

ensi-6

encuesta nacional
sobre inseguridad

Síntesis metodológica



INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Edificio sede, Av. Héroe de Nacozari sur núm. 2301

Fracc. Jardines del Parque, CP 20276. Aguascalientes, Ags.

www.inegi.org.mx

atención.usuarios@inegi.org.mx

Síntesis metodológica. ENSI 2009.

PRESENTACIÓN

El **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)** presenta la **Síntesis metodológica** de la **Sexta Encuesta Nacional sobre Inseguridad (ENSI-6)**, en la que se describen las referencias metodológicas y conceptuales, el diseño estadístico y el esquema de muestreo.

Lo anterior como parte del programa de divulgación de resultados, en el marco de la integración del Subsistema Nacional de Información de Gobierno, Seguridad Pública e Impartición de Justicia, con la intención de dar a conocer a los usuarios el proceso mediante el cual se definieron las bases respecto de las cuales se obtuvieron los datos de la población en estudio.

Con la ENSI-6 se recabó información sobre las víctimas de delitos y sobre la percepción de la población con respecto a la inseguridad y la evaluación de las autoridades policiacas.

INTRODUCCIÓN

La Sexta Encuesta Nacional sobre Inseguridad fue realizada por el INEGI del 9 al 27 de marzo de 2009, por iniciativa del Instituto Ciudadano de Estudios Sobre la Inseguridad A.C. (ICESI) y de la Secretaría de Seguridad Pública (SSP); con el propósito de proporcionar información sobre las víctimas de delitos y sobre la percepción de la población con respecto a la inseguridad y la evaluación de las autoridades policiacas.

De manera adicional, la encuesta aporta información sobre algunas características sociodemográficas de los integrantes de las viviendas.

La Síntesis metodológica está integrada por cuatro apartados. En el primero se mencionan los antecedentes y el marco legal que sustenta la participación del INEGI en el proyecto.

En el segundo apartado se resumen las bases metodológicas y conceptuales, dentro de las cuales se pueden mencionar: el objetivo general, objetivos específicos, la cobertura conceptual y las referencias metodológicas.

El diseño estadístico se describe en el tercer apartado; se menciona la población objetivo, la cobertura geográfica, el diseño de la muestra, el marco de la muestra, la formación de Unidades Primarias de Muestreo (UPM) y la estratificación.

Por último, el cuarto apartado contiene el esquema de muestreo; se describen los procedimientos para determinar el tamaño, afijación y selección de la muestra, el ajuste de los factores de expansión, los estimadores y la estimación de las precisiones.

Índice

I. ANTECEDENTES	1
1.1 Marco legal.....	2
II. BASES METODOLÓGICAS Y CONCEPTUALES	5
2.1 Objetivo general	5
2.2 Objetivos específicos.....	5
2.3 Cobertura conceptual	5
2.4 Referencias metodológicas	7
III. DISEÑO ESTADÍSTICO	9
3.1 Población objetivo	9
3.2 Cobertura geográfica.....	9
3.3 Diseño de la muestra.....	9
3.3.1 Marco de la muestra.....	10
3.3.2 Formación de las Unidades Primarias de Muestreo (UPM)	10
3.3.3 Estratificación	11
IV. ESQUEMA DE MUESTREO	13
4.1 Tamaño de la muestra	13
4.2 Afijación de la muestra	14
4.3 Selección de la muestra.....	14
4.3.1 Urbano alto	14
4.3.2 Complemento urbano.....	15
4.3.3 Rural.....	16
4.4 Ajuste de los factores de expansión	17
4.4.1 Ajuste por no respuesta	17
4.4.2 Ajuste por proyección.....	18
4.5 Estimadores	19
4.6 Estimación de las precisiones.....	20
ANEXO.....	23

I. ANTECEDENTES

Una de las preocupaciones más importantes de la sociedad mexicana en la actualidad es la violencia; que ha sido reconocida como un problema de salud pública y de seguridad social en el marco de los derechos humanos.

Para conocer el fenómeno, el ICESI desde su creación como organismo no gubernamental se ha interesado en el tema y ha venido trabajando en la elaboración y análisis de encuestas victimológicas a nivel nacional. Así, la ENSI se ha levantado en forma periódica desde el 2002, como una necesidad de contar con información confiable referente a la percepción que tienen los habitantes sobre la inseguridad en el entorno en el que viven, así como del número de delitos denunciados y no denunciados.

En tanto, el INEGI se propuso en 2002 integrar el Subsistema de Estadísticas sobre Violencia al Sistema Nacional de Información Estadística. Dentro de este contexto, se trabajó de manera conjunta con el Instituto Ciudadano de Estudios Sobre la Inseguridad, A. C. (ICESI), para realizar la Tercera Encuesta Nacional sobre Inseguridad (ENSI-3) en 2005 y le correspondió al INEGI la diagramación del cuestionario, el diseño estadístico de la encuesta, la estrategia del operativo para la recolección de la información, el levantamiento de la encuesta, la captura y el procesamiento de la información recabada en campo.

En el marco de la integración del Subsistema Nacional de Información de Gobierno, Seguridad Pública e Impartición de Justicia, se identificó la necesidad de actualizar la información sobre la percepción que tienen los habitantes del lugar donde viven y la evaluación de las autoridades policiacas, asimismo obtener datos que permitan estimar los hechos delictivos denunciados y no denunciados a nivel nacional, así, a finales de 2008 e inicios de 2009, se trabajó de manera conjunta con la Secretaría de Seguridad Pública y el ICESI para realizar la Sexta Encuesta Nacional sobre Inseguridad 2009 (ENSI-6), con representatividad nacional y estatal.

Para construir la propuesta de la ENSI 2009 se conformó una mesa de trabajo integrada por personal de las instituciones participantes, cuya labor principal fue establecer de forma clara la población objetivo, la definición del instrumento de captación y su operacionalización, así como la logística operativa con base en la experiencia de los proyectos anteriores, principalmente la ENSI-3.

Adicionalmente se revisaron otros documentos sobre el tema, consultando la literatura disponible de diversos organismos internacionales y nacionales, así como los manuales de la ONU sobre encuestas de victimización. También se revisaron las experiencias internacionales de los levantamientos realizados por la Unidad Nacional de Investigación Criminológica (UNICRIM), referentes a la Encuesta Internacional de Victimización (ENICRIV y ENECRIS 2004-2005).

Para ejecutar el proyecto, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía y la Secretaría de Seguridad Pública firmaron un acuerdo de traspaso de recursos presupuestarios para llevar a cabo la aplicación de la Sexta Encuesta Nacional sobre Inseguridad ENSI-6.

1.1 Marco legal

El 7 de abril de 2006 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el decreto por el que se declaran reformados los artículos 26 y 73, fracción XXIX-D, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Al artículo 26 constitucional se le adicionó un apartado B en el que se establece que el Estado contará con un Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) y que la responsabilidad de normarlo y coordinarlo estará a cargo de un organismo con autonomía técnica y de gestión, personalidad jurídica y patrimonio propios.

Con base en ello, se creó la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, publicada en el DOF el 16 de abril de 2008.

El artículo 3° señala que el Sistema tiene la finalidad de suministrar a la sociedad y al Estado información de calidad, pertinente, veraz y oportuna, a efecto de coadyuvar al desarrollo nacional. Sus principios rectores serán los de accesibilidad, transparencia, objetividad e independencia.

La información que se derive de ello tendrá posibilidades de ser interpretada y evaluada a partir de su divulgación, de manera sencilla, accesible y apegada a la realidad.

Hasta su conformación, el Sistema contaba con tres Subsistemas Nacionales de Información:

- I. Demográfico y social.
- II. Económico.
- III. Geográfico y del medio ambiente.

Tales subsistemas se crearon con el objetivo de generar un conjunto de indicadores clave para atender como mínimo los temas de población y dinámica demográfica, salud, educación, empleo, distribución de ingreso y pobreza, seguridad pública e impartición de justicia, gobierno y vivienda.

Dada la importancia que ha tomado recientemente el tema de la inseguridad, durante la instalación del Consejo Consultivo Nacional del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG)¹, se propuso la creación de un Subsistema Nacional de Información de Gobierno, Seguridad Pública e Impartición de Justicia.

¹ Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. INEGI, 2008.

De esta forma, en el comunicado 024/09 del 9 de febrero de 2009 emitido por la Junta de Gobierno del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, se informa sobre la instalación del comité ejecutivo del Subsistema Nacional de Información de Gobierno, Seguridad Pública e Impartición de Justicia, propuesto por el representante del Senado de la República, el cual tiene como objetivo estratégico operar un esquema coordinado para la producción, integración, conservación y difusión de información estadística y geográfica de interés nacional que sirva de apoyo para los procesos de diseño, implementación, monitoreo y evaluación de las políticas públicas en la materia, el cual se suma a los establecidos en la ley.

Así, con las atribuciones que al INEGI le confiere la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, en su Título tercero, artículo 52, y a lo señalado en el último párrafo del artículo 59, el Instituto levantó la sexta Encuesta Nacional sobre Inseguridad, del 09 al 27 de marzo de 2009.

II. BASES METODOLÓGICAS Y CONCEPTUALES

El Instituto retomó la experiencia de las encuestas realizadas, particularmente de la aplicación de instrumentos de captación y resultados de la ENSI-3 de 2005. Para constituir la propuesta de la ENSI-6 se conformó un grupo de trabajo integrado por personal de las instituciones y dependencias participantes (ICESI, SSP e INEGI), cuya tarea fue definir la temática que se incorporaría al cuestionario, determinar de manera clara y precisa la población de estudio y su selección aleatoria; el perfil del informante; las implicaciones en el diseño de la encuesta y, por consiguiente, la definición del instrumento de captación y logística operativa.

Definida la temática, los instrumentos de captación de la información, el tamaño de la muestra y las unidades de análisis de la encuesta, se diseñaron los procedimientos para la captación de la información requerida.

2.1 Objetivo general

Obtener información con representatividad a nivel nacional y estatal, que permita estimar las características del delito, la cifra negra, las repercusiones de la criminalidad sobre las víctimas y la relación de éstas con el aparato de justicia. Asimismo conocer los entornos propicios para la victimización e identificar las regiones (zonas urbanas), áreas críticas, lugares, horas y frecuencia de estos fenómenos.

2.2 Objetivos específicos

- Conocer la percepción de los habitantes del país sobre la inseguridad del lugar donde viven y de los diferentes ámbitos de convivencia, así como el grado de confianza en las autoridades de seguridad pública, de procuración de justicia y de otras instituciones sociopolíticas.
- Identificar las actividades y los hábitos inhibidos por temor a conductas delictivas.
- Estimar los gastos de las personas para protegerse de la delincuencia.
- Identificar y clasificar los delitos de acuerdo con el tipo y la modalidad de los eventos delictivos.
- Identificar causas y tipos de victimización.
- Conocer las características sociodemográficas de las víctimas.
- Identificar hábitos y estilos de vida que puedan indicar factores de riesgo.
- Conocer las características del agresor o victimario y su relación con la víctima, además de su modus operandi y patrones delictivos.

2.3 Cobertura conceptual

Captar la incidencia delictiva durante el año 2008 fue el objetivo central de la ENSI-6, así como la percepción de los habitantes de la República Mexicana acerca de la inseguridad en los diferentes ámbitos de convivencia.

El ICESI presentó una versión del cuestionario con un total de 120 preguntas que se retomaron de los temas abordados en la ENSI-5; además, se incluyeron 6 preguntas nuevas.

Con base en la propuesta y la experiencia de la ENSI-3, la ENSI-4 y la ENSI-5, para 2009 se diseñaron tres instrumentos de captación, con la finalidad de facilitar la tarea del entrevistador y permitir llevar una secuencia lógica de la entrevista y de los delitos declarados por el informante elegido, realizar un manejo adecuado de la información y permitir la comparabilidad de los datos.

El cuestionario del hogar. El objetivo de este instrumento fue captar información sociodemográfica, lo que permite, por un lado, caracterizar a los residentes de las viviendas seleccionadas y captar la percepción de la inseguridad pública del primer informante; y por otro, la selección del informante adecuado, a quien se le preguntó acerca de la percepción de la inseguridad pública y si fue víctima de algún delito durante el año 2008.

Con la información captada en el cuestionario, se determinó si se aplicaba el módulo de delitos y, en consecuencia, el de último delito. Este instrumento se conformó por siete secciones:

- I. Residentes en la vivienda.
- II. Miembros del hogar y características sociodemográficas.
- III. Víctimas del delito en el hogar.
- IV. Percepción de la inseguridad pública.
- V. Vehículos del hogar.
- VI. Víctima de delitos.
- VII. Ingreso familiar.

Módulo de delitos. La información que se captó en este módulo se refiere al número de veces que la persona elegida fue víctima de algún delito durante el año 2008; el lugar físico y geográfico donde ocurrió, si se hizo denuncia ante el Ministerio Público y los resultados de ésta. Las cuatro secciones que lo conforman son:

- I. Delitos de vehículos (robo total).
- II. Delitos de vehículos (robo parcial).
- III. Robo a casa habitación.
- IV. Delitos.

Módulo de último delito. La información contextual del último delito, al ser una entrevista de remembranza, es de gran valor, ya que se capta con mayor detalle, sobre todo cuando el informante fue víctima de varios delitos. El módulo se estructuró con seis secciones y constituye la última parte de la entrevista, en este instrumento se captó la información concerniente al tipo de delito que ocurrió en el año 2008.

- I. Delitos (sección aplicable para todos los delitos).
- II. Robo.
- III. Delitos por secuestro o secuestro exprés.

- IV. Delitos sexuales.
- V. Fraude.
- VI. Extorsión.

2.4 Referencias metodológicas

Como resultado del trabajo desempeñado durante la integración del proyecto, se presentan las referencias metodológicas:

Unidad de análisis

Población de 18 y más años de edad, residente en las viviendas particulares seleccionadas en la muestra.

Unidad de observación

Vivienda particular seleccionada y sus hogares.

Periodo de referencia

Los datos obtenidos en la encuesta están referidos al periodo comprendido del 1° de enero al 31 de diciembre de 2008.

Periodo de levantamiento

Se programó del 9 al 27 de marzo de 2009.

Método de recolección

Entrevista directa por medio de un cuestionario del hogar y dos módulos (módulo del delito y módulo del último delito).

El formato de los instrumentos de captación de la información fue de tipo impreso, estructurados con preguntas que se plantean al informante de manera ordenada, con opciones de respuesta cerradas, en su mayoría, y abiertas en algunos temas.

Informante adecuado

Para la entrevista se consideraron dos informantes adecuados; dado que la entrevista se desarrolló en dos momentos, el perfil de éstos se definió de la siguiente manera:

- Para la primera parte que comprendió las secciones I, II y III del cuestionario del hogar, el informante adecuado fue una persona de 18 y más años de edad, residente de la vivienda, y que conocía los datos de todos los residentes de la misma.
- Para la segunda parte, que abarcó las secciones IV, V y VI del cuestionario del hogar y los módulos (módulo de delitos y módulo de último delito), el informante adecuado fue la persona de 18 años y más, residente de la vivienda, cuya fecha de cumpleaños era la inmediata posterior al momento de la visita. Este método es el recomendado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para las encuestas de victimización.

III. DISEÑO ESTADÍSTICO

Comprende el conjunto de actividades relacionadas con la selección de la muestra, el tamaño suficiente que permita estimaciones a la población objeto de estudio, el marco de muestreo y la construcción y evaluación de las estimaciones planteadas para la expansión de la información a partir de los datos obtenidos en campo.

3.1 Población objetivo

La encuesta estuvo dirigida a la población de 18 años cumplidos y más, que reside normalmente en viviendas particulares dentro del territorio nacional.

3.2 Cobertura geográfica

La encuesta se diseñó para dar resultados a los siguientes niveles de desagregación:

- Nacional.
- Nacional urbano.
- Nacional rural.
- Cada una de las 16 áreas urbanas seleccionadas por la SSP, dada la relevancia de su problemática en materia de inseguridad pública:
 1. Acapulco, Guerrero
 2. Cancún, Quintana Roo
 3. Ciudad Juárez, Chihuahua
 4. Chihuahua, Chihuahua
 5. Cuernavaca, Morelos
 6. Culiacán, Sinaloa
 7. Guadalajara, Jalisco
 8. Monterrey, Nuevo León
 9. Mexicali, Baja California
 10. Nuevo Laredo, Tamaulipas
 11. Oaxaca, Oaxaca
 12. Tijuana, Baja California
 13. Toluca, estado de México
 14. Villahermosa, Tabasco
 15. Zona Metropolitana de la Ciudad de México
 16. Zona Metropolitana del estado de México

3.3 Diseño de la muestra

El diseño muestral de la ENSI-2009 se caracteriza por ser probabilístico. De esta manera, los resultados obtenidos de la encuesta se generalizan a toda la población, a su vez es trietápico, estratificado y por conglomerados, donde la unidad última de selección es la persona que al momento de la entrevista tenga 18 años cumplidos o más.

3.3.1 Marco de la muestra

El marco de muestreo que se empleó para la ENSI-2009 es el Marco Nacional de Viviendas 2002 del INEGI, construido a partir de la información cartográfica y demográfica que se obtuvo del XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Este marco es en realidad una muestra maestra² de la que a su vez se seleccionan las muestras para todas las encuestas en viviendas que realiza el INEGI; como tal, su diseño es probabilístico, estratificado, unietápico y por conglomerados, a los que se denominó unidades primarias de muestreo, pues es en éstas donde se seleccionan en una segunda etapa las viviendas que integran las muestras de las diferentes encuestas.

3.3.2 Formación de las Unidades Primarias de Muestreo (UPM)

Las UPM están constituidas por agrupaciones de viviendas con características diferenciadas dependiendo del ámbito al que pertenecen, como se especifica a continuación:

a) En urbano alto

El tamaño mínimo de una UPM es de 80 viviendas habitadas y el máximo es de 160. Pueden estar formadas por:

- Una manzana.
- La unión de dos o más manzanas contiguas del mismo AGEB³.
- La unión de dos o más manzanas contiguas de diferentes AGEB de la misma localidad.
- La unión de dos o más manzanas contiguas de diferentes localidades pero del mismo tamaño de localidad.

b) En complemento urbano

El tamaño mínimo de una UPM es de 160 viviendas habitadas y el máximo es de 300. Pueden estar formadas por:

- Una manzana.
- La unión de dos o más manzanas contiguas del mismo AGEB.
- La unión de dos o más manzanas contiguas de diferentes AGEB de la misma localidad.
- La unión de dos o más manzanas contiguas de diferentes AGEB pertenecientes a diferentes localidades del mismo municipio.

c) En rural

El tamaño mínimo de una UPM es de 160 viviendas habitadas y el máximo es de 300. Pueden estar formadas por:

- Un AGEB.
- Parte de un AGEB.
- La unión de dos o más AGEB colindantes del mismo municipio.
- La unión de un AGEB con parte de otro AGEB colindante del mismo municipio.

² Ver documento preliminar del diseño muestral de la muestra maestra.

³ Área Geoestadística Básica.

3.3.3 Estratificación

La división política del país y la conformación de localidades diferenciadas por su tamaño, forman de manera natural una primera estratificación geográfica.

En cada entidad federativa se distinguen tres ámbitos, divididos a su vez en siete zonas, como se indica en el siguiente cuadro:

Ámbito	Zona	Tamaño de localidad
Urbano alto	01	32 ciudades autorrepresentadas con 100 000 o más habitantes.
	02	Resto de las ciudades con 100 000 o más habitantes.
Complemento urbano	25	Localidades de 50 000 a 99 999 habitantes.
	35	Localidades de 15 000 a 49 999 habitantes.
	45	Localidades de 5 000 a 14 999 habitantes.
	55	Localidades de 2 500 a 4 999 habitantes.
Rural	60	Localidades menores de 2 500 habitantes.

De manera paralela, en una primera etapa se formaron cuatro estratos en los que se agruparon todas las UPM del país. La estratificación consideró las características sociodemográficas de los habitantes de las viviendas, así como las características físicas y el equipamiento de las mismas, expresadas por medio de 24 indicadores contruidos con información del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, para lo cual se emplearon métodos estadísticos multivariados.

En una segunda etapa, cada UPM clasificada con su estrato sociodemográfico fue asignada a su estrato geográfico (entidad-ámbito-zona).

En una tercera etapa, al interior de cada zona y estrato (sociodemográfico), algunas de las UPM se sometieron a un nuevo proceso de estratificación con el propósito de tener una mayor diferenciación a ese nivel. Para esta estratificación se utilizaron indicadores diferenciados por ámbito (ver cuadro 1 del anexo). Como resultado se tiene un total de 888 subestratos en todo el ámbito nacional.

IV. ESQUEMA DE MUESTREO

El esquema de muestreo de la ENSI-2009 es probabilístico, estratificado, trietápico y por conglomerados:

a) Probabilístico

Las unidades de selección tienen una probabilidad, conocida y distinta de cero, de ser seleccionadas.

b) Estratificado

Las unidades primarias de muestreo con características similares se agrupan para formar estratos.

c) Trietápico

La unidad última de muestreo (persona) es seleccionada en la tercera etapa.

d) Por conglomerados

Las unidades de selección se agrupan en unidades muestrales, de las cuales se seleccionan las muestras.

4.1 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se calculó con base en la proporción de delitos de los que se llega a hacer la averiguación previa, considerada una de las variables principales de la encuesta, ya que de esto se deriva la cifra negra. Con este tamaño de muestra se garantiza que las estimaciones del resto de las variables de interés queden cubiertas.

La expresión empleada para el cálculo es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 \cdot q \cdot DEFF}{r^2 \cdot p \cdot (1 - tnr)}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

p = estimación de la proporción de interés.

q = 1-p.

r = error relativo máximo esperado.

z = valor asentado en las tablas estadísticas que garantiza realizar las estimaciones con una confianza prefijada.

DE = efecto de diseño definido como el cociente de la varianza en la estimación del diseño utilizado, entre la varianza obtenida considerando un muestreo aleatorio simple para un mismo tamaño de muestra.

tnr = tasa de no respuesta máxima esperada.

Considerando una confianza del 95%, un efecto de diseño de 5.406 observado en la ENSI-5, así como una tasa neta de no respuesta máxima esperada de 24.5%, un error relativo máximo esperado de 5%, para una

proporción de 13.4%, se obtuvo un tamaño de muestra a nivel nacional de 71 107 viviendas, el cual se ajustó a 71 370.

4.2 Afijación de la muestra

La afijación de la muestra se realizó dentro de cada entidad federativa entre los estratos, de manera proporcional a su tamaño en viviendas, para lo cual se empleó la siguiente expresión:

$$n'_{eh} = \frac{N'_{eh}}{N'_e} n'_e$$

Donde:

- n'_{eh} = número de viviendas en muestra en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- n'_e = número total de viviendas en muestra en la e-ésima entidad.
- N'_{eh} = número total de viviendas en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- N'_e = número total de viviendas en la e-ésima entidad.

En el cuadro 2 (ver anexo), se presenta la distribución de la muestra por entidad y ámbito.

4.3 Selección de la muestra

La selección de la muestra para la ENSI-2009 se realizó de manera independiente por entidad, dominio y estrato; el procedimiento de selección varió de acuerdo con el dominio.

4.3.1 Urbano alto

1. De las k_{eh} UPM seleccionadas en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad para la muestra maestra, se seleccionaron k'_{eh} con igual probabilidad, para la ENSI-2009.
2. En cada UPM seleccionada se eligieron 5 viviendas con igual probabilidad.
3. En cada vivienda seleccionada se eligió una persona de 18 años cumplidos o más.

La probabilidad de selección de las viviendas y personas se calcula de la siguiente manera:

- a) La probabilidad de seleccionar una vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad es:

$$P\{V_{ehi}\} = \frac{k_{eh} m_{ehi}}{m_{eh}} \frac{K_{eh}^*}{k_{eh}} \frac{5}{m_{ehi}^*} = \frac{5 k_{eh}^* m_{ehi}}{m_{eh} m_{ehi}^*}$$

Su factor de expansión⁴ está dado por:

$$F_{ehi} = \frac{m_{eh} m_{ehi}^*}{5 k_{eh}^* m_{ehi}}$$

b) La probabilidad de seleccionar una persona, en la j-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad es:

$$P\{V_{ehij}\} = \frac{k_{eh} m_{ehi}}{m_{eh}} \frac{K_{eh}^*}{k_{eh}} \frac{5}{m_{ehi}^*} \frac{1}{Q_{ehij}} = \frac{5 k_{eh}^* m_{ehi}}{m_{eh} m_{ehi}^* Q_{ehij}}$$

Su factor de expansión está dado por:

$$F_{ehi} = \frac{Q_{ehij} m_{eh} m_{ehi}^*}{5 k_{eh}^* m_{ehi}}$$

Donde:

- k_{eh} = número de UPM seleccionadas en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad para el marco de la muestra maestra.
- m_{eh} = número de viviendas en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- m_{ehi} = número de viviendas en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, según XII Censo General de Población y Vivienda 2000.
- m_{ehi}^* = número de viviendas en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, según listado de viviendas actualizado.
- k_{eh}^* = número de UPM a seleccionar para la ENSI-2009 con igual probabilidad de selección, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- Q_{ehij} = número de personas de 18 años cumplidos o más, en la j-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.

4.3.2 Complemento urbano

1. De las k_{eh} UPM que integran la muestra maestra se seleccionaron k_{eh}^* UPM con igual probabilidad para la ENSI-2009.
2. En cada UPM seleccionada, se seleccionaron 20 viviendas con igual probabilidad.
3. En cada vivienda seleccionada se seleccionó una persona de 18 años cumplidos o más con igual probabilidad.

La probabilidad de selección de las viviendas y personas se calculó de la siguiente manera:

⁴ El factor de expansión se define como el inverso de la probabilidad de selección.

c) La probabilidad de seleccionar una vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad es:

$$P\{V_{ehi}\} = \frac{k_{eh} m_{ehi} k_{eh}^*}{m_{eh} k_{eh} m_{ehi}^*} \frac{20}{20} = \frac{20 k_{eh}^* m_{ehi}}{m_{eh} m_{ehi}^*}$$

Su factor de expansión está dado por:

$$F_{ehi} = \frac{m_{eh} m_{ehi}^*}{20 k_{eh}^* m_{ehi}}$$

d) La probabilidad de seleccionar una persona, en la j-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad es:

$$P\{V_{ehij}\} = \frac{k_{eh} m_{ehi} k_{eh}^*}{m_{eh} k_{eh} m_{ehi}^*} \frac{20}{Q_{ehij}} \frac{1}{Q_{ehij}} = \frac{20 k_{eh}^* m_{ehi}}{m_{eh} m_{ehi}^* Q_{ehij}}$$

Su factor de expansión está dado por:

$$F_{ehij} = \frac{Q_{ehij} m_{eh} m_{ehi}^*}{20 k_{eh}^* m_{ehi}}$$

Donde:

- k_{eh} = número de UPM seleccionadas en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad para el marco de la muestra maestra.
- m_{eh} = número de viviendas en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- m_{ehi} = número de viviendas en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, según XII Censo General de Población y Vivienda 2000.
- m_{ehi}^* = número de viviendas en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, según listado de viviendas actualizado.
- k_{eh}^* = número de UPM a seleccionar para la ENSI-2009 con igual probabilidad de selección, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- Q_{ehij} = número de personas de 18 años cumplidos o más, en la j-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.

4.3.3 Rural

1. De las k_{eh} UPM se seleccionaron k_{eh} UPM para la ENSI-2009 con igual probabilidad.
2. En cada UPM seleccionada, se seleccionaron dos segmentos de 10 viviendas aproximadamente con igual probabilidad.
3. En cada vivienda seleccionada se seleccionó una persona de 18 años cumplidos o más, con igual probabilidad.

La probabilidad de selección de las viviendas y personas se calculó de la siguiente manera:

e) La probabilidad de seleccionar una vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad es:

$$P\{V_{ehi}\} = \frac{k_{eh} m_{ehi}}{m_{eh}} \frac{k_{eh}^*}{k_{eh}} \frac{2 \cdot 10}{m_{ehi}^*} = \frac{20 k_{eh}^* m_{ehi}}{m_{eh} m_{ehi}^*}$$

Su factor de expansión está dado por:

$$F_{ehi} = \frac{m_{eh} m_{ehi}^*}{20 k_{eh}^* m_{ehi}}$$

e) La probabilidad de seleccionar una persona, en la j-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad es:

$$P\{V_{ehij}\} = \frac{k_{eh} m_{ehi}}{m_{eh}} \frac{k_{eh}^*}{k_{eh}} \frac{2 \cdot 10}{m_{ehi}^*} \frac{1}{Q_{ehij}} = \frac{20 k_{eh}^* m_{ehi}}{m_{eh} m_{ehi}^* Q_{ehij}}$$

Su factor de expansión está dado por:

$$F_{ehij} = \frac{Q_{ehij} m_{eh} m_{ehi}^*}{20 k_{eh}^* m_{ehi}}$$

Donde:

- k_{eh} = número de UPM seleccionadas en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, para el marco de la muestra maestra.
- m_{eh} = número de viviendas en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- m_{ehi} = número de viviendas en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, según el XII Censo General de Población y Vivienda 2000.
- m_{ehi}^* = número de viviendas en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, según listado de viviendas actualizado.
- k_{eh}^* = número de UPM seleccionadas para la ENSI-2009, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- Q_{ehij} = número de personas de 18 años cumplidos o más, en la j-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.

4.4 Ajuste de los factores de expansión

Los factores de expansión elaborados conforme al procedimiento antes descrito se ajustaron con base en los siguientes conceptos:

4.4.1 Ajuste por no respuesta

El ajuste por no respuesta se realizó tanto para las viviendas como para las personas seleccionadas a nivel UPM, en cada uno de los dominios mediante las siguientes expresiones:

a) Ajuste por no respuesta para viviendas

$$F'_{ehij} = F_{ehij} \frac{nv_{ehi}}{nvhcR_{ehi}}$$

Donde:

- F'_{ehij} = factor de expansión corregido por no Respuesta de la j-ésima vivienda, de la i-ésima UPM, del h-ésimo estrato, de la e-ésima entidad.
- nv_{ehi} = número de viviendas seleccionadas habitadas en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- $nvhcR_{ehi}$ = número de viviendas seleccionadas habitadas con respuesta en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.

b) Ajuste por no respuesta para personas

$$F^*_{ehij} = F'_{ehij} \frac{q_{ehi}}{q^*_{ehi}}$$

Donde:

- F^*_{ehij} = factor de expansión corregido por no respuesta a nivel de la persona de la j-ésima vivienda, de la i-ésima UPM, del h-ésimo estrato, de la e-ésima entidad.
- q_{ehi} = número de personas de 18 años cumplidos y más seleccionados en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.
- q^*_{ehi} = número de personas de 18 años cumplidos y más seleccionados con respuesta en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad.

4.4.2 Ajuste por proyección

Los factores de expansión ajustados por la no respuesta se corrigen con el fin de asegurar que en cada dominio de interés de la encuesta se obtenga la población total determinada por la proyección de población generada por INEGI referida al punto medio del levantamiento, mediante la siguiente expresión:

$$F''_D = F^*_D \frac{PROy_D}{PEXP_D}$$

Donde:

- F''_D = factor de expansión corregido por proyección en el dominio D.
- F^*_D = factor de expansión corregido por no respuesta en el dominio D.
- $PROy_t$ = población en el dominio D, según proyección.
- $PEXP_D$ = población total a la que expande la encuesta en el dominio D.

El estimador del total de la característica X es:

$$\hat{X} = \sum_e \sum_h \sum_i F_{ehi}^{UA} \left(\sum_s \sum_{\ell} X_{ehis\ell}^{UA} \right) + \sum_e \sum_h \sum_i F_{ehi}^{CU} \left(\sum_s \sum_{\ell} X_{ehis\ell}^{CU} \right) + \sum_e \sum_h \sum_i F_{ehi}^R \left(\sum_s \sum_{\ell} X_{ehis\ell}^R \right)$$

Donde:

- F_{ehi}^{UA} = factor de expansión final de la i-ésima UPM, del h-ésimo estrato, de la e-ésima entidad en el dominio urbano alto.
- $X_{ehis\ell}^{UA}$ = valor observado de la característica de interés X en la ℓ -ésima persona, en la s-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, en el dominio urbano alto.
- F_{ehi}^{CU} = factor de expansión final de la i-ésima UPM, del h-ésimo estrato, de la e-ésima entidad, en el dominio complemento urbano.
- $X_{ehis\ell}^{CU}$ = valor observado de la característica de interés X en la ℓ -ésima persona, en la s-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, en el dominio complemento urbano.
- F_{ehi}^R = factor de expansión final de la i-ésima UPM, del h-ésimo estrato, de la e-ésima entidad del dominio rural.
- $X_{ehis\ell}^R$ = valor observado de la característica de interés en la ℓ -ésima persona, en la s-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, del dominio rural.

Para la estimación de proporciones, tasas y promedios se utiliza el estimador de razón:

$$\hat{R} = \frac{\hat{X}}{\hat{Y}}$$

Donde, \hat{Y} se define en forma análoga a \hat{X} .

4.5 Estimadores

El estimador del total de la característica X es:

$$\hat{X} = \sum_e \sum_h \sum_i F_{ehij}^{UA} \left(\sum_s \sum_{\ell} X_{ehis\ell}^{UA} \right) + \sum_e \sum_h \sum_i F_{ehij}^{CU} \left(\sum_s \sum_{\ell} X_{ehis\ell}^{CU} \right) + \sum_e \sum_h \sum_i F_{ehij}^R \left(\sum_s \sum_{\ell} X_{ehis\ell}^R \right)$$

Donde:

- F_{ehij}^{UA} = factor de expansión final de la j-ésima vivienda, de la i-ésima UPM, del h-ésimo estrato, de la e-ésima entidad en el dominio urbano alto.
- $X_{ehis\ell}^{UA}$ = valor observado de la característica de interés X en la ℓ -ésima persona, en la s-ésima vivienda, en la i-ésima UPM, en el h-ésimo estrato, en la e-ésima entidad, en el dominio urbano alto.
- F_{ehij}^{CU} = factor de expansión final de la j-ésima vivienda, de la i-ésima UPM, de el h-ésimo estrato, de la e-ésima entidad, en el dominio complemento urbano.

- $X_{ehis\ell}^{CU}$ = valor observado de la característica de interés X en la ℓ -ésima persona, en la s -ésima vivienda, en la i -ésima UPM, en el h -ésimo estrato, en la e -ésima entidad, en el dominio complemento urbano.
- F_{ehij}^R = factor de expansión final de la j -ésima vivienda, de la i -ésima UPM, del h -ésimo estrato, de la e -ésima entidad del dominio rural.
- $X_{ehis\ell}^R$ = valor observado de la característica de interés en la ℓ -ésima persona, en la s -ésima vivienda, en la i -ésima UPM, en el h -ésimo estrato, en la e -ésima entidad, del dominio rural.

Para la estimación de proporciones, tasas y promedios se utiliza el estimador de razón:

$$\hat{R} = \frac{\hat{X}}{\hat{Y}}$$

Donde, \hat{Y} se define en forma análoga a \hat{X} .

4.6 Estimación de las precisiones

Para la evaluación de los errores de muestreo de las principales estimaciones estatales y nacionales se usó el método de conglomerados últimos⁵, basado en que la mayor contribución a la varianza de un estimador, en un diseño bietápico es la que se presenta entre las unidades primarias de muestreo (UPM), el término “conglomerados últimos” se utiliza para denotar el total de unidades en muestra de una unidad primaria de muestreo.

Para obtener las precisiones de los estimadores de razón, conjuntamente al método de conglomerados últimos se aplicó el método de series de Taylor, obteniéndose la siguiente fórmula para estimar la precisión de \hat{R} :

$$\hat{V}(\hat{R}) = \frac{1}{\hat{Y}^2} \sum_h^{32} \left\{ \sum_{eh}^{L_e} \frac{k_{eh}}{k_{eh} - 1} \sum_i^{k_{eh}} \left[\left(\hat{X}_{ehi} - \frac{1}{k_{eh}} \hat{X}_{eh} \right) - \hat{R} \left(\hat{Y}_{ehi} - \frac{1}{k_{eh}} \hat{Y}_{eh} \right) \right]^2 \right\}$$

Donde:

\hat{X}_{ehi} = total ponderado de la variable de estudio X en la i -ésima UPM, en el h -ésimo estrato, en la e -ésima entidad.

\hat{X}_{eh} = total ponderado de la variable de estudio X en el h -ésimo estrato, en la e -ésima entidad.

k_{eh} = número de UPM en el h -ésimo estrato, en la e -ésima entidad.

Estas definiciones son análogas para la variable de estudio Y .

⁵ Véase Hasen, M. H. Horwitz, W.N. y Madow, W.G., Sample Survey Methods and Theory, (1953) Vol. 1 pág. 242.

La estimación de la varianza del estimador de un total, se calcula con la siguiente expresión:

$$\hat{V}(\hat{X}_{NAL}) = \sum_{e=1}^{32} \sum_{h=1}^{L_e} \frac{k_{eh}}{k_{eh} - 1} \sum_{i=1}^{k_{eh}} \left(\hat{X}_{ehi} - \frac{1}{k_{eh}} \hat{X}_{eh} \right)^2$$

Las estimaciones de la desviación estándar (D.E.), efecto de diseño (DEFF) y coeficiente de variación (C.V.) se calculan mediante las siguientes expresiones:

$$D.E. = \sqrt{\hat{V}(\hat{\theta})}$$

$$DEFF = \frac{\hat{V}(\hat{\theta})}{\hat{V}(\hat{\theta})_{MAS}}$$

$$C.V. = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{\theta})}}{\hat{\theta}}$$

Donde:

$\hat{\theta}$ = estimador del parámetro poblacional θ .

$\hat{V}(\hat{\theta})_{MAS}$ = estimador de la varianza bajo muestreo aleatorio simple.

Finalmente, el intervalo de confianza al $100(1-\alpha) \%$, se calcula de la siguiente forma:

$$I_{1-\alpha} = \left(\hat{\theta} - z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{\theta})}, \hat{\theta} + z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{V}(\hat{\theta})} \right)$$

ANEXO

Indicadores empleados en la estratificación de la muestra maestra por ámbito de estudio

Cuadro 1

DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	ÁMBITO DE ESTUDIO			
	NACIONAL	URBANO ALTO	COMPLEMENTO URBANO	RURAL
PORCENTAJE DE VIVIENDA:				
QUE DISPONEN DE AGUA ENTUBADA DENTRO DE LA VIVIENDA		X		
CON DRENAJE	X	X		X
CON ELECTRICIDAD				X
QUE DISPONEN DE AGUA, LUZ, Y DRENAJE	X	X	X	X
CON PISO DIFERENTE DE TIERRA	X			X
CON PAREDES DE MATERIAL SÓLIDO				X
CON COCINA EXCLUSIVA	X	X	X	X
SIN HACINAMIENTO	X	X	X	X
CON SERVICIO SANITARIO EXCLUSIVO CON CONEXIÓN DE AGUA		X		
CON SERVICIO SANITARIO EXCLUSIVO CON ADMISIÓN DE AGUA	X		X	
QUE UTILIZAN GAS PARA COCINAR	X			X
CON RADIO O RADIOGRABADORA	X			X
CON TELEVISIÓN	X			
CON REFRIGERADOR	X	X	X	
CON LICUADORA	X			X
CON AUTOMÓVIL O CAMIONETA PROPIOS	X	X	X	
CON VIDEOCASETERA			X	
CON LAVADORA	X		X	
CON TELÉFONO		X	X	
CON CALENTADOR DE AGUA		X	X	
CON CUATRO BIENES (TELÉFONO, REFRIGERADOR, LAVADORA Y BOILER)		X		
CON CUATRO BIENES (RADIO, TELEVISIÓN, LICUADORA Y REFRIGERADOR)	X		X	
CON EL MÍNIMO EQUIPAMIENTO (RADIO O TELEVISIÓN Y LICUADORA)				X
PORCENTAJE DE POBLACIÓN:				
DERECHOHABIENTE A SERVICIO DE SALUD		X	X	
DE 6 A 17 AÑOS QUE ASISTE A LA ESCUELA	X	X	X	
DE 6 A 14 AÑOS QUE ASISTE A LA ESCUELA				X
DE 15 AÑOS Y MÁS ALFABETA	X			X
DE 15 AÑOS Y MÁS CON POSTPRIMARIA	X	X	X	X
GRADO PROMEDIO DE ESCOLARIDAD	X	X	X	X
OCUPADA QUE GANA MÁS DE 2.5 SALARIOS MÍNIMOS	X	X	X	X
OCUPADA QUE GANA MÁS DE 5 SALARIOS MÍNIMOS	X	X	X	
FEMENINA DE 12 AÑOS Y MÁS ECONÓMICAMENTE ACTIVA	X	X	X	
ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE 20 A 49 AÑOS	X	X	X	
OTROS:				
PORCENTAJE DE HOGARES EN EL DECIL NACIONAL 8, 9 Y 10	X	X	X	
RELACIÓN DE DEPENDENCIA ECONÓMICA	X	X	X	
TOTAL DE INDICADORES	24	21	21	16

Distribución de viviendas por entidad y dominio de la muestra para la Encuesta Nacional sobre Inseguridad (ENSI-2009)

cuadro 2

Entidad				Distribución de viviendas				
Clave	Nombre	Área Metropolitana		Urbano alto		CU	Rural	Total
				Área Metropolitana	Loc. de 100 mil +			
01	Aguascalientes	14	Aguascalientes	520	0	400	480	1 400
02	Baja California	21 44	Tijuana Mexicali	2 000 2 000	100	360	360	4 820
03	Baja California Sur	40	La Paz	590	0	360	440	1 390
04	Campeche	28	Campeche	440	180	360	420	1 400
05	Coahuila de Zaragoza	17	Saltillo	480	200	240	480	1 400
06	Colima	33	Colima	450	160	340	440	1 390
07	Chiapas	19	Tuxtla Gtz.	450	200	380	620	1 650
08	Chihuahua	09 20	Chihuahua Cd. Juárez	2 000 2 000	0	360	500	4 860
09	Distrito Federal	01	A.M. Cd. de México	2 000	0	0	80	2 080
10	Durango	26	Durango	450	120	360	440	1 370
11	Guanajuato	05	León	450	140	360	520	1 470
12	Guerrero	13	Acapulco	2 000	200	360	600	3 160
13	Hidalgo	43	Pachuca	450	120	360	540	1 470
14	Jalisco	02	Guadalajara	2 000	100	340	500	2 940
15	Estado de México	01 16	A.M. Cd. de México Toluca	2 000 2 000	0	360	540	4 900
16	Michoacán de Ocampo	15	Morelia	450	120	380	540	1 490
17	Morelos	29	Cuernavaca	2 000	120	360	440	2 920
18	Nayarit	27	Tepic	450	0	420	540	1 410
19	Nuevo León	03	Monterrey	2 000	0	320	440	2 760
20	Oaxaca	31	Oaxaca	2 000	0	400	620	3 020
21	Puebla	04	Puebla	450	120	400	500	1 470
22	Querétaro	36	Querétaro	460	0	400	540	1 400
23	Quintan Roo	41	Cancún	2 000	180	300	460	2 940
24	San Luis Potosí	07	San Luis Potosí	450	170	380	540	1 540
25	Sinaloa	24	Culiacán	2 000	160	280	500	2 940
26	Sonora	25	Hermosillo	480	160	280	480	1 400
27	Tabasco	18	Villa Hermosa	2 000	0	400	540	2 940
28	Tamaulipas	23 47	Nuevo Laredo Cd. Victoria	2 000 450	200	360	480	3 490
29	Tlaxcala	39	Tlaxcala	500	0	360	540	1 400
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	11	Orizaba	340	330	360	620	1 650
31	Yucatán	08	Mérida	450	0	400	560	1 410
32	Zacatecas	32	Zacatecas	450	0	400	640	1 490
Total				41 210	3 080	11 140	15 940	71 370