



República
del Ecuador

Diseño Muestral

Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo ENEMDU Anual

Mercado laboral

Enero – diciembre 2019



Buenas cifras,
mejores vidas

A photograph of a worker in a factory setting, wearing a grey t-shirt with the word 'ceracé' on it, a dark cap, and a respirator mask with two red filters. The worker is focused on their task, and the background shows industrial machinery. The image is partially covered by a large white diagonal shape on the left side, which contains the text.

Coordinación Técnica de Producción Estadística

Dirección de
Infraestructura Estadística
y Muestreo (DINEM)



Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Dirección

Dirección de Infraestructura Estadística y Muestreo (DINEM)

Elaborado por:

William Constante
Jorge Velásquez
Giovanella Peña

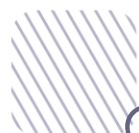
Revisado por:

Andrés Albán

Aprobado por:

Julio Muñoz

Quito -Ecuador, 2022



Contenido

Introducción	6
1. Antecedentes.....	7
Determinación del Marco de Muestreo para encuestas de hogares.....	7
Agregación de encuestas (trimestral o anual)	7
2. Características del diseño muestral de la ENEMDU	9
Universo de investigación	9
Unidad de observación.....	9
Unidad de análisis	9
Cobertura geográfica	9
Tipo de muestreo.....	9
Dominios de estudio y representatividad de la ENEMDU Anual 2019	10
3. Tamaño y selección de la muestra de la ENEMDU.....	10
Tamaño de la muestra	10
Tamaño de muestra de personas	10
Tamaño de muestra de viviendas.....	11
Tamaño de muestra de UPM	11
Asignación de la muestra	12
Selección de la muestra.....	12
Rotación de la muestra por paneles.....	13
Cobertura de viviendas planificada y efectiva:	14
Cobertura planificada	14
Cobertura efectiva.....	14
4. Cálculo de los factores de expansión	15
Cálculo del factor de expansión teórico de las ENEMDU mensuales:.....	17
Probabilidad de inclusión de primera etapa (UPM)	17
Probabilidad de inclusión de segunda etapa (viviendas)	18
Factor de expansión teórico o de diseño	18
Cálculo del factor de expansión ajustado por cobertura de las ENEMDU mensuales.....	18
Ajuste por cambio de ocupación (no elegibilidad)	18
Ajuste por nadie en casa (elegibilidad desconocida)	19
Ajuste por rechazo (no respondientes)	19
Balanceo de los factores de expansión de la ENEMDU Anual	20
Recorte de los factores de expansión extremos de la ENEMDU Anual	24
Validación del recorte de los factores de expansión extremos	26
Porcentaje de factores de expansión recortados por estrato de muestreo	26
Error cuadrático medio (MSE) del recorte de los factores de expansión.....	26



Calibración de los factores de expansión de la ENEMDU Anual.....	27
Estimador de calibración	28
Validación de la calibración de los factores de expansión	29
5. Estimaciones de características	31
Estimación de características de la población:.....	31
Estimación de errores:.....	31
Métodos de estimación de errores para diseños muestrales complejos:	32
Referencias	34
Anexos	36

Lista de tablas

Tabla 1. Tamaños de muestra ENEMDU anual 2019	11
Tabla 2. Distribución de la cobertura planificada de viviendas por estrato socioeconómico	14
Tabla 3. Distribución de la cobertura efectiva de viviendas por estrato socioeconómico de la ENEMDU anual enero-diciembre 2019	15
Tabla 4. Distribución de viviendas efectivas investigadas por mes de levantamiento	20
Tabla 5. Deltas (ponderadores de balanceo) para cada dominio y mes de levantamiento	22
Tabla 6. Variables requeridas para declaración del diseño muestral – ENEMDU	34

Lista de gráficos

Gráfico 1. Esquema de rotación de paneles para la ENEMDU 2018-2019.....	13
Gráfico 2. Diagrama de flujo del proceso de cálculo de los factores de expansión de la ENEMDU Anual	17
Gráfico 3. Diagramas de caja y bigote de los factores de expansión balanceados de la ENEMDU Anual enero-diciembre 2019	25
Gráfico 4. Diagramas de caja y bigote de los factores de expansión recortados de la ENEMDU Anual enero-diciembre 2019	25
Gráfico 5. Comparación de los factores de expansión balanceados por mes de levantamiento y recortados por dominio y grupo de edad.....	26
Gráfico 6. Comparación de los factores de expansión recortados y calibrados por dominio y grupo de edad	31



Introducción

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) ejecuta la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) desde 1993. La ENEMDU es una encuesta de aplicación continua, la cual se realiza los doce meses del año. La información generada de la encuesta sirve de insumo al gobierno para la planificación del desarrollo nacional y su correspondiente monitoreo y evaluación, así como al sector privado y sociedad civil en general para su conocimiento y toma de decisiones.

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), como ente rector del Sistema de Estadística Nacional y dentro de su plan de mejoramiento continuo de las operaciones estadísticas por muestreo, mediante la Dirección de Infraestructura Estadística y Muestreo (DINEM), busca innovar la metodología de los procesos estadísticos que históricamente se han llevado a cabo dentro de la institución.

Así, desde 2018, se plantean algunas mejoras puntuales al diseño muestral de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU). La técnica de muestreo de la ENEMDU es similar a la utilizada en años anteriores y corresponde a un muestreo probabilístico en dos etapas, con estratificación geográfica por dominios de estudio y área urbana y rural. Los estimadores asociados al diseño se calibran por una proyección de población calculada según métodos demográficos. Sin embargo, el nuevo diseño contempla la afinación del marco de muestro que incluye la mejora en los siguientes aspectos:

- Equilibrio de las Unidades Primarias de Muestreo (UPM).
- Estratificación acorde a las UPM equilibradas.
- Optimización de la dispersión de la muestra.

Los cambios implementados tienen el objetivo de mejorar la precisión de los estimadores y oportunidad de la información.

En este documento se expone de forma clara y detallada el proceso de diseño muestral de la ENEMDU, referente al cálculo del tamaño y selección de muestra, cálculo de los factores de expansión, estimación de características, errores muestrales, agregación de encuestas, etc.



1. Antecedentes

Determinación del Marco de Muestreo para encuestas de hogares

El Marco de Muestreo se basa en los resultados definitivos y la cartografía del VII Censo de Población y VI de Vivienda del 2010 (CPV-2010); este Marco tiene la característica de ser constituido por áreas geográficas, que tienen límites perfectamente definidos e identificables sobre el terreno.

El Marco ha tenido actualizaciones parciales en función a los cambios presentados en las unidades de observación (viviendas) en determinadas áreas geográficas, debido principalmente a los movimientos y dinámica demográfica propios de la población, así como los cambios en estructuras habitacionales; que en su conjunto hacen necesario un mantenimiento continuo del Marco de Muestreo.

Se han ejecutado, en el periodo 2014-2017, diferentes procesos de actualización cartográfica con diferente alcance, los cuales se detallan a continuación:

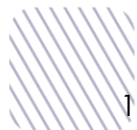
- Encuesta Condiciones de Vida 2013-2014: 2.425 sectores censales.
- Actualización ENEMDU 2014: 5.564 sectores censales.
- Proyecto 2015: 548 sectores censales.
- Actualización 2017: 1.779 sectores censales.

El Marco de Muestreo para encuestas de hogares se lo ha dividido por dominios de estudio, y dentro de ellos sus correspondientes UPM a las cuales se asignó un estrato tomando principalmente sus características geográficas, socio-económicas y socio-demográficas con la finalidad de mejorar la precisión y exactitud de los estimadores, minimizando su varianza.

Agregación de encuestas (trimestral o anual)

Tal y como se explica en CEPAL (2021), en base al esquema rotativo 2(2)2, la encuesta puede agregarse de manera trimestral y anual. Con la agregación, la ENEMDU gana en dominios de representatividad, permitiendo la desagregación de la información para diferentes dominios geográficos con un nivel de precisión aceptable para cada uno de ellos.

Según CEPAL (2019) estas diferencias en el diseño hacen que se pueda aprovechar al máximo la capacidad inferencial de la encuesta al momento de considerar las siguientes innovaciones metodológicas:



1. Es posible considerar trimestres móviles en la estimación de las cifras concernientes al mercado de trabajo para que mes a mes el Ecuador reciba de forma oportuna cifras confiables del mercado de trabajo en el ámbito nacional, urbana, rural y por las cinco ciudades principales. Son muchos los Institutos Nacionales de Estadística alrededor del mundo que han optado por reportar este tipo de estimaciones basadas en trimestres móviles. En particular:
 - a. Las estimaciones serán mucho más suaves y no se verán afectadas significativamente por situaciones coyunturales ajenas al mercado de trabajo; por ejemplo, desastres naturales, oleadas migratorias transitorias, etc.
 - b. Además, si un fenómeno exógeno afectara la estructura del mercado de trabajo, la afectación en las cifras de trabajo se daría de forma paulatina en los siguientes dos meses; de tal forma que la dinámica cambiante del mercado de trabajo sería incorporada fácilmente con esta metodología.
 - c. La agregación computacional de los trimestres móviles es inmediata en cuanto las muestras dentro cualquier combinación de trimestres móviles son independientes, puesto que el panel es 2(2)2 y la encuesta es continua. De esta forma, los procesos de estimación no tendrían una carga importante en cuanto a procesamiento estadístico.
 - d. En cualquier mes, se podrían hacer análisis más profundos del mercado de trabajo, como los referidos a la estimación de cambios brutos.
2. Al realizar la agregación de todos los meses del año, es posible realizar la estimación de los fenómenos del mercado de trabajo y pobreza con representatividad, nacional, urbano, rural, por las cinco ciudades principales y además por las 24 provincias del Ecuador.
 - a. Las estimaciones ganarán en confiabilidad, puesto que en las agregaciones anuales se tiene una mayor muestra que redundará en que las medidas de precisión de las estimaciones sean menores, haciéndose más angosto su intervalo de confianza.
 - b. Al hacer comparaciones entre dos años, la potencia estadística se incrementará sustancialmente, reduciendo la probabilidad de cometer el Error Tipo II (aceptar que no hay diferencias entre las cifras del empleo cuando en realidad sí las hay).



- c. La agregación anual trae algunos retos computacionales puesto que, debido al esquema de rotación 2(2)2, aparecerán algunos términos de correlación en las UPM que deben ser considerados a la hora de realizar los cálculos del error de muestreo.
- d. Las estimaciones interanuales de los cambios brutos a través de las matrices de transición serán más robustas y consistentes, puesto que la fracción de muestreo en las agregaciones anuales es más grande que en el esquema pasado.

2. Características del diseño muestral de la ENEMDU

Universo de investigación

El universo de estudio de la ENEMDU son personas de 5 y más años de edad, residentes en las viviendas del Ecuador, exceptuando la población que reside en viviendas colectivas, viviendas flotantes y población indigente (sin techo).

Unidad de observación

La unidad de observación son todas las viviendas particulares ocupadas que se encuentran en territorio nacional, mismas que tienen ligada su identificación geográfica mediante fuentes cartográficas.

Unidad de análisis

Para el caso de los indicadores laborales, la población de referencia son todas las personas mayores o iguales a 15 años.

Cobertura geográfica

La cobertura geográfica está definida por las viviendas ocupadas que se encuentren ubicadas dentro del territorio ecuatoriano incluyendo la región insular.

Tipo de muestreo

El tipo de muestreo de la ENEMDU corresponde a un muestreo probabilístico estratificado bietápico de elementos.



Dominios de estudio y representatividad de la ENEMDU Anual 2019

La ENEMDU anual tiene como dominios de diseño y representatividad Nacional, Urbano-Rural, 5 ciudades principales (Quito, Guayaquil, Cuenca, Machala y Ambato) y 24 provincias del Ecuador.

3. Tamaño y selección de la muestra de la ENEMDU

Tamaño de la muestra

A partir de las expresiones de tamaño de muestra para muestreos complejos, se calcula el tamaño de muestra necesario para lograr una precisión adecuada en la inferencia. Los algoritmos que se utilizaron para el cálculo de los tamaños de muestra tanto de personas, como de viviendas y UPM, se detallan a continuación.

Tamaño de muestra de personas

Para la determinación del tamaño de la muestra se requiere establecer la característica o características a estimar, el nivel de confianza y la precisión requeridos.

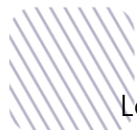
En este sentido, la variable de investigación, en base a la cual se calcula el tamaño de la muestra es el “desempleo”. Los valores poblacionales (marco muestral) de esta variable se tomaron de la base de datos de la Encuesta de Empleo y Desempleo (ENEMDU – diciembre 2012).

La expresión matemática utilizada para el cálculo de tamaño de muestra de personas en cada dominio de diseño D es:

$$n_D \geq \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 N_D p(1-p)}{(e_r p)^2 (N_D - 1) + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 p(1-p)} \times \frac{deff}{1 - tnr}$$

donde:

- n_D = Tamaño de la muestra de personas para el dominio de estudio D
- $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza correspondiente al percentil α .
- N_D = Total de personas de 15 años y más en el dominio de estudio D .
- p = Probabilidad de incidencia de la variable a investigar
- e_r = error relativo.
- $deff$ = efecto de diseño.
- tnr = tasa de no respuesta.



Los parámetros que se utilizan para el cálculo aplicado son recomendados para los estudios de este tipo, la estrategia asegura por una parte el rigor estadístico de la muestra y por otra, la posibilidad de comparar entre sí los estudios ejecutados. Para que las estimaciones sean comparables, se utilizó un nivel de confianza (95%) y margen de error relativo (0.15).

Tamaño de muestra de viviendas

El número de viviendas que deben ser seleccionadas estará determinado por la muestra de personas (n_D), número promedio de personas por vivienda (b) y el porcentaje de personas que presentan la característica de interés ($r =$ *Proporción de la PEA*), de la siguiente forma:

$$n_{vD} = \frac{n_D}{r * b}$$

Tamaño de muestra de UPM

Las viviendas y las personas que participan en la encuesta forman parte de UPM previamente seleccionadas. En este paso final, es necesario calcular el número de UPM que deben ser seleccionadas en la primera etapa de muestreo a partir de la relación:

$$n_{UPM_D} = \frac{n_{vD}}{\text{Carga técnica operativa}}$$

La carga técnica operativa se refiere al número de viviendas asignadas a cada encuestador como carga de trabajo; que fue el resultado de un previo análisis de correlación intraclase donde se pudo verificar, mediante simulaciones matemáticas, el número de observaciones necesarias para minimizar la varianza dentro de cada UPM. Como resultado de este procedimiento se definió tanto operativa como técnicamente que el número de viviendas a investigarse por UPM será siete (7).

La distribución de la muestra por dominio se presenta a continuación en la Tabla 1:

Tabla 1. Tamaños de muestra ENEMDU anual 2019

Dominio	Viviendas del marco	UPM del marco	Muestra UPM	Muestra Viviendas
Urbano	2.717.610	79.710	14.632	102.424
Rural	1.000.708	27.304	5.320	37.240
Quito	473.957	13.811	2.376	16.632
Guayaquil	589.772	16.907	2.616	18.312
Cuenca	84.623	2.423	1.584	11.088
Machala	62.658	1.797	1.392	9.744
Ambato	47.817	1.376	1.920	13.440
Azuay	96.736	2.643	416	2.912



Bolívar	46.122	1.279	280	1.960
Cañar	56.694	1.595	288	2.016
Carchi	43.923	1.288	264	1.848
Cotopaxi	100.202	2.807	496	3.472
Chimborazo	114.597	3.196	440	3.080
El Oro	97.861	2.862	360	2.520
Esmeraldas	116.307	3.392	480	3.360
Guayas	347.054	10.067	1056	7.392
Imbabura	103.361	3.040	448	3.136
Loja	110.928	3.194	408	2.856
Los Ríos	189.694	5.459	616	4.312
Manabí	315.439	9.071	880	6.160
Morona Santiago	34.563	975	256	1.792
Napo	24.091	701	232	1.624
Pastaza	21.361	617	216	1.512
Pichincha	258.888	7.358	768	5.376
Tungurahua	90.743	2.525	408	2.856
Zamora Chinchipe	23.108	669	224	1.568
Galápagos	8.520	348	192	1.344
Sucumbíos	43.234	1.250	240	1.680
Orellana	33.317	982	248	1.736
Sto. Domingo de los Tsáchilas	107.630	3.148	352	2.464
Santa Elena	67.667	2.025	304	2.128
Zonas no delimitadas	7.451	209	192	1.344

Asignación de la muestra

La muestra fue distribuida proporcionalmente por cada estrato dentro de cada dominio de estudio:

$$n_{dh} = n_D \cdot \frac{N_{dh}}{N_D}$$

donde:

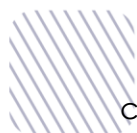
- n_{di} = Tamaño de la muestra para el estrato h del dominio de estudio D
- n_D = Tamaño de la muestra para el dominio de estudio D
- N_{dh} = Total de viviendas ocupadas en el estrato h del dominio de estudio D
- N_D = Total de viviendas ocupadas en el dominio de estudio D .

Selección de la muestra

La selección de la muestra se realiza en forma aleatoria, en dos etapas:

- **Primera etapa:** selección de Unidades Primarias de Muestreo (UPM) por estrato.
- **Segunda etapa:** selección de viviendas ocupadas dentro de cada una de las UPM seleccionadas en la primera etapa.

La selección de las UPM que forman parte de la muestra se realiza de manera independiente en cada uno de los dominios de forma aleatoria, asignando a



cada UPM igual probabilidad de ser seleccionada. De la misma forma, la selección de viviendas es aleatoria dentro de cada UPM seleccionada.

Rotación de la muestra por paneles

El objetivo de realizar una encuesta tipo panel, es medir los cambios en los indicadores entre trimestres y años consecutivos, así como la estacionalidad en el tiempo.

Cada UPM pertenece a un panel, el cual está constituido por siete viviendas efectivas u originales, es decir, el panel y su seguimiento será a nivel de conglomerado.

La rotación de paneles sigue el esquema 2-2-2, es decir, un panel es visitado en dos trimestres consecutivos, en los siguientes dos trimestres no se realiza ninguna visita y en los siguientes dos trimestres la segunda visita. Esta metodología se la viene aplicando desde el año 2007 donde cada panel de rotación tiene una duración de dos años.

Una de las bondades de esta propuesta de rotación, es que es compatible con un proceso de actualización cartográfica permanente, donde un panel ingresa con actualización de la condición de ocupación de las viviendas que lo componen, con la finalidad de garantizar cobertura muestral para la investigación, además se asegura que un panel tenga como máximo un periodo de desactualización de 2 años.

Gráfico 1. Esquema de rotación de paneles para la ENEMDU 2018-2019

ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
A 001	C 003	E 005	A 001	C 003	E 005	J 010	K 011	L 012	J 010	K 011	L 012
B 002	D 004	F 006	G 007	H 008	I 009	G 007	H 008	I 009	B 002	D 004	F 006
Z1 099	Z2 099	Z3 099	Z4 099	Z5 099	Z6 099	Z7 099	Z8 099	Z9 099	Z10 099	Z11 099	Z12 099

ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
A 001	C 003	E 005	A 001	C 003	E 005	J 010	K 011	L 012	J 010	K 011	L 012
B 002	D 004	F 006	G 007	H 008	I 009	G 007	H 008	I 009	B 002	D 004	F 006
Z1 099	Z2 099	Z3 099	Z4 099	Z5 099	Z6 099	Z7 099	Z8 099	Z9 099	Z10 099	Z11 099	Z12 099

En el gráfico 1 se puede observar la presencia de cada uno de los paneles durante un periodo de dos años. De este modo, es posible analizar la probabilidad de permanencia y transición de la Población en edad de trabajar (PET), para los principales indicadores de mercado laboral.

Por último, se debe considerar que los paneles a los que se les asigna el panel Z son aquellos que se investigan para completar el total de muestra necesaria para garantizar representatividad en los dominios de la investigación y tendrán seguimiento solamente de manera anual.



Cobertura de viviendas planificada y efectiva:

Cobertura planificada

A continuación, se presenta la cobertura planificada de viviendas de la ENEMDU anual enero-diciembre de 2019:

Tabla 2. Distribución de la cobertura planificada de viviendas por estrato socioeconómico

Dominio	Estrato Socioeconómico			Total
	Alto (1)	Medio (2)	Bajo (3)	
Quito	6.216	7.056	3.360	16.632
Guayaquil	4.704	10.584	3.024	18.312
Cuenca	3.024	4.704	3.360	11.088
Machala	2.016	4.872	2.856	9.744
Ambato	3.360	5.544	4.536	13.440
Azuay	1008	1120	784	2.912
Bolívar	784	728	448	1.960
Cañar	728	840	448	2.016
Carchi	504	840	504	1.848
Cotopaxi	1176	1344	952	3.472
Chimborazo	1288	1176	616	3.080
El Oro	672	1.120	728	2.520
Esmeraldas	1.008	1.456	896	3.360
Guayas	3.108	2576	1708	7.392
Imbabura	728	1.176	1.232	3.136
Loja	1.008	1.064	784	2.856
Los Ríos	1904	1456	952	4.312
Manabí	2184	2.688	1288	6.160
Morona Santiago	1288	280	224	1.792
Napo	1064	336	224	1.624
Pastaza	560	504	448	1.512
Pichincha	1.512	1.736	2.128	5.376
Tungurahua	952	1176	728	2.856
Zamora Chinchipe	448	616	504	1.568
Galápagos	672	448	224	1.344
Sucumbíos	560	672	448	1.680
Orellana	560	672	504	1.736
Sto. Domingo de los Tsáchilas	616	1.120	728	2.464
Santa Elena	1232	560	336	2.128
Zonas No Delimitadas	448	448	448	1.344
Total	45.332	58.912	35.420	139.664

Cobertura efectiva

Por otro lado, la cobertura efectiva de viviendas levantadas en la ENEMDU Anual enero-diciembre de 2019, se muestra a continuación:



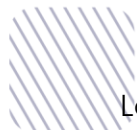
Tabla 3. Distribución de la cobertura efectiva de viviendas por estrato socioeconómico de la ENEMDU anual enero-diciembre 2019

Dominio	Estrato Socioeconómico			Total
	Alto (1)	Medio (2)	Bajo (3)	
Quito	6.123	7.028	3.344	16.495
Guayaquil	4.674	10.564	3.016	18.254
Cuenca	3.004	4.694	3.345	11.043
Machala	2.016	4.867	2.855	9.738
Ambato	3.354	5.534	4.530	13.418
Azuay	1.008	1.116	779	2.903
Bolívar	772	723	444	1.939
Cañar	724	836	444	2.004
Carchi	503	838	503	1.844
Cotopaxi	1.162	1.344	951	3.457
Chimborazo	1.279	1.171	615	3.065
El Oro	672	1.116	724	2.512
Esmeraldas	997	1.445	890	3.332
Guayas	3.094	2.560	1.692	7.346
Imbabura	725	1.182	1.224	3.131
Loja	1.005	1.059	775	2.839
Los Ríos	1.895	1.450	946	4.291
Manabí	2.168	2.669	1.268	6.105
Morona Santiago	1.267	279	221	1.767
Napo	1.050	334	222	1.606
Pastaza	552	502	443	1.497
Pichincha	1.508	1.718	2.120	5.346
Tungurahua	948	1.180	720	2.848
Zamora Chinchipe	434	622	494	1.550
Galápagos	664	413	244	1.321
Sucumbíos	557	671	447	1.675
Orellana	552	670	497	1.719
Sto. Domingo de los Tsáchilas	602	1.101	714	2.417
Santa Elena	1.228	560	334	2.122
Zonas No Delimitadas	441	444	446	1.331
Total	44.978	58.690	35.247	138.915

4. Cálculo de los factores de expansión

El procedimiento de ponderación general para la ENEMDU requiere de dos etapas.

- La **primera etapa** consiste en calcular una ponderación de UPM. De ser necesario se aplica un ajuste por no respuesta a nivel de UPM.
- La **segunda etapa** consiste en calcular una ponderación de viviendas dentro de cada UPM. De ser necesario se aplica un ajuste por no respuesta a nivel de vivienda.



La “falta de respuesta” se produce cuando no se llega a obtener respuesta de algunas unidades de la muestra. Resulta útil pensar en la población de la muestra dividida en dos conjuntos, el primero, formado por todas las unidades de la muestra de las que se ha obtenido respuesta; y el segundo, por todas las unidades de la muestra de las que no se ha podido obtener respuesta.

La tasa de falta de respuesta puede estimarse con exactitud si se llevan a cabo recuentos de todos los elementos que cumplen los requisitos que se incluyen en la muestra. La tasa de respuesta en una encuesta se define como el coeficiente entre el número de cuestionarios completados por las unidades y el número total de unidades de la muestra que cumplen los requisitos. La falta de respuesta puede deberse a la ausencia del domicilio de las personas seleccionadas, a los cambios en la condición de ocupación de la vivienda, a la negación de dichas personas a participar o a su incapacidad para responder a las preguntas, entre otras. Otra posible causa de la falta de respuesta puede ser la imposibilidad de llevar a cabo la encuesta en determinadas zonas por razones climatológicas, dificultades del terreno o cuestiones de seguridad.

El factor de expansión final de la ENEMDU Anual, es el resultado de un procedimiento que involucra el cálculo del factor de expansión de diseño y el ajuste por cobertura en las ENEMDU mensuales, el balanceo de ponderadores, recorte de los pesos de muestreo extremos y la calibración de los factores de expansión, los cuales se describen en el siguiente diagrama de flujo:

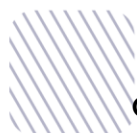
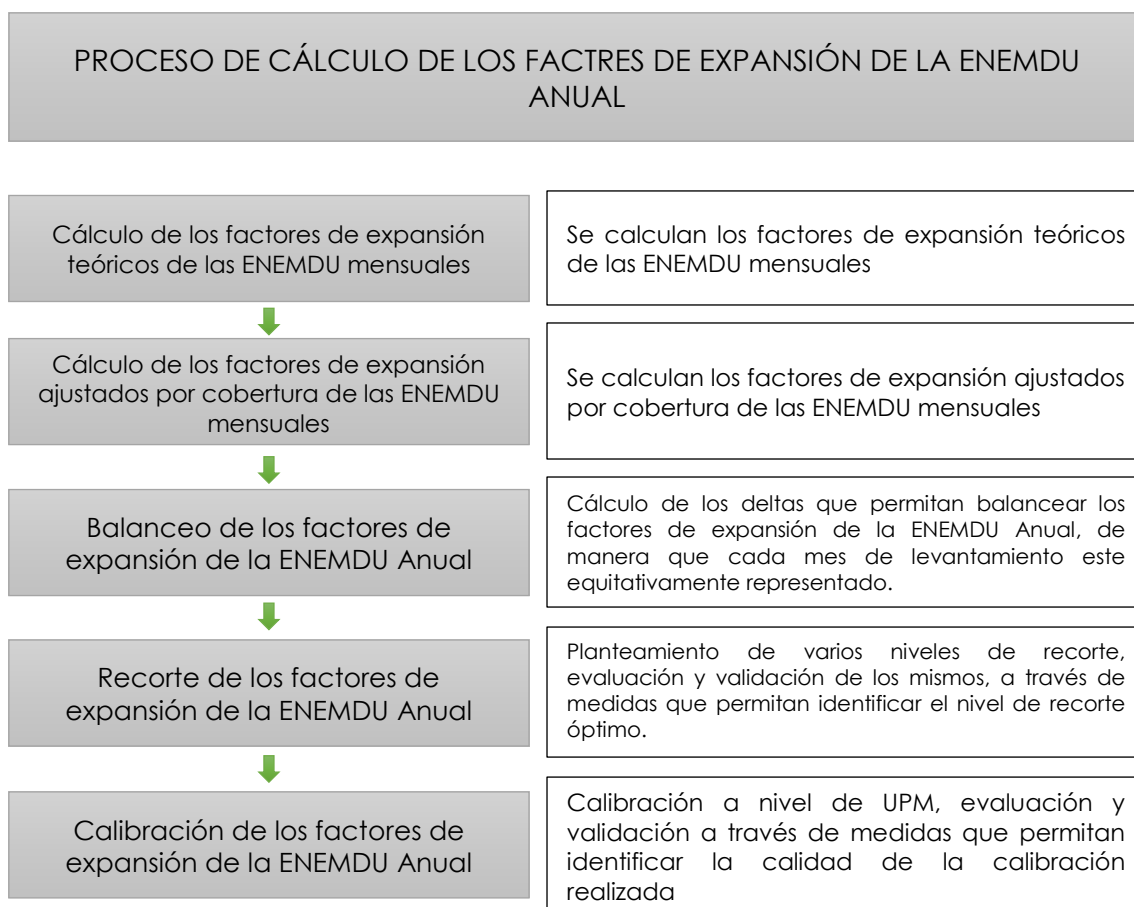


Gráfico 2. Diagrama de flujo del proceso de cálculo de los factores de expansión de la ENEMDU Anual



Cálculo del factor de expansión teórico de las ENEMDU mensuales:

Probabilidad de inclusión de primera etapa (UPM)

Las UPM fueron seleccionadas con igual probabilidad en los estratos de muestreo h , por tanto, la probabilidad de inclusión de la primera etapa (UPM) es calculada a partir del siguiente algoritmo:

$$\pi_{hi} = \frac{n_h}{N_h}$$

donde:

π_{hi} = probabilidad de inclusión de primera etapa de la UPM i en el estrato h

n_h = número de UPM investigadas en el estrato h en la muestra.

N_h = número de UPM del estrato h en la población.

Por tanto, la ponderación básica de primera etapa para la i -ésima UPM muestreada en el estrato h es la inversa de la probabilidad de inclusión de la primera etapa y queda definida por:

$$w_{hi} = \frac{1}{\pi_{hi}}$$



Probabilidad de inclusión de segunda etapa (viviendas)

Las viviendas fueron escogidas con igual probabilidad de selección en cada UPM levantada en la primera etapa, por tanto, la probabilidad de inclusión de la segunda etapa (vivienda) es calculada a partir del siguiente algoritmo:

$$\pi_{ij} = \frac{n_i}{N_i}$$

donde:

- π_{ij} = probabilidad de inclusión de segunda etapa de la vivienda j en la UPM i
- n_i = número de viviendas investigadas en la UPM i en la muestra.
- N_i = número de viviendas de la UPM i en la población.

Por tanto, la ponderación básica de segunda etapa para la j -ésima vivienda en la i -ésima UPM viene dada por:

$$w_{ij} = \frac{1}{\pi_{ij}}$$

Factor de expansión teórico o de diseño

El factor de expansión teórico o de diseño ($w_{h_{ij}}$) es el inverso de la multiplicación de las probabilidades de inclusión de la primera y de la segunda etapa, tal como se expresa a continuación:

$$w_{h_{ij}} = \frac{1}{\pi_{h_i} * \pi_{ij}}$$

Con la finalidad de relajar la notación, se notara como w_k al factor de expansión teórico ($w_{h_{ij}}$).

Cálculo del factor de expansión ajustado por cobertura de las ENEMDU mensuales

Ajuste por cambio de ocupación (no elegibilidad)

Si las viviendas seleccionadas presentan cambio en su estado de ocupación (viviendas temporales, desocupadas, en construcción, destruidas, convertidas en negocio y otra razón), se realiza el siguiente ajuste:

$$a_1 = 1 - \frac{\# \text{ de viviendas no elegibles en la UPM de la vivienda } k}{\# \text{ de viviendas investigadas en la UPM de la vivienda } k}$$

Por lo tanto, el factor de expansión ajustado por cambio de ocupación (no elegibilidad) es:

$$w_k^{ne} = w_k * a_1,$$

donde:



- w_k^{ne} = factor de expansión ajustado por no elegibilidad de la vivienda k .
 w_k = factor de expansión teórico de la vivienda k .
 a_1 = ajuste por cambio de ocupación (no elegibles) en la UPM de la vivienda k .

Ajuste por nadie en casa (elegibilidad desconocida)

El siguiente ajuste consiste en redistribuir los pesos de las unidades secundarias de muestreo con elegibilidad desconocida (nadie en casa) utilizando la siguiente expresión:

$$a_2 = \frac{\# \text{ de viviendas investigadas en la UPM de la vivienda } k}{\# \text{ de viviendas completas en la UPM de la vivienda } k}$$

Por lo tanto, el factor de expansión ajustado por elegibilidad desconocida es:

$$w_k^{ed} = w_k^{ne} * a_2,$$

donde:

- w_k^{ed} = factor de expansión ajustado por elegibilidad desconocida de la vivienda k .
 w_k^{ne} = factor de expansión ajustado por no elegibilidad de la vivienda k .
 a_2 = ajuste por nadie en casa (elegibilidad desconocida) en la UPM de la vivienda k .

Cabe recalcar que este ajuste se realiza únicamente en las UPM que cuentan con al menos una vivienda con elegibilidad desconocida.

Ajuste por rechazo (no respondientes)

El último ajuste en los pesos de muestreo se realiza si el resultado de la entrevista de las viviendas, al momento de realizar la investigación, fue rechazo. Si este es el caso, el ajuste a realizar es:

$$a_3 = \frac{\# \text{ de viviendas investigadas en la UPM de la vivienda } k}{\# \text{ de viviendas completas en la UPM de la vivienda } k}$$

Cabe recalcar, que si una vivienda fue rechazo esta sigue siendo parte del conjunto de viviendas elegibles. Además, este ajuste no se realiza si $a_2 \neq 1$. Por tanto, el factor de expansión ajustado por rechazo viene dado por la siguiente multiplicación:

$$w_{k_a} = w_k^{ed} * a_3$$

donde:

- w_{k_a} = factor de expansión ajustado por rechazo en la vivienda k
 w_k^{ed} = factor de expansión ajustado por elegibilidad desconocida en la vivienda k
 a_3 = ajuste por rechazo (no respondientes) en la UPM de la vivienda k .



Balanceo de los factores de expansión de la ENEMDU Anual

La recolección de información de la ENEMDU Anual se realizó durante los meses de enero a diciembre de 2019. Dado que la ENEMDU anual es representativa a nivel Nacional, urbano-rural, 5 ciudades principales y provincial, se revisó la distribución de las viviendas efectivas que fueron investigadas por mes de levantamiento, como se observa en la Tabla 4:

Tabla 4. Distribución de viviendas efectivas investigadas por mes de levantamiento

Dominio	Mes	Viviendas efectivas	Viviendas efectivas (%)
Quito	Enero	1.379	8,36%
Quito	Febrero	1.382	8,38%
Quito	Marzo	1.378	8,35%
Quito	Abril	1.379	8,36%
Quito	Mayo	1.379	8,36%
Quito	Junio	1.354	8,21%
Quito	Julio	1.373	8,32%
Quito	Agosto	1.363	8,26%
Quito	Septiembre	1.373	8,32%
Quito	Octubre	1.380	8,37%
Quito	Noviembre	1.380	8,37%
Quito	Diciembre	1.375	8,34%
Guayaquil	Enero	1.518	8,32%
Guayaquil	Febrero	1.524	8,35%
Guayaquil	Marzo	1.524	8,35%
Guayaquil	Abril	1.521	8,33%
Guayaquil	Mayo	1.519	8,32%
Guayaquil	Junio	1.522	8,34%
Guayaquil	Julio	1.522	8,34%
Guayaquil	Agosto	1.522	8,34%
Guayaquil	Septiembre	1.523	8,34%
Guayaquil	Octubre	1.521	8,33%
Guayaquil	Noviembre	1.521	8,33%
Guayaquil	Diciembre	1.517	8,31%
Cuenca	Enero	919	8,32%
Cuenca	Febrero	920	8,33%
Cuenca	Marzo	922	8,35%
Cuenca	Abril	920	8,33%
Cuenca	Mayo	918	8,31%
Cuenca	Junio	922	8,35%
Cuenca	Julio	923	8,36%
Cuenca	Agosto	922	8,35%
Cuenca	Septiembre	917	8,30%
Cuenca	Octubre	920	8,33%
Cuenca	Noviembre	922	8,35%
Cuenca	Diciembre	918	8,31%
Machala	Enero	811	8,33%
Machala	Febrero	812	8,34%
Machala	Marzo	810	8,32%
Machala	Abril	810	8,32%



Machala	Mayo	812	8,34%
Machala	Junio	812	8,34%
Machala	Julio	812	8,34%
Machala	Agosto	812	8,34%
Machala	Septiembre	812	8,34%
Machala	Octubre	812	8,34%
Machala	Noviembre	811	8,33%
Machala	Diciembre	812	8,34%
Ambato	Enero	1.119	8,34%
Ambato	Febrero	1.119	8,34%
Ambato	Marzo	1.119	8,34%
Ambato	Abril	1.118	8,33%
Ambato	Mayo	1.119	8,34%
Ambato	Junio	1.118	8,33%
Ambato	Julio	1.118	8,33%
Ambato	Agosto	1.117	8,32%
Ambato	Septiembre	1.117	8,32%
Ambato	Octubre	1.120	8,35%
Ambato	Noviembre	1.116	8,32%
Ambato	Diciembre	1.118	8,33%
Resto urbano	Enero	1.634	4,96%
Resto urbano	Febrero	1.628	4,94%
Resto urbano	Marzo	4.978	15,11%
Resto urbano	Abril	1.626	4,93%
Resto urbano	Mayo	1.636	4,96%
Resto urbano	Junio	4.966	15,07%
Resto urbano	Julio	1.631	4,95%
Resto urbano	Agosto	1.632	4,95%
Resto urbano	Septiembre	4.973	15,09%
Resto urbano	Octubre	1.634	4,96%
Resto urbano	Noviembre	1.634	4,96%
Resto urbano	Diciembre	4.981	15,12%
Resto Rural	Enero	1.497	4,04%
Resto Rural	Febrero	1.503	4,06%
Resto Rural	Marzo	6.228	16,83%
Resto Rural	Abril	1.506	4,07%
Resto Rural	Mayo	1.501	4,06%
Resto Rural	Junio	6.260	16,91%
Resto Rural	Julio	1.506	4,07%
Resto Rural	Agosto	1.498	4,05%
Resto Rural	Septiembre	6.256	16,90%
Resto Rural	Octubre	1.504	4,06%
Resto Rural	Noviembre	1.498	4,05%
Resto Rural	Diciembre	6.257	16,90%

El balanceo de los pesos de muestreo se realizó a través de un factor de ajuste propuesto por Kish (1999) en el contexto de acumulación de muestras y está dado por la siguiente expresión:

$$\delta_{tD} = \frac{n_{tD}}{\sum_{t=1}^{12} n_{tD}}$$



Donde δ_{tD} es un factor de ajuste, que depende del tamaño de muestra, que representa el porcentaje de individuos investigados en el mes t para el dominio de estudio D .

Tabla 5. Deltas (ponderadores de balanceo) para cada dominio y mes de levantamiento

Dominio	Mes	n	Delta
Quito	Enero	4.485	0,0852
Quito	Febrero	4.404	0,0836
Quito	Marzo	4.389	0,0833
Quito	Abril	4.495	0,0853
Quito	Mayo	4.439	0,0843
Quito	Junio	4.361	0,0828
Quito	Julio	4.386	0,0833
Quito	Agosto	4.263	0,0809
Quito	Septiembre	4.305	0,0817
Quito	Octubre	4.439	0,0843
Quito	Noviembre	4.330	0,0822
Quito	Diciembre	4.371	0,0830
Guayaquil	Enero	5.533	0,0836
Guayaquil	Febrero	5.505	0,0832
Guayaquil	Marzo	5.534	0,0836
Guayaquil	Abril	5.634	0,0851
Guayaquil	Mayo	5.527	0,0835
Guayaquil	Junio	5.522	0,0834
Guayaquil	Julio	5.551	0,0839
Guayaquil	Agosto	5.526	0,0835
Guayaquil	Septiembre	5.543	0,0838
Guayaquil	Octubre	5.420	0,0819
Guayaquil	Noviembre	5.477	0,0828
Guayaquil	Diciembre	5.406	0,0817
Cuenca	Enero	3.159	0,0843
Cuenca	Febrero	3.220	0,0859
Cuenca	Marzo	3.090	0,0825
Cuenca	Abril	3.153	0,0841
Cuenca	Mayo	3.158	0,0843
Cuenca	Junio	3.165	0,0845
Cuenca	Julio	3.118	0,0832
Cuenca	Agosto	3.060	0,0817
Cuenca	Septiembre	3.187	0,0850
Cuenca	Octubre	3.007	0,0802
Cuenca	Noviembre	3.097	0,0826
Cuenca	Diciembre	3.060	0,0817
Machala	Enero	2.784	0,0824
Machala	Febrero	2.891	0,0855
Machala	Marzo	2.816	0,0833
Machala	Abril	2.777	0,0822
Machala	Mayo	2.842	0,0841
Machala	Junio	2.835	0,0839



Machala	Julio	2.796	0,0827
Machala	Agosto	2.813	0,0832
Machala	Septiembre	2.887	0,0854
Machala	Octubre	2.768	0,0819
Machala	Noviembre	2.769	0,0819
Machala	Diciembre	2.816	0,0833
Ambato	Enero	3.493	0,0847
Ambato	Febrero	3.445	0,0835
Ambato	Marzo	3.459	0,0839
Ambato	Abril	3.439	0,0834
Ambato	Mayo	3.428	0,0831
Ambato	Junio	3.483	0,0845
Ambato	Julio	3.460	0,0839
Ambato	Agosto	3.362	0,0815
Ambato	Septiembre	3.471	0,0842
Ambato	Octubre	3.499	0,0848
Ambato	Noviembre	3.366	0,0816
Ambato	Diciembre	3.338	0,0809
Resto urbano	Enero	5.679	0,0487
Resto urbano	Febrero	5.704	0,0490
Resto urbano	Marzo	17.628	0,1513
Resto urbano	Abril	5.700	0,0489
Resto urbano	Mayo	5.802	0,0498
Resto urbano	Junio	17.877	0,1535
Resto urbano	Julio	5.808	0,0499
Resto urbano	Agosto	5.546	0,0476
Resto urbano	Septiembre	17.853	0,1532
Resto urbano	Octubre	5.523	0,0474
Resto urbano	Noviembre	5.780	0,0496
Resto urbano	Diciembre	17.596	0,1510
Resto Rural	Enero	5.616	0,0411
Resto Rural	Febrero	5.496	0,0402
Resto Rural	Marzo	23.257	0,1702
Resto Rural	Abril	5.475	0,0401
Resto Rural	Mayo	5.744	0,0420
Resto Rural	Junio	23.174	0,1696
Resto Rural	Julio	5.808	0,0425
Resto Rural	Agosto	5.751	0,0421
Resto Rural	Septiembre	22.819	0,1670
Resto Rural	Octubre	5.390	0,0394
Resto Rural	Noviembre	5.522	0,0404
Resto Rural	Diciembre	22.621	0,1655

En la Tabla 5 se muestra los deltas (ponderadores de balanceo) que se utilizarán para balancear los factores de expansión. Con esto se logra que cada mes de levantamiento de información este equitativamente representado por la información levantada. Los factores de expansión anuales balanceados resultan de la multiplicación del factor de expansión ajustado por cobertura de las ENEMDU mensuales por el ponderador que balancea la muestra para cada mes (delta), de la siguiente forma:



$$w_{k_b} = w_{k_a} * \delta_{tD}$$

Recorte de los factores de expansión extremos de la ENEMDU Anual

Debido a los ajustes por cobertura y calibración la variabilidad de los factores de expansión se ha visto incrementada. Potter (1990) señala que la variación extrema en los factores de expansión puede resultar en varianzas muestrales excesivamente grandes.

Para solventar este inconveniente se han desarrollado algunos procedimientos para limitar o reducir el tamaño de los factores de expansión extremos, algunos de los cuales están descritos en Potter (1990, 1993). Para la ENEMDU se utiliza el método de recorte y redistribución de factores de expansión más común, descrito en Valliant (2013), el cual propone el siguiente método iterativo:

- (1) Fijar una cota inferior y superior para los factores de expansión.
- (2) Todo factor de expansión mayor a la cota superior (o menor a la cota inferior) se fija en el valor de la cota, definiendo:

$$w_{k_r} = \begin{cases} U & \text{si } w_{k_b} \geq U, \\ w_{k_b} & \text{si } L < w_{k_b} < U, \\ L & \text{si } w_{k_b} \leq L. \end{cases}$$

Donde w_{k_r} es el conjunto de los factores de expansión recortados.

- (3) Calcular $R = \sum_k |w_{k_b} - w_{k_r}|$.
- (4) Distribuir R equitativamente entre todos los pesos no recortados.
- (5) Repetir los pasos (1)-(4) hasta que $R = 0$.

Puesto que la ENEMDU presenta factores de expansión extremos únicamente en la cola derecha de su distribución, L es igual a 1 y U se fija en 3, 3.5, 4, 4.5 y 5 veces la mediana. Cabe señalar que, el recorte y redistribución de los factores de expansión se realizó de manera independiente en los estratos de muestreo, los cuales están formados por la provincia o ciudad principal, el área y el estrato socioeconómico.

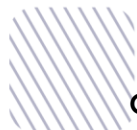


Gráfico 3. Diagramas de caja y bigote de los factores de expansión balanceados de la ENEMDU Anual enero-diciembre¹ 2019

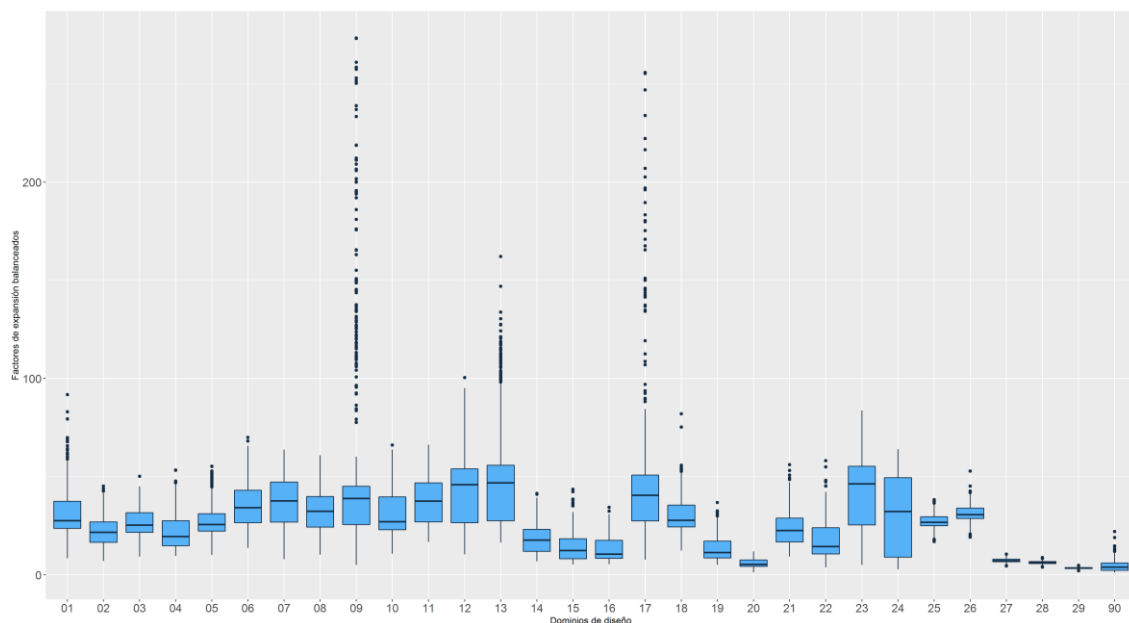
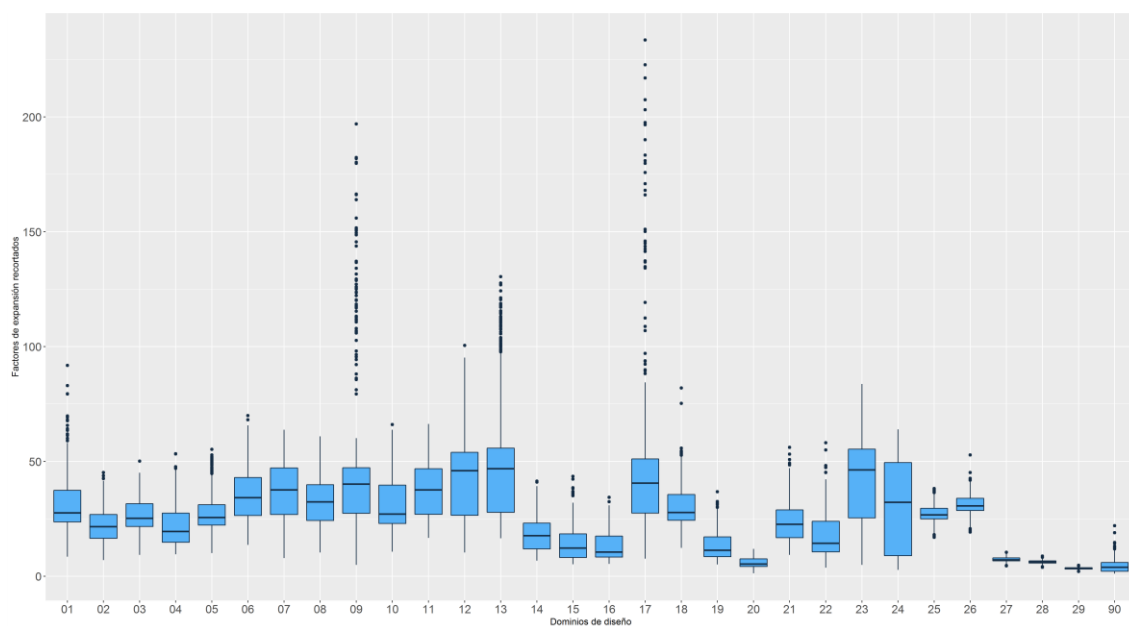


Gráfico 4. Diagramas de caja y bigote de los factores de expansión recortados de la ENEMDU Anual enero-diciembre 2019

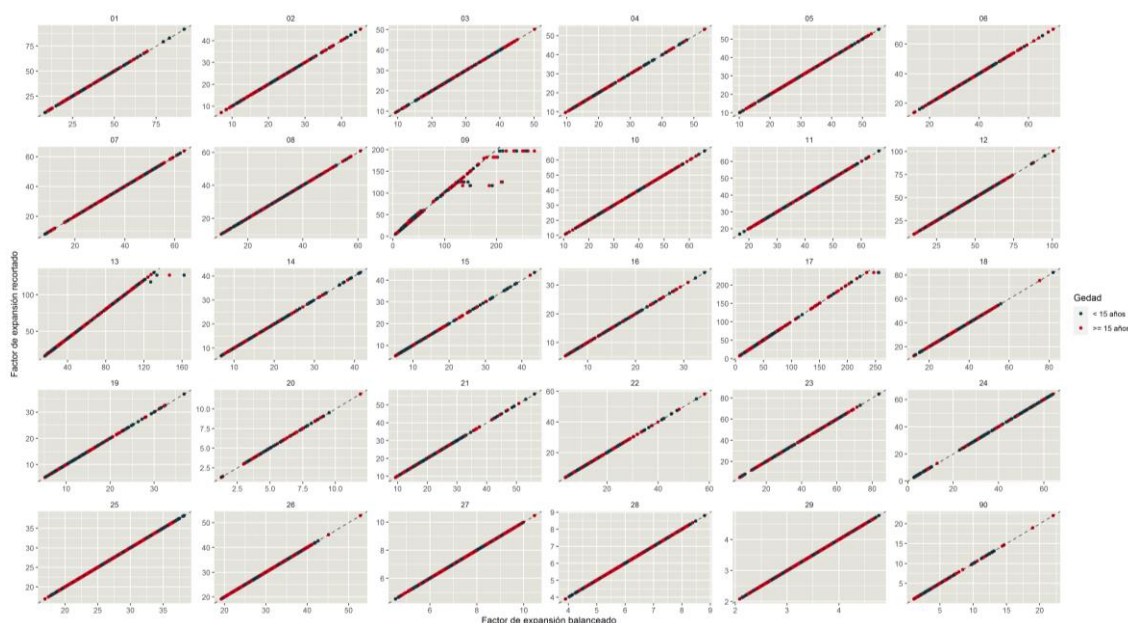


En los gráficos 3 y 4 se presentan los diagramas de caja y bigote de los factores de expansión balanceados por mes de levantamiento de información y recortados, respectivamente, a nivel de estrato de muestreo. Se observa que pesos de muestreo extremos son recortados y redistribuidos en algunos dominios de la encuesta.

¹ Los 29 dominios son los siguientes: del 1 al 24 corresponden a las provincias del país, mientras que los dominios 25, 26, 27, 28 y 29 son Quito, Guayaquil, Cuenca, Machala y Ambato, respectivamente.



Gráfico 5. Comparación de los factores de expansión balanceados por mes de levantamiento y recortados por dominio y grupo de edad



En el Gráfico 5 se puede evidenciar que se presentan factores de expansión recortados en algunos dominios, por cuanto los pesos de muestreo están a la derecha de la línea de 45 grados.

Validación del recorte de los factores de expansión extremos

Se evaluaron 5 niveles de recorte de factores de expansión considerando 5 cotas superiores diferentes (3, 3.5, 4, 4.5 y 5 veces la mediana). Esta evaluación del nivel de recorte se efectuó, por un lado, tomando en cuenta el porcentaje de factores de expansión recortados por estrato de muestreo y por otro una estimación del Error Cuadrático Medio (MSE) del recorte.

Porcentaje de factores de expansión recortados por estrato de muestreo

A través de la identificación del porcentaje de factores de expansión recortados, se puede identificar que existieron pesos de muestreo recortados en los diferentes estratos de muestreo considerando los diferentes niveles o cotas superiores de recorte (Ver Anexo 1).

Error cuadrático medio (MSE) del recorte de los factores de expansión

Otro criterio que permite evaluar la calidad del recorte de los ponderadores, es evaluar una estimación del Error Cuadrático Medio (MSE) para los elementos de datos seleccionados en varios niveles de recorte para determinar empíricamente el nivel de recorte (Cox y McGrath, 1981). El



supuesto subyacente a este procedimiento es que para un conjunto de pesos y datos existe un punto en el que la reducción en la varianza de muestreo resultante del recorte se compensa con el aumento en el cuadrado del sesgo introducido en la estimación.

En esta técnica, el $MSE(\hat{Y}_t)$ es estimado por:

$$\overline{MSE}(\hat{Y}_t) = (\hat{Y}_t - \hat{Y})^2 - \widehat{Var}(\hat{Y}) + 2[\widehat{Var}(\hat{Y}_t)\widehat{Var}(\hat{Y})]^{1/2}$$

donde:

\hat{Y} = estimación de la media usando el factor de expansión no recortado,

\hat{Y}_t = estimación de la media usando el factor de expansión recortado,

$\widehat{Var}(\hat{Y})$ = varianza estimada de \hat{Y} ,

$\widehat{Var}(\hat{Y}_t)$ = varianza estimada de \hat{Y}_t .

Asimismo, Potter (1990) sostiene que este procedimiento se implementa calculando repetidamente la estimación del MSE para elementos de datos seleccionados a diferentes niveles de recorte de pesos de muestreo. El nivel 'óptimo' de recorte es el punto que minimiza el MSE estimado (es decir, minimiza la varianza muestral y el sesgo cuadrático estimado) para el conjunto de datos.

Para evaluar los diferentes niveles de recorte aplicados, se estimó los MSE de 5 indicadores: PEA, empleo adecuado, desempleo, subempleo y pobreza por ingresos bajo diferentes desagregaciones como nivel nacional, por área y por dominio, determinando los niveles "óptimos" de recorte para cada indicador investigado y para cada nivel de desagregación analizado (Ver Anexo 2).

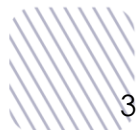
Al evaluar las medidas de validación del recorte de pesos extremos, tanto el porcentaje de factores de expansión recortados como el error cuadrático medio del recorte, se observó que el nivel óptimo de recorte se establece en 4.5 veces la mediana como cota superior.

Calibración de los factores de expansión de la ENEMDU Anual

La calibración de los factores de expansión (Deville J.C., Särndal C.E. y Sautory O., 1993) es un ajuste que se realiza a los ponderadores con el propósito de que las estimaciones de algunas variables de control reproduzcan con exactitud los totales poblacionales de dichas variables.

Cuando los estudios por muestreo están afectados por la ausencia de respuesta, es deseable tener las siguientes propiedades en la estructura inferencial que sustenta el muestreo:

1. Sesgo pequeño o nulo.
2. Errores estándar pequeños.



3. Un sistema de ponderación que reproduzca la información auxiliar disponible.
4. Un sistema de ponderación que sea eficiente al momento de estimar cualquier característica de interés en un estudio multipropósito.

Heredia (2010) manifiesta que para la calibración de los factores de expansión es necesario tomar en cuenta la siguiente información:

- Considerar una fuente de información auxiliar que se utiliza como "población" que puede ser censos, registros administrativos u otras encuestas en las cuales se conocen los totales por variables o características que se desee estudiar.
- Otra fuente de información es la "muestra" de la cual procederán los estadísticos que infieren a los parámetros poblacionales.
- Identificar las variables de interés.
- Estimación de los totales de las variables de interés de la muestra.

El objetivo de la calibración es obtener un nuevo sistema de factores de expansión w_k que se encuentren cerca de los ponderadores de diseño d_k , de tal forma que cuando los ponderadores sean usados para estimar los totales de las variables auxiliares, dichos totales sean reproducidos con exactitud de manera que los nuevos factores conserven cualquier propiedad buena de estimación de los pesos básicos.

Estimador de calibración

El estimador de calibración se define de la siguiente manera:

Considere una función de distancia G con argumentos $x = w_k/d_k$ con las siguientes propiedades:

- G es positiva y estrictamente convexa,
- $G(1) = G'(1) = 0$, y
- $G''(1) = 1$.

Bajo esta definición $G(w_k/d_k)$ mide la distancia de los factores de expansión originales d_k a los nuevos factores de expansión w_k , siendo $\sum_s d_k G(w_k/d_k)$ la medida de distancia para toda la muestra s . Por lo tanto, el problema de optimización es:

Minimizar $\sum_s d_k G(w_k/d_k) - \lambda'(\sum_s w_k x_k - \sum_U x_k)$, donde U hace referencia a la población, $x_k = (x_{k1}, \dots, x_{kj}, \dots, x_{kJ})'$ es un vector de valores auxiliares y $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_j, \dots, \lambda_J)'$ es un J - vector de multiplicadores de Lagrange. Para calcular los nuevos factores de expansión, primero se debe determinar el valor de λ , el cual se obtiene resolviendo las ecuaciones de calibración:



$$\sum_s d_k F(x_k' \lambda) x_k = \sum_U x_k.$$

Luego, el estimador de calibración queda definido por:

$$\hat{t}_{yc} = \sum_s w_k y_k = \sum_s d_k F(x_k' \lambda) y_k$$

para los (y_k, x_k) datos observados en la muestra ($k \in s$) y una función de distancia G dada. Nótese que $w_k = d_k F(x_k' \lambda)$ es el nuevo factor de expansión calibrado. En este contexto, notaremos $g_k = F(x_k' \lambda)$.

Cabe mencionar que, en este proceso de construcción de factores de expansión para la ENEMDU, se calibra los pesos de muestreo recortados, por tanto, los ponderadores calibrados son calculados con la siguiente expresión:

$$w_{k_c} = w_{k_r} * g_k$$

Donde w_{k_c} son los factores de expansión calibrados, mientras que w_{k_r} son los pesos de muestreo recortados y g_k los pesos de calibración.

Cabe señalar que la calibración de los factores de expansión se realizó a nivel de UPM, es decir, todos los individuos de una UPM presentan un mismo ponderador, independientemente de sus características demográficas como edad y sexo.

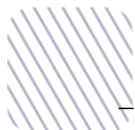
Para la ENEMDU Anual, se aplicó un esquema de calibración en el cual se presentan 36 celdas o post estratos de calibración con la información auxiliar correspondiente a las proyecciones de población del mes intermedio del año (en este caso es el mes de junio de 2019) (Ver Anexo 3), y se evaluó cada uno a través de criterios para validar la calibración propuestas por Silva (2004) (Ver Anexo 4).

Validación de la calibración de los factores de expansión

Silva (2004) propone 7 medidas para evaluar la calidad de la calibración de los factores de expansión, las cuales se detallan a continuación:

- Error relativo promedio sobre las variables auxiliares

$$M1 = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p \frac{|\hat{t}_{xc} - t_x|}{t_x}.$$



– Coeficiente de variación HT relativo promedio

$$M2 = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p \frac{(Var(\hat{t}_{x\pi}))^{1/2}}{t_x}.$$

– Proporción de pesos extremos (límite inferior)

$$M3 = \frac{1}{n} \sum_{k \in S} I(g_k < L).$$

– Proporción de pesos extremos (límite superior)

$$M4 = \frac{1}{n} \sum_{k \in S} I(g_k > U).$$

– Coeficiente de variación de los g_k

$$M5 = \frac{\sigma(g)}{\bar{g}}.$$

– Distancia entre los pesos de calibración y los pesos originales

$$M6 = \frac{1}{n} \sum_{k \in S} \frac{(w_{k_c} - w_{k_r})^2}{w_{k_r}} = \frac{1}{n} \sum_{k \in S} w_{k_r} (g_k - 1)^2.$$

– Eficiencia de los estimadores de calibración sobre la estimación del diseño de muestreo

$$M7 = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J \frac{\hat{V}_g(\hat{T}_{yjc})}{\hat{V}(\hat{T}_{y_j})}.$$

Según el Gráfico 6, en la mayoría de dominios, los factores de expansión calibrados son más grandes que los ponderadores recortados, debido a la condición de reproducir con exactitud los totales poblacionales por sexo y grupo de edad², en las diferentes celdas o post estratos de calibración.

² Menores a 15 años y mayores o iguales a 15 años.

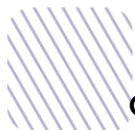
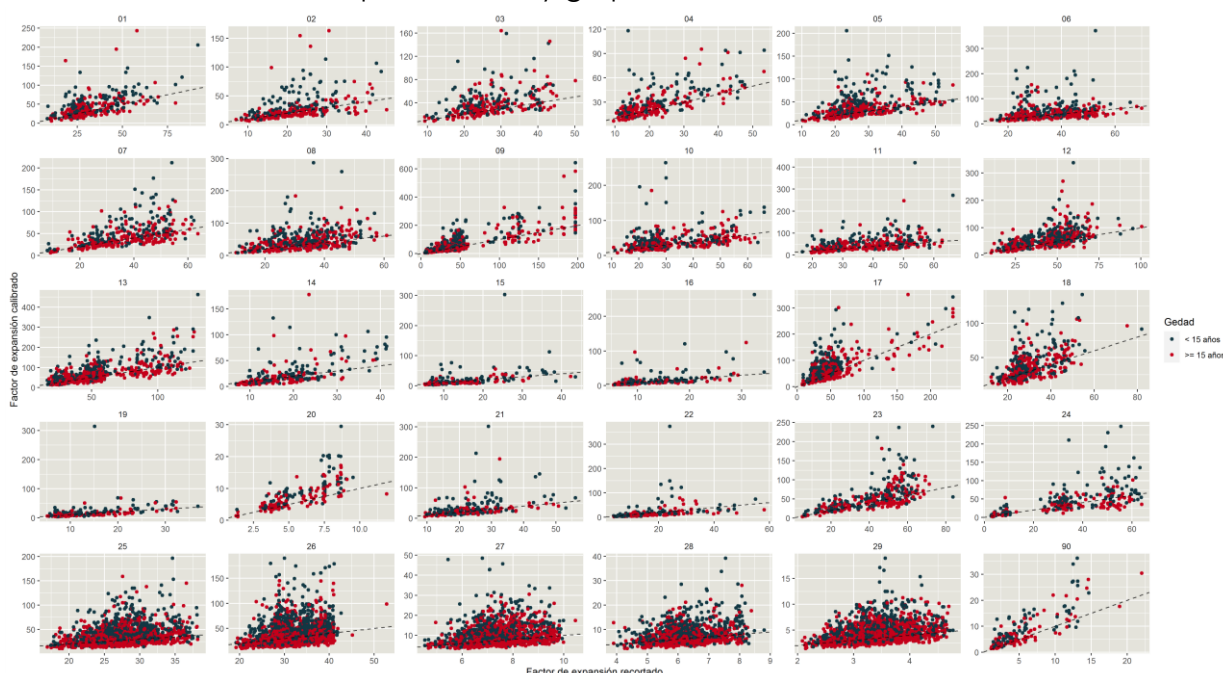


Gráfico 6. Comparación de los factores de expansión recortados y calibrados por dominio y grupo de edad



5. Estimaciones de características

Estimación de características de la población:

Una vez contruidos los factores de expansión se calculan los estimadores provenientes de la ENEMDU, para ello se utiliza el estimador de Horvitz-Thompson, el cual sirve para estimar el valor total de una característica determinada. Está dado por (Carl-Erik Särndal, 1992):

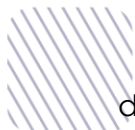
$$\hat{Y}_{HT} = \sum_{k \in D} \sum_{l \in k} w_{k_c} y_{k_l}$$

donde:

- \hat{Y}_{HT} = estimador HT para el total de la característica de interes Y de la variable y
- w_{k_c} = factor de expansión calibrado de la vivienda k
- y_{k_l} = valor de la variable y para la persona l de la vivienda k.

Estimación de errores:

Una vez realizada la estimación respectiva para la variable de interés a nivel de dominio de estudio el error de muestreo es calculado a partir de la estimación de la varianza del estimador del total \hat{Y}_{HT} . Para calcular adecuadamente los errores de muestreo de cada estimador, se debe tomar en cuenta los diferentes aspectos del diseño muestral, es decir, las dos etapas



de muestreo, la estratificación presente en los dominios de estudio y los procesos de selección en cada una de las etapas.

Con todos estos elementos, el coeficiente de variación para el estimador \hat{Y}_{HT} viene dado por la siguiente expresión:

$$CV(\hat{Y}_{HT}) = \frac{\sqrt{\hat{V}_{2st}(\hat{Y}_{HT})}}{\hat{Y}_{HT}},$$

donde:

$\hat{V}_{2st}(\hat{Y}_{HT})$ = estimación de la varianza de dos etapas del estimador HT del total de la variable y.

\hat{Y}_{HT} = estimador HT del total de la característica de interés Y.

Un estimador insesgado para la varianza está dado por:

$$\hat{V}_{2st}(\hat{t}_{\pi}) = \sum \sum_{s_l} \check{\Delta}_{lij} \frac{\hat{t}_{i\pi}}{\pi_{li}} \frac{\hat{t}_{j\pi}}{\pi_{lj}} + \sum_{s_l} \frac{\hat{V}_i}{\pi_{li}},$$

En el cual el \hat{V}_i apropiado es:

$$\hat{V}_i = \sum \sum_{s_{lli}} \check{\Delta}_{llqr|i} \frac{\hat{t}_{iq\pi}}{\pi_{llq|i}} \frac{\hat{t}_{lr\pi}}{\pi_{llr|i}},$$

donde:

i, j = Índice que recorre las UPM i, j en el dominio de estudio d .

q, r = Índices que recorren las viviendas de la UPM i en el dominio de estudio m .

π_{li} = Probabilidad de selección de la Etapa I para la i – ésima UPM en el dominio de estudio d .

$\pi_{llq|i}$ = Probabilidad de selección de la Etapa II para la q – ésima vivienda, dada la i – ésima UPM.

$\check{\Delta}_{lij}$ = Cantidad Δ expandida asociada a las UPM i, j .

$\check{\Delta}_{llqr|i}$ = Cantidad Δ expandida asociada a las viviendas q, r dada la selección de la i – ésima UPM.

Métodos de estimación de errores para diseños muestrales complejos:

Aunque la selección del diseño de muestreo y el estimador sean de libre elección para los investigadores, no lo es el cálculo de las medidas de confiabilidad y precisión. Dado que la base científica sobre la cual descansa el muestreo es la inferencia estadística se deben respetar las normas básicas para la asignación y posterior cálculo del margen de error que constituye una medida unificada del error total de muestreo el cual cuantifica la



incertidumbre acerca de las estimaciones en una encuesta. Los métodos de estimación de los errores muestrales pueden clasificarse en cuatro categorías:

- a) Métodos exactos
- b) Métodos del último conglomerado
- c) Aproximaciones por linealización
- d) Técnicas de replicación

Para la descripción de los métodos se ha tomado como referencia los textos de Kish y Frankel (1974), Wolter (1985) y Lehtonen y Pahkinen (1995) que se encuentran descritos en el documento "ENEMDU: Cálculo de errores estándar y declaración de muestras complejas³" donde se realiza una breve descripción de los métodos convencionales para estimar varianzas o errores muestrales para estimaciones basados en muestreo complejo, que es una característica de la ENEMDU.

A continuación, se describirá las principales características de cada uno de los métodos de estimación de errores para el muestreo complejo:

- Los métodos exactos pueden ser utilizados para estimar totales, medias, tamaños y proporciones.
- La linealización de Taylor debe ser utilizada para estimar parámetros no lineales como razones, medias dentro de dominios, cuartiles o funciones de distribución.
- La técnica del último conglomerado junto con la linealización de Taylor puede ser utilizada para estimar la varianza de los indicadores de interés de las encuestas dirigidas a hogares que tengan diseños muestrales complejos. Esta es la técnica que por defecto utiliza el software SPSS.
- Las técnicas de replicación pueden ser usadas para estimar eficientemente todos los parámetros de interés sin importar su forma funcional.
- La comparación general entre los métodos de linealización y replicación es que no generan resultados idénticos del error de muestreo, pero hay que señalar que existen estudios (Kish y Frankel, 1974) que concluyen que las diferencias presentadas no son significativas cuando se trata de grandes muestras.

El INEC utiliza para la estimación de los parámetros de interés y sus correspondientes errores de muestreo diversos programas estadísticos tales como SPSS, Stata y R. En virtud de las características de cada uno de los métodos es la técnica del último conglomerado en combinación con la linealización de Taylor la cual induce a una muy buena aproximación del error

³ El documento se encuentra disponible en:

https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/EMPLEO/2021/Enero-2021/202101_ENEMDU_Calculo%20de%20errores%20estandar%20y%20declaracion%20de%20muestras%20complejas.pdf



muestral sobre los indicadores más importantes de las encuestas dirigidas a hogares, además de su facilidad de cálculo y replica. En este sentido, será esta la técnica la utilizada para la estimación de los errores muestrales en la ENEMDU.

Las variables requeridas para declarar el diseño muestral en los programas estadísticos (SPSS, Stata y R) y ejecutar el cálculo de los errores de muestreo son presentadas en la Tabla 6, donde se describe las etiquetas de las variables identificadoras de las UPM, estratos y factores de expansión.

Tabla 6. Variables requeridas para declaración del diseño muestral – ENEMDU

Característica	Variable	Descripción
UPM	upm	Agrupación de viviendas ocupadas en un número entre 30 a 60, próximas entre sí y con límites definidos.
Estratos	estrato	Identificación de estrato muestral
Ponderación	fexp	Factor de expansión calibrado

Es importante indicar que los estratos de muestreo están definidos por el cruce entre Provincia (24 grupos) + Área (2 grupos) + estrato socioeconómico de la UPM (3 grupos). Además, las UPM deben tener identificadores únicos dentro de cada estrato y a través del tiempo. Por último, los hogares deben estar unívocamente identificados, así como su pertenencia a las UPM, a los estratos de muestreo y a las rondas del panel correspondiente.

Referencias

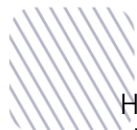
CEPAL. (2021). *Recomendaciones Metodológicas para el Rediseño de la Encuesta Nacional Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU 2021 – 2024)*. Informe de misión al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de Ecuador.

CEPAL. (2019). *Revisión del esquema de agregación y análisis de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo – ENEMDU*. Misión de Asistencia Técnica.

Cox, B.G. and McGrath, D.S. (1981), "An Examination of the Effect of Sample Weight Truncation on the Mean Square Error of Survey Estimates," presented at Biometrics Society ENAR meeting, Richmond, VA. March 1981.

Deville J.C., Särndal C.E. y Sautory O. (1993). *Generalized Raking Procedures in Survey Sampling*. Journal of the American Statistical Association.

Gutiérrez, A. (2018). *Revisión del diseño de muestreo y esquema de análisis de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo-ENEMDU*. Misión de Asistencia Técnica. Quito.



Heredia, O. (2010). *El problema de la Calibración*. Aguascalientes: Dirección de diseño y marcos estadísticos - Instituto Nacional de Estadística y Geografía – INEGI.

Hidiroglu, M., Särndal, C., & Binder, D. (1995). Weighting and Estimation in Business Surveys. En Cox, Binder, Chinnappa, Christianson, Colledge, & Kott, *Business Survey Methods* (págs. 477-502). Jhon Wiley & Sons.

Lemaitre & Dufour (1987). An integrated method for weighting persons and families. *Survey Methodology*, 13(2).

Kish, L. (1987). *Statistical Design for Research*. New York: Wiley.

Kish, L. (1972). *Muestreo de Encuestas*. México: Trillas.

Kish, L. (1999). "Combining/Cumulating Population Surveys", *Survey Methodology*.

Särndal C.E. (1992). Calibration estimators in survey sampling. *Journal of the American statistical Association*.

Kish, Leslie; Frankel, Martin Richard (1974). "Inference from Complex Samples." *Journal of the Royal Statistical Society*.

Wolter, K.M. (1985) *Introduction to Variance Estimation*. Springer-Verlag, New York.

Lehtonen R. & Pahkinen E. (1995). *Practical Methods for Design and Analysis of Complex Surveys*. Maligalig & Martinez (2013). *Developing a Master Sample Design for Households Surveys in Developing Countries: A Case Study In Bangladesh*. *Survey Methods: Insights from the Field*.

Potter F.J. (1990). A study of procedures to identify and trim extreme sampling weights. *American Statistical Association*, pp 225–230.

Särndal, C.E. y Swensson, B. y. W. J. (2003). *Model Assisted Survey Sampling*. Springer Series in Statistics. Springer: New York.

Silva A. (2004). *Calibration Estimation: When and Why, How much and How*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Valliant R., Dever J.A. y Kreuter F. (2013). *Practical Tools for Designing and Weighting Survey Samples*. Springer International Publishing.

Anexo 1: Porcentaje de pesos de muestreo extremos recortados

Estrato	% pesos recortados				
	3 veces	3.5 veces	4 veces	4.5 veces	5 veces
0111	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0112	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0113	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0121	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0122	0,95%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0123	0,90%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0211	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0212	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0213	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0221	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0222	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0223	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0311	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0312	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0313	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0321	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0322	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0323	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0411	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0412	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0413	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0421	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0422	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0423	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0511	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0512	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0513	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0521	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0522	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0523	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0611	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0612	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0613	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0621	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0622	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0623	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0711	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0712	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0713	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0721	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0722	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0723	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0811	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%



0812	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0813	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0821	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0822	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0823	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0911	10,62%	10,62%	10,62%	9,73%	6,55%
0912	13,62%	13,62%	8,62%	5,03%	0,00%
0913	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0921	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
0922	9,84%	8,31%	7,82%	3,94%	3,37%
0923	9,81%	8,61%	7,31%	6,06%	2,43%
1011	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1012	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1013	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1021	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1022	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1023	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1111	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1112	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1113	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1121	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1122	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1123	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1211	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1212	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1213	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1221	1,46%	1,46%	0,00%	0,00%	0,00%
1222	2,15%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1223	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1311	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1312	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1313	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1321	8,97%	4,24%	2,63%	1,70%	1,11%
1322	5,89%	3,51%	1,44%	0,70%	0,00%
1323	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1411	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1421	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1422	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1423	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1511	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1521	19,73%	10,32%	0,00%	0,00%	0,00%
1522	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1523	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1611	4,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1612	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1613	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1621	5,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1622	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1623	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1711	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%



1712	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1713	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1721	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1722	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1723	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1811	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1812	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1813	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1821	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1822	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1823	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1911	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1912	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1913	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1921	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1922	3,93%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1923	3,25%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2011	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2022	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2023	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2111	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2112	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2113	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2121	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2122	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2123	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2211	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2212	4,26%	2,51%	0,00%	0,00%	0,00%
2213	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2221	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2222	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2223	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2311	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2312	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2313	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2321	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2322	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2323	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2411	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2412	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2413	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2421	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2511	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2512	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2513	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2611	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2612	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2613	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2711	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2712	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%



2713	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2811	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2812	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2813	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2911	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2912	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2913	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3011	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3012	2,89%	0,42%	0,00%	0,00%	0,00%
3013	12,88%	9,38%	4,78%	3,12%	0,00%
3021	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3022	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3023	3,45%	2,17%	0,00%	0,00%	0,00%
3111	1,12%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3112	3,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3113	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3121	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
9021	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
9022	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
9023	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Anexo 2: Error cuadrático medio del recorte para diferentes indicadores de mercado laboral y pobreza

- Población Económicamente Activa (PEA):

Indicador PEA	Error cuadrático medio				
	3 veces	3.5 veces	4 veces	4.5 veces	5 veces
Nacional	1,81335E-06	1,66549E-06	1,59698E-06	1,5727E-06	1,5721E-06
Urbano	2,34E-06	2,21E-06	2,15E-06	2,12E-06	2,13E-06
Rural	5,54E-06	5,36E-06	5,34E-06	5,38E-06	5,46E-06
Quito	1,02921E-05	1,02921E-05	1,02921E-05	1,02921E-05	1,02921E-05
Guayaquil	7,93984E-06	7,93984E-06	7,93984E-06	7,93984E-06	7,93984E-06
Cuenca	1,73747E-05	1,73747E-05	1,73747E-05	1,73747E-05	1,73747E-05
Machala	1,60855E-05	1,60855E-05	1,60855E-05	1,60855E-05	1,60855E-05
Ambato	1,32696E-05	1,32696E-05	1,32696E-05	1,32696E-05	1,32696E-05
Resto Sierra Urbano	1,17081E-05	1,17034E-05	1,17387E-05	1,17961E-05	1,18196E-05
Resto Costa Urbano	1,16E-05	1,05E-05	9,78E-06	9,55E-06	9,55E-06
Amazonía Urbano	3,54719E-05	3,56194E-05	3,56082E-05	3,56082E-05	3,56082E-05
Sierra Rural	8,44758E-06	8,45374E-06	8,453E-06	8,453E-06	8,453E-06
Costa Rural	1,84118E-05	1,75358E-05	1,74718E-05	1,76862E-05	1,80833E-05
Amazonía Rural	3,23222E-05	3,25056E-05	3,25895E-05	3,25895E-05	3,25895E-05
Región Insular	7,44246E-05	7,44246E-05	7,44246E-05	7,44246E-05	7,44246E-05
Resto Urbano	5,60707E-06	5,17512E-06	4,93844E-06	4,86511E-06	4,86585E-06
Resto Rural	5,5411E-06	5,35771E-06	5,34217E-06	5,38058E-06	5,455E-06



- Tasa de empleo adecuado:

Indicador Empleo Adecuado	Error cuadrático medio				
	3 veces	3.5 veces	4 veces	4.5 veces	5 veces
Nacional	3,16E-06	3,16E-06	3,17E-06	3,19E-06	3,21E-06
Urbano	4,80E-06	4,83E-06	4,86E-06	4,88E-06	4,90E-06
Rural	6,65E-06	6,64E-06	6,66E-06	6,69E-06	6,72E-06
Quito	1,98098E-05	1,98098E-05	1,98098E-05	1,98098E-05	1,98098E-05
Guayaquil	1,5678E-05	1,5678E-05	1,5678E-05	1,5678E-05	1,5678E-05
Cuenca	2,98096E-05	2,98096E-05	2,98096E-05	2,98096E-05	2,98096E-05
Machala	4,00037E-05	4,00037E-05	4,00037E-05	4,00037E-05	4,00037E-05
Ambato	2,58005E-05	2,58005E-05	2,58005E-05	2,58005E-05	2,58005E-05
Resto Sierra Urbano	2,59134E-05	2,60162E-05	2,61049E-05	2,62714E-05	2,63191E-05
Resto Costa Urbano	2,29E-05	2,27E-05	2,27E-05	2,28E-05	2,30E-05
Amazonía Urbano	7,85946E-05	7,88262E-05	7,88817E-05	7,88817E-05	7,88817E-05
Sierra Rural	1,17421E-05	1,18668E-05	1,18833E-05	1,18833E-05	1,18833E-05
Costa Rural	2,25417E-05	2,1834E-05	2,19717E-05	2,22773E-05	2,25288E-05
Amazonía Rural	4,41844E-05	4,4571E-05	4,46494E-05	4,46494E-05	4,46494E-05
Región Insular	0,000132754	0,000132754	0,000132754	0,000132754	0,000132754
Parte Urbana	1,10201E-05	1,1121E-05	1,11683E-05	1,12225E-05	1,12858E-05
Parte Rural	6,65061E-06	6,63815E-06	6,66238E-06	6,69423E-06	6,72228E-06

- Tasa de desempleo:

Indicador Desempleo	Error cuadrático medio				
	3 veces	3.5 veces	4 veces	4.5 veces	5 veces
Nacional	3,77E-07	3,81E-07	3,84E-07	3,89E-07	3,93E-07
Urbano	6,74E-07	6,81E-07	6,88E-07	6,96E-07	7,03E-07
Rural	5,21E-07	4,95E-07	4,85E-07	4,80E-07	4,76E-07
Quito	4,76897E-06	4,76897E-06	4,76897E-06	4,76897E-06	4,76897E-06
Guayaquil	1,30455E-06	1,30455E-06	1,30455E-06	1,30455E-06	1,30455E-06
Cuenca	4,67971E-06	4,67971E-06	4,67971E-06	4,67971E-06	4,67971E-06
Machala	5,78075E-06	5,78075E-06	5,78075E-06	5,78075E-06	5,78075E-06
Ambato	3,08966E-06	3,08966E-06	3,08966E-06	3,08966E-06	3,08966E-06
Resto Sierra Urbano	4,28911E-06	4,36388E-06	4,43135E-06	4,49535E-06	4,56257E-06
Resto Costa Urbano	2,99E-06	3,02E-06	3,05E-06	3,09E-06	3,13E-06
Amazonía Urbano	1,30555E-05	1,31592E-05	1,31641E-05	1,31641E-05	1,31641E-05
Sierra Rural	8,7491E-07	8,7223E-07	8,7193E-07	8,7193E-07	8,7193E-07
Costa Rural	1,9189E-06	1,7254E-06	1,64128E-06	1,59348E-06	1,55439E-06
Amazonía Rural	3,01369E-06	3,01383E-06	3,01404E-06	3,01404E-06	3,01404E-06
Región Insular	1,4218E-05	1,4218E-05	1,4218E-05	1,4218E-05	1,4218E-05
Parte Urbana	1,60612E-06	1,63088E-06	1,65441E-06	1,68034E-06	1,7047E-06
Parte Rural	5,21389E-07	4,94721E-07	4,84967E-07	4,79931E-07	4,75775E-07



- Tasa de subempleo:

Indicador Subempleo	Error cuadrático medio				
	3 veces	3.5 veces	4 veces	4.5 veces	5 veces
Nacional	2,46E-06	2,19E-06	2,02E-06	1,93E-06	1,89E-06
Urbano	2,99E-06	2,92E-06	2,84E-06	2,79E-06	2,78E-06
Rural	7,65E-06	6,64E-06	6,18E-06	6,00E-06	5,92E-06
Quito	6,6171E-06	6,6171E-06	6,6171E-06	6,6171E-06	6,6171E-06
Guayaquil	9,58189E-06	9,58189E-06	9,58189E-06	9,58189E-06	9,58189E-06
Cuenca	6,01577E-06	6,01577E-06	6,01577E-06	6,01577E-06	6,01577E-06
Machala	1,08055E-05	1,08055E-05	1,08055E-05	1,08055E-05	1,08055E-05
Ambato	1,05789E-05	1,05789E-05	1,05789E-05	1,05789E-05	1,05789E-05
Resto Sierra Urbano	1,24475E-05	1,2668E-05	1,27763E-05	1,27783E-05	1,27763E-05
Resto Costa Urbano	1,95E-05	1,81E-05	1,71E-05	1,64E-05	1,63E-05
Amazonía Urbano	3,26397E-05	3,26633E-05	3,26515E-05	3,26515E-05	3,26515E-05
Sierra Rural	7,7036E-06	7,70914E-06	7,70845E-06	7,70845E-06	7,70845E-06
Costa Rural	4,39351E-05	3,46578E-05	3,04379E-05	2,86039E-05	2,78254E-05
Amazonía Rural	3,92523E-05	3,94687E-05	3,9505E-05	3,9505E-05	3,9505E-05
Región Insular	7,04991E-05	7,04991E-05	7,04991E-05	7,04991E-05	7,04991E-05
Parte Urbana	7,8138E-06	7,5552E-06	7,27182E-06	7,07214E-06	7,03351E-06
Parte Rural	7,64732E-06	6,64033E-06	6,18376E-06	5,99934E-06	5,91861E-06

- Tasa de pobreza por ingresos:

Indicador Pobreza	Error cuadrático medio				
	3 veces	3.5 veces	4 veces	4.5 veces	5 veces
Nacional	4,09E-06	4,03E-06	4,03E-06	4,07E-06	4,11E-06
Urbano	4,54E-06	4,48E-06	4,42E-06	4,40E-06	4,41E-06
Rural	1,91E-05	1,95E-05	1,99E-05	2,03E-05	2,05E-05
Quito	1,07805E-05	1,07805E-05	1,07805E-05	1,07805E-05	1,07805E-05
Guayaquil	9,7245E-06	9,7245E-06	9,7245E-06	9,7245E-06	9,7245E-06
Cuenca	7,83703E-06	7,83703E-06	7,83703E-06	7,83703E-06	7,83703E-06
Machala	1,96502E-05	1,96502E-05	1,96502E-05	1,96502E-05	1,96502E-05
Ambato	1,26399E-05	1,26399E-05	1,26399E-05	1,26399E-05	1,26399E-05
Resto Sierra Urbano	2,12632E-05	2,13417E-05	2,12529E-05	2,1251E-05	2,12687E-05
Resto Costa Urbano	2,72E-05	2,67E-05	2,65E-05	2,64E-05	2,65E-05
Amazonía Urbano	6,54614E-05	6,5253E-05	6,52246E-05	6,52246E-05	6,52246E-05
Sierra Rural	3,08805E-05	3,09101E-05	3,09139E-05	3,09139E-05	3,09139E-05
Costa Rural	5,67308E-05	5,93774E-05	6,27216E-05	6,54057E-05	6,72819E-05
Amazonía Rural	0,000175171	0,000176843	0,000177057	0,000177057	0,000177057
Región Insular	5,86095E-06	5,86095E-06	5,86095E-06	5,86095E-06	5,86095E-06
Parte Urbana	1,22448E-05	1,20295E-05	1,18439E-05	1,17754E-05	1,18137E-05
Parte Rural	1,91376E-05	1,94974E-05	1,9921E-05	2,02578E-05	2,04967E-05

Anexo 3: Esquema de calibración propuesto

Las covariables o post estratos de calibración están dados por los totales de área, sexo, grupo de edad, 5 ciudades y provincias, de las proyecciones poblacionales de junio de 2019, como se muestra en la siguiente imagen:

Covariable	Población
Urbano	11.751.112
Rural	5.516.993
Hombres	8.451.940
Mujeres	8.816.165
Menores a 15 años	4.988.752
Mayores o iguales a 15 años	12.279.353
Azuay	448.942
Bolívar	223.442
Cañar	299.660
Carchi	191.863
Cotopaxi	512.854
Chimborazo	544.453
El Oro	427.262
Esmeraldas	625.503
Guayas	1.667.652
Imbabura	487.564
Loja	545.453
Los Ríos	895.266
Manabí	1.523.653
Morona Santiago	194.408
Napo	132.083
Pastaza	111.270
Pichincha	1175849
Tungurahua	398063
Zamora Chinchipe	119.057
Galápagos	32.250
Sucumbíos	226.656
Orellana	160.853
Sto. Domingo de los Tsáchilas	492.497
Santa Elena	384.894
Quito	1.943.262
Guayaquil	2.601.023
Cuenca	400.964
Machala	269.248
Ambato	191.800
Zonas No Delimitadas	40.361

**Anexo 4:** Medidas para evaluar el esquema de calibración planteado

Medida 1:

Dominio	er_upm
Azuay	5,1972E-13
Bolívar	1,3254E-13
Cañar	2,2184E-13
Carchi	4,5343E-13
Cotopaxi	4,9521E-13
Chimborazo	1,4761E-13
El Oro	1,2597E-13
Esmeraldas	1,9686E-13
Guayas	1,1779E-13
Imbabura	1,5096E-13
Loja	5,0312E-13
Los Ríos	3,2238E-13
Manabí	1,4556E-13
Morona Santiago	6,2692E-13
Napo	6,2182E-13
Pastaza	1,9745E-12
Pichincha	4,5067E-14
Tungurahua	5,7199E-14
Zamora Chinchipe	2,0867E-13
Galápagos	6,5312E-13
Sucumbíos	4,8934E-13
Orellana	2,7261E-13
Sto. Domingo de los Tsáchilas	3,3816E-13
Santa Elena	6,9939E-14
Quito	6,2804E-14
Guayaquil	5,2918E-14
Cuenca	2,5566E-13
Machala	2,1595E-13
Ambato	1,8632E-13
Zonas No Delimitadas	5,6523E-13

Medida 2:

Dominio	cv_upm
Azuay	4,95%
Bolívar	8,10%
Cañar	5,36%
Carchi	5,64%
Cotopaxi	4,76%
Chimborazo	6,34%
El Oro	4,96%
Esmeraldas	5,07%
Guayas	3,62%
Imbabura	6,32%
Loja	5,69%



Los Ríos	3,60%
Manabí	3,13%
Morona Santiago	9,44%
Napo	13,73%
Pastaza	13,40%
Pichincha	3,24%
Tungurahua	4,24%
Zamora Chinchipe	16,93%
Galápagos	6,51%
Sucumbíos	12,39%
Orellana	21,33%
Sto. Domingo de los Tsáchilas	5,69%
Santa Elena	6,34%
Quito	1,86%
Guayaquil	1,96%
Cuenca	2,32%
Machala	2,47%
Ambato	1,79%
Zonas No Delimitadas	7,71%

Medida 3:

Dominio	L	n	M3_upm
Azuay	1	10.424	33,33%
Bolívar	1	6.649	33,75%
Cañar	1	7.193	24,87%
Carchi	1	6.191	26,05%
Cotopaxi	1	12.171	27,53%
Chimborazo	1	10.441	37,81%
El Oro	1	8.581	34,32%
Esmeraldas	1	12.614	30,32%
Guayas	1	27.063	37,65%
Imbabura	1	11.162	37,57%
Loja	1	9.754	28,73%
Los Ríos	1	15.291	29,34%
Manabí	1	22.843	32,24%
Morona Santiago	1	7.172	52,22%
Napo	1	6.434	58,05%
Pastaza	1	5.628	60,50%
Pichincha	1	18.346	25,50%
Tungurahua	1	9.794	37,51%
Zamora Chinchipe	1	5.874	47,50%
Galápagos	1	3.815	17,98%
Sucumbíos	1	6.254	43,16%
Orellana	1	6.802	64,32%
Sto. Domingo de los Tsáchilas	1	8.496	28,90%
Santa Elena	1	9.276	32,03%
Quito	1	52.667	35,79%
Guayaquil	1	66.178	45,72%
Cuenca	1	37.474	28,16%



Machala	1	33.794	39,69%
Ambato	1	41.243	28,84%
Zonas No Delimitadas	1	4.901	18,65%

Medida 4:

Dominio	n	U	U3	M4_upm_U	M4_upm_U3
Azuay	10.424	1,64	3	25,08%	3,51%
Bolívar	6.649	1,64	3	26,55%	8,15%
Cañar	7.193	1,64	3	32,85%	5,89%
Carchi	6.191	1,64	3	24,28%	2,55%
Cotopaxi	12.171	1,64	3	31,73%	6,39%
Chimborazo	10.441	1,64	3	27,06%	9,64%
El Oro	8.581	1,64	3	22,58%	3,08%
Esmeraldas	12.614	1,64	3	35,72%	6,32%
Guayas	27.063	1,64	3	21,42%	3,39%
Imbabura	11.162	1,64	3	23,89%	4,57%
Loja	9.754	1,64	3	31,87%	4,41%
Los Ríos	15.291	1,64	3	24,47%	2,32%
Manabí	22.843	1,64	3	23,57%	2,65%
Morona Santiago	7.172	1,64	3	24,40%	6,64%
Napo	6.434	1,64	3	15,28%	6,93%
Pastaza	5.628	1,64	3	17,52%	7,07%
Pichincha	18.346	1,64	3	27,59%	6,09%
Tungurahua	9.794	1,64	3	22,37%	2,43%
Zamora Chinchipe	5.874	1,64	3	22,27%	5,50%
Galápagos	3.815	1,64	3	24,82%	1,52%
Sucumbíos	6.254	1,64	3	25,92%	8,49%
Orellana	6.802	1,64	3	14,47%	6,47%
Sto. Domingo de los Tsáchilas	8.496	1,64	3	25,67%	2,95%
Santa Elena	9.276	1,64	3	24,48%	5,06%
Quito	52.667	1,64	3	22,83%	2,86%
Guayaquil	66.178	1,64	3	19,29%	2,81%
Cuenca	37.474	1,64	3	30,05%	3,71%
Machala	33.794	1,64	3	20,44%	1,88%
Ambato	41.243	1,64	3	24,58%	1,43%
Zonas No Delimitadas	4.901	1,64	3	42,52%	4,26%

Medida 5:

Dominio	cv_g_upm
Azuay	60,10%
Bolívar	65,75%
Cañar	53,40%
Carchi	58,85%
Cotopaxi	59,60%
Chimborazo	79,95%
El Oro	48,33%
Esmeraldas	63,90%



Guayas	53,51%
Imbabura	78,22%
Loja	58,12%
Los Ríos	47,75%
Manabí	47,88%
Morona Santiago	93,48%
Napo	108,47%
Pastaza	120,55%
Pichincha	55,52%
Tungurahua	49,49%
Zamora Chinchipe	144,92%
Galápagos	34,38%
Sucumbíos	87,79%
Orellana	135,85%
Sto. Domingo de los Tsáchilas	47,52%
Santa Elena	59,81%
Quito	49,00%
Guayaquil	56,51%
Cuenca	51,17%
Machala	47,86%
Ambato	40,92%
Zonas No Delimitadas	50,70%

Medida 6:

Dominio	dist_g_upm
Azuay	22,68
Bolívar	27,98
Cañar	26,19
Carchi	15,23
Cotopaxi	29,15
Chimborazo	56,17
El Oro	20,09
Esmeraldas	40,03
Guayas	28,08
Imbabura	39,63
Loja	39,44
Los Ríos	24,30
Manabí	26,24
Morona Santiago	31,55
Napo	39,64
Pastaza	42,20
Pichincha	34,38
Tungurahua	15,61
Zamora Chinchipe	70,05
Galápagos	2,67
Sucumbíos	52,24
Orellana	67,53
Sto. Domingo de los Tsáchilas	25,90
Santa Elena	23,69



Quito	15,59
Guayaquil	17,66
Cuenca	5,53
Machala	2,83
Ambato	1,50
Zonas No Delimitadas	4,34



Buenas cifras,
mejores vidas

@ecuadorencifras



@ecuadorencifras



@InecEcuador



t.me/euadorencifras



INEC/Ecuador



INECEcuador



INEC Ecuador

