



SEMINARIO SOBRE DESAGREGACIÓN DE DATOS MEDIANTE
TÉCNICAS DE ESTIMACIÓN DE ÁREAS PEQUEÑAS EN MÉXICO

Ciudad de México, México

Ingreso corriente promedio trimestral por hogar para los municipios de México 2020

Estimación en áreas pequeñas

DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICAS
SOCIODEMOGRÁFICAS

28 DE NOVIEMBRE, 2023

ÍNDICE

1

Antecedentes y
Objetivo

2

Municipios con
muestra, fuentes
de información y
variables
auxiliares

3

Modelo
estadístico y
verificación de
supuestos

4

Resultados y
validación

5

Las estimaciones
para los
municipios

6

Tamaño de
muestra para
estimar el ingreso
por municipio

1. Antecedentes y Objetivo



Indicadores sociodemográficos municipales

Estimación en áreas pequeñas SAE. Estimaciones municipales y fuentes de datos



Nota:

La información referente a las estimaciones obtenidas a partir de la ENOE se encuentra en <https://www.inegi.org.mx/programas/ilmm/>

La información referente a las estimaciones obtenidas a partir de la ENIGH se encuentran en <https://www.inegi.org.mx/investigacion/icmm/2020/>

La información referente a las estimaciones obtenidas a partir de la ENSANUT se encuentran en <https://www.inegi.org.mx/investigacion/pohd/2018/>

El artículo publicado referente a las estimaciones hechas a partir de la ENVIPE se encuentra en <https://content.iospress.com/articles/statistical-journal-of-the-iaos/sji220101>

Ingreso Corriente Promedio Trimestral por Hogar para los municipios de México 2020



Objetivo

Estimar el Ingreso Corriente Promedio Trimestral por Hogar para cada uno de los municipios de México, mediante técnicas de estimación en áreas pequeñas, con el fin de fortalecer el análisis estadístico de las entidades federativas y ampliar la oferta de información derivada de la ENIGH.

La información puede ser consultada en la siguiente liga:

[Ingreso Corriente para los Municipios de México \(ICMM\) 2020 \(inegi.org.mx\)](https://inegi.org.mx)



2. Municipios con muestra, fuentes de información y variables auxiliares

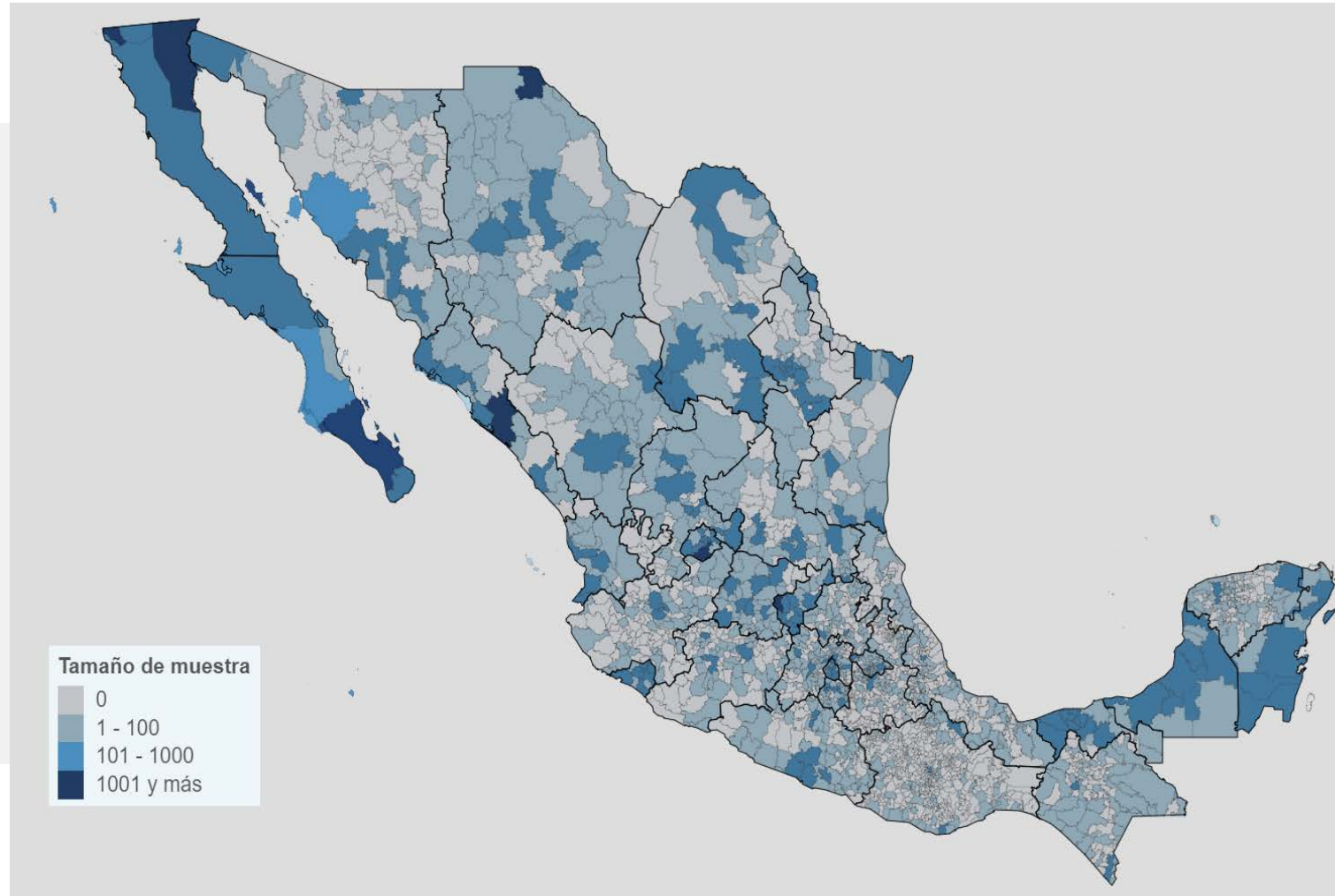


Ingreso Corriente Promedio Trimestral por Hogar para los Municipios de México

Distribución espacial de los municipios con muestra para el ingreso corriente

Variable calculada

Se calcula el Ingreso Corriente Promedio Trimestral por Hogar (ICPTH) para cada uno de los 2 458 municipios de México, registrados en el Catálogo único de áreas geoestadísticas municipales del INEGI. Desagregando así la información estatal de la ENIGH, en donde se registraron 1 090 municipios con muestra.



Fuentes de información para la estimación del ICPTH

01

Los **registros administrativos** constituyen un importante insumo para la obtención del ICPTH.

02

El ICPTH es un producto obtenido al desagregar la información de la **ENIGH**.



03

El **Censo de Población y Vivienda 2020** proporciona importantes variables auxiliares. Además, su información es útil para ajustar los factores de expansión de la encuesta, y para fines de validación de resultados.

04

El ICPTH consideran un **componente espacial** en sus cálculos.

Variables auxiliares seleccionadas para EL ICPTH

Variable	Descripción
1. Proporción de la población afiliada al IMSS o al ISSSTE	Población afiliada al IMSS y al ISSSTE (la suma de estas dos) respecto a la población de 15 y más años de edad.
2. Proporción de la matrícula escolar básica.	Población matriculada en preescolar, primaria y secundaria (la suma de estas tres) respecto a la población de 15 y más años de edad.
3. Tasa de contratos de banca móvil.	Total de contratos de banca móvil respecto a la población de 18 y más años de edad.
4. Proporción de beneficiados del programa Pensión para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores.	Cantidad de personas beneficiadas del programa Pensión para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores respecto a la población de 65 y más años de edad.
5. Remesas per cápita.	Ingreso en millones de dólares por concepto de remesas respecto a la población total.
6. Monto per cápita de beneficiados del programa Jóvenes Construyendo el Futuro.	Ingreso asignado a los municipios por concepto del programa Jóvenes Construyendo el Futuro respecto a la población total.
7. Tasa de automóviles particulares registrados.	Cantidad de automóviles particulares registrados respecto a la población total.
8. Monto per cápita por concepto de impuesto predial.	Ingreso por concepto de impuesto predial respecto a la población total.

3. Modelo estadístico y verificación de supuestos



Predictor utilizado para las estimaciones



$$\widehat{\theta}_a^{SEB} = \gamma'_a \widehat{\theta}_a^D + (1 - \gamma'_a) \widehat{\theta}_a^{S'}$$

- $\widehat{\theta}_a^{SEB}$ es la estimación de la variable de interés para el municipio a obtenida a través del mejor predictor espacial empírico lineal insesgado.
- γ'_a es el ponderador que determina el peso que se le asigna a la estimación directa y a la estimación sintética.
- $\widehat{\theta}_a^D$ es la estimación directa de la variable de interés para el municipio a obtenida a través de la encuesta. El ponderador vale cero cuando el municipio no tiene muestra.
- $\widehat{\theta}_a^{S'}$ es la estimación sintética de la variable de interés para el municipio a obtenida a través del mejor modelo estadístico. Los modelos estadísticos consideran supuestos que deben ser comprobados.

Nota:

A lo largo de esta presentación se abrevia al mejor predictor espacial empírico lineal insesgado como predictor espacial.

Supuestos del modelo estadístico



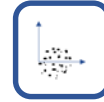
Linealidad

Debe existir una **relación lineal** entre la variable de interés y sus respectivas variables auxiliares seleccionadas.



Normalidad

Los **efectos aleatorios** y los **residuales** deben seguir una **distribución normal**.



Homocedasticidad

Varianza constante en los residuales.



No-colinealidad

Es necesario que las variables auxiliares seleccionadas **no** presenten **relación** importante entre ellas dentro de un mismo modelo.



Dependencia espacial

Todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas distantes*

*Primera ley geográfica de Waldo Rudolph Tobler (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46(supplement 1), 234-240.

Gráficas de distribución, dispersión y coeficientes de correlación para el ICPTH

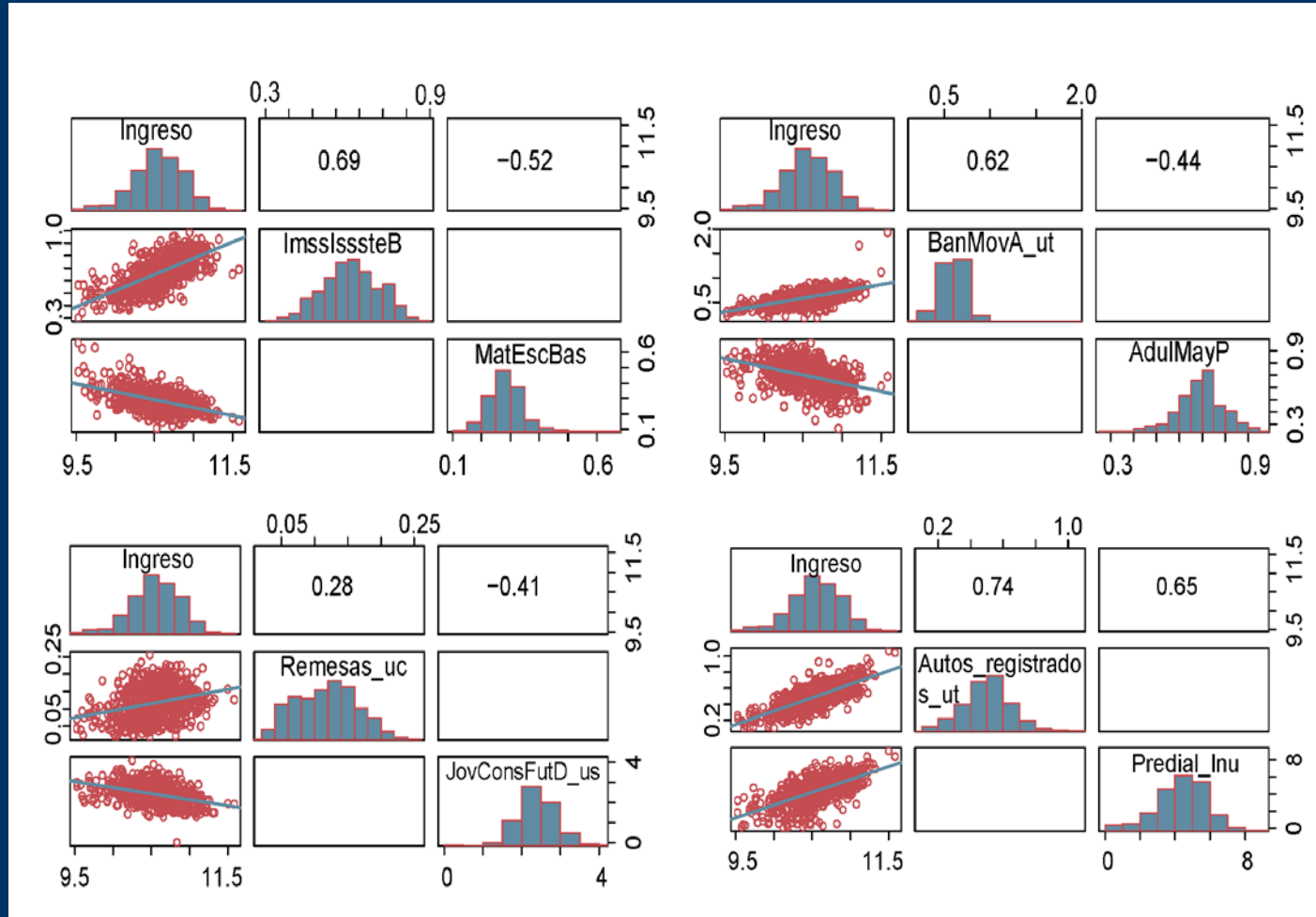
Para poder utilizar el modelo a nivel de área de Fay-Herriot, es necesario que la dependencia entre el ICPTH y las variables auxiliares seleccionadas sea lineal.

Se realiza una transformación logarítmica:

$$\ln(y) = \ln(\beta_0) + \beta_1 x + \ln(\varepsilon)$$

$$y' = \beta'_0 + \beta_1 x + \varepsilon'$$

La varianza también es transformada.



Con los valores transformados del ICPTH, se realizaron gráficas de dispersión y se obtuvieron los coeficientes de correlación con cada una de las variables auxiliares seleccionadas.

La nube de puntos sigue una tendencia lineal entre los valores de las variables auxiliares seleccionadas, en este caso en el eje Y, y el ICPTH transformado, en este caso en el eje X.

Nota:

Las cifras obtenidas deben volver a ser transformadas. De esta manera, las estimaciones finales proporcionadas a la persona usuaria se encuentran en su escala original. En la segunda transformación se utiliza la función inversa de la primera.

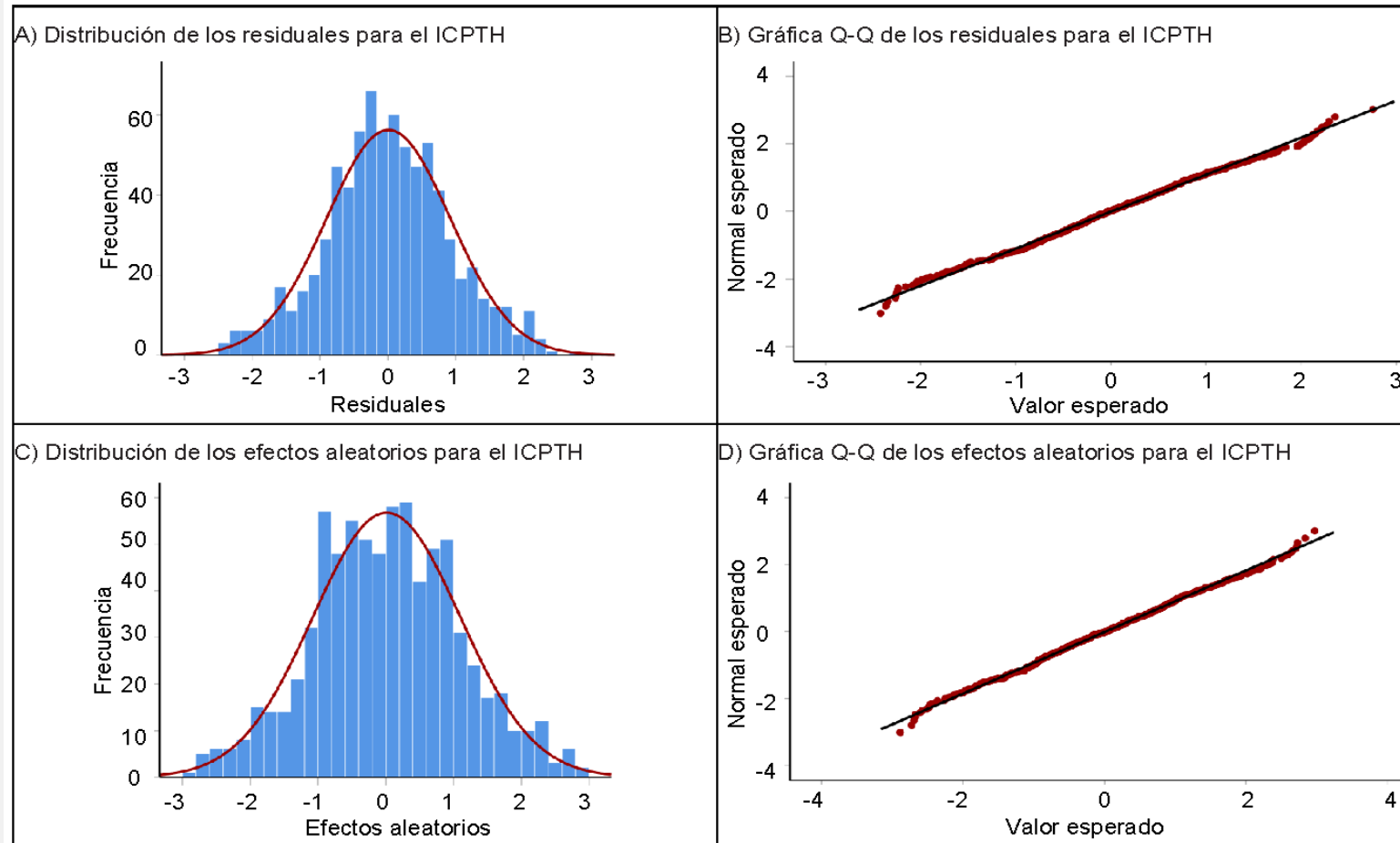
Valores de los coeficientes de efectos fijos β del modelo

Variable objeto de estimación	Variables auxiliares	Nemónico	Beta	Error estándar	T-valor	P-valor
Ingreso Corriente Promedio Trimestral por Hogar	Intercepto	(Intercept)	10.12	0.08	134.15	~0.00E+00
	Proporción de la población afiliada al IMSS o al ISSSTE.	ImssIsssteB	0.69	0.06	10.88	1.44E-27
	Proporción de la matrícula escolar básica.	MatEscBas	-0.92	0.11	-8.43	3.60E-17
	Tasa de contratos de banca móvil.	BanMovA_ut	0.20	0.05	3.98	7.02E-05
	Proporción de beneficiados del programa Pensión para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores.	AdulMayP	-0.20	0.07	-3.13	1.74E-03
	Remesas percápita.	Remesas_uc	0.41	0.13	3.12	1.84E-03
	Monto percápita de beneficiados del programa Jóvenes Construyendo el Futuro.	JovConsFutD_us	-0.09	0.01	-6.30	2.93E-10
	Tasa de automóviles particulares registrados.	Autos_registrados_ut	0.68	0.06	11.03	2.79E-28
	Monto percápita por concepto de impuesto predial.	Predial_Inu	0.02	0.01	3.37	7.60E-04

Para cada variable regresora se observa que los coeficientes beta son altamente significativos, según el p-valor. Por tanto, se confirma que las variables consideradas son apropiadas para explicar al ingreso.

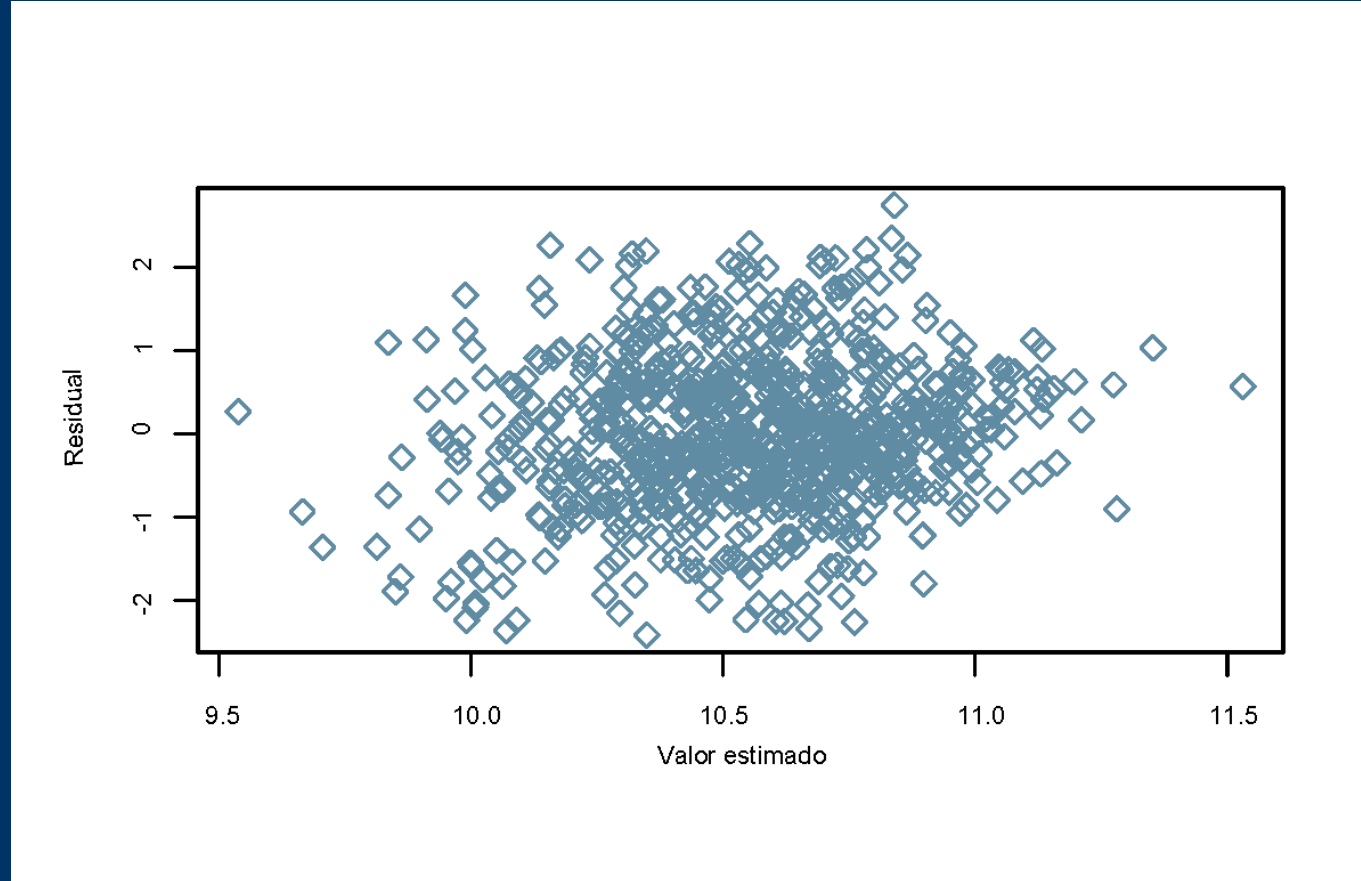
Gráficas de distribución y cuantil-cuantil para el ICPTH

Se obtienen gráficas de barras y cuantil-cuantil (Q-Q). Las gráficas A y B corresponden a los residuales, en tanto que las etiquetadas con las letras C y D a los efectos aleatorios del modelo a nivel área de Fay-Herriot.



Las gráficas del lado izquierdo claramente asemejan una campana simétrica; por el otro, las de la derecha asemejan a la distribución teórica de comparación (en este caso una distribución normal). Estas gráficas apoyan al supuesto de normalidad en los efectos aleatorios y residuales.

Gráfica de los residuales y las estimaciones



Se grafican las estimaciones del ICPTH contra los residuales resultantes del modelo a nivel de área de Fay-Herriot. La nube de puntos en la gráfica de dispersión no sigue un patrón definido, lo que da soporte al supuesto de una varianza constante en los residuales.

Pruebas para la normalidad, homocedasticidad y multicolinealidad

Los resultados obtenidos para la normalidad en los residuales, la normalidad en los efectos aleatorios y la homocedasticidad indican que hay al menos dos pruebas estadísticas donde se cumplen los supuestos.

El resultado de la medida de multicolinealidad, número de condición (κ), se encuentra por debajo de 30, lo cual indica que no existen problemas de colinealidad en el modelo estadístico, ya que se considera que valores de 30 a 100 implican una multicolinealidad de moderada a fuerte, y valores mayores a 100 indican serios problemas de colinealidad.

Medida		Valor
Normalidad de los residuales p-valor (%)	Shapiro-Wilk	06.03
	Kolmogórov-Smirnov	41.31
	Jarque-Bera	96.94
Normalidad de los efectos aleatorios p-valor (%)	Shapiro-Wilk	16.32
	Kolmogórov-Smirnov	29.92
	Jarque-Bera	63.04
Homocedasticidad (%)	Breusch-Pagan	00.08
	Harrison-McCabe	19.70
	Goldfeld-Quandt	19.58
Multicolinealidad	Número de condición (κ)	18.79
Correlación espacial		00.39
Índice de Moran	Valor	0.52
	P-valor	2.22×10^{-16}
Número de vecinos		6

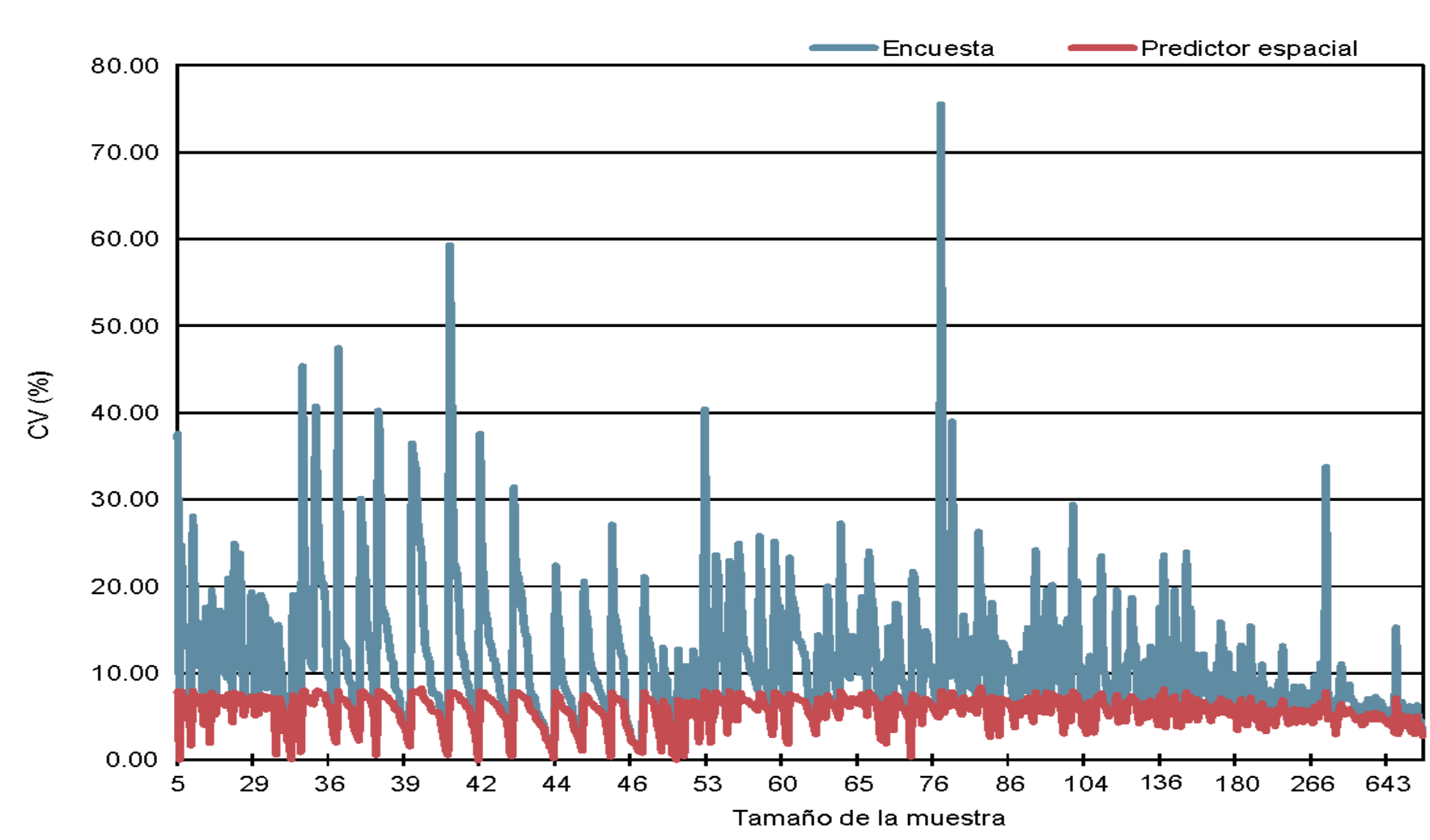
4. Resultados y validación



Coeficientes de variación para el ICPTH. Municipios con muestra en la ENIGH

Uno de los procedimientos de validación es analizar el coeficiente de variación (CV) del ICPTH para los municipios con muestra en la ENIGH. Para cada municipio, se observa el CV de su estimación derivada del predictor espacial y el correspondiente de la estimación directa de la encuesta.

Se observa que los coeficientes de variación de las estimaciones derivadas del predictor espacial son bastante aceptables (no superan el 10 %); y tienden a disminuir a medida que aumenta el tamaño de muestra.



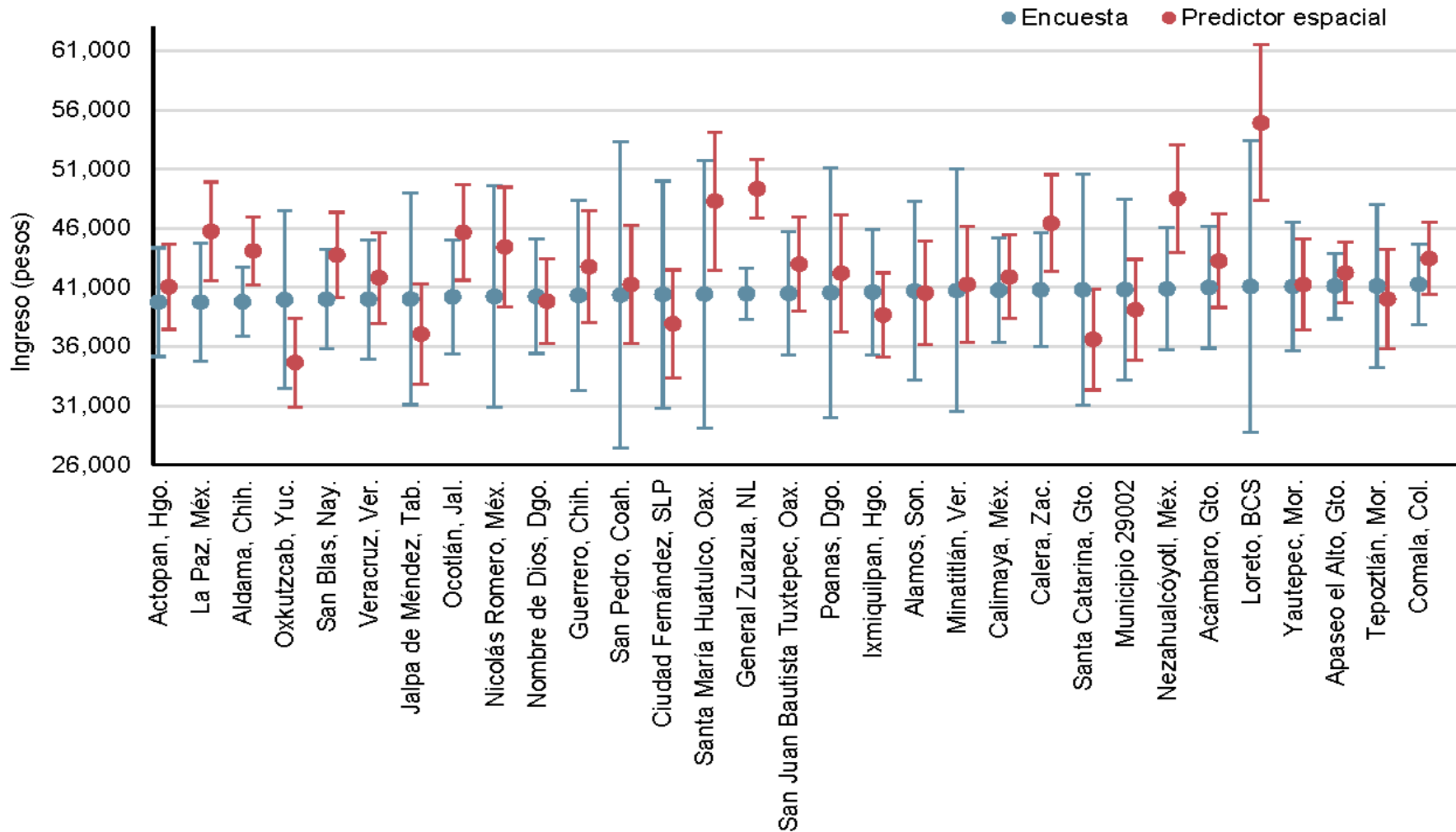
Nota:
El eje horizontal representa el tamaño de muestra de los municipios, ordenado de menor a mayor.



Intervalos de confianza para el ICPTH. Municipios con muestra y CV menor a 20 % en la ENIGH

Otro procedimiento de validación consiste en analizar los intervalos de confianza (IC) del ICPTH, y de la ENIGH para los municipios cuyas estimaciones registran CV menores a 20 %.

De los 593 municipios con esa característica, se tiene que 91.7 % de traslapan sus respectivos IC (el de la encuesta y el del predictor espacial). De hecho, para los municipios presentados en la gráfica, el traslape ocurre en todos ellos, a excepción de un municipio.



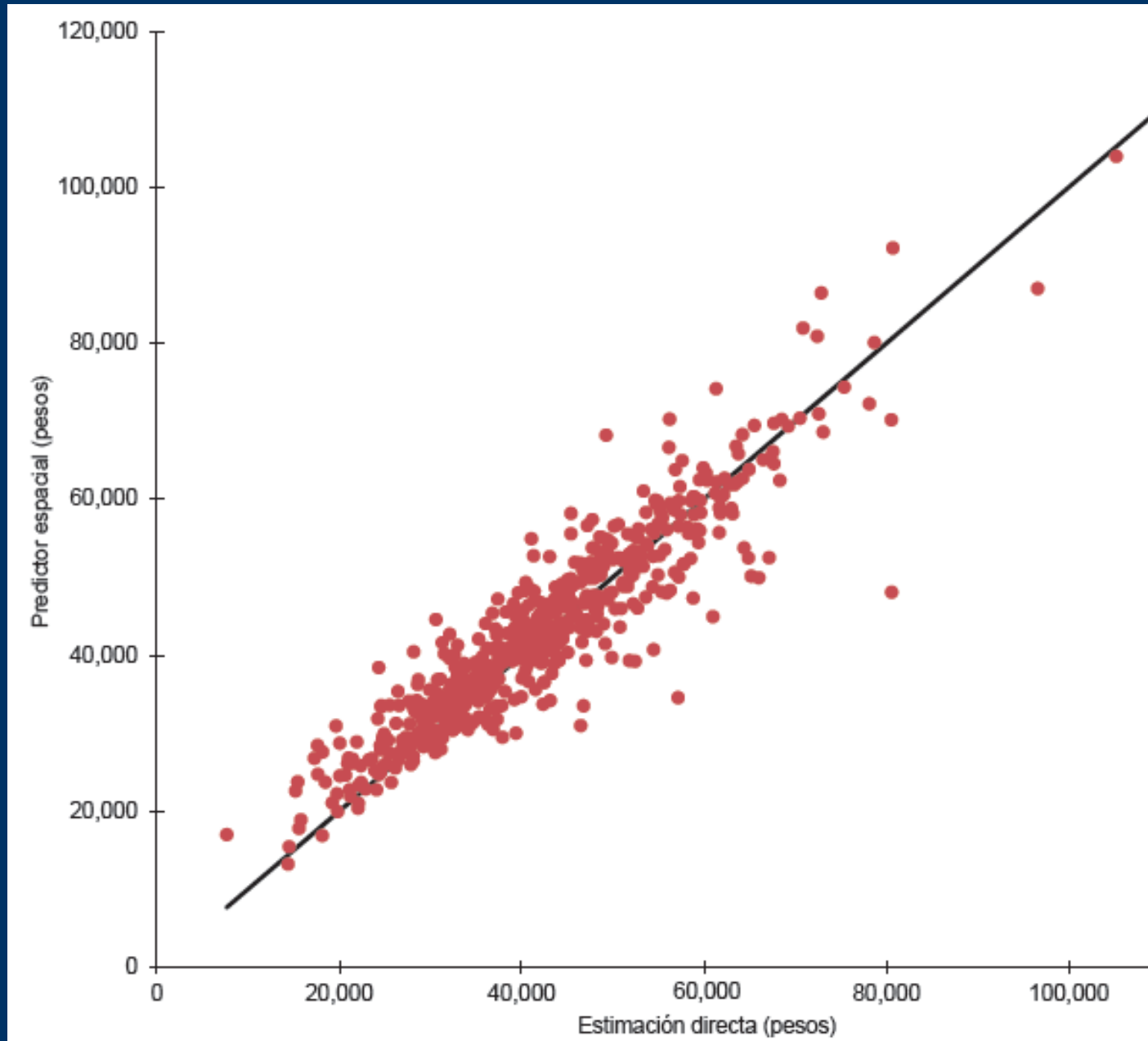
Notas:
 Por motivos de escala, en esta gráfica se ordenan los municipios de manera ascendente de acuerdo con el valor del ICPTH en la encuesta, y solo se ilustran los municipios que se ubican en la parte central. El municipio con código 29002 corresponde a Apetatitlán de Antonio Carvajal, Tlaxcala.



Estimaciones para el ICPTH. Municipios con muestra y CV menor a 20 % en la ENIGH 21

Para los municipios con muestra en la ENIGH y cuyo CV (en la encuesta) es menor a 20 % se realizó otro procedimiento de validación.

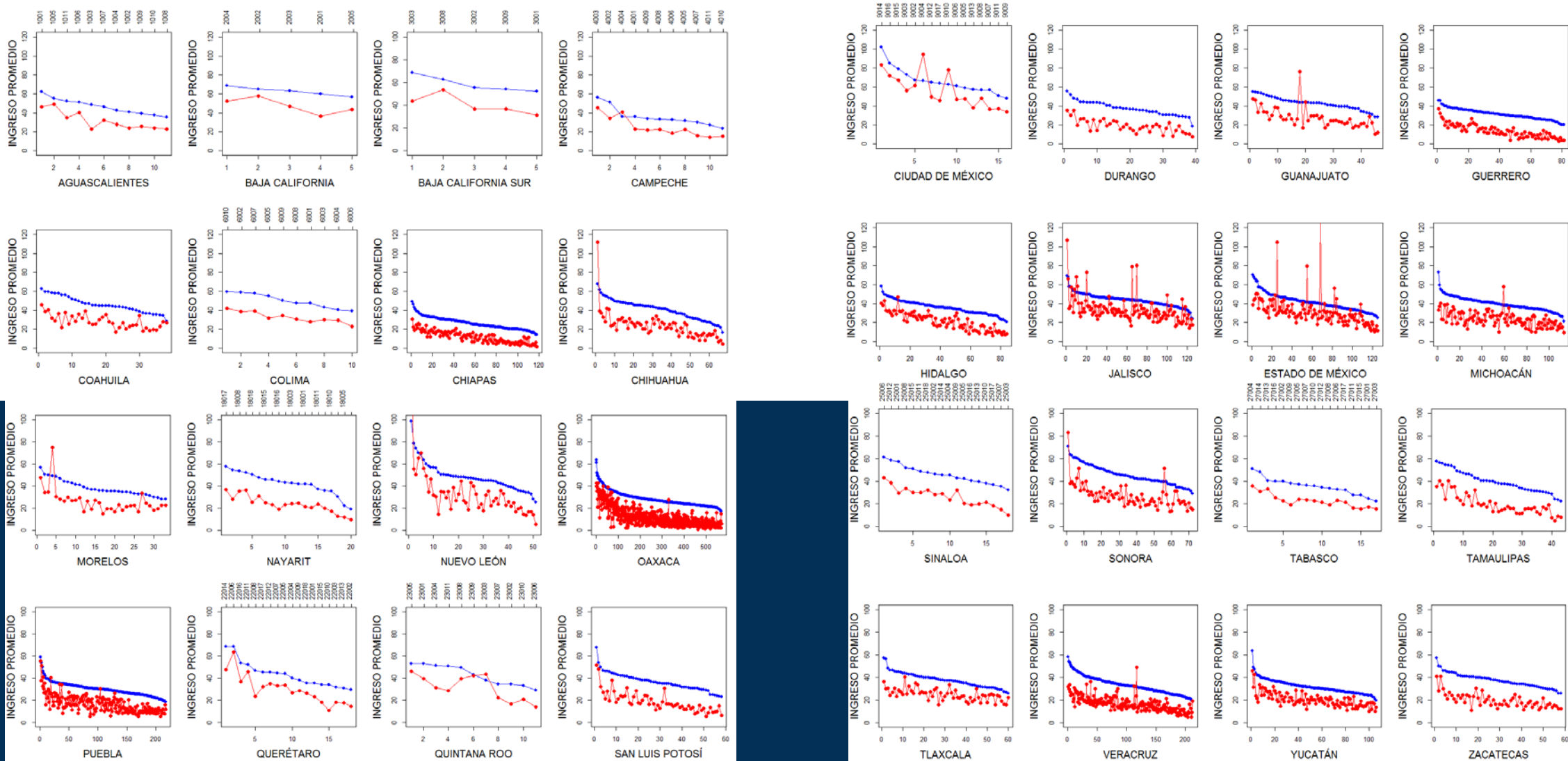
La cifra derivada del predictor espacial de cada unidad geográfica se comparó con la estimación directa de la ENIGH, mediante una gráfica que permite visualizar la aglomeración de puntos alrededor de la línea recta equidistante.



Se observa que la nube de puntos se concentra alrededor de la línea de 45 grados, lo cual indica que, para cada unidad geográfica, su estimación directa y su estimación obtenida a través del predictor espacial son similares.

Estimaciones del ICPTH frente al ingreso por trabajo del CPV2020

— SAE — CENSO

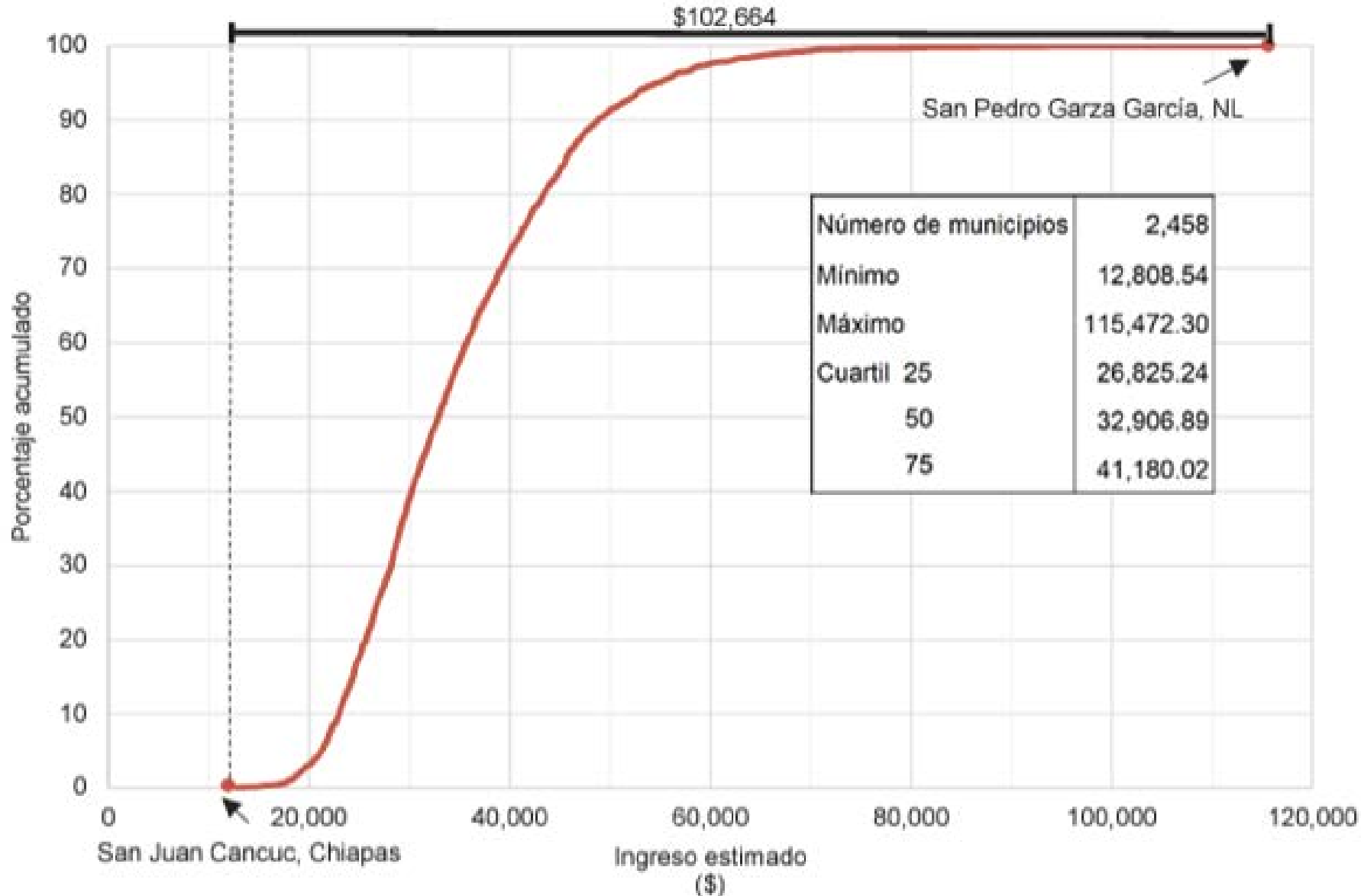




5. Las estimaciones para los municipios



Distribución de frecuencias acumulada del ICPTH

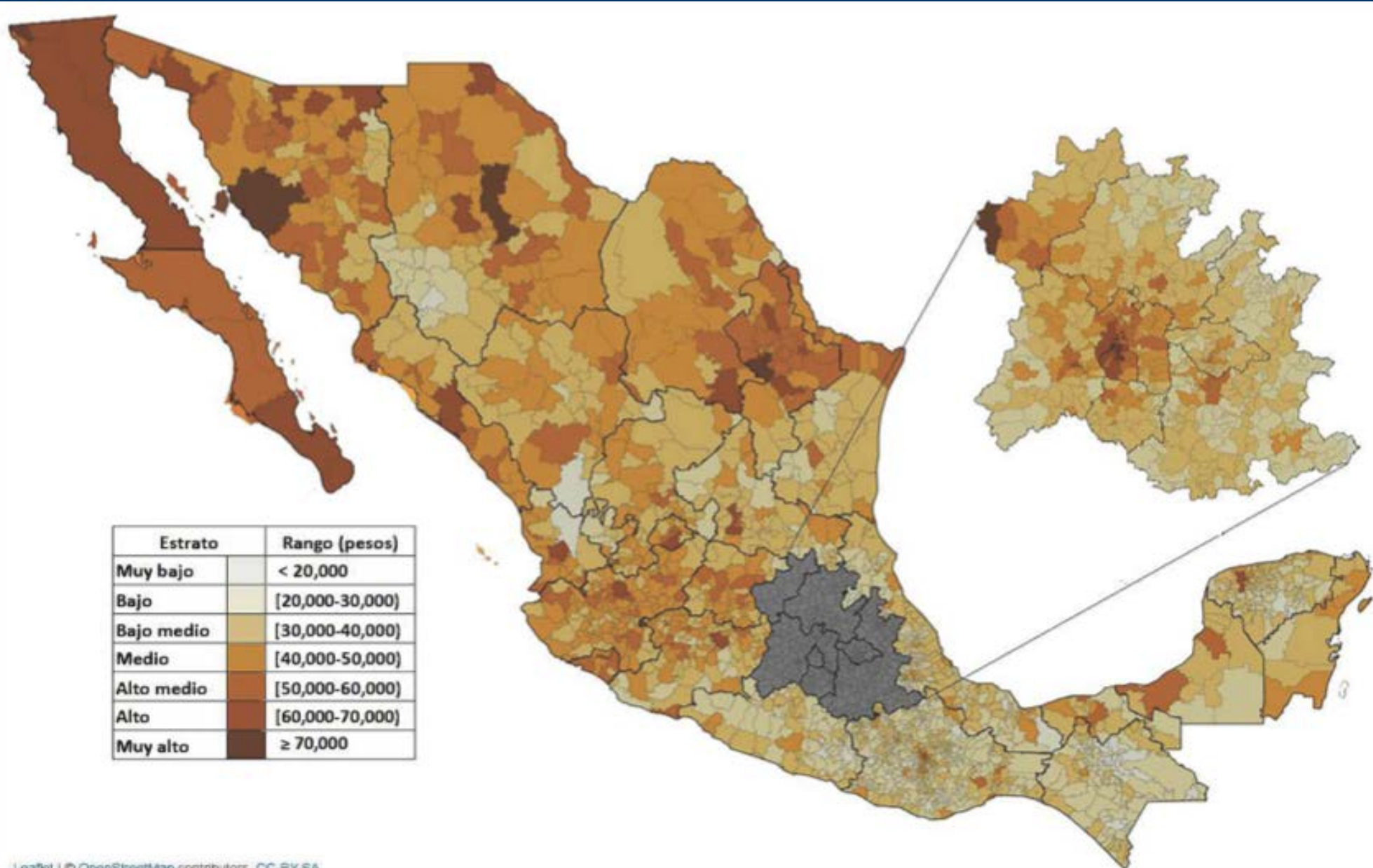


Las estimaciones van de un rango de \$12 809 a \$115 472, la menor es para el municipio de San Juan Cancuc, Chiapas, y la más alta corresponde a San Pedro Garza García, Nuevo León. La diferencia entre las estimaciones de estos dos municipios es de casi \$102 664.

La cuarta parte de los municipios de México perciben un ICPTH de \$26 825 o menos. Para la mitad de los municipios, la cifra no sobrepasa \$32 907 y, en 75 % de los municipios, el valor es de hasta \$41 180.

De los municipios del país, 39.1 % no supera un ICPTH de \$30 000, 83.3 % no llega a \$45 000 y 97.6 % no excede de \$60 000.

Mapa de las estimaciones del ICPTH para los municipios de México



En general, en el mapa se observa que los municipios coloreados con tonos más oscuros (ingresos altos) están en la zona norte del país; en tanto que en el sur se ubica a la mayoría de los municipios con tonos más claros (ingresos bajos).

Tabulado final del ICPTH

INEGI. Ingreso Corriente para los Municipios de México (ICMM) 2020. Estimación en áreas pequeñas. 2023

INGRESO CORRIENTE PROMEDIO TRIMESTRAL POR HOGAR POR ENTIDAD FEDERATIVA Y MUNICIPIO 2020 (Pesos mexicanos)

Entidad federativa	Municipio	Estimador	Ingreso Corriente Promedio Trimestral por Hogar 2020 ¹
00 Nacional	Total	Valor	50,309.313
00 Nacional	Total	Error estándar	400.491
00 Nacional	Total	Límite inferior de confianza	49,650.564
00 Nacional	Total	Límite superior de confianza	50,968.062
00 Nacional	Total	Coefficiente de variación (%)	0.796
01 Aguascalientes	Total	Valor	58,303.334
01 Aguascalientes	Total	Error estándar	1,136.454
01 Aguascalientes	Total	Límite inferior de confianza	56,434.034
01 Aguascalientes	Total	Límite superior de confianza	60,172.635
01 Aguascalientes	Total	Coefficiente de variación (%)	1.949
01 Aguascalientes	001 Aguascalientes	Valor	62,433.124
01 Aguascalientes	001 Aguascalientes	Error estándar	1,735.005
01 Aguascalientes	001 Aguascalientes	Límite inferior de confianza	59,579.295
01 Aguascalientes	001 Aguascalientes	Límite superior de confianza	65,286.954
01 Aguascalientes	001 Aguascalientes	Coefficiente de variación (%)	2.779
01 Aguascalientes	002 Asientos	Valor	41,022.527
01 Aguascalientes	002 Asientos	Error estándar	1,291.460
01 Aguascalientes	002 Asientos	Límite inferior de confianza	38,898.266
01 Aguascalientes	002 Asientos	Límite superior de confianza	43,146.789

Para cada municipio, en el tabulado final se puede consultar el valor estimado para el ICPTH, su error estándar, los límites de su intervalo de confianza y su correspondiente coeficiente de variación.

También están incluidas las estimaciones nacional y de cada una de las 32 entidades federativas, registradas por la ENIGH).

6. Costo de estimar el ingreso corriente mediante encuesta por muestreo



TAMAÑO DE MUESTRA PARA ESTIMAR EL INGRESO POR MUNICIPIO (De no utilizar SAE)

Muestreo Aleatorio Simple:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

$N = \text{Hogares en el municipio}; \sigma^2 = \text{Varianza EAP}; Z^2 \text{ Valor Tablas}; e^2 \text{ Término de error}$

Muestreo Complejo:

$$n = \frac{z^2 s^2 DEFF}{r^2 \bar{x}^2 (1 - tnr) PHV}$$

$Z^2 \text{ Valor Tablas}; S^2 = \text{Varianza EAP}; DEFF = \text{Promedio deff EAP (4.56)}; r = \text{error (.04485)}$
 $x^2 \text{ Estimación EAP}; tnr = \text{Tasa no respuesta(0.80)}; PHV = \text{Promedio Hogares por Vivienda (1)}$

ALEATORIO SIMPLE	
TAMAÑO DE MUESTRA (773 MUNICIPIOS)	376,451
TAMAÑO DE MUESTRA (1,685 MUNICIPIOS)	838,444
TOTAL NACIONAL (2,458 MUNICIPIOS)	1,214,895

MUESTREO COMPLEJO	
TAMAÑO DE MUESTRA (773 MUNICIPIOS)	148,061
TAMAÑO DE MUESTRA (1,685 MUNICIPIOS)	292,703
TOTAL NACIONAL (2,458 MUNICIPIOS)	440,764

GRACIAS



Conociendo
México

800 111 46 34

www.inegi.org.mx

atencion.usuarios@inegi.org.mx



INEGI Informa