

## Nota metodológica: Media Armónica

La media armónica (H ó Mh) es una medida o estadígrafo de tendencia central similar al promedio o media aritmética; salvo por que se construye a partir de los valores recíprocos de la variable. Por tanto, es el valor recíproco de la media aritmética.

La media armónica se calcula a partir del valor inverso de la sumatoria del inverso de los valores de la variable.

$$MH = \frac{n}{\sum (1/y_i)}$$

De donde:

MH: media armónica;

n: número de datos; y

y<sub>i</sub>: cada valor observado correspondiente a la variable de interés.

A diferencia de la media aritmética que resulta altamente sensible a los valores extremos inferiores o superiores y requiere de distribuciones más o menos simétricas; la media armónica muestra menos sensibilidad a los valores altos y mantiene su representatividad en distribuciones asimétricas o discontinuas.

Esta medida utiliza todos los datos de la distribución y se emplea para promediar variaciones con respecto a la misma variable; como pueden ser la productividad, el precio, el tiempo, la velocidad, el rendimiento, etc.

El caso de la estimación de los costos que implica la generación de una señal de televisión especial con pauta federal, la media armónica resulta idónea para establecer un costo promedio en virtud de:

- mostrar un rango muy amplio entre las ofertas (diferencia entre los precios más bajos y más altos);
- el reducido número de propuestas de cotización para el trabajo solicitado; y
- la variabilidad y asimetría entre los montos que presentan las ofertas.

Cada uno de los pasos a seguir para el cálculo de la media armónica de las cotizaciones obtenidas para generar dos señales con pauta federal son:

A. Producción de pauta especial (federal):

A.1 Costos cotizados para producir la pauta federal:

| Concesionario   | Costo por producir 2 señales con la pauta federal por 104 días (pesos mexicanos) |
|-----------------|--|
| Concesionario 1 | \$671,213.12   |
| Concesionario 2 | \$334,186.66   |
| Concesionario 3 | \$499,200.00   |
| Concesionario 4 | \$457,744.38   |

| Concesionario   | Costo por producir 2 señales con la pauta federal por 104 días (pesos mexicanos) |
|-----------------|--|
| Concesionario 5 | \$464,378.08   |
| Concesionario 6 | \$1,411,898.34   |
| Concesionario 7 | \$1,370,394.00   |
| Concesionario 8 | \$173,078.88   |

**A.2 Valores recíprocos de los costos registrados**

| Concesionario   | Valor                    | Valor recíproco          |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Concesionario 1 | $\frac{671,213.12}{1}$   | $\frac{1}{671,213.12}$   |
| Concesionario 2 | $\frac{334,186.66}{1}$   | $\frac{1}{334,186.66}$   |
| Concesionario 3 | $\frac{499,200}{1}$      | $\frac{1}{499,200}$      |
| Concesionario 4 | $\frac{457,744.38}{1}$   | $\frac{1}{457,744.38}$   |
| Concesionario 5 | $\frac{464,378.08}{1}$   | $\frac{1}{464,378.08}$   |
| Concesionario 6 | $\frac{1,411,898.34}{1}$ | $\frac{1}{1,411,898.34}$ |
| Concesionario 7 | $\frac{1,370,394}{1}$    | $\frac{1}{1,370,394}$    |
| Concesionario 8 | $\frac{173,078.88}{1}$   | $\frac{1}{173,078.88}$   |

**A.3 Fórmula**

$$MH = \frac{1}{671,213.12} + \frac{1}{334,186.66} + \frac{1}{499,200} + \frac{1}{457,744.38} + \frac{1}{464,378.08} + \frac{1}{1,411,898.34} + \frac{1}{1,370,394} + \frac{1}{173,078.88}$$

$$MH = \frac{8}{0.000001489839 + 0.000002992339 + 0.000002003205 + 0.000002184625 + 0.000002153417 + 0.000000708266 + 0.000000729717 + 0.000005777712}$$

$$MH = \frac{8}{0.00001803912}$$

$$MH = 443,480.61$$

**A.4** Media armónica por producir la pauta federal \$443,480.61

**B** Puesta a disposición de señal vía satélite.

**B.1** Costos cotizados por poner a disposición la señal vía satélite.

| Concesionario   | Costo por poner a disposición 2 señales vía satélite (pesos mexicanos) por 104 días |
|-----------------|---|
| Concesionario 1 | \$1,648,507.68  |
| Concesionario 2 | \$3,361,662.72  |
| Concesionario 3 | \$1,260,623.52  |
| Concesionario 4 | \$1,327,000.00  |
| Concesionario 5 | \$756,374.11  |
| Concesionario 6 | \$1,377,231.2   |
| Concesionario 7 | \$1,691,189.66  |
| Concesionario 9 | \$2,050,533.45  |
| Empresa 1       | \$2,419,831.49  |
| Empresa 2       | \$3,656,240.00  |

**B.2** Valores recíprocos de los costos registrados:

| Concesionario   | Valor                    | Valor recíproco          |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| Concesionario 1 | $\frac{1,648,507.68}{1}$ | $\frac{1}{1,648,507.68}$ |
| Concesionario 2 | $\frac{3,361,662.72}{1}$ | $\frac{1}{3,361,662.72}$ |
| Concesionario 3 | $\frac{1,260,623.52}{1}$ | $\frac{1}{1,260,623.52}$ |
| Concesionario 4 | $\frac{1,327,000}{1}$    | $\frac{1}{1,327,000}$    |
| Concesionario 5 | $\frac{756,374.11}{1}$   | $\frac{1}{756,374.11}$   |
| Concesionario 6 | $\frac{1,377,231.2}{1}$  | $\frac{1}{1,377,231.2}$  |
| Concesionario 7 | $\frac{1,691,189.66}{1}$ | $\frac{1}{1,691,189.66}$ |

| Concesionario   | Valor                    | Valor recíproco          |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
|                 | 1                        | 1,691,189.66             |
| Concesionario 9 | <u>2,050,533.45</u><br>1 | <u>1</u><br>2,050,533.45 |
| Empresa 1       | <u>2,419,831.49</u><br>1 | <u>1</u><br>2,419,831.49 |
| Empresa 2       | <u>3,656,240</u><br>1    | <u>1</u><br>3,656,240    |

### B.3 Fórmula:

MH =

$$\frac{10}{\frac{1}{1,648,507.68} + \frac{1}{3,361,662.72} + \frac{1}{1,260,623.52} + \frac{1}{1,327,000} + \frac{1}{756,374.11} + \frac{1}{1,377,231.2} + \frac{1}{1,691,189.66} + \frac{1}{2,050,533.45} + \frac{1}{2,419,831.49} + \frac{1}{3,656,240}}$$

MH =

$$\frac{10}{0.00000606609 + 0.00000297471 + 0.00000793258 + 0.00000753579 + 0.00001322097 + 0.00000726094 + 0.00000591299 + 0.00000487677 + 0.00000413251 + 0.00000273505}$$

MH =

$$\frac{10}{0.00000626484}$$

MH =

**1,596,209.95**

### B.4 Media armónica por poner a disposición la señal vía satélite \$1,596,209.95

| Resultados de la media armónica |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Concesionario                   | Costo por producir la pauta federal |
| Concesionario 1                 | \$671,213.12                        |
| Concesionario 2                 | \$334,186.66                        |
| Concesionario 3                 | \$499,200.00                        |
| Concesionario 4                 | \$457,744.38                        |
| Concesionario 5                 | \$464,378.08                        |
| Concesionario 6                 | \$1,411,898.34                      |
| Concesionario 7                 | \$1,370,394.00                      |
| Concesionario 8                 | \$173,078.88                        |

| Resultados de la media armónica   |   |
|-----------------------------------|---|
| Concesionario                     | Costo por producir la pauta federal                 |
| <b>Media armónica</b>             | <b>\$443,480.61</b>                                 |
| Concesionario                     | Costo por poner a disposición la señal vía satélite |
| Concesionario 1                   | \$1,648,507.68                                      |
| Concesionario 2                   | \$3,361,662.72                                      |
| Concesionario 3                   | \$1,260,623.52                                      |
| Concesionario 4                   | \$1,327,000.00                                      |
| Concesionario 5                   | \$756,374.11  |
| Concesionario 6                   | \$1,377,231.2                                       |
| Concesionario 7                   | \$1,691,189.66                                      |
| Concesionario 9                   | \$2,050,533.45                                      |
| Empresa 1                         | \$2,419,831.49                                      |
| Empresa 2                         | \$3,656,240.00                                      |
| <b>Media armónica</b>             | <b>\$1,596,209.95</b>                               |
| <b>Total de la media armónica</b> | <b>\$2,039,690.56</b>                               |

Bibliografía:

- Ángel Gutiérrez, Julio César. La correcta utilización de los promedios. Bogotá, Revista Universidad EAFIT, [S.l.], v. 31, n. 98, p. 77-86, jul. 2012.
- Blalock, Hubert. Estadística social. México, FCE, 1994.
- Castillo Manrique, Isabel y Marta Guijarro Garvi. Estadística descriptiva y cálculo de probabilidades. Madrid, Pearson Educación, 2006.
- Díaz Mata, Alfredo. Estadística aplicada a la administración y la economía. México, McGraw-Hill, 2013
- Martínez Bencardino, Ciro. Estadística y muestreo. Bogotá, Ecoe Ediciones, 2012.
- Paz Abdo, Karim Sofia. Media aritmética simple. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Boletín Electrónico No. 07, s.a.
- Spiegel, Murray y Larry J. Stephens. Estadística. México, McGraw-Hill, 2009.
- Triola, Mario. Estadística. México, Pearson Educación, 2013.