

# Regresión lineal simple

```
# Importamos bibliotecas y módulos de Python relevantes.
```

```
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from statsmodels.formula.api import ols
import statsmodels.api as sm
```

## Paso 2: Exploración de datos

Para tener una idea de lo que incluyen los datos, mostramos las primeras 10 filas de los datos.

```
# Cargamos conjunto de datos
data = pd.read_csv("../data/marketing_sales_data.csv")

# Examinamos las primeras 10 filas del conjunto de datos
data.head(10)
```

	TV	Radio	Social Media	Influencer	Sales
0	Low	1.218354	1.270444	Micro	90.054222
1	Medium	14.949791	0.274451	Macro	222.741668
2	Low	10.377258	0.061984	Mega	102.774790
3	High	26.469274	7.070945	Micro	328.239378
4	High	36.876302	7.618605	Mega	351.807328
5	High	25.561910	5.459718	Micro	261.966812
6	High	37.263819	6.886535	Nano	349.861575
7	Low	13.187256	2.766352	Macro	140.415286
8	High	29.520170	2.333157	Nano	264.592233
9	Low	3.773287	0.135074	Nano	55.674214

### Observaciones sobre las variables:

- **TV:** Nivel de inversión (Low, Medium, High); variable categórica ordinal.
- **Radio:** Presupuesto numérico con alta variabilidad; foco principal del análisis.
- **Social Media:** Gasto digital numérico; refleja estrategias en redes.
- **Influencer:** Tipo de influencer (Nano, Micro, Macro, Mega); variable categórica nominal.
- **Sales:** Ventas generadas; variable dependiente continua.

### Conclusión:

Las variables combinan datos categóricos y numéricos, lo que permite analizar cómo los diferentes canales de marketing y tipos de influencer influyen en las ventas.

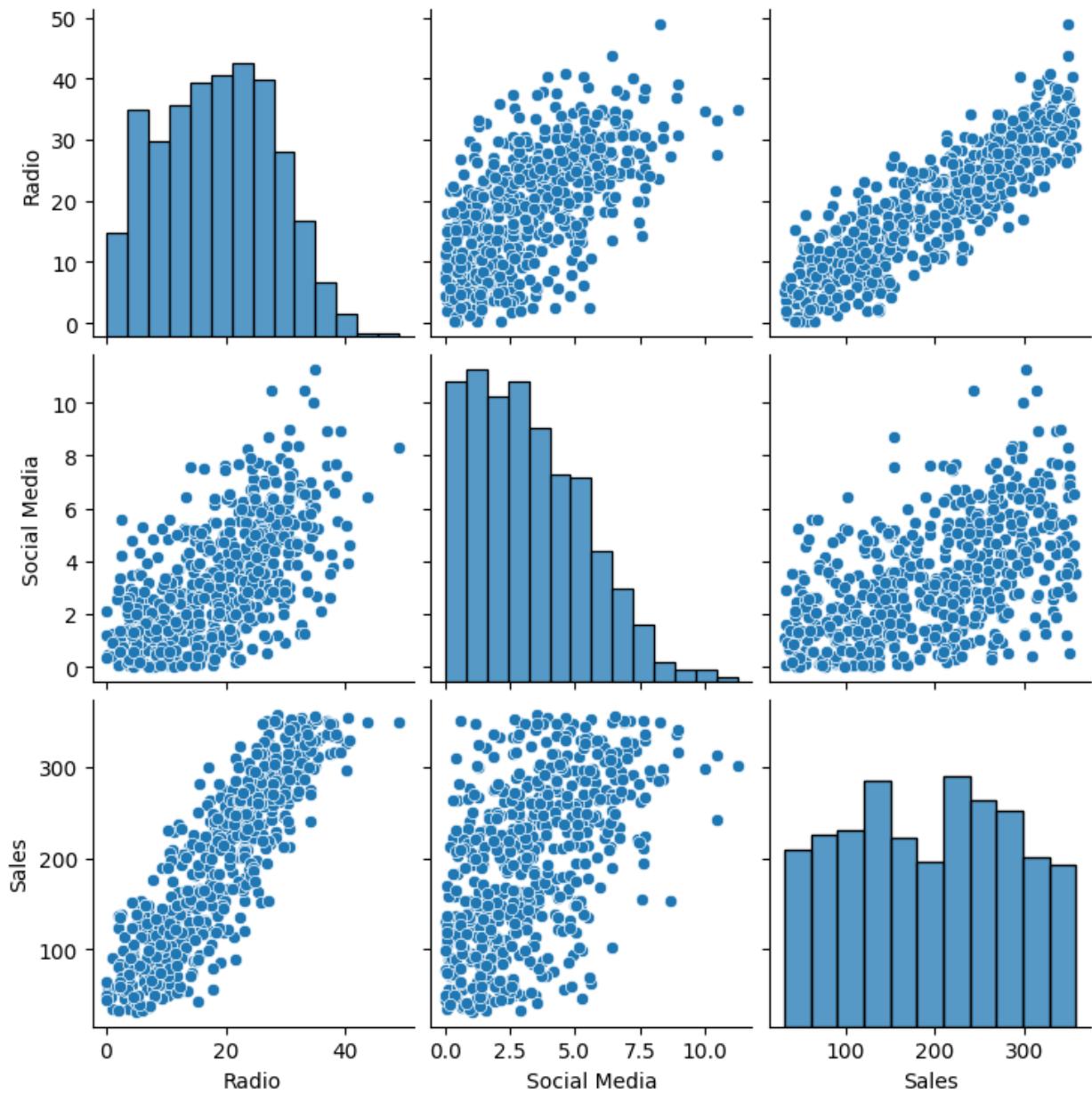
```
# Obtenemos el número de filas que contienen valores faltantes.  
data.isna().any(axis=1).sum()  
np.int64(3)
```

Se observan 3 filas con valores faltantes

```
# Para el ejercicio eliminamos las filas que contienen valores  
# faltantes.  
data = data.dropna(axis=0)  
  
# Verificamos que las filas con valores faltantes hayan sido  
# eliminadas.  
data.isna().any(axis=1).sum()  
np.int64(0)
```

## Análisis de datos exploratorios.

```
# Creamos diagramas de dispersión por pares de un conjunto de datos  
sns.pairplot(data)  
  
<seaborn.axisgrid.PairGrid at 0x233b251dcd0>
```



En la matriz del diagrama de dispersión, se pueden observar relaciones lineales principalmente entre **Radio** y **Sales**, ya que los puntos muestran una clara tendencia ascendente: a mayor inversión en radio, mayores ventas.

En cambio, la relación entre **Social Media** y **Sales** es positiva pero más dispersa, lo que indica una **linealidad moderada**.

#### Conclusión:

- **Radio ↔ Sales:** relación lineal fuerte.
- **Social Media ↔ Sales:** relación lineal débil a moderada.

## Paso 3: Construcción del modelo

```
# Datos del modelo de regresión
ols_data = data[['Radio', 'Sales']]

# Definimos fórmula de regresión
ols_formula = 'Sales ~ Radio'

# Importamos función ols y ajustamos el modelo de regresión lineal.
from statsmodels.formula.api import ols
ols_model = ols(formula=ols_formula, data=ols_data).fit()
```

## Paso 4: Resultados y evaluación

```
# Obtenemos resumen de resultados.
ols_model.summary()

<class 'statsmodels.iolib.summary.Summary'>
"""
                                OLS Regression Results
=====
=====
Dep. Variable:                  Sales   R-squared:
0.757
Model:                          OLS     Adj. R-squared:
0.757
Method:                         Least Squares   F-statistic:
1768.
Date:                           Mon, 17 Nov 2025   Prob (F-statistic):
2.07e-176
Time:                           00:51:29     Log-Likelihood:
-2966.7
No. Observations:                 569     AIC:
5937.
Df Residuals:                      567     BIC:
5946.
Df Model:                           1
Covariance Type:                nonrobust
=====

                               coef    std err        t     P>|t|      [0.025
0.975]
-----
-----
Intercept          41.5326      4.067     10.211      0.000     33.544
49.521
Radio              8.1733      0.194     42.048      0.000      7.791
```

```

8.555
=====
=====
Omnibus:           2.267   Durbin-Watson:
1.880
Prob(Omnibus):    0.322   Jarque-Bera (JB):
2.221
Skew:              -0.102  Prob(JB):
0.329
Kurtosis:          2.772   Cond. No.
45.7
=====
=====
```

#### Notes:

[1] Standard Errors assume that the covariance matrix of the errors is correctly specified.

"""

#### □ Descubrimientos del Modelo

El análisis de regresión lineal que evalúa la relación entre el presupuesto de ventas y la inversión en promoción de radio arrojó los siguientes resultados clave:

- Intersección con el eje y: 41.5326
- Pendiente: 8.1733

A partir de estos valores, la ecuación que describe la relación es:

$$\text{Ventas} = 8.1733 \times \text{Inversión en radio} + 41.5326$$

#### □ Interpretación de los resultados

- La pendiente de 8.1733 indica que por cada unidad adicional de inversión en radio, las ventas aumentan en promedio 8.17 unidades, manteniendo constantes los demás factores.
- Este comportamiento refleja una relación positiva y significativa entre el presupuesto destinado a radio y las ventas generadas.

## Verificamos los supuestos del modelo.

1. Linealidad
2. Normalidad
3. Observaciones independientes
4. Homocedasticidad

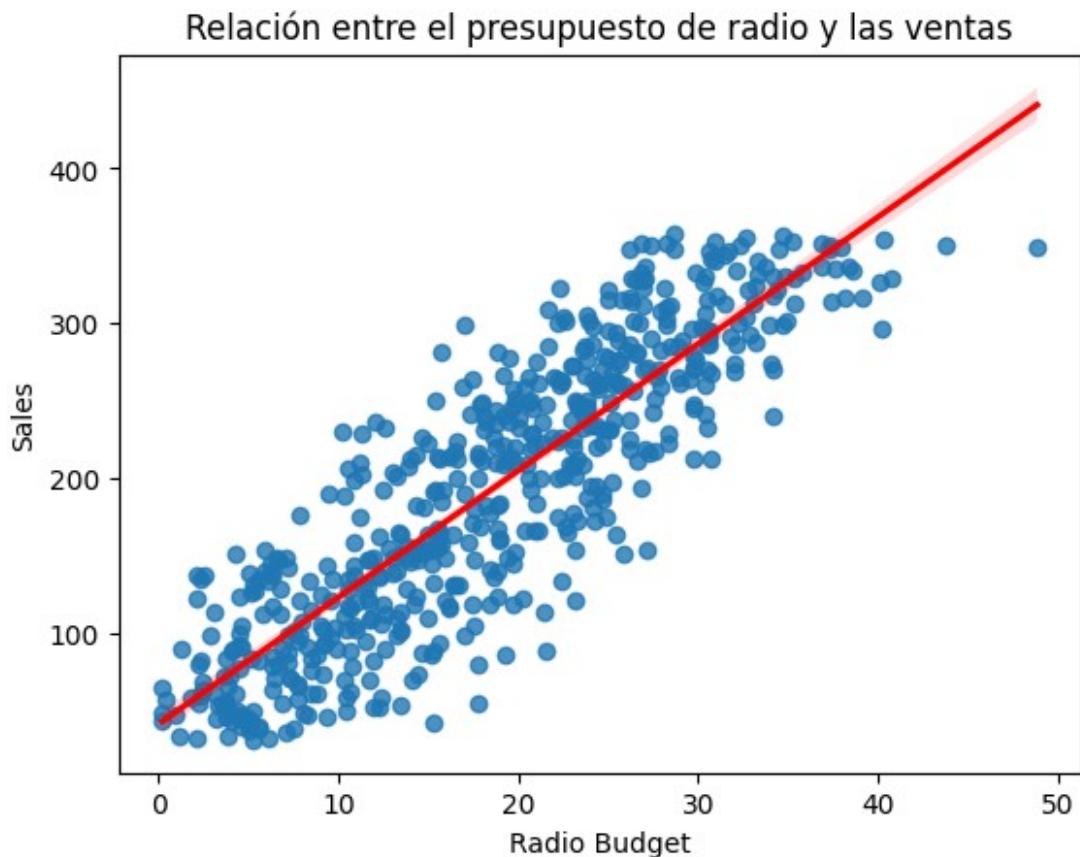
#### Linealidad

```
# Visualizamos la línea de regresión ajustada
sns.regplot(x='Radio', y='Sales', data=ols_data, line_kws={"color":
```

```

    "red"})
plt.xlabel('Radio Budget')
plt.ylabel('Sales')
plt.title('Relación entre el presupuesto de radio y las ventas')
plt.show()

```



- Existe una **fuerte relación lineal positiva** entre el presupuesto de **Radio** y las **Ventas**.
- A medida que aumenta la inversión en radio, las ventas también aumentan de forma consistente.
- Los puntos están **alineados cercanos a la línea roja de regresión**, lo que confirma un **ajuste sólido del modelo** y una **alta capacidad explicativa ( $R^2 \approx 0.76$ )**.

## Normalidad

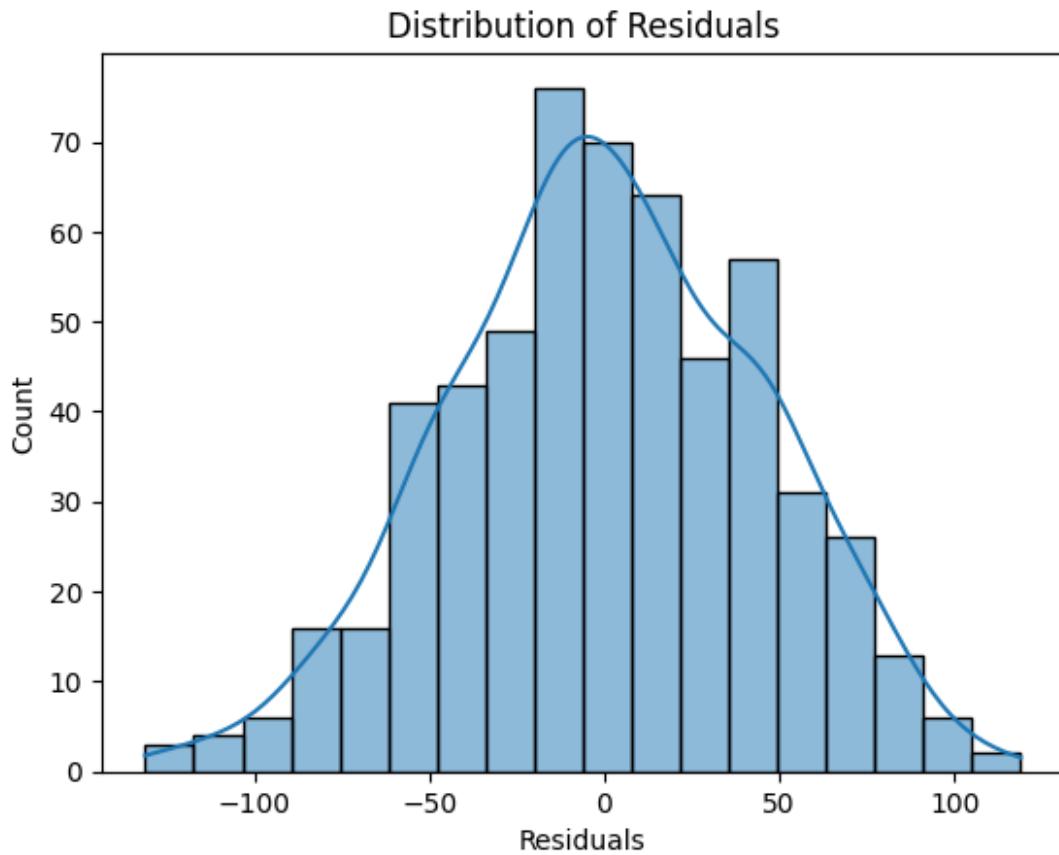
```

# Calculamos los residuos del modelo
residuals = ols_model.resid

# Observamos la distribución de los residuos.
sns.histplot(residuals, kde=True)
plt.xlabel('Residuals')

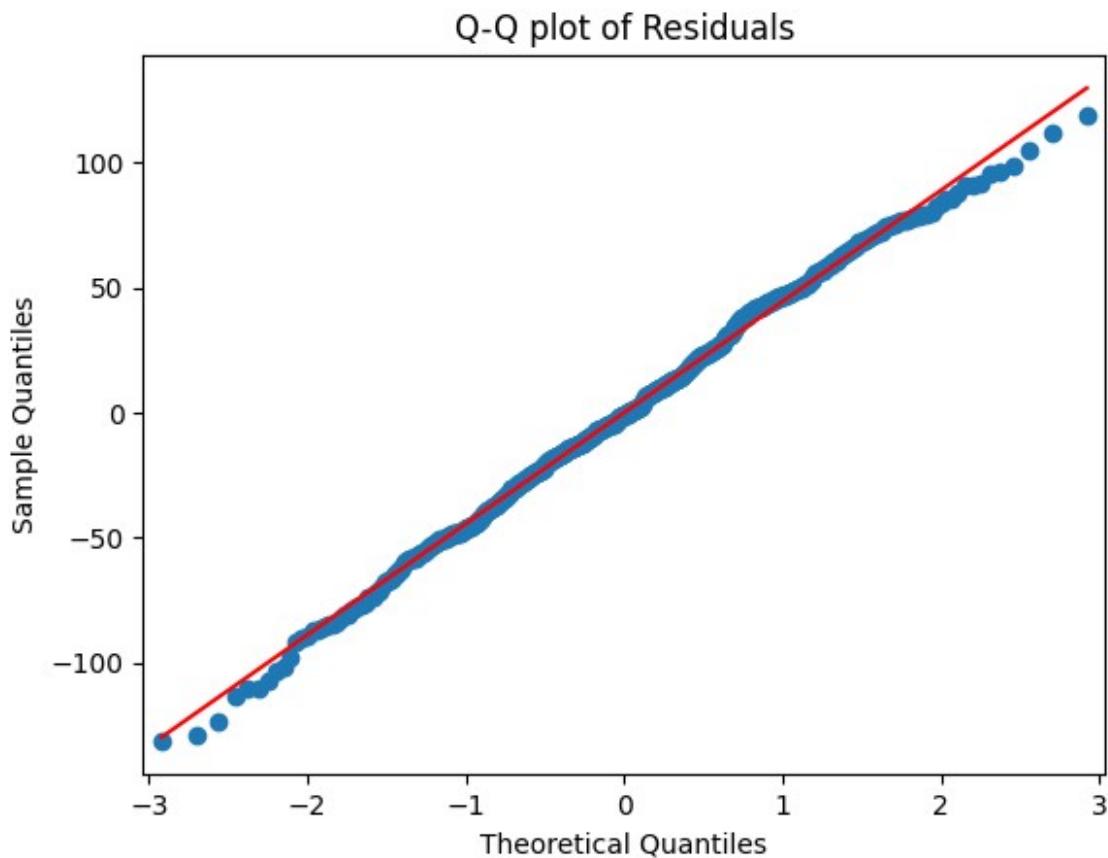
```

```
plt.title('Distribution of Residuals')
plt.show()
```



- Los residuos se distribuyen de forma **aproximadamente normal** alrededor de cero.
- La curva tiene una forma de campana simétrica, sin sesgos marcados ni valores atípicos extremos.
- Esto indica que se cumple el **supuesto de normalidad de los errores**, lo que valida la calidad del modelo de regresión.

```
# Confirmamos supuesto de normalidad con un gráfico Q-Q.
sm.qqplot(residuals, line='s')
plt.title("Q-Q plot of Residuals")
plt.show()
```



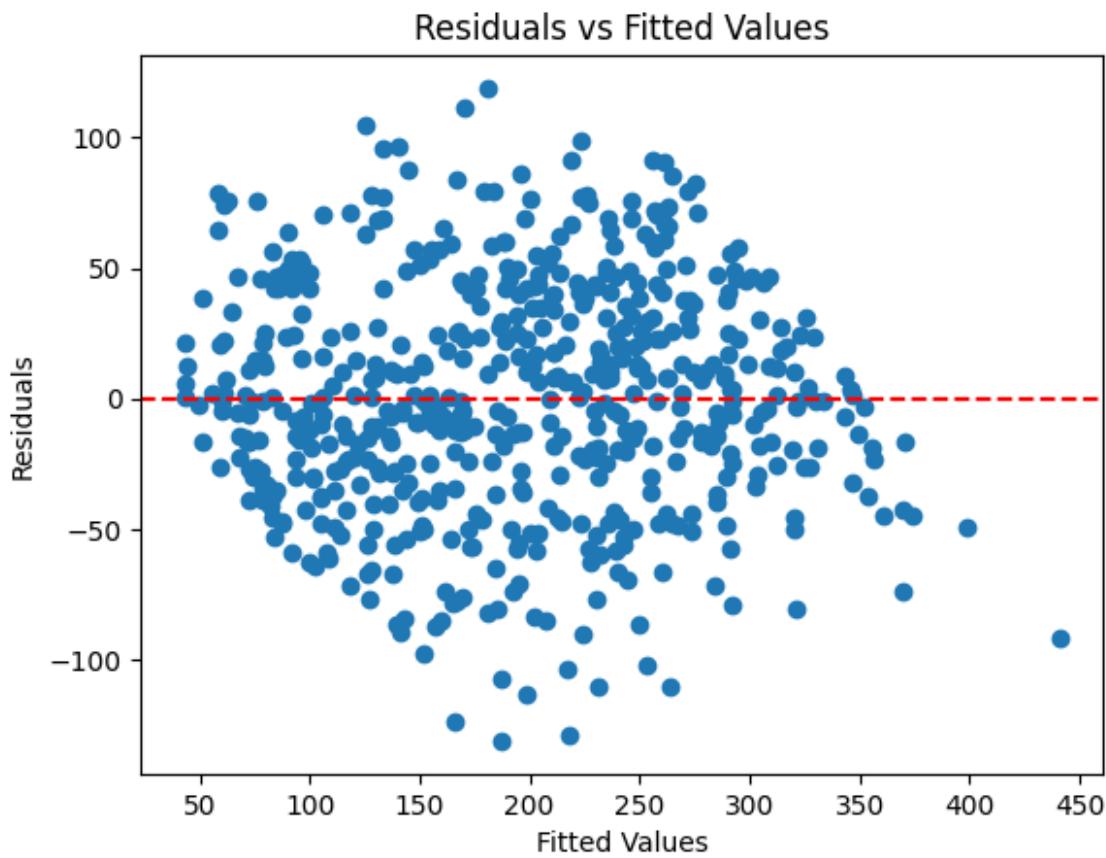
- Del gráfico se observa que se cumple el supuesto de **normalidad de los residuos**.
- En el gráfico Q-Q, los puntos se alinean aproximadamente sobre la línea roja, lo que indica que los residuos siguen una **distribución normal** sin desviaciones graves.

## Observaciones Independientes y Homocedasticidad

```
# Obtenemos los valores ajustados.
fitted_values = ols_model.fittedvalues

# Creamos un diagrama de dispersión de residuos frente a valores
# ajustados.

plt.scatter(fitted_values, residuals)
plt.axhline(0, color='red', linestyle='--')
plt.xlabel('Fitted Values')
plt.ylabel('Residuals')
plt.title('Residuals vs Fitted Values')
plt.show()
```



Ambos supuestos se cumplen razonablemente:

- **Independencia:** Los residuos se distribuyen aleatoriamente alrededor de cero, sin un patrón claro.
- **Homocedasticidad:** La dispersión de los residuos es relativamente constante a lo largo de los valores ajustados, sin forma de embudo o tendencia creciente.

#### Conclusión:

El modelo cumple los supuestos de independencia y varianza constante, lo que respalda la validez del análisis de regresión.

## Consideraciones

- Existe una **relación lineal fuerte y positiva** entre el presupuesto de **Radio** y las **Ventas**.
- El modelo de regresión lineal simple explica aproximadamente el **75.7 % de la variabilidad** en las ventas ( $R^2 = 0.757$ ).
- Los **supuestos estadísticos** (linealidad, normalidad, independencia y homocedasticidad) se cumplen adecuadamente.

- Por cada unidad adicional invertida en radio, las ventas aumentan en promedio **8.17 unidades**, lo que demuestra un **impacto significativo** de este canal publicitario.

## Resumen Ejecutivo

El análisis muestra que la inversión en **publicidad radial** tiene un efecto **positivo, directo y estadísticamente significativo** sobre las ventas.

Dado que este canal explica **más del 75 % de la variación en los ingresos**, se recomienda **mantener o incrementar el presupuesto destinado a radio**, priorizándolo frente a otros medios con menor poder predictivo.

Esta decisión contribuirá a **optimizar la asignación del presupuesto de marketing** y a **maximizar el retorno de la inversión publicitaria**, enfocando recursos en el canal con mayor impacto probado.