
20					5,9	16,8	38,7	60,7	45
21					8,1	19,1	41,0	62,9	45
22					10,4	21,4	43,3	65,2	45
23				1,7	12,7	23,6	45,5	67,5	45
24				4,0	14,9	25,9	47,8	69,7	45
25				6,2	17,2	28,1	50,1	72,0	45
26				8,5	19,5	30,4	52,3	74,3	45
27				10,8	21,7	32,7	54,6	76,5	45
28		2,1	13,0	24,0	34,9	56,9	78,8	81,0	45
29		4,3	15,3	26,2	37,2	59,1	81,0	83,3	45
30		6,6	17,6	28,5	39,5	61,4	83,3	85,6	45
31		8,9	19,8	30,8	41,7	63,7	85,6	87,8	45
32	0,2	11,1	22,1	33,0	44,0	65,9	87,8	90,1	45
33	2,4	13,4	24,3	35,3	46,3	68,2	90,1	92,4	45
34	4,7	15,7	26,6	37,6	48,5	70,5	92,4	94,6	45
35	7,0	17,9	28,9	39,8	50,8	72,7	94,6	96,9	45
36	9,2	20,2	31,1	42,1	53,1	75,0	96,9	99,2	45
37	11,5	22,4	33,4	44,4	55,3	77,2	99,2	101,4	45
38	2,8	13,8	24,7	35,7	46,6	57,6	79,5	103,7	45
39	5,1	16,0	27,0	37,9	48,9	59,9	81,8	106,0	45
40	7,3	18,3	29,2	40,2	51,2	62,1	84,0	108,2	45
41	9,6	20,5	31,5	42,5	53,4	64,4	86,3	110,5	45
42	11,9	22,8	33,8	44,7	55,7	66,7	88,6	112,8	45
43	14,1	25,1	36,0	47,0	58,0	68,9	90,8	115,0	45
44	16,4	27,3	38,3	49,3	60,2	71,2	93,1	117,3	45
45	18,6	29,6	40,6	51,5	62,5	73,4	95,4	119,6	45
46	20,9	31,9	42,8	53,8	64,8	75,7	97,6	121,8	45
47	23,2	34,1	45,1	56,1	67,0	78,0	99,9	124,1	45
48	25,4	36,4	47,4	58,3	69,3	80,2	102,2	126,3	45
49	27,7	38,7	49,6	60,6	71,5	82,5	104,4	128,6	45
50	30,0	40,9	51,9	62,9	73,8	84,8	106,7	130,9	45
51	32,2	43,2	54,2	65,1	76,1	87,0	109,0	133,1	45
52	34,5	45,5	56,4	67,4	78,3	89,3	111,2	135,4	45
53	36,8	47,7	58,7	69,6	80,6	91,6	113,5	137,7	45
54	39,0	50,0	61,0	71,9	82,9	93,8	115,8	139,9	45
55	41,3	52,3	63,2	74,2	85,1	96,1	118,0	142,2	45
56	43,6	54,5	65,5	76,4	87,4	98,4	120,3	144,5	45
57	45,8	56,8	67,7	78,7	89,7	100,6	122,5	146,7	45
58	48,1	59,1	70,0	81,0	91,9	102,9	124,8	149,0	45
59	50,4	61,3	72,3	83,2	94,2	105,2	127,1	151,3	45
60	52,6	63,6	74,5	85,5	96,5	107,4	129,3	153,5	45
61	54,9	65,8	76,8	87,8	98,7	109,7	131,6	155,8	45
62	57,2	68,1	79,1	90,0	101,0	112,0	133,9	158,1	45
63	59,4	70,4	81,3	92,3	103,3	114,2	136,1	160,3	45
64	61,7	72,6	83,6	94,6	105,5	116,5	138,4	162,6	45
65	63,9	74,9	85,9	96,8	107,8	118,7	140,7	164,9	45
66	66,2	77,2	88,1	99,1	110,1	121,0	142,9	167,1	45
67	68,5	79,4	90,4	101,4	112,3	123,3	145,2	169,4	45
68	70,7	81,7	92,7	103,6	114,6	125,5	147,5	171,6	45
69	73,0	84,0	94,9	105,9	116,8	127,8	149,7	173,9	45
70	75,3	86,2	97,2	108,2	119,1	130,1	152,0	176,2	45
71	77,5	88,5	99,5	110,4	121,4	132,3	154,3	178,4	45
72	79,8	90,8	101,7	112,7	123,6	134,6	156,5		45

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-25. Eficiencia de llenado camión Peugeot Expert 2.0 Diesel

Chevrolet 2000 (Figura 3-7)

Regression Equation

$$\$/kg = 45,71 - 49,82 \text{ Eficiencia peso} + 0,2941 \text{ Kilometraje}$$

Eficiencia de llenado del camión Chev 2000									
km en ruta	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,6	0,5	valor max
6							17,6	22,6	45
7							17,9	22,9	45
8							18,2	23,2	45
9							18,5	23,4	45
10							18,8	23,7	45
11							19,1	24,0	45
12							19,3	24,3	45
13						14,7	19,6	24,6	45
14						15,0	19,9	24,9	45
15						15,2	20,2	25,2	45
16						15,5	20,5	25,5	45
17						15,8	20,8	25,8	45
18					13,6	16,1	21,1	26,1	45
19					13,9	16,4	21,4	26,4	45
20					14,2	16,7	21,7	26,7	45
21					14,5	17,0	22,0	27,0	45
22					14,8	17,3	22,3	27,3	45
23				12,6	15,1	17,6	22,6	27,6	45
24				12,9	15,4	17,9	22,9	27,9	45
25				13,2	15,7	18,2	23,2	28,2	45
26				13,5	16,0	18,5	23,5	28,4	45
27				13,8	16,3	18,8	23,8	28,7	45
28		11,6	14,1	16,6	19,1	24,1	29,0	45	45
29		11,9	14,4	16,9	19,4	24,3	29,3	45	45
30		12,2	14,7	17,2	19,7	24,6	29,6	45	45
31		12,5	15,0	17,5	20,0	24,9	29,9	45	45
32	10,3	12,8	15,3	17,8	20,2	25,2	30,2	45	45
33	10,6	13,1	15,6	18,1	20,5	25,5	30,5	45	45
34	10,9	13,4	15,9	18,3	20,8	25,8	30,8	45	45
35	11,2	13,7	16,1	18,6	21,1	26,1	31,1	45	45
36	11,5	14,0	16,4	18,9	21,4	26,4	31,4	45	45
37	11,8	14,2	16,7	19,2	21,7	26,7	31,7	45	45
38	9,6	12,0	14,5	17,0	19,5	22,0	27,0	32,0	45
39	9,9	12,3	14,8	17,3	19,8	22,3	27,3	32,3	45
40	10,1	12,6	15,1	17,6	20,1	22,6	27,6	32,6	45
41	10,4	12,9	15,4	17,9	20,4	22,9	27,9	32,9	45
42	10,7	13,2	15,7	18,2	20,7	23,2	28,2	33,2	45
43	11,0	13,5	16,0	18,5	21,0	23,5	28,5	33,4	45
44	11,3	13,8	16,3	18,8	21,3	23,8	28,8	33,7	45
45	11,6	14,1	16,6	19,1	21,6	24,1	29,1	34,0	45
46	11,9	14,4	16,9	19,4	21,9	24,4	29,3	34,3	45
47	12,2	14,7	17,2	19,7	22,2	24,7	29,6	34,6	45
48	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	29,9	34,9	45
49	12,8	15,3	17,8	20,3	22,8	25,2	30,2	35,2	45
50	13,1	15,6	18,1	20,6	23,1	25,5	30,5	35,5	45
51	13,4	15,9	18,4	20,9	23,3	25,8	30,8	35,8	45
52	13,7	16,2	18,7	21,1	23,6	26,1	31,1	36,1	45
53	14,0	16,5	19,0	21,4	23,9	26,4	31,4	36,4	45
54	14,3	16,8	19,2	21,7	24,2	26,7	31,7	36,7	45
55	14,6	17,0	19,5	22,0	24,5	27,0	32,0	37,0	45
56	14,9	17,3	19,8	22,3	24,8	27,3	32,3	37,3	45
57	15,1	17,6	20,1	22,6	25,1	27,6	32,6	37,6	45
58	15,4	17,9	20,4	22,9	25,4	27,9	32,9	37,9	45
59	15,7	18,2	20,7	23,2	25,7	28,2	33,2	38,2	45
60	16,0	18,5	21,0	23,5	26,0	28,5	33,5	38,4	45
61	16,3	18,8	21,3	23,8	26,3	28,8	33,8	38,7	45
62	16,6	19,1	21,6	24,1	26,6	29,1	34,1	39,0	45
63	16,9	19,4	21,9	24,4	26,9	29,4	34,3	39,3	45
64	17,2	19,7	22,2	24,7	27,2	29,7	34,6	39,6	45
65	17,5	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	34,9	39,9	45
66	17,8	20,3	22,8	25,3	27,8	30,2	35,2	40,2	45
67	18,1	20,6	23,1	25,6	28,0	30,5	35,5	40,5	45
68	18,4	20,9	23,4	25,9	28,3	30,8	35,8	40,8	45
69	18,7	21,2	23,7	26,1	28,6	31,1	36,1	41,1	45
70	19,0	21,5	24,0	26,4	28,9	31,4	36,4	41,4	45
71	19,3	21,8	24,2	26,7	29,2	31,7	36,7	41,7	45
72	19,6	22,0	24,5	27,0	29,5	32,0	37,0	42,0	45

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-26. Eficiencia de llenado camión Chevrolet 2000

Chevrolet 5193 (Figura 3-13)

Regression Equation

$$S/kg = 27,05 - 33,58 \text{ Eficiencia peso} + 0,15648 \text{ Kilometraje}$$

Eficiencia de llenado del camión Chev 5193									
km en ruta	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,6	0,5	valor max
6							7,8	11,2	45
7							8,0	11,4	45
8							8,2	11,5	45
9							8,3	11,7	45
10							8,5	11,8	45
11							8,6	12,0	45
12							8,8	12,1	45
13						5,6	8,9	12,3	45
14						5,7	9,1	12,5	45
15						5,9	9,2	12,6	45
16						6,0	9,4	12,8	45
17						6,2	9,6	12,9	45
18					4,7	6,4	9,7	13,1	45
19					4,8	6,5	9,9	13,2	45
20					5,0	6,7	10,0	13,4	45
21					5,2	6,8	10,2	13,5	45
22					5,3	7,0	10,3	13,7	45
23				3,8	5,5	7,1	10,5	13,9	45
24				3,9	5,6	7,3	10,7	14,0	45
25				4,1	5,8	7,5	10,8	14,2	45
26				4,3	5,9	7,6	11,0	14,3	45
27				4,4	6,1	7,8	11,1	14,5	45
28			2,9	4,6	6,2	7,9	11,3	14,6	45
29			3,0	4,7	6,4	8,1	11,4	14,8	45
30			3,2	4,9	6,6	8,2	11,6	15,0	45
31			3,4	5,0	6,7	8,4	11,8	15,1	45
32		1,8	3,5	5,2	6,9	8,6	11,9	15,3	45
33		2,0	3,7	5,3	7,0	8,7	12,1	15,4	45
34		2,1	3,8	5,5	7,2	8,9	12,2	15,6	45
35		2,3	4,0	5,7	7,3	9,0	12,4	15,7	45
36		2,5	4,1	5,8	7,5	9,2	12,5	15,9	45
37		2,6	4,3	6,0	7,7	9,3	12,7	16,0	45
38	1,1	2,8	4,5	6,1	7,8	9,5	12,8	16,2	45
39	1,3	2,9	4,6	6,3	8,0	9,6	13,0	16,4	45
40	1,4	3,1	4,8	6,4	8,1	9,8	13,2	16,5	45
41	1,6	3,2	4,9	6,6	8,3	10,0	13,3	16,7	45
42	1,7	3,4	5,1	6,8	8,4	10,1	13,5	16,8	45
43	1,9	3,6	5,2	6,9	8,6	10,3	13,6	17,0	45
44	2,0	3,7	5,4	7,1	8,8	10,4	13,8	17,1	45
45	2,2	3,9	5,5	7,2	8,9	10,6	13,9	17,3	45
46	2,3	4,0	5,7	7,4	9,1	10,7	14,1	17,5	45
47	2,5	4,2	5,9	7,5	9,2	10,9	14,3	17,6	45
48	2,7	4,3	6,0	7,7	9,4	11,1	14,4	17,8	45
49	2,8	4,5	6,2	7,9	9,5	11,2	14,6	17,9	45
50	3,0	4,7	6,3	8,0	9,7	11,4	14,7	18,1	45
51	3,1	4,8	6,5	8,2	9,8	11,5	14,9	18,2	45
52	3,3	5,0	6,6	8,3	10,0	11,7	15,0	18,4	45
53	3,4	5,1	6,8	8,5	10,2	11,8	15,2	18,6	45
54	3,6	5,3	7,0	8,6	10,3	12,0	15,4	18,7	45
55	3,8	5,4	7,1	8,8	10,5	12,2	15,5	18,9	45
56	3,9	5,6	7,3	8,9	10,6	12,3	15,7	19,0	45
57	4,1	5,7	7,4	9,1	10,8	12,5	15,8	19,2	45
58	4,2	5,9	7,6	9,3	10,9	12,6	16,0	19,3	45
59	4,4	6,1	7,7	9,4	11,1	12,8	16,1	19,5	45
60	4,5	6,2	7,9	9,6	11,3	12,9	16,3	19,6	45
61	4,7	6,4	8,1	9,7	11,4	13,1	16,4	19,8	45
62	4,9	6,5	8,2	9,9	11,6	13,2	16,6	20,0	45
63	5,0	6,7	8,4	10,0	11,7	13,4	16,8	20,1	45
64	5,2	6,8	8,5	10,2	11,9	13,6	16,9	20,3	45
65	5,3	7,0	8,7	10,4	12,0	13,7	17,1	20,4	45
66	5,5	7,2	8,8	10,5	12,2	13,9	17,2	20,6	45
67	5,6	7,3	9,0	10,7	12,3	14,0	17,4	20,7	45
68	5,8	7,5	9,1	10,8	12,5	14,2	17,5	20,9	45
69	5,9	7,6	9,3	11,0	12,7	14,3	17,7	21,1	45
70	6,1	7,8	9,5	11,1	12,8	14,5	17,9	21,2	45
71	6,3	7,9	9,6	11,3	13,0	14,7	18,0	21,4	45
72	6,4	8,1	9,8	11,5	13,1	14,8	18,2	21,5	45

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-27. Eficiencia de llenado camión Chevrolet 5193

Hyundai (Figura 3-19)

Regression Equation
 $\$/kg = 18,18 - 52,10 \text{ Eficiencia peso} + 0,786 \text{ Kilometraje}$

Eficiencia de llenado del camión Hyundai									
km en ruta	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,6	0,5	valor max
6									45
7									45
8									45
9									45
10									45
11								0,8	45
12								1,6	45
13								2,3	45
14								3,1	45
15								3,9	45
16								4,7	45
17							0,3	5,5	45
18							1,1	6,3	45
19							1,9	7,1	45
20							2,6	7,9	45
21							3,4	8,6	45
22							4,2	9,4	45
23							5,0	10,2	45
24						0,6	5,8	11,0	45
25						1,4	6,6	11,8	45
26						2,1	7,4	12,6	45
27						2,9	8,1	13,4	45
28					1,1	3,7	8,9	14,1	45
29					1,9	4,5	9,7	14,9	45
30				0,1	2,7	5,3	10,5	15,7	45
31				0,9	3,5	6,1	11,3	16,5	45
32				1,7	4,3	6,9	12,1	17,3	45
33				2,4	5,0	7,6	12,9	18,1	45
34			0,6	3,2	5,8	8,4	13,6	18,9	45
35			1,4	4,0	6,6	9,2	14,4	19,6	45
36			2,2	4,8	7,4	10,0	15,2	20,4	45
37		0,4	3,0	5,6	8,2	10,8	16,0	21,2	45
38		1,2	3,8	6,4	9,0	11,6	16,8	22,0	45
39		1,9	4,5	7,2	9,8	12,4	17,6	22,8	45
40	0,1	2,7	5,3	7,9	10,5	13,2	18,4	23,6	45
41	0,9	3,5	6,1	8,7	11,3	13,9	19,1	24,4	45
42	1,7	4,3	6,9	9,5	12,1	14,7	19,9	25,1	45
43	2,5	5,1	7,7	10,3	12,9	15,5	20,7	25,9	45
44	3,3	5,9	8,5	11,1	13,7	16,3	21,5	26,7	45
45	4,1	6,7	9,3	11,9	14,5	17,1	22,3	27,5	45
46	4,8	7,4	10,1	12,7	15,3	17,9	23,1	28,3	45
47	5,6	8,2	10,8	13,4	16,0	18,7	23,9	29,1	45
48	6,4	9,0	11,6	14,2	16,8	19,4	24,6	29,9	45
49	7,2	9,8	12,4	15,0	17,6	20,2	25,4	30,6	45
50	8,0	10,6	13,2	15,8	18,4	21,0	26,2	31,4	45
51	8,8	11,4	14,0	16,6	19,2	21,8	27,0	32,2	45
52	9,6	12,2	14,8	17,4	20,0	22,6	27,8	33,0	45
53	10,3	12,9	15,6	18,2	20,8	23,4	28,6	33,8	45
54	11,1	13,7	16,3	18,9	21,5	24,2	29,4	34,6	45
55	11,9	14,5	17,1	19,7	22,3	24,9	30,2	35,4	45
56	12,7	15,3	17,9	20,5	23,1	25,7	30,9	36,1	45
57	13,5	16,1	18,7	21,3	23,9	26,5	31,7	36,9	45
58	14,3	16,9	19,5	22,1	24,7	27,3	32,5	37,7	45
59	15,1	17,7	20,3	22,9	25,5	28,1	33,3	38,5	45
60	15,8	18,5	21,1	23,7	26,3	28,9	34,1	39,3	45
61	16,6	19,2	21,8	24,4	27,1	29,7	34,9	40,1	45
62	17,4	20,0	22,6	25,2	27,8	30,4	35,7	40,9	45
63	18,2	20,8	23,4	26,0	28,6	31,2	36,4	41,6	45
64	19,0	21,6	24,2	26,8	29,4	32,0	37,2	42,4	45
65	19,8	22,4	25,0	27,6	30,2	32,8	38,0	43,2	45
66	20,6	23,2	25,8	28,4	31,0	33,6	38,8	44,0	45
67	21,3	24,0	26,6	29,2	31,8	34,4	39,6	44,8	45
68	22,1	24,7	27,3	29,9	32,6	35,2	40,4	45,6	45
69	22,9	25,5	28,1	30,7	33,3	35,9	41,2	46,4	45
70	23,7	26,3	28,9	31,5	34,1	36,7	41,9	47,2	45
71	24,5	27,1	29,7	32,3	34,9	37,5	42,7	47,9	45
72	25,3	27,9	30,5	33,1	35,7	38,3	43,5	48,7	45

Fuente: Elaboración Propia

Figura 3-28. Eficiencia de llenado camión Hyundai

3.3. COMPARATIVO DE EFICIENCIA ENTRE VEHICULOS SEGÚN % DE CARGA

Los resultados de la Multiregresión nos permiten generar **Tablas y gráficos comparativas de eficiencia entre los vehículos**, por lo tanto, los operadores y los encargados de la distribución no necesitan realizar el cálculo para cada distribución solo deben acceder a las tablas donde se hipotiza un costo mínimo y cual alternativa de camión es el más adecuado según su porcentaje de llenado en carga

Tabla 3-1. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 95%

km ruta	95%			
	Peugeot	Chev2999	Chev5193	Hyundai
38	2,8	9,6	1,1	
39	5,1	9,9	1,3	
40	7,3	10,1	1,4	0,1
41	9,6	10,4	1,6	0,9
42	11,9	10,7	1,7	1,7
43	14,1	11,0	1,9	2,5
44	16,4	11,3	2,0	3,3
45	18,6	11,6	2,2	4,1
46	20,9	11,9	2,3	4,8
47	23,2	12,2	2,5	5,6
48	25,4	12,5	2,7	6,4
49	27,7	12,8	2,8	7,2
50	30,0	13,1	3,0	8,0
51	32,2	13,4	3,1	8,8
52	34,5	13,7	3,3	9,6
53	36,8	14,0	3,4	10,3
54	39,0	14,3	3,6	11,1
55	41,3	14,6	3,8	11,9
56	43,6	14,9	3,9	12,7
57	45,8	15,1	4,1	13,5
58	48,1	15,4	4,2	14,3
59	50,4	15,7	4,4	15,1
60	52,6	16,0	4,5	15,8
61	54,9	16,3	4,7	16,6
62	57,2	16,6	4,9	17,4
63	59,4	16,9	5,0	18,2
64	61,7	17,2	5,2	19,0
65	63,9	17,5	5,3	19,8
66	66,2	17,8	5,5	20,6
67	68,5	18,1	5,6	21,3
68	70,7	18,4	5,8	22,1
69	73,0	18,7	5,9	22,9
70	75,3	19,0	6,1	23,7
71	77,5	19,3	6,3	24,5
72	79,8	19,6	6,4	25,3

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-2. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 90%

km ruta	90%			
	Peugeot	Chev2999	Chev5193	Hyndai
32	0,2	10,3	1,8	
33	2,4	10,6	2,0	
34	4,7	10,9	2,1	
35	7,0	11,2	2,3	
36	9,2	11,5	2,5	
37	11,5	11,8	2,6	0,4
38	13,8	12,0	2,8	1,2
39	16,0	12,3	2,9	1,9
40	18,3	12,6	3,1	2,7
41	20,5	12,9	3,2	3,5
42	22,8	13,2	3,4	4,3
43	25,1	13,5	3,6	5,1
44	27,3	13,8	3,7	5,9
45	29,6	14,1	3,9	6,7
46	31,9	14,4	4,0	7,4
47	34,1	14,7	4,2	8,2
48	36,4	15,0	4,3	9,0
49	38,7	15,3	4,5	9,8
50	40,9	15,6	4,7	10,6
51	43,2	15,9	4,8	11,4
52	45,5	16,2	5,0	12,2
53	47,7	16,5	5,1	12,9
54	50,0	16,8	5,3	13,7
55	52,3	17,0	5,4	14,5
56	54,5	17,3	5,6	15,3
57	56,8	17,6	5,7	16,1
58	59,1	17,9	5,9	16,9
59	61,3	18,2	6,1	17,7
60	63,6	18,5	6,2	18,5
61	65,8	18,8	6,4	19,2
62	68,1	19,1	6,5	20,0
63	70,4	19,4	6,7	20,8
64	72,6	19,7	6,8	21,6
65	74,9	20,0	7,0	22,4
66	77,2	20,3	7,2	23,2
67	79,4	20,6	7,3	24,0
68	81,7	20,9	7,5	24,7
69	84,0	21,2	7,6	25,5
70	86,2	21,5	7,8	26,3
71	88,5	21,8	7,9	27,1
72	90,8	22,0	8,1	27,9

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-3. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 85%

km ruta	85%			
	Peugeot	Chev2999	Chev5193	Hyndai
28	2,1	11,6	2,9	
29	4,3	11,9	3,0	
30	6,6	12,2	3,2	
31	8,9	12,5	3,4	
32	11,1	12,8	3,5	
33	13,4	13,1	3,7	
34	15,7	13,4	3,8	0,6
35	17,9	13,7	4,0	1,4
36	20,2	14,0	4,1	2,2
37	22,4	14,2	4,3	3,0
38	24,7	14,5	4,5	3,8
39	27,0	14,8	4,6	4,5
40	29,2	15,1	4,8	5,3
41	31,5	15,4	4,9	6,1
42	33,8	15,7	5,1	6,9
43	36,0	16,0	5,2	7,7
44	38,3	16,3	5,4	8,5
45	40,6	16,6	5,5	9,3
46	42,8	16,9	5,7	10,1
47	45,1	17,2	5,9	10,8
48	47,4	17,5	6,0	11,6
49	49,6	17,8	6,2	12,4
50	51,9	18,1	6,3	13,2
51	54,2	18,4	6,5	14,0
52	56,4	18,7	6,6	14,8
53	58,7	19,0	6,8	15,6
54	61,0	19,2	7,0	16,3
55	63,2	19,5	7,1	17,1
56	65,5	19,8	7,3	17,9
57	67,7	20,1	7,4	18,7
58	70,0	20,4	7,6	19,5
59	72,3	20,7	7,7	20,3
60	74,5	21,0	7,9	21,1
61	76,8	21,3	8,1	21,8
62	79,1	21,6	8,2	22,6
63	81,3	21,9	8,4	23,4
64	83,6	22,2	8,5	24,2
65	85,9	22,5	8,7	25,0
66	88,1	22,8	8,8	25,8
67	90,4	23,1	9,0	26,6
68	92,7	23,4	9,1	27,3
69	94,9	23,7	9,3	28,1
70	97,2	24,0	9,5	28,9
71	99,5	24,2	9,6	29,7
72	101,7	24,5	9,8	30,5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3-4. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 80%

km ruta	80%			
	Peugeot	Chev2999	Chev5193	Hyndai
23	1,7	12,6	3,8	
24	4,0	12,9	3,9	
25	6,2	13,2	4,1	
26	8,5	13,5	4,3	
27	10,8	13,8	4,4	
28	13,0	14,1	4,6	
29	15,3	14,4	4,7	
30	17,6	14,7	4,9	0,1
31	19,8	15,0	5,0	0,9
32	22,1	15,3	5,2	1,7
33	24,3	15,6	5,3	2,4
34	26,6	15,9	5,5	3,2
35	28,9	16,1	5,7	4,0
36	31,1	16,4	5,8	4,8
37	33,4	16,7	6,0	5,6
38	35,7	17,0	6,1	6,4
39	37,9	17,3	6,3	7,2
40	40,2	17,6	6,4	7,9
41	42,5	17,9	6,6	8,7
42	44,7	18,2	6,8	9,5
43	47,0	18,5	6,9	10,3
44	49,3	18,8	7,1	11,1
45	51,5	19,1	7,2	11,9
46	53,8	19,4	7,4	12,7
47	56,1	19,7	7,5	13,4
48	58,3	20,0	7,7	14,2
49	60,6	20,3	7,9	15,0
50	62,9	20,6	8,0	15,8
51	65,1	20,9	8,2	16,6
52	67,4	21,1	8,3	17,4
53	69,6	21,4	8,5	18,2
54	71,9	21,7	8,6	18,9
55	74,2	22,0	8,8	19,7
56	76,4	22,3	8,9	20,5
57	78,7	22,6	9,1	21,3
58	81,0	22,9	9,3	22,1
59	83,2	23,2	9,4	22,9
60	85,5	23,5	9,6	23,7
61	87,8	23,8	9,7	24,4
62	90,0	24,1	9,9	25,2
63	92,3	24,4	10,0	26,0
64	94,6	24,7	10,2	26,8
65	96,8	25,0	10,4	27,6
66	99,1	25,3	10,5	28,4
67	101,4	25,6	10,7	29,2
68	103,6	25,9	10,8	29,9
69	105,9	26,1	11,0	30,7
70	108,2	26,4	11,1	31,5
71	110,4	26,7	11,3	32,3
72	112,7	27,0	11,5	33,1

Fuente: Elaboración Propia

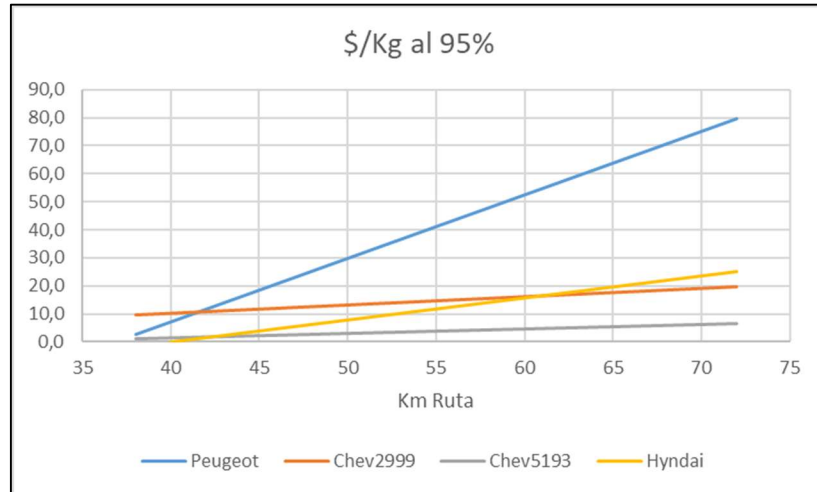
Tabla 3-5. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 75%

km ruta	75%			
	Peugeot	Chev2999	Chev5193	Hyndai
18	1,3	13,6	4,7	
19	3,6	13,9	4,8	
20	5,9	14,2	5,0	
21	8,1	14,5	5,2	
22	10,4	14,8	5,3	
23	12,7	15,1	5,5	
24	14,9	15,4	5,6	
25	17,2	15,7	5,8	
26	19,5	16,0	5,9	
27	21,7	16,3	6,1	
28	24,0	16,6	6,2	1,11
29	26,2	16,9	6,4	1,90
30	28,5	17,2	6,6	2,69
31	30,8	17,5	6,7	3,47
32	33,0	17,8	6,9	4,26
33	35,3	18,1	7,0	5,04
34	37,6	18,3	7,2	5,83
35	39,8	18,6	7,3	6,62
36	42,1	18,9	7,5	7,40
37	44,4	19,2	7,7	8,19
38	46,6	19,5	7,8	8,97
39	48,9	19,8	8,0	9,76
40	51,2	20,1	8,1	10,55
41	53,4	20,4	8,3	11,33
42	55,7	20,7	8,4	12,12
43	58,0	21,0	8,6	12,90
44	60,2	21,3	8,8	13,69
45	62,5	21,6	8,9	14,48
46	64,8	21,9	9,1	15,26
47	67,0	22,2	9,2	16,05
48	69,3	22,5	9,4	16,83
49	71,5	22,8	9,5	17,62
50	73,8	23,1	9,7	18,41
51	76,1	23,3	9,8	19,19
52	78,3	23,6	10,0	19,98
53	80,6	23,9	10,2	20,76
54	82,9	24,2	10,3	21,55
55	85,1	24,5	10,5	22,34
56	87,4	24,8	10,6	23,12
57	89,7	25,1	10,8	23,91
58	91,9	25,4	10,9	24,69
59	94,2	25,7	11,1	25,48
60	96,5	26,0	11,3	26,27
61	98,7	26,3	11,4	27,05
62	101,0	26,6	11,6	27,84
63	103,3	26,9	11,7	28,62
64	105,5	27,2	11,9	29,41
65	107,8	27,5	12,0	30,20
66	110,1	27,8	12,2	30,98
67	112,3	28,0	12,3	31,77
68	114,6	28,3	12,5	32,55
69	116,8	28,6	12,7	33,34
70	119,1	28,9	12,8	34,13
71	121,4	29,2	13,0	34,91
72	123,6	29,5	13,1	35,70

Fuente: Elaboración Propia

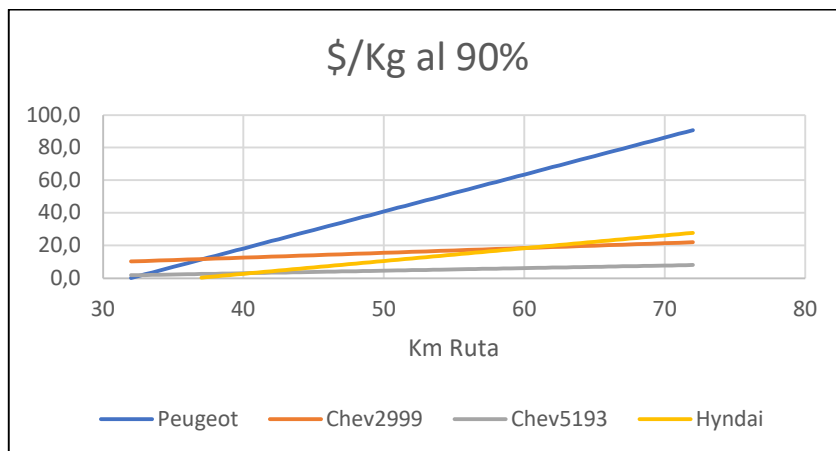
Gráficos comparativos de eficiencia según % de carga

Gráfico 3-1. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 95%



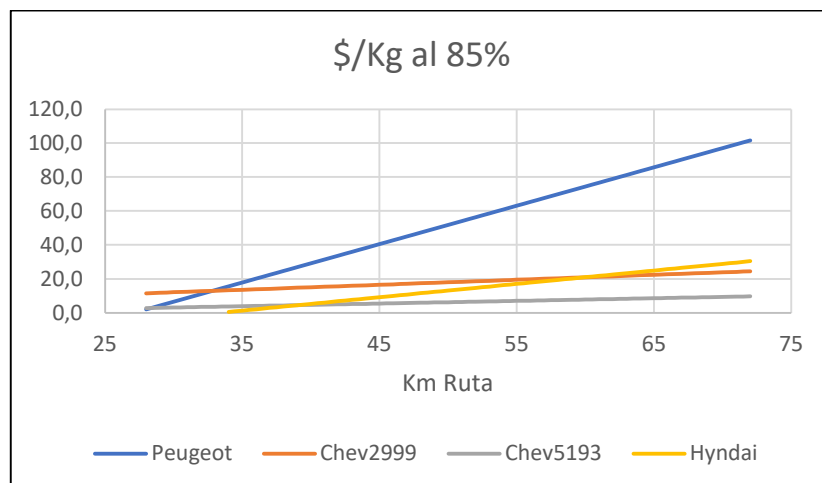
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3-2. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 90%



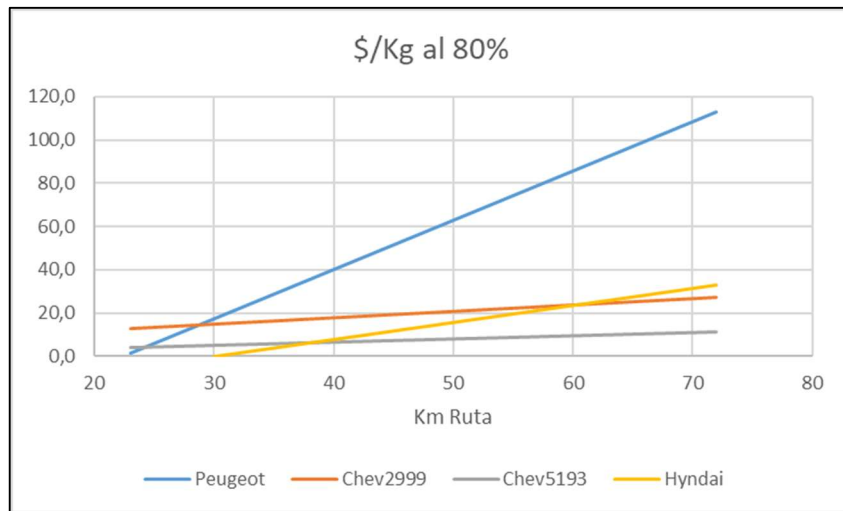
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3-3. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 85%



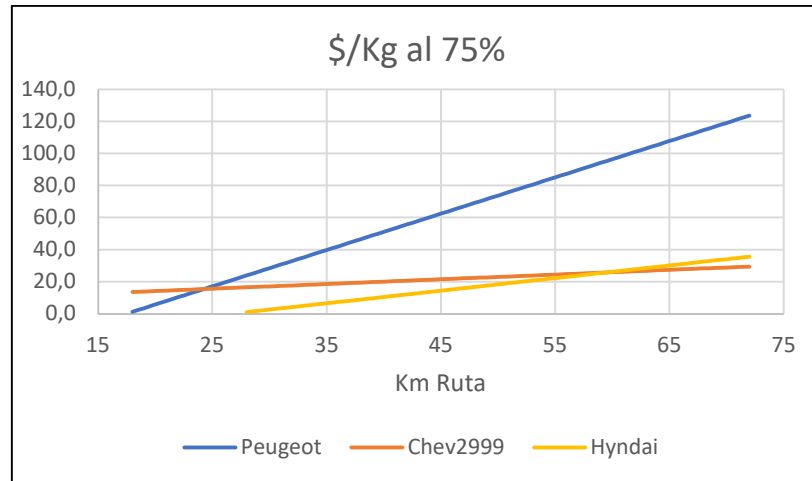
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3-4. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 80%



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3-5. Comparativo de eficiencia entre vehículos al 75%



Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El resultado obtenido permite determinar que camión resulta más conveniente en términos de costo (centavos por Kilo de carga). Para tomar esta decisión evaluamos el nivel de llenado del camión y los Kilómetros programados para su recorrido, El objetivo es cargar el camión de manera óptima para cumplir con los rangos máximos de costo por Kilo movido establecidos por la compañía y así reducir los gastos en transporte.

Este sistema de análisis permite tomar decisiones individuales para cada camión cuando no hay más opciones de elección sobre la flota que ya está en viaje. También nos permite planificar anticipadamente cuando podemos utilizar todos los camiones disponibles para optimizar la ruta. Para lograr esto consideramos la distancia total del recorrido y utilizamos la información de las tablas de eficiencia se determina el nivel de carga mínima del camión que resulte más conveniente para el transporte de la carga.

Finalmente hemos logrado establecer la metodología para replicar este análisis en otras empresas al ingresar los datos necesarios para obtener la eficiencia de la flota de vehículos sin importar el rubro al que pertenezca la empresa

La fórmula determinada en este análisis nos permite identificar de manera rápida la eficiencia de cada vehículo, convirtiéndola en una herramienta ideal para un sistema logístico de coordinación de transporte en general.

En conclusión, hemos logrado cumplir con el objetivo de este análisis al poder definir de manera concreta cual de todos los camiones de la empresa es el más rentable logrando bajar el porcentaje propuesto. Mediante esta fórmula las empresas podrán reducir sus costos de transporte en el porcentaje que consideren conveniente, según sus propias necesidades.

BIBLIOGRAFÍA

1. Empresa Air product, filial Colombia <<https://www.cryogas.com>>
2. Informática de gestión, modelos y simulación. Galdos Cálculo y Estadística III Edición Única y Estadística Aplicación y métodos. Ed. en español Mc GRAW HILL/INTERAMERICANA DE MEXICO.1995.
3. Actualización de Modelo de Costos de Transporte de Carga para el Análisis de Costos Logísticos, del Observatorio Logístico. Preparado por Steer, www.steergroup.com para Subsecretaría de Transportes Chilena Cliente ref: 23761001
4. Slides Regresión Lineal y Regresión Múltiple, Profesor Cristian Sánchez Arancibia, 2021
5. <https://simpliroute.com/es/blog/costos-de-distribucion-que-son-y-como-se-calculan>