GOBIERNO DE LA REPÚBLICA GUATEMALA

INE
Instituto Nacional de Estadística

Nota Metodológica

Versión 3

Febrero 2025

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

Dirección de Precios e Índices de Referencia
Departamento de Análisis de Precios

Instituto Nacional de Estadística (INE), es una institución descentralizada del Estado, semiautónoma, con personalidad jurídica, patrimonio propio y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, cuyo principal fin es ejecutar la política estadística nacional.

El Instituto tiene dentro de sus principales funciones: recolectar, elaborar y publicar estadísticas oficiales, impulsar el Sistema Estadístico Nacional -SEN-, coordinar con otras entidades la realización de investigaciones, encuestas generales y especiales, promover la capacitación y asistencia técnica en materia estadística, impulsar la aplicación uniforme de procedimientos estadísticos, entre otros. Todo esto en cumplimiento de la Ley Orgánica del INE, Decreto Ley 3-85.

8a. calle 9-55 Zona 1, Ciudad de Guatemala
Teléfono: 2315-4700
www.ine.gob.gt

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

EQUIPO RESPONSABLE

REVISIÓN GENERAL

Gerente: Oscar José Chávez Valdez
Subgerente Técnico: Cristian Miguel Cabrera Ayala
Director de Precios e Indices de Referencia: Julia Lorena Buch Gómez

EQUIPO TÉCNICO

Brayan Arnoldo González Pérez

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

Índice

1 Introducción **1**

2 Alcance y uso de la nota metodológica **2**
2.1 Declaración de alcance 2
2.2 Planificación de recursos 2
2.3 Ruta de la generación de precios de referencia 3

3 Objetivos **4**
3.1 Objetivo general 4
3.2 Objetivos específicos 4

4 Marco teórico **4**
4.1 Marco conceptual 5
4.1.1 Definiciones del mercado 6
4.1.2 Medidas estadísticas aplicables 7
4.1.3 Población o muestra 9
4.1.4 Varianza de una muestra 9
4.1.5 Desviación estándar 9
4.1.6 Coeficiente de variación 10
4.1.7 Cuartiles 10
4.1.8 Rango intercuartílico 11
4.1.9 Datos atípicos 11
4.1.10 Pruebas de normalidad 13
4.1.11 Coeficiente de asimetría 15
4.1.12 Pruebas de hipótesis 16
4.1.13 Espacio muestral 16
4.1.14 Principio del producto 17
4.1.15 Combinaciones sin repetición 17
4.1.16 Indexación 17
4.1.17 Tamaño de la muestra 17
4.1.18 ETL 19

5 Proceso para generar un precio de referencia **19**
5.1 Gestión de la información 19
5.1.1 Fuentes de información 20
5.1.2 Observaciones requeridas 21
5.2 Cálculo de precios de referencia 21
5.2.1 Cálculo estándar de precios de referencia 21
5.2.2 Cálculo alternativo de precios de referencia 22

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

5.2.3 Memoria de cálculo 23
5.3 Vigencia del precio de referencia 24
5.4 Elaboración y entrega de informe 24

6 Requisitos de las solicitudes **24**
6.1 Precios de referencia para la modalidad de contrato abierto 24
6.2 Precios de referencia para la modalidad de subasta electrónica inversa . . 25
6.3 Conformación de la comisión para el establecimiento de precios de referencia para bienes y suministros importados 25

7 Definición de variables y formulas aplicables **26**
7.1 Diccionario de variables 26
7.2 Ecuaciones utilizadas 28
7.2.1 Tabla de ponderadores 30

8 Apéndice **31**

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

1 Introducción

La presente Nota Metodológica está contenida en el Artículo 4 del Reglamento Específico para la Generación de Precios de Referencia para la Modalidad de Contrato Abierto, el cual establece: *"La Nota Metodológica deberá incluir como mínimo, los requerimientos, procedimientos, pasos y técnicas a utilizar para la generación de precios de referencia, así como los parámetros necesarios para determinar la vigencia de estos. Se faculta a la Gerencia del INE para que modifique las notas metodológicas cuando considere pertinente."*

Asimismo, también se encuentra contenida en el Artículo 4 del Reglamento Específico para la Generación de Precios de Referencia para la Modalidad de Subasta Electrónica Inversa, el cual establece: *"Las notas metodológicas son los documentos que, dentro del marco del proceso estadístico, contienen los requerimientos, procedimientos, pasos y técnicas a utilizar para la generación de precios de referencia, así como los parámetros necesarios para determinar la vigencia de estos."*

La nota metodológica es una guía detallada sobre el procedimiento para estimar el valor de un bien o servicio solicitado por una entidad. Su función principal radica en establecer los requisitos, procesos, pasos y técnicas necesarias para la creación de precios de referencia. Esto se aplica tanto al Instituto Nacional de Estadística (INE), como a cualquier otra entidad que requiera esta información o asesoría.

Enfrentándose a la variabilidad de precios, la dinámica del mercado y la limitación de información en algunos casos, la nota proporciona una explicación detallada sobre cómo llevar a cabo el cálculo de precios de referencia en diversos escenarios. Se abordan diferentes métodos, como la estimación, la agrupación de datos, la indexación, entre otros, detallando su aplicación en el marco teórico y conceptual correspondiente.

Para facilitar la comprensión y aplicación práctica, se incluyen pautas sobre el formato de solicitudes, informes, boletas y otros documentos relevantes a lo largo del proceso. Estos detalles adicionales se encuentran disponibles en la sección de Anexos para consulta.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

2 Alcance y uso de la nota metodológica

2.1 Declaración de alcance

Para la generación de un precio de referencia, los procedimientos descritos se enfocan principalmente en los cálculos estadísticos. De manera complementaria, se consideran factores económicos, como el Índice de Precios al Consumidor (IPC), que intervienen en la indexación de precios para estimaciones ajustadas al año actual.

El cálculo y estimación del valor de un bien o servicio debe seguir los pasos descritos en los apartados correspondientes. No se incluyen procedimientos detallados sobre la recolección de precios, recepción de solicitudes o entrega de reportes, ya que la metodología está centrada en los procesos de cálculo.

2.2 Planificación de recursos

- **Manual de procesos**
  - Para el INE: **Manual de Procesos de la Dirección de Precios e Índices de Referencia** (MP-ST-DPIR).
  - Para cualquier otra entidad: El manual que corresponda a sus funciones específicas.
- **Reglamentos para la Generación de Precios de Referencia**
  - Reglamento para la generación de precios de referencia en la modalidad de contrato abierto.
  - Reglamento para la generación de precios de referencia en la modalidad de subasta electrónica inversa.
- **Reglamento de funcionamiento de la Comisión para el establecimiento de precios de referencia para bienes y suministros importados.**
- **Formato de solicitud de precios de referencia**.
- **Boleta básica de cotización de precios de referencia**.
- **Formulario estadístico**.
- **Analistas de precios**.
- **Software sugerido**
  - Excel®
  - Power BI®, Tableau
  - Python, R, SQL

- SharePoint®

2.3 Ruta de la generación de precios de referencia

- **Consulta general:**
  - Procedimiento de cálculo de generación de precios de referencia.
- **Consulta específica:**
  - Diagrama del procedimiento de cálculo de precios de referencia.
- **Otras consultas:**
  - *Manual de Procesos de la Dirección de Precios e Índices de Referencia* (MP-ST-DPIR).
  - Reglamento para la generación de precios de referencia en la modalidad de contrato abierto.
  - Reglamento para la generación de precios de referencia en la modalidad de subasta electrónica inversa.
  - Reglamento de funcionamiento de la Comisión para el establecimiento de precios de referencia en la modalidad de bienes y suministros importados.
- **Entregables:**
  - Informe de precios de referencia.
- **Restricciones**

  Las entidades interesadas en generar precios de referencia deben asesorarse exclusivamente con el INE para cualquier consulta sobre metodologías de cálculo de índices de precios y otros instrumentos técnicos relacionados con su especialidad. No se abordan aspectos relacionados con la planificación de recursos o rutas de proyecto.

  Esta nota metodológica presenta un enfoque directo en el proceso de cálculo de precios de referencia.

- **Exclusiones**

  Esta nota metodológica excluye los procesos previos y posteriores al análisis estadístico de precios de referencia. Para información sobre la gestión de datos o la recepción y entrega de solicitudes, se recomienda consultar el *Manual de Procesos de la Dirección de Precios e Índices de Referencia* (MP-ST-DPIR).

3 Objetivos

Para garantizar la correcta definición y cálculo de los precios de referencia, es fundamental establecer los lineamientos generales que guiarán este proceso. A continuación, se presentan los objetivos que orientarán la metodología aplicada en la determinación de precios de referencia.

3.1 Objetivo general

Establecer los requerimientos, procedimientos y técnicas para la generación de precios de referencia, así como los parámetros para evaluar su vigencia.

3.2 Objetivos específicos

1. Definir los requerimientos mínimos necesarios para el cálculo de precios de referencia.
2. Establecer el procedimiento de cálculo de precios de referencia.
3. Identificar las técnicas estadísticas utilizadas en el cálculo de precios de referencia.
4. Determinar los parámetros que definen la vigencia de los precios de referencia.

4 Marco teórico

Una de las obligaciones del INE, específicamente de la Dirección de Precios e Índices de Referencia -DPIR-, es elaborar y publicar los precios de referencia o precios promedio, salarios e índices que se requieran según el artículo ocho de la Ley de Contrataciones del Estado.

Para la elaboración de estos se deben seguir procedimientos generales detallados en el Manual de Procesos de la Dirección de Precios e Índices de Referencia (MP-ST-DPIR versión vigente), y un proceso de cálculo estadístico el cual se expone en la presente Nota Metodológica. Las entidades externas al INE deben seguir procedimientos propios y guiarse por la presente Nota Metodológica para el proceso estadístico.

Durante la generación de precios de referencia, es crucial tener en cuenta que la DPIR realiza una investigación de mercado mediante cotizaciones para estimar el valor actual de los bienes o servicios. Este proceso puede ser suficiente en muchos casos, pero existen situaciones en el mercado real donde la información es insuficiente para generar un precio de referencia confiable. Esto puede deberse a que el producto o servicio es completamente nuevo en el mercado, que el producto no exista a nivel nacional o que no se pueda definir un mercado relevante para el mismo. Otra situación plausible es la falta de suficientes proveedores para cumplir con el requisito mínimo de observaciones para

determinar el precio de referencia, lo que presenta un desafío para obtener un cálculo confiable y robusto.

Como fuente adicional de información, se pueden utilizar precios históricos de Guatecompras o precios internacionales para estimar el valor del bien o servicio. Sin embargo, en un mercado fluctuante y con limitaciones, la información disponible de precios internacionales no siempre es la más adecuada, y algunos precios históricos pueden ser demasiado antiguos para ser relevantes en la estimación de un precio de referencia. Para abordar estas posibles variables faltantes, se realiza una investigación de diversas fuentes de información, que pueden provenir de cotizaciones de investigación de mercado, historial de precios de Guatecompras, precios internacionales y precios ofertados o adjudicados de contratos abiertos.

Luego, se realiza un proceso de creación de conjuntos o distribuciones muestrales a partir de un espacio muestral que incorpora todos los precios recolectados de las diferentes fuentes de información. Estos se agrupan de acuerdo con el conjunto potencia que surge de las diversas fuentes disponibles, permitiendo así el análisis de medidas de dispersión y tendencia central para estimar de manera más precisa el valor de un producto o bien.

Dentro del carácter del proceso de generación de precios está descartar todos aquellos precios de investigación que muestren un valor no adecuado, que tengan una distancia muy alejada de la media o un promedio aritmético de los diferentes conjuntos de precios obtenidos. En el caso de utilizar precios históricos disponibles provenientes de Guatecompras, debe realizarse un proceso de indexación para así aproximar su valor pasado a su valor actual. Estos precios indexados podrán pertenecer al conjunto de datos para ser procesados en la estimación de distribuciones muestrales junto con el resto de los precios que fue posible recolectar de otras fuentes de información.

Con el objetivo de estimar un precio de referencia adecuado, basándose en el caso global mencionado, el procedimiento detallado se presenta en el contenido de la presente metodología. Aquí se describen herramientas estadísticas inferenciales y descriptivas que calculan la combinación de todos los posibles escenarios o casos, tomando como base las fuentes de información previamente mencionadas. Se realiza una ponderación de los precios según sus características recopiladas. El resultado de aplicar estas herramientas, que incluyen ponderaciones, cálculos de dispersión de datos y medidas de tendencia central, dará como resultado un precio de referencia más robusto que considera la cantidad y variabilidad de las observaciones obtenidas en la investigación previa.

4.1 Marco conceptual

Esta sección detalla los conceptos de análisis de mercado y estadística que fundamentan los procedimientos descritos en esta Nota Metodológica.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

4.1.1 Definiciones del mercado

Define los conceptos clave del análisis de mercado en la generación de precios de referencia.

- **Adquisición pública:** Proceso formal mediante el cual las instituciones y entidades gubernamentales obtienen bienes y servicios, conforme a la Ley de Contrataciones del Estado.
- **Aleatorio:** No contiene patrones reconocibles o regularidades.
- **Bienes o servicios estandarizados u homologados:** Son bienes o servicios intercambiables para un mismo fin o uso, con requisitos básicos uniformes, sirviendo como modelo, norma o referencia.
- **Caso general:** Escenario donde existe suficiente información de cotizaciones de mercado para generar un precio de referencia.
- **Casos no previstos:** Situaciones en las que no hay suficientes observaciones para calcular un precio de referencia.
- **Contrato abierto:** De acuerdo con el Articulo 46 del Decreto Numero 57-92 del Congreso de la República de Guatemala, Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento.
  "Contrato abierto es la modalidad de adquisición coordinada por el Ministerio de Finanzas Públicas, a través de la Dirección General de Adquisiciones del Estado, con el objeto de seleccionar proveedores de bienes, suministros y servicios de uso general y constante, o de considerable demanda, previa calificación y adjudicación de los distintos rubros que se hubieren convocado a concurso público; a solicitud de dos o más instituciones de las contempladas en el artículo 1 de esta Ley."
- **Cotización de precios de mercado:** Proceso de recopilación y análisis de precios actuales en el mercado.
- **Formato de fichas técnicas:** Instrumentos estandarizados para la recolección de información en distintos procesos de adquisición.
- **Guatecompras:** Sistema de información sobre Contrataciones y Adquisiciones del Estado, administrado por el Ministerio de Finanzas Públicas.
- **Índice de Precios al Consumidor (IPC):** Indicador que mide la variación de los precios de un conjunto de bienes y servicios representativos del gasto de los hogares.
- **Indexación:** Método que ajusta valores en función de la evolución de un índice económico.

- **Mercado heterogéneo:** Aquel en el que los precios de un mismo bien o servicio muestran alta dispersión dentro del conjunto de datos, pudiendo contener varios mercados homogéneos.
- **Mercado homogéneo:** Aquel en el que los precios de un bien o servicio no muestran alta dispersión dentro del conjunto de datos.
- **Mercado relevante:** Conjunto de bienes y servicios considerados sustitutos por sus características, precios y finalidad de consumo.
- **Muestra:** Subconjunto de elementos de una población.
- **Precio adjudicado:** Valor determinado en un evento de compra mediante adjudicación.
- **Precio cotizado en el mercado:** Valor monetario de un bien o servicio según su cotización en una fuente específica en un momento determinado.
- **Precio de referencia:** Valor estimado de un bien, insumo o servicio, utilizado como límite superior en los procesos de contratación del Estado, según el Decreto 57-92 Ley de Contrataciones del Estado del Congreso de la República de Guatemala. También se conoce como "Precio de Mercado Privado Nacional", "Precio de Referencia Techo" o "Precio Promedio".
- **Precio de referencia computado:** Valor resultante de aplicar la metodología de generación de precios de referencia.
- **Precio histórico:** Precio basado en eventos previos de compras públicas.
- **Precio indexado:** Precio histórico ajustado mediante un proceso de indexación.
- **Precio internacional:** Precio de un bien cotizado fuera de la República de Guatemala sin costos adicionales.
- **Proveedor:** Persona individual o jurídica que suministra un bien o servicio.

4.1.2 Medidas estadísticas aplicables

Comprende la definición de los conceptos estadísticos aplicados dentro de la generación de precios de referencia robustos y confiables.

4.1.2.1. Media aritmética simple

También llamada promedio, se calcula sumando todos los valores en una muestra de datos y dividiendo el resultado por el número de valores en dicha muestra. Según Devore (2012), se calcula de la siguiente manera:

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)$$

Donde:

- $\bar{x}$: Es la media aritmética (el promedio).
- n: Es el número total de valores (muestras) en el conjunto de datos.
- x_i: Representa cada uno de los valores individuales en el conjunto de datos.
- $\sum$: Es el símbolo de sumatoria, que indica la suma de todos los x_i desde $i = 1$ hasta $i = n$.

4.1.2.2. Mediana

Es el valor que se encuentra en el centro de un conjunto de datos ordenados. La mitad de los datos serán menores o iguales a la mediana y la otra mitad serán mayores o iguales. Como muestra Triola (2004) es una medida de tendencia central que es menos sensible a valores atípicos que la media aritmética.

La mediana se calcula de manera distinta para conjuntos con número de valores pares o impares:

- Para conjuntos **impares** con n datos ordenados de menor a mayor, la mediana será el valor que ocupe la posición $\frac{n+1}{2}$. Esto es:

$$M = x_{(n+1)/2}$$

- Para conjuntos **pares** con n datos ordenados de menor a mayor, la mediana será el promedio de los valores que ocupen las posiciones $\frac{n}{2}$ y $\frac{n+1}{2}$. Esto es:

$$M = \frac{x_{n/2} + x_{(n+1)/2}}{2}$$

Donde:

- n: Es el número total de datos en el conjunto.
- M: Es la mediana del conjunto de datos.
- x_i: Es el valor individual del conjunto de datos en la posición i.
- $\frac{n+1}{2}$: Indica la posición central para un número impar de datos.
- $\frac{x_{n/2}+x_{(n+1)/2}}{2}$: Indica el promedio de los dos valores centrales para un número par de datos.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

4.1.3 Población o muestra

Cuando se trabaja con información estadística, es importante distinguir si los datos utilizados corresponden a una población o a una muestra. La población es el conjunto total de elementos con características comunes, objeto de estudio en una investigación. En cambio, la muestra es un subconjunto de esta población.

En el análisis de precios, factores como el tiempo, los recursos y la disposición de las empresas para colaborar hacen inviable analizar todos los precios del mercado. Por esta razón, en este análisis se emplean medidas de dispersión de la muestra, bajo el supuesto de que la información recolectada es representativa de la población.

4.1.4 Varianza de una muestra

La varianza muestral, s^2, es la suma de los cuadrados de las diferencias entre cada observación y la media muestral dividida por el tamaño de la muestra, n, menos 1:

Tal como señala Newbold et al. (2008) la ecuación de la varianza de n valores es:

$$s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$$

Donde:

- s^2: Es la varianza de los datos.
- n: Es el número total de valores en el conjunto.
- x_i: Es el valor individual i-ésimo del conjunto de datos.
- $\bar{x}$: Es la media aritmética de los datos.
- $\sum$: Es la sumatoria desde $i = 1$ hasta n.

4.1.5 Desviación estándar

Es una medida de dispersión que se calcula encontrando la raíz cuadrada de la varianza. Suele ser más usada que la varianza porque se expresa en las mismas unidades que los datos utilizados. Como indica Triola (2004) la ecuación se define como:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Donde:

- s: Desviación estándar muestral.
- s^2: Es la varianza del conjunto de datos.

4.1.6 Coeficiente de variación

El coeficiente de variación (CV) de un conjunto de datos muestrales o poblacionales, expresado como porcentaje, describe la desviación estándar en relación con la media, (siempre que la media sea positiva). El coeficiente de variación de acuerdo con Triola (2004) está dado de la siguiente forma:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\,\% \quad \text{si } \bar{x} > 0$$

Donde:

- CV: Es el coeficiente de variación, expresado como un porcentaje.
- s: Es la desviación estándar del conjunto de datos.
- $\bar{x}$: Es la media aritmética del conjunto de datos.
- $\bar{x} > 0$: Condición necesaria para que el coeficiente de variación esté definido.

4.1.7 Cuartiles

Los **cuartiles** son valores que dividen un conjunto de datos ordenados en cuatro partes iguales. Lind et al. (2012) menciona que, para calcularlos, se deben obtener las posiciones que representan el $25\,\%$, el $50\,\%$ y el $75\,\%$ de los datos. Para un conjunto ordenado con n datos, la fórmula general es:

$$Q_k = \frac{(n+1) \cdot k}{4}$$

Donde:

- Q_k: Es la posición del percentil P en el conjunto de datos ordenados.
- n: Es el número total de observaciones en el conjunto.
- k: Es el cuartil que deseas calcular (por ejemplo, $k = 25$ para Q_1, $k = 50$ para Q_2, $k = 75$ para Q_3).

Paso para calcular los cuartiles:

1. Ordenar los datos de forma ascendente.
2. Calcular la posición del cuartil usando la fórmula.
3. Si la posición es un número entero, el cuartil está en ese lugar de la lista ordenada; si no es entero, interpola entre los valores vecinos del conjunto de datos.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

Calculo de los cuartiles con interpolación:

$$Q_k = X_i + d(X_{i+1} - X_i)$$

Donde:

- X_i es el valor en la posición entera inferior.
- X_{i+1} es el valor en la posición entera superior.
- d es la parte decimal de la posición obtenida en el paso 2.

4.1.8 Rango intercuartílico

El rango **intercuartílico** (IQR) mide la dispersión en el $50\,\%$ central de los datos; se define como la diferencia entre la observación del tercer cuartil Q_3 y la observación del primer cuartil Q_1:

$$IQR = Q_3 - Q_1$$

Donde:

- IQR: Rango intercuartílico
- Q_1: Cuartil 1
- Q_3: Cuartil 3

4.1.9 Datos atípicos

Un valor atípico es un dato que se encuentra significativamente alejado de los demás en un conjunto de datos. Estos valores pueden distorsionar las medidas de tendencia central y dispersión.

Una forma de detectar datos atípicos, como se describe en el trabajo de Yadan (2021) en conjuntos de datos, es el uso del rango intercuartílico, que es una herramienta de detección de anomalías que ofrece la opción de utilizar IQR como medida de variabilidad con vallas de Tukey para calcular umbrales de anomalías.

$$\text{Umbral inferior} = Q_1 - \alpha \cdot IQR$$
$$\text{Umbral superior} = Q_3 + \alpha \cdot IQR$$

Donde:

- Q_1: Cuartil 1 (percentil 25).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

- Q_3: Cuartil 3 (percentil 75).
- IQR: Rango intercuartílico, calculado como $IQR = Q_3 - Q_1$.
- α: Factor de ajuste para el rango intercuartílico.

Nota: En este análisis, el valor de α se establecerá en 1,5, ya que es un estándar ampliamente aceptado para la detección de valores atípicos. Este valor identifica valores inusuales sin ser demasiado estricto, lo cual es útil en la mayoría de los contextos estadísticos.

4.1.9.1. Algoritmo de Tukey

El algoritmo de Tukey, también conocido como "Regla de Tukey", es una metodología comúnmente utilizada para detectar datos extremos en un conjunto de valores. Para su cálculo, de acuerdo con Fondo Monetario Internacional (2006) se describen los siguientes pasos:

1. **Ordenar los precios recolectados:**
   - Esto asegura que los datos se procesen de menor a mayor.
2. **Excluir los extremos (percentiles 5 % superior e inferior):**
   - Esto se realiza para evitar que valores extremos influyan en los cálculos de la media y otros estadísticos.
3. **Calcular la media aritmética (MA):**
   - Después de filtrar los datos, se calcula la media de los valores restantes. Esta será la base para los cálculos posteriores.
4. **Calcular las medias intermedias (MA_S y MA_I):**
   - La media de los valores superiores a la MA (MA_S).
   - La media de los valores inferiores a la MA (MA_I).
5. **Definir los límites Tukey superiores e inferiores (T_S y T_I):**
   - Los límites se calculan como:

$$T_S = \text{MA} + 2{,}5 \cdot (\text{MA}_S - \text{MA})$$

$$T_I = \text{MA} - 2{,}5 \cdot (\text{MA} - \text{MA}_I)$$

6. **Detectar valores atípicos:**
   - Cualquier valor fuera del rango $[T_I, T_S]$ se considera un valor atípico.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

4.1.10 Pruebas de normalidad

Las pruebas de normalidad son procedimientos estadísticos diseñados para evaluar si un conjunto de datos sigue una distribución normal. La distribución normal es una suposición clave en muchas técnicas estadísticas paramétricas. Por lo tanto, verificar este supuesto es fundamental antes de aplicar métodos que dependen de él.

Para realizar el análisis de normalidad existen dos métodos diferentes: El método gráfico y el analítico.

4.1.10.1. Método gráfico

El método gráfico permite analizar la normalidad de un conjunto de datos; es un enfoque visual que permite evaluar si los datos siguen una distribución normal, como se explica en su trabajo Das y Imon (2016) sobre métodos de normalidad.

Consiste en representar los datos mediante gráficos estadísticos que faciliten la comparación entre la distribución empírica de los datos y la distribución teórica esperada (normal). Este método es cualitativo y se utiliza principalmente como un paso exploratorio inicial.

Principales herramientas gráficas:

- Histograma
- Gráfico Q-Q (Quantile-Quantile)
- Boxplot (Diagrama de cajas)

4.1.10.2. Método analítico

El método analítico para evaluar la normalidad de un conjunto de datos consiste en aplicar pruebas estadísticas formales que verifican si los datos se ajustan a una distribución normal. Este enfoque se basa en la formulación de hipótesis estadísticas y utiliza métodos cuantitativos para determinar si las diferencias observadas entre la distribución empírica de los datos y la distribución teórica esperada (normal) Das y Imon (2016).

Principales pruebas analíticas de normalidad:

Las pruebas se dividen en dos grupos: prueba de función de distribución (EDF) y pruebas basadas en datos descriptivos.

- Evalúan el ajuste de los datos a la normalidad.
- Son útiles cuando hay suficientes observaciones para evaluar tendencias generales.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GUATEMALA, C.A.
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA

Shapiro-Wilk test:

- Evalúa si los precios tienen asimetría o valores atípicos significativos.
- Es más robusto en muestras pequeñas $n \leq 50$.

$$W = \frac{\left(\sum a_i y_{(i)}\right)^2}{\sum (y - \bar{y})^2}$$

Donde:

- $y_{(i)}$: Datos ordenados.
- a_i: Constantes basadas en la media y varianza.
- $\bar{y}$: Media muestral.

Kolmogorov-Smirnov test:

- Compara la distribución empírica con una normal teórica.
- Puede usarse para cualquier tamaño de muestra, pero es más útil en muestras grandes $n \geq 50$.

$$D = \sup_x |F_n(X) - F(X, \mu, \sigma)|$$

Donde:

- $F_n(X)$: Función de distribución empírica.
- $F(X, \mu, \sigma)$: Función de distribución teórica con media μ y desviación estándar σ.
- $\sup_x$: Máximo valor absoluto sobre todos los valores de x.

Anderson-Darling test

- Variante de la prueba de Kolmogorov-Smirnov que da más peso a los extremos de la distribución.
- Funciona bien con muestras grandes $n \geq 50$.

$$A^2 = -\left(1 + \frac{0{,}75}{n} + \frac{2{,}25}{n^2}\right)\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}[(2i-1)\log\{\hat{Z}_i\left(1 - \hat{Z}_{n+1-i}\right)\}]}{n} + n\right]$$

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

Donde:

- $\hat{Z}_i = \Phi\left(\frac{Y_{(i)}-\hat{\mu}}{\hat{\sigma}}\right)$: Función de distribución acumulativa estándar normal.
- $\Phi(\cdot)$: Función de distribución acumulativa estándar normal.
- $Y_{(i)}$: Datos ordenados.
- $\hat{\mu}, \hat{\sigma}$: Media y desviación estándar estimadas.
- n: Tamaño de la muestra.

Pruebas basadas en datos descriptivos

Las pruebas de normalidad basadas en medidas descriptivas utilizan estadísticos derivados de la distribución de los datos, en particular la asimetría (skewness) y la curtosis (kurtosis), para evaluar si una muestra proviene de una distribución normal.

Jarque-Bera test:

- Se basa en la asimetría (skewness) y curtosis de los datos.
- Se utiliza en muestras grandes $n \geq 50$.

$$JB = \left[\frac{n}{6}\right]\left[S^2 + \frac{(K-3)^2}{4}\right]$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra.
- S: Coeficiente de asimetría (skewness).
- K: Coeficiente de curtosis (kurtosis).

4.1.11 Coeficiente de asimetría

Es una medida estadística que cuantifica el grado y la dirección de la asimetría de una distribución de datos en relación con su media. Proporciona información sobre cómo los datos están distribuidos alrededor de su valor central y si la distribución tiene una inclinación hacia uno de los extremos. Como se describe en el trabajo de Shorna y Hossain (2012) , la ecuación para determinar la asimetría se especifica de la siguiente manera:

Coeficiente de asimetría de Bowley

$$\frac{Q_3 - 2Q_2 + Q_1}{Q_3 - Q_1}$$

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

- Q_1: Primer cuartil.
- Q_3: Tercer cuartil.
- Q_2: Mediana del conjunto de datos.

4.1.12 Pruebas de hipótesis

Una hipótesis estadística o simplemente hipótesis es una pretensión o aseveración sobre el valor de un solo parámetro (característica de una población o característica de una distribución de probabilidad), sobre los valores de varios parámetros o sobre la forma de una distribución de probabilidad completa.

En cualquier problema de prueba de hipótesis, existen dos hipótesis contradictorias consideradas.

- **La hipótesis nula:** denotada por H_0, es la pretensión de que inicialmente se supone cierta (la pretensión de "creencia previa").
- **La hipótesis alternativa:** denotada por H_1, es la aseveración contradictoria a H_0.

La hipótesis nula será rechazada en favor de la hipótesis alternativa sólo si la evidencia muestral sugiere que H_0 es falsa. Si la muestra no contradice fuertemente a H_0, se continuará creyendo en la verdad de la hipótesis nula.

Un procedimiento de prueba se especifica como sigue:

1. Un estadístico de prueba, una función de los datos muestrales en los cuales ha de basarse la decisión (rechazar H_0 o no rechazar H_0).
2. Una región de rechazo, el conjunto de todos los valores estadísticos de prueba por los cuales H_0 será rechazada.

La hipótesis nula será rechazada entonces si y sólo si el valor estadístico de prueba observado o calculado queda en la región de rechazo.

4.1.13 Espacio muestral

El espacio muestral está formado por todos los posibles resultados de un experimento aleatorio, se denota con la letra griega Ω (Omega). Está compuesto por todos los sucesos elementales o compuestos de la muestra y, por tanto, coincide con el suceso seguro. Es decir, aquel suceso que siempre va a ocurrir.

$$\Omega = \{R_1, R_2, \ldots, R_n\}$$

- Ω: Espacio muestral.
- R_n: Resultado n.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

4.1.14 Principio del producto

El principio del producto establece que, si hay p formas de hacer una cosa, y q formas de hacer otra cosa, entonces hay p × q formas de hacer ambas cosas. El resultado de todas las posibles combinaciones sin repetición forma un espacio muestral.

4.1.15 Combinaciones sin repetición

Se entiende por combinaciones sin repetición a los diferentes conjuntos que se pueden formar con n elementos, seleccionados de k en k. Cada conjunto se debe diferenciar del anterior en al menos uno de sus elementos (el orden no importa) y estos no se pueden repetir Devore (2012).

4.1.16 Indexación

Procedimiento que permite la actualización monetaria de cualquier factor productivo, (capital, trabajo, tierra, entre otros) de acuerdo con la fluctuación del Índice de Precios al Consumidor (IPC).

Para actualizar cualquier precio de un bien o servicio en términos económicos, se utiliza el método de la indexación, según el manual realizado por Fondo Monetario Internacional (2006) se puede indexar los precios a través de la siguiente fórmula:

$$V_A = \frac{IPC_t}{IPC}_{t-1} * V_T$$

Donde:

- V_A: Valor actual.
- IPC_t: Índice de Precios al consumidor actual.
- IPC_{t-1}: Índice de Precios al consumidor actual periodo anterior.
- V_t: Valor en el periodo t.

4.1.17 Tamaño de la muestra

Se refiere al número de observaciones o elementos seleccionados de una población para realizar un análisis estadístico. En términos simples, es la cantidad de datos que se recopilan para representar las características de toda la población en un estudio.

Criterios para seleccionar el tamaño de la muestra

- Nivel de precisión: Define qué tan cerca del valor verdadero de la población estará tu estimación. Esto es clave para mostrar que la muestra seleccionada minimiza el margen de error.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

- Nivel de confianza: Establece la probabilidad de que los intervalos muestrales contengan el valor real de la población. Esto demuestra cuán robustos y confiables son los resultados.
- Grado de variabilidad: Considera cómo se distribuyen los valores en la población, ya que la variabilidad de los precios puede ser alta o baja dependiendo del mercado.

Fórmula para calcular el tamaño de la muestra

Como indica Israel (1992), la fórmula para calcular el tamaño de la muestra es la siguiente:

- **Fórmula de Cochran para proporciones:**

$$n_0 = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$$

Donde:

- n_0: Tamaño de la muestra inicial.
- Z: Valor crítico de la distribución normal para el nivel de confianza.
- p: Proporción esperada de éxito (se suele usar $p = 0{,}5$ si no se conoce).
- q: Proporción complementaria, $q = 1 - p$.
- e: Margen de error permitido (nivel de precisión).

Nota: En la determinación del tamaño de la muestra para el cálculo de precios de referencia, se emplean metodologías estadísticas que permiten estimar una cantidad óptima de observaciones necesarias para obtener resultados representativos y robustos. Sin embargo, en algunas ocasiones, alcanzar el tamaño de muestra calculado puede no ser factible debido a diversas limitaciones. Factores como la naturaleza del bien, la disponibilidad de proveedores en el mercado y la periodicidad de actualización de los datos pueden restringir el acceso a información suficiente.

En mercados con pocos oferentes o bienes especializados, la oferta de precios puede ser limitada, dificultando la recolección de un número de observaciones que cumpla con los criterios establecidos. Adicionalmente, la estacionalidad, restricciones en los registros administrativos y variaciones en las dinámicas de mercado pueden impactar la disponibilidad de datos. Ante estas situaciones, se deben aplicar estrategias de ajuste metodológico que permitan validar la información disponible y garantizar la representatividad de los precios sin comprometer la calidad del análisis estadístico.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

4.1.18 ETL

Es un proceso que consiste en combinar los datos provenientes de las diferentes fuentes de información antes mencionadas y almacenarlos en un repositorio central. La importancia de este proceso radica en que las fuentes de datos se encuentran en diferentes formatos, como páginas web, bases de datos en SQL, hojas de Excel en formato CSV, entre otros. Por lo tanto, es necesario realizar la extracción de datos mediante técnicas como el web scraping o la creación de nuevas tablas a partir de una base de datos relacional, entre otras técnicas. Posteriormente, se lleva a cabo la conversión o transformación de los datos a un mismo formato antes de cargarlos o almacenarlos en el repositorio central, que se utilizará en el proceso de generación de precios de referencia.

5 Proceso para generar un precio de referencia

Para determinar un precio de referencia, es necesario llevar a cabo un proceso estructurado que incluye la gestión de información, cálculos y la elaboración de informes. A continuación, se presenta un esquema que ilustra las principales etapas de este proceso.

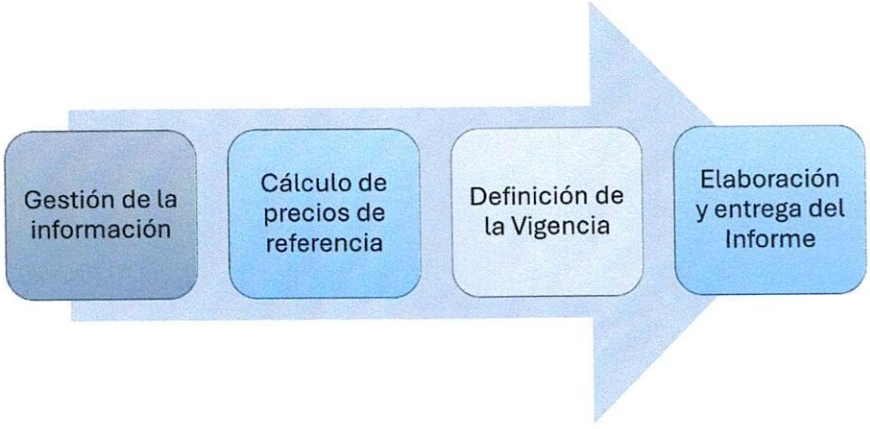


Figura 1: Diagrama de flujo

El cálculo del precio de referencia se basa en la identificación, clasificación y análisis de factores relevantes, asegurando que cumplan con los criterios establecidos. Este enfoque permite obtener valores representativos y fundamentados para la toma de decisiones.

5.1 Gestión de la información

En esta sección se establecen los requisitos esenciales para gestionar adecuadamente las fuentes de información necesarias en el cálculo de precios de referencia.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

5.1.1 Fuentes de información

Las fuentes de información son los distintos orígenes desde los cuales se obtienen datos relevantes para un análisis o proceso específico. En el contexto del cálculo de precios de referencia, las fuentes de información incluyen bases de datos oficiales y datos recopilados en investigaciones de mercado. Entre las fuentes de información, podemos clasificarlas en dos grupos: las fuentes primarias y secundarias.

Primarias:

- Cotizaciones del mercado relevante

Secundarias:

- Precios históricos de Guatecompras.
- Precios del mercado Internacional.
- Búsquedas web y precios al consumidor final.

Nota: Se recomienda que más del $50\,\%$ de las fuentes de información provengan de cotizaciones del Mercado Relevante.

5.1.1.1. Identificación de tipos de mercado

Para garantizar la coherencia en la determinación del precio de referencia, es fundamental clasificar los productos en mercado homogéneo o mercado heterogéneo según la variabilidad de sus precios. Esta clasificación se basa en el coeficiente de variación (CV), el cual mide la dispersión relativa de los precios en relación con su media.

- **Mercado homogéneo:** Incluye productos con características similares cuyo coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango de $0 \leq CV < 0{,}20$, lo que indica una baja dispersión de precios y mayor estabilidad en su referencia.
- **Mercado heterogéneo:** Se refiere a productos con características similares pero con un coeficiente de variación (CV) mayor o igual a $\geq 0{,}20$, implica una mayor variabilidad de precios, dificultando la estimación de un precio de referencia estable.

Nota: Un coeficiente de variación en el rango de $0 \leq CV < 0{,}20$ indica una baja dispersión relativa de los datos respecto a la media como señala Snedecor y Cochran (1967) en su libro "Métodos Estadísticos",resultados bajos en el CV sugiere que los valores son consistentes y estables.

Este nivel de variabilidad se considera aceptable en muchos análisis, ya que refleja una menor fluctuación en los datos y, por lo tanto, una mayor confianza en la precisión de las estimaciones o mediciones realizadas.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

5.1.2 Observaciones requeridas

Por observaciones requeridas, se entiende por cada precio que será procesado para el cálculo de precios de referencia. Para que el precio de referencia cuente con robustez estadística, se requiere que cada observación cumpla con lo indicado a continuación:

- Cada producto (o renglón dentro de un catálogo de productos) debe contar con un único precio por proveedor y fuente de información.
    - En caso de contar con más de un precio por proveedor dentro de la misma fuente de información, deberá realizarse un promedio ponderado conforme a las unidades compradas u ofertadas.
- Del conjunto de las observaciones recolectadas, la fuente de cotizaciones del mercado relevante debe contener más observaciones que las fuentes de Precios Históricos y Precios Internacionales combinadas.
- Las observaciones deberán pertenecer al mismo mercado homogéneo.
- Para la modalidad de bienes y suministros importados, es necesario contar con al menos 3 cotizaciones en dólares estadounidenses proporcionadas por la entidad solicitante. En caso de no disponer de ellas, se deberá presentar una justificación que explique los motivos por los cuales no se alcanzó el mínimo requerido.
- El tamaño de la muestra estará determinado por la disponibilidad de datos en función del mercado analizado. Para garantizar la representatividad y robustez estadística en el cálculo del precio de referencia, se deberá asegurar un número suficiente de observaciones, de acuerdo con los criterios metodológicos aplicables. En casos donde la disponibilidad de datos sea limitada, se implementarán ajustes metodológicos que permitan mitigar sesgos y maximizar la validez del resultado.

En los casos en que no haya suficientes observaciones para calcular los precios de referencia mediante la determinación de la muestra, o cuando se trate de mercados heterogéneos, se deberá consultar la sección de Cálculo alternativo de precios de referencia.

5.2 Cálculo de precios de referencia

En caso de no existir un precio de referencia vigente, se procederá a realizar el cálculo de un nuevo precio de referencia. El cálculo se realizará por cada producto dentro del mismo catálogo de productos.

5.2.1 Cálculo estándar de precios de referencia

El cálculo estándar de precios de referencia puede aplicarse únicamente si se cumple con todos los puntos descritos dentro del apartado 5.1.2. Observaciones requeridas y

cada punto descrito a continuación:

- Se generará un único precio de referencia por cada renglón dentro del catálogo de productos solicitados.
- El precio de referencia estará expresado en las siguientes monedas o divisas:
  - Quetzal guatemalteco (GTQ) para contrato abierto y subasta electrónica inversa.
  - Dólar estadounidense a (USD) para bienes y suministros importados.
- Se utilizará como fuente de información únicamente precios pertenecientes al mercado relevante y precios históricos con una antigüedad menor a 2 años.
- El precio de referencia será estrictamente menor al precio de consumidor final del mercado relevante.
- Se utilizarán medidas de tendencia central para el cálculo del precio de referencia conforme a la distribución de las observaciones recopiladas:
  - Media aritmética: para productos con distribución normal.
  - Mediana: para productos con distribuciones asimétricas positivas o negativas.
- El resultado final del precio se aproximará a dos cifras significativas, siguiendo la normativa establecida para la aproximación.

5.2.2 Cálculo alternativo de precios de referencia

Existen circunstancias que impiden generalizar el cálculo de precios de referencia, tales como la falta de proveedores dentro del mercado relevante, inexistencia del producto dentro del mercado en cuestión o mercados heterogéneos dentro de un mismo tipo de producto. Para estos casos que no cumplen con los requisitos mínimos para la generación de un precio de referencia, se establecen directrices y un procedimiento alternativo para su cálculo. Para el efecto del cálculo alternativo, se cuenta con las siguientes características que sustituyen las generalidades antes presentadas:

- Se generará al menos un precio de referencia por cada renglón dentro del catálogo de productos solicitados.
  - En caso de que el producto se solicite en más de una presentación y dichas presentaciones conformen mercados heterogéneos, se calculará un precio de referencia por cada mercado homogéneo que cuente con suficientes observaciones para el cálculo respectivo.
- El precio de referencia estará expresado en las siguientes monedas o divisas:

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

- Quetzal guatemalteco (GTQ) para contrato abierto y subasta electrónica inversa.
- Dólar estadounidense (USD) para bienes y suministros importados.

- El precio de referencia será menor o igual al precio del consumidor final del mercado relevante.
- De no contar con suficientes observaciones dentro del conjunto de fuentes de información, se procederá de la siguiente forma:
  - Generar grupos homogéneos dentro del catálogo de productos cuyas especificaciones técnicas sean lo suficientemente similares. Todos los productos dentro de un grupo homogéneo tendrán el mismo precio de referencia.
  - Ampliar la búsqueda de precios históricos a antigüedades mayores de 2 años.
  - Incluir precios de cotizaciones del mercado internacional.
- Se generan diferentes distribuciones muestrales dentro del mismo mercado para el mismo producto mediante la combinación de las fuentes de información.
- Se realiza el cálculo del ponderador asociado a cada distribución muestral dentro del mismo mercado para el mismo producto.
- Se elige la distribución muestral dentro del mismo mercado para el mismo producto con mayor ponderación.
  - En caso de que el analista, en base a su experiencia, decida utilizar una distribución muestral diferente dentro del mismo mercado para el mismo producto, deberá dejar su justificación en la memoria de cálculo.
- Se utilizarán medidas de tendencia central para el cálculo del precio de referencia conforme a la distribución de las observaciones recopiladas.
  - Media aritmética: para productos con distribución normal.
  - Mediana: para productos con distribuciones asimétricas positivas o negativas.

5.2.3 Memoria de cálculo

Cada precio de referencia deberá contar con su propia memoria de cálculo donde se exprese la metodología utilizada, medida de tendencia central seleccionada, así como las consideraciones del analista debidamente justificadas.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
V.B.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

5.3 Vigencia del precio de referencia

Cada precio de referencia generado tendrá su respectiva fecha de vigencia, para lo cual deben seguirse las siguientes directrices conforme a la modalidad de compra:

- Contrato abierto: La vigencia del precio de esta modalidad esta establecida en el **Articulo 46 Bis literal i, Decreto Numero 57-92 del Congreso de la República de Guatemala Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento.** "Los contratos abiertos estarán vigentes por el plazo que en cada concurso se determine, no pudiendo exceder de 2 años; en caso de prórroga, la misma no podrá exceder de un año."
- Subasta electrónica inversa: La vigencia de esta modalidad estará por el plazo que dure la subasta.
- Bienes y suministros importados: Vigencia de 1 a 2 años a discreción de los miembros de la Comisión para el establecimiento de precios de referencia para bienes y suministros importados.

5.4 Elaboración y entrega de informe

Al concluir con el cálculo de precios de referencia, se generará un informe que contendrá la siguiente información:

- Renglón o correlativo del producto
- Nombre del producto
- Características del producto
- Unidad de medida del producto
- Precio de referencia unitario conforme la unidad de medida
- Fecha de generación del precio de referencia
- Fecha de vencimiento

6 Requisitos de las solicitudes

A continuación, se presentan los requisitos que deben acompañar la solicitud de precios de referencia dirigida a la Gerencia del INE.

6.1 Precios de referencia para la modalidad de contrato abierto

La solicitud de precios de referencia para contratos abiertos está regulada por el *Reglamento Específico para la Generación de Precios de Referencia en Contratos*

Abiertos, y debe cumplir con los artículos 5, 6 y 7 del mismo, incluyendo los siguientes documentos:

1. Oficio remitido por la Dirección General de Adquisiciones del Estado (DIGAE), del Ministerio de Finanzas Públicas, dirigido a la Gerencia del INE, en el que se soliciten los precios de referencia para contratos abiertos.
2. Nombramiento o designación del enlace responsable de la solicitud de precios de referencia.
3. Listado de especificaciones técnicas emitido por la DIGAE.

6.2 Precios de referencia para la modalidad de subasta electrónica inversa

La solicitud de precios de referencia para la modalidad de subasta electrónica inversa está regulada por el *Reglamento Específico para la Generación de Precios de Referencia en la Modalidad de Subasta Electrónica Inversa*. De acuerdo con los artículos 5, 6 y 7 del reglamento, se deben presentar los siguientes documentos:

1. Oficio dirigido a la Gerencia del INE, en el que se soliciten precios de referencia para la modalidad de subasta electrónica inversa.
2. Nombramiento o designación del enlace responsable de la solicitud de precios de referencia.
3. Formato S.00, en el que se detalla el listado de productos y sus especificaciones técnicas.
4. Formato S.11, que debe incluir información sobre al menos tres proveedores por cada producto solicitado.

Los formatos S.00 y S.11 deben presentarse tanto en formato físico como en digital. Las versiones digitales pueden descargarse en la página web del INE:

https://www.ine.gob.gt/precios-de-referencia/

6.3 Conformación de la comisión para el establecimiento de precios de referencia para bienes y suministros importados

La conformación de la comisión de precios de referencia para bienes y suministros importados está regulada por el *Reglamento de Funcionamiento de la Comisión para el Establecimiento de Precios de Referencia para Bienes y Suministros Importados*. De acuerdo con el artículo 19 de dicho reglamento, se deben presentar los siguientes documentos:

1. Oficio dirigido a la Gerencia del INE en el que se solicite la conformación de la Comisión para el establecimiento de precios de referencia para bienes y suministros

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

importados.

2. Nombramiento de los integrantes titular y suplente de la entidad requirente para la conformación de la Comisión.
3. Formato S.00, en el que se detalla el listado de productos y sus especificaciones técnicas.
4. Formato S.21, en el que se presenten al menos tres cotizaciones por cada producto solicitado.
5. Un Formato S.22, por cada cotización, incluido dentro del documento del Formato S.21.
6. Copia de las cotizaciones presentadas.

Los formatos S.00, S.21 y S.22 deben entregarse a la Comisión tanto en formato físico como digital. Las versiones digitales pueden descargarse en la página web del INE:

https://www.ine.gob.gt/precios-de-referencia/

7 Definición de variables y formulas aplicables

A continuación, se presentan las ecuaciones clave utilizadas en el cálculo de precios de referencia, junto con el diccionario de variables empleadas.

7.1 Diccionario de variables

- i = Producto i
- j = División del gasto j
- P_{t_i} = Precio en el tiempo t para un producto i.
- IPC_t = Índice de Precios al Consumidor actual para un producto i
- IPC_{t-1} = Índice de Precios al Consumidor en el tiempo t para un producto i
- $\bar{x}_i$ = Media aritmética simple del producto i
- s^2 = Desviación estándar muestral del producto i
- n_i = Es el número total de valores en un conjunto del producto i
- c = Número de cuartil $\{1, 2, 3\}$
- $\bar{x}_P$ = Promedio ponderado del proveedor P
- o_{NOG} = Cantidad de ofertas de la compra NOG
- x_{NOG} = Precio unitario de la compra NOG

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

- $c =$ Número de cuartil $\{1, 2, 3\}$
- $n_{Q_c} =$ Posición del cuartil c
- $Q_{c_i} =$ Cuartil c del producto i
- $n_{Q_{cL}} =$ Posición entera inferior del cuartil c
- $n_{Q_{cU}} =$ Posición entera posterior del cuartil c
- $Q_{cL} =$ Valor de la posición $n_{Q_{cL}}$ *de un conjunto de datos ordenados ascendentemente*
- $Q_{cU} =$ Valor de la posición $n_{Q_{cU}}$ *de un conjunto de datos ordenados ascendentemente*
- $IQR_i =$ Rango intercuartílico del producto i
- $UL_i =$ Límite superior de valores para el producto i
- $LL_i =$ Límite inferior de valores para el producto i
- $P_{Q_i} =$ Precio del producto i en *quetzal* guatemalteco
- $P_{X_i} =$ Precio del producto i en la moneda X
- $TDC_{Q/X} =$ Tipo de cambio del *quetzal* con respecto a la moneda X
- $Flt_i =$ % de valor del flete del producto i
- $Seg_i =$ % de valor del seguro del producto i
- $IVA =$ Impuesto al valor agregado (12 %)
- $DAI_i =$ Derechos arancelarios a la importación del producto
- $CV_i =$ Coeficiente de variación del producto i
- $E_{e_i} =$ Ponderador para la distribución muestral e del producto i
- $n_e =$ *Observaciones del las distribuciones muestrales*
- $h_{x_i} =$ *Ponderador histórico del precio* x_i del producto i
- $f_{x_i} =$ *Ponderador de fuente de información del precio* x_i del producto i
- $E_{ehi} =$ *Ponderador histórico de la distribución muestral* e del producto i
- $E_{ef_i} =$ Ponderador de fuentes del modelo de distribución muestral e del producto i
- $E_{eoi} =$ *Ponderador de observaciones de la distribución muestral* e del producto i
- $CV_e =$ Coeficiente de variación del modelo distribución muestral

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

7.2 Ecuaciones utilizadas

Indexación

$$V_A = \frac{IPC_t}{IPC_{t-1}} * V_T \tag{1}$$

Conversión a mercado local

$$P_{Qi} = P_{Xi} \times TDC_{Q/X} \times (1 + Flt_i) \times (1 + Seg_i) \times (1 + IVA) \times (1 + DAL_i) \tag{2}$$

Media aritmética

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum x_i \tag{3}$$

Mediana

$$\tilde{x}_i = Q_{2i} \tag{4}$$

Promedio ponderado

$$\bar{x}_p = \frac{\sum(O_{NOG} \times x_{NOG})}{\sum O_{NOG}} \tag{5}$$

Desviación estándar muestral

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x}_i)^2}{n_i - 1}} \tag{6}$$

Coeficiente de variación

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\,\% \quad \text{si } \bar{x} > 0 \tag{7}$$

Coeficiente de asimetría de Bowley

$$\frac{Q_3 - 2Q_2 + Q_1}{Q_3 - Q_1} \tag{8}$$

Cuartiles

$$n_{Qc} = c \times \frac{n_i + 1}{4} \tag{9}$$

$$Q_{c_i} = Q_{cL} + (Q_{cU} - Q_{cL}) \times (n_{Qc} - n_{QcL}) \tag{10}$$

Cálculo de los cuartiles con interpolación

$$Q_k = X_i + d(X_{i+1} - X_i) \tag{11}$$

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

Rango intercuartílico

$$IQR_i = Q_{3i} - Q_{1i} \tag{12}$$

Límites de validez de valores

$$LL_i = Q_{1i} - 1{,}5 \times IQR_i \tag{13}$$
$$UL_i = Q_{3i} + 1{,}5 \times IQR_i \tag{14}$$

Precios válidos

$$x_i \mid LL_i < x_i < UL_i \tag{15}$$

Shapiro-Wilk test

$$W = \frac{\left(\sum a_i y_{(i)}\right)^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \tag{16}$$

Kolmogorov-Smirnov test

$$\sup_x |F_n(X) - F(X, \mu, \sigma)| \tag{17}$$

Anderson-Darling test

$$A^2 = -\left(1 + \frac{0{,}75}{n} + \frac{2{,}25}{n^2}\right)\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}[(2i-1)\log\{\hat{Z}_i\left(1 - \hat{Z}_{n+1-i}\right)\}]}{n} + n\right] \tag{18}$$

Jarque-Bera test

$$JB = \left[\frac{n}{6}\right]\left[S^2 + \frac{(K-3)^2}{4}\right] \tag{19}$$

Ponderador de precios

$$E_{ehi} = \frac{1}{n_e}\sum h_{xi}, \quad \forall x_i \in e \tag{20}$$
$$E_{efi} = \frac{1}{n_e}\sum f_{xi}, \quad \forall x_i \in e \tag{21}$$
$$E_{ei} = E_{ehi} + E_{efi} + E_{eoi} - CV_e \tag{22}$$

Fórmula de Cochran para proporciones

$$n_0 = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2} \tag{23}$$

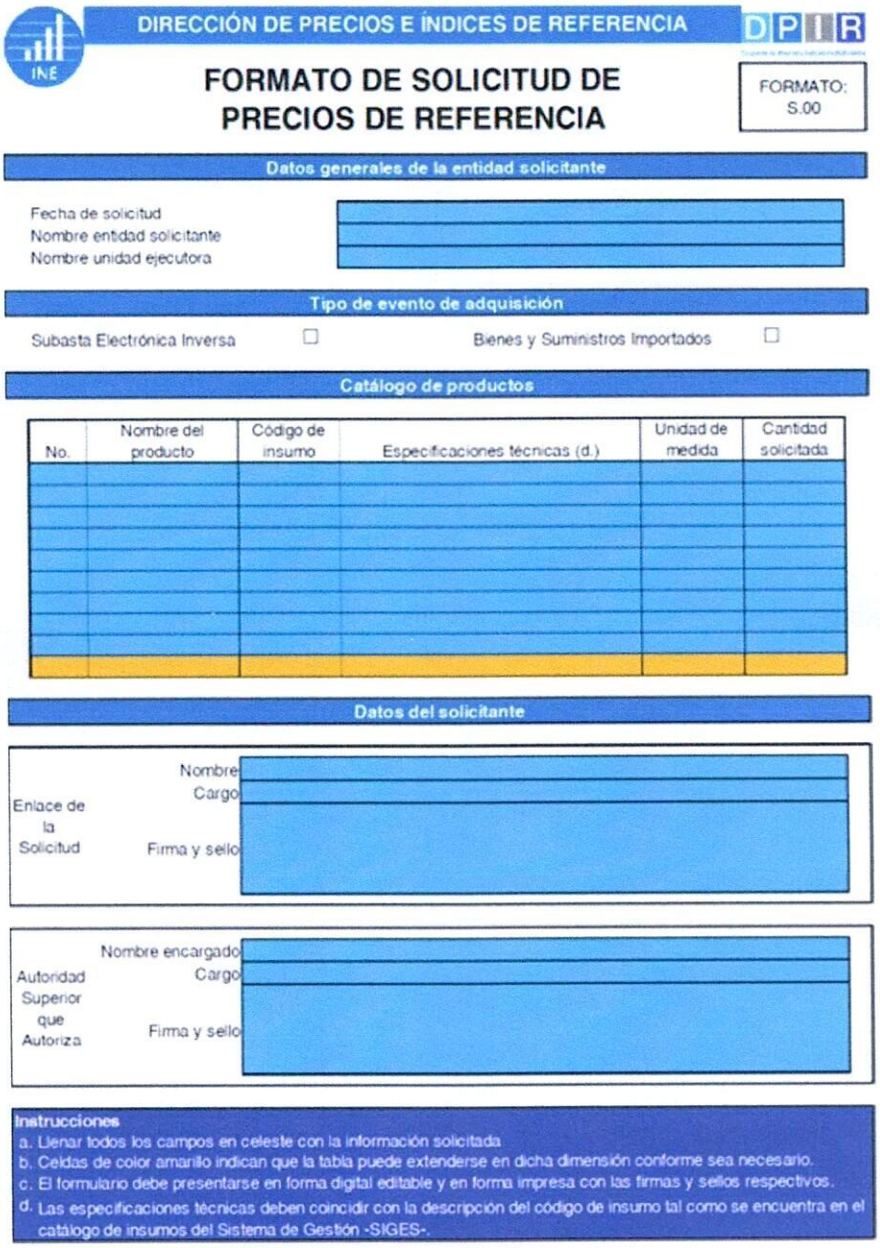
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

7.2.1 Tabla de ponderadores

Ponderador	*Tiempo y Fuente*		*Observaciones*
Unidad de medida	Año de publicación	Fuente de información	Número de observaciones
-3	–	–	0,1
-2	–	–	–
-1	<2020	Precios del mercado Internacional	2,3
0	2022, 2021	Precios de Contratos Abiertos; Ofertas presentadas a Contratos Abiertos	4,5
1	2023, 2024	Precios Históricos de Guatecompras	6,7
2	–	Precios de referencia publicados por el INE; Cotizaciones del Mercado Relevante	8,9
3	–	–	>9

Cuadro 1: Valores de ponderadores utilizados en el cálculo de precios de referencia.

8 Apéndice



DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA

DPIR

FORMATO DE SOLICITUD DE PRECIOS DE REFERENCIA

FORMATO: S.00

Datos generales de la entidad solicitante

Fecha de solicitud
Nombre entidad solicitante
Nombre unidad ejecutora

Tipo de evento de adquisición

Subasta Electrónica Inversa ☐ Bienes y Suministros Importados ☐

Catálogo de productos

No.	Nombre del producto	Código de insumo	Especificaciones técnicas (d.)	Unidad de medida	Cantidad solicitada

Datos del solicitante

Enlace de la Solicitud
Nombre
Cargo
Firma y sello

Autoridad Superior que Autoriza
Nombre encargado
Cargo
Firma y sello

Instrucciones

a. Llenar todos los campos en celeste con la información solicitada
b. Celdas de color amarillo indican que la tabla puede extenderse en dicha dimensión conforme sea necesario.
c. El formulario debe presentarse en forma digital editable y en forma impresa con las firmas y sellos respectivos.
d. Las especificaciones técnicas deben coincidir con la descripción del código de insumo tal como se encuentra en el catálogo de insumos del Sistema de Gestión -SIGES-.

Figura 2: Formato S.00

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA

DPIR

LISTA DE EMPRESAS POR PRODUCTO

SUBASTA ELECTRÓNICA INVERSA

FORMATO: S.11

No.	Nombre o Razón social	NIT	Dirección	Teléfono	No. de Producto comercializado por cada empresa									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Instrucciones

a. Llenar todos los campos en amarillo con la información solicitada
b. Celdas de color verde indican que la tabla puede extenderse en dicha dimensión conforme sea necesario.
c. En la lista de producto marcar con una "X" los productos que comercializa cada empresa específica.
d. Cada producto debe de ser comercializado por lo menos por 3 empresas. (Esta información será confirmada por el INE)
e. El formulario debe presentarse en forma digital editable adjunto al Formato: S.00

Figura 3: Formato S.11

DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA

DPIR

COTIZACIONES DE PRODUCTOS

Bienes y Suministros Importados

FORMATO: S.21

No.	Nombre del producto	Unidad de medida	Cantidad solicitada	Monto total de cotización por producto: Cotización 1 Moneda	Cotización 2 Moneda	Cotización 3 Moneda	Cotización 4 Moneda	Cotización 5 Moneda	
			Subtotal						
			Seguro						
			Flete						
			Otros gastos						
			TOTAL COTIZACIÓN						

Instrucciones

a. Llenar todos los campos en celeste con la información solicitada
b. Celdas de color amarillo indican que la tabla puede extenderse en dicha dimensión conforme sea necesario.
c. Modificar las casillas de Cotización y Moneda conforme a los datos obtenidos para cada cotización.
d. Colocar el precio ofertado para la totalidad de cada producto solicitado para cada cotización en la moneda de origen.
e. El Subtotal corresponde a la suma de los totales de los productos cotizados.
f. En caso que no cuente con información de Seguro y/o Flete puede dejar estas casillas en blanco.
g. El formulario debe presentarse en forma digital editable adjunto al Formato: S.00
h. Debe adjuntarse el detalle de cada cotización en Hojas dentro de este mismo libro de Excel conforme al Formato S.22

Figura 4: Formato S.21

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA I.N.E. DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA GUATEMALA, C.A.

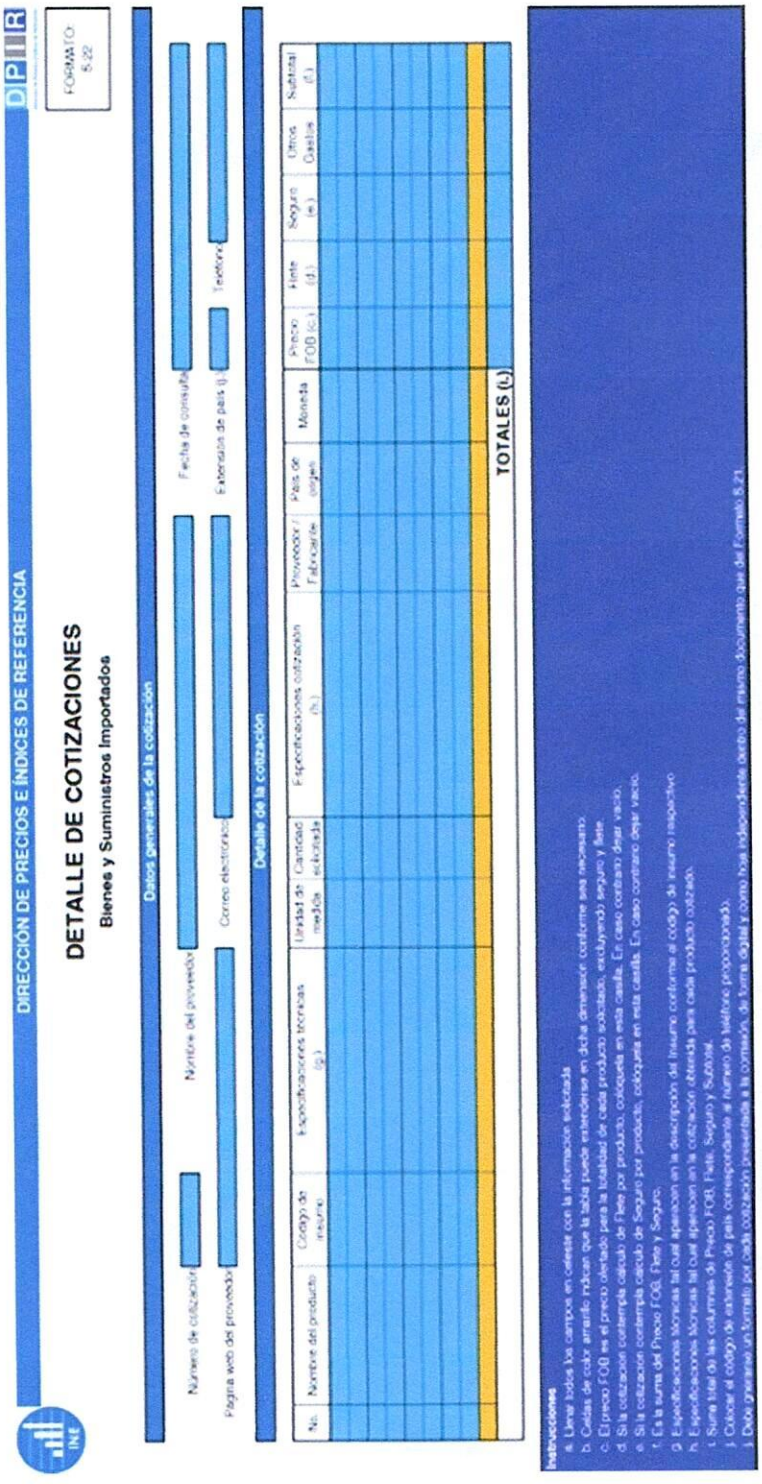


Figura 5: Formato S.22

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I. N. E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.

Bibliografía

Das, K. R., & Imon, A. H. M. R. (2016). A Brief Review of Tests for Normality. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics, 5*(1), 5-12. https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.12

Devore, J. L. (2012). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias* (Séptima Edición). Cengage Learning.

Fondo Monetario Internacional. (2006). *Manual del índice de precios al consumidor: Teoría y práctica* [Oficina Internacional del Trabajo, FMI, OCDE, Eurostat, ONU, Banco Mundial].

Israel, G. D. (1992). Determining Sample Size [Reviewed June 2003]. *Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS), University of Florida.* http://edis.ifas.ufl.edu

Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía* (15.ª ed.) [Traducción de la decimoquinta edición de "Statistical Techniques in Business & Economics".]. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Newbold, P., Carlson, W. L., & Thorne, B. M. (2008). *Estadística para Administración y Economía* (6.ª ed.) [Traducción autorizada de "Statistics for Business and Economics", 6ª edición, publicada por Pearson Education Inc. en 2007. Traducción: Esther Rabasco Espáriz, Revisión Técnica: Luis Toharia.]. Pearson Educación, S.A.

Shorna, U. S., & Hossain, M. F. (2012). A New Approach to Determine the Coefficient of Skewness and An Alternative Form of Boxplot [Lack of full citation details; conference or journal not specified.]. *Unpublished Manuscript or Conference Paper.*

Snedecor, G. W., & Cochran, W. G. (1967). *Statistical Methods* (6th). Iowa State University Press.

Triola, M. F. (2004). *Estadística* (Novena Edición). Pearson.

Yadan, S. K. (2021). Anomaly Detection Methods and Tools for Big Data. *IFC-Bank of Italy Workshop on "Machine Learning in Central Banking".*

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
I.N.E.
DIRECCIÓN DE PRECIOS E ÍNDICES DE REFERENCIA
GUATEMALA, C.A.