



# 1. Metodología



# 1. Metodología

---

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Las estimaciones y proyecciones que se presentan, corresponden a una proyección derivada, que se ha obtenido a partir de las proyecciones de población total y por departamentos según sexo y grupos quinquenales de edad, previamente elaboradas. En este grupo se contemplan las proyecciones de población urbana y rural, de la población económicamente activa, de divisiones político administrativas mayores y/o menores, de población en edad escolar, población en edad electoral, entre otras.

Uno de los problemas para elaborar una proyección de población urbano-rural, por sexo y grupos quinquenales de edad, es la falta de información básica para diagnosticar el comportamiento histórico de la movilidad de la población entre el área urbana y rural, así como su composición por sexo y edad.

La población urbana y rural de un país puede proyectarse, al igual que la población total y departamental, por el método de los componentes. Sin embargo, la aplicación de dicho método requiere de cierta información de buena calidad y un amplio conocimiento de las variables demográficas, fecundidad, mortalidad y migraciones con los cuales no siempre se cuenta y por supuesto para elaborar hipótesis sobre su futuro. Por ello resulta plausible la aplicación de procedimientos indirectos (método de las relaciones) que conducen a resultados bastante coherentes y que se logran en base a la población total.

Para esto se requiere proyectar previamente las tendencias observadas de los porcentajes de población urbana y aplicar los índices de urbanización proyectados a los totales de una proyección del total del país, con lo cual se obtiene la población urbana respectiva, la población rural a su vez se obtiene por diferencia entre el total y el área urbana. El método se aplicó para el total y para los grupos quinquenales por sexo y edad.

Con el objetivo básico de evitar resultados absurdos, que pueden producirse al extrapolar directamente las tendencias de los porcentajes de urbanización, las Naciones Unidas han elaborado una estrategia destinada a extrapolar las tendencias de la urbanización<sup>1/</sup>. El método se apoya en la utilización del indicador de urbanización, conocido como diferencial de crecimiento urbano-rural (DCUR) resultante de la diferencia entre la tasa de crecimiento de la población urbana (u) y la tasa de crecimiento de la población rural (r).

En la elaboración de estas proyecciones, se ha considerado como población urbana aquella que se encuentra en localidades de 2 mil y más habitantes, y corresponde al criterio utilizado en las Encuestas de Hogares por muestreo que ejecuta el INEI y otras instituciones como el Ministerio de Trabajo.

---

1/ Naciones Unidas, Métodos para Hacer Proyecciones de Población Urbana y Rural. Manual VIII, ST/ES. A/SER: a/55. Nueva York, 1975, Cap V.

## 1.2 METODOLOGÍA DE LAS PROYECCIONES DE POBLACIÓN URBANA Y RURAL POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD

### 1.2.1 Descripción general

En este punto se describe el procedimiento utilizado para elaborar las proyecciones de población urbana y rural, por sexo y grupos quinquenales de edad, para los 24 departamentos y la Provincia Constitucional del Callao. Las proyecciones para el total del país cubren el período 1990-2025, y por departamentos, sexo y grupos quinquenales comprende el período 2000-2015, y se obtienen resultados por año calendario. Se ha considerado como población urbana, aquella que vive en Centros Poblados Urbanos con 2 mil y más habitantes.

Cabe señalar que las proyecciones se han efectuado con arreglo a un modelo logístico que describe la trayectoria probable del porcentaje de población urbana. Con la disponibilidad de la información de los Censos de 1993 y 2007, se fijaron los pivotes a partir de generar la población urbana y rural de los censos considerando los centros poblados de 2 mil y más habitantes.

### 1.2.2 Método del Diferencial de Crecimiento Urbano-Rural

El Método del Diferencial de crecimiento urbano-rural (DCUR) también llamado Método de Naciones Unidas<sup>2/</sup> es un método indirecto basada en la función logística para obtener la población urbana y rural porque presenta la ventaja de proyectarlos de manera mucho más simple y rápida que los métodos matemáticos estadísticos convencionales y no implica tener los indicadores demográficos en forma desagregada (fecundidad, mortalidad y migración) puesto que sus influencias ya están contenidas en la población total y por departamentos estimada previamente, calculada utilizando en Método de componentes.

2/ "Métodos para hacer proyecciones de la población urbana y rural". Manual VIII, ST/ESA/Ser.A/55. Naciones Unidas. New York, 1975. Este método se encuentra también presentado en "Método para elaborar proyecciones de población de áreas pequeñas por sexo y grupos de edad: CELADE; San José, 1987; Inédito

Para la elaboración de las proyecciones generadas por el Método del DCUR en el horizonte de proyección 1990 al 2025, se obtuvo en primer lugar el Diferencial de Crecimiento Urbano, con el siguiente procedimiento:

- A partir de los porcentajes urbanos de los Censos 1993 y 2007, se interpolan de manera exponencial al 30 de junio de cada año censal. Para obtener la población urbana estimada se aplicaron estos porcentajes a la población total, proyectada previamente por el método de los componentes. La población rural se obtuvo como diferencia entre la población total y la urbana.
- Con las poblaciones urbano-rurales estimadas en los años censales se calculan las tasas anuales medias de crecimiento por mil urbana y rural, si "P<sub>0</sub>" y "P<sub>t</sub>" son las poblaciones rurales de los años censales, "t" el tiempo en años del período intercensal; la tasa de crecimiento rural por mil "r" se determina por la siguiente fórmula:

$$r = \left[ \left( \frac{P_t}{P_0} \right)^{1/t} - 1 \right] * 1000$$

La tasa de crecimiento urbano "u" se obtiene de la misma forma con poblaciones urbanas.

- Con la diferencia entre las tasas de crecimiento urbano y rural se obtiene el Diferencial de Crecimiento Urbano Rural. Se denotará con la letra "d" (d = u - r). El método supone una diferencia constante entre las tasas de crecimiento urbana y rural, lo que implica una evolución de los porcentajes de la población urbana logística con asíntota inferior 0 y superior 100.

Con el diferencial de crecimiento urbano y los datos anteriores se halla el grado de urbanización (porcentaje urbano) para los años de proyección 1990 al 2025 con el año pivote o base del 2007, mediante una función logística cuya fórmula es:

$$G_i = \frac{100}{1 + \frac{R_0}{U_0} e^{-dt}}$$

Siendo:

- $G_i$  : Grado de urbanización de la población urbana en el año i
- $R_0$  : Población rural en el año base
- $U_0$  : Población urbana en el año base
- d : Diferencial de crecimiento del último período intercensal
- t : Diferencia entre el año base y el año a proyectar

Las cifras de la población urbana para el período de proyección se obtienen aplicando los porcentajes de urbanización respectivos a las poblaciones totales estimadas al 30 de Junio, proyectadas previamente. La población rural de cada año calendario se obtiene como diferencia entre la población total y urbana.

### 1.2.3 Comparación de los criterios de urbanización, Censo y Muestra

Con fines metodológicos se analizó los dos criterios de población urbana utilizadas en el país (criterio censal= 500 y más habitantes y criterio muestral = 2 mil y más habitantes) y la influencia que causa su utilización en las proyecciones urbano-rural. Para cada uno de los criterios se calculó la DCUR y se proyectaron las poblaciones urbanas en el período 1990 al 2025. Ver cuadro: 1.1 y gráfico: 1.1

CUADRO N° 1.1

#### COMPARACIÓN DE PROYECCIONES DE LA POBLACIÓN URBANA POR DCUR AL 30 DE JUNIO POR AÑOS QUINQUENALES 1990-2025

Años	Población Total	Población Urbana (Censo)		Población Urbana (Enaho)	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número
1990	21 764 515	68,70	14 952 351	61,48	13 379 811
1993	23 073 150	70,03	16 158 990	63,51	14 654 182
1995	23 926 300	70,90	16 964 563	64,84	15 514 678
2000	25 983 588	73,01	18 971 456	68,07	17 687 119
2005	27 810 540	75,02	20 864 267	71,13	19 782 408
2007	28 481 901	75,92	21 622 398	72,31	20 594 600
2010	29 461 933	76,93	22 665 111	74,01	21 805 837
2015	31 151 643	78,73	24 526 648	76,70	23 893 654
2020	32 824 358	80,43	26 401 237	79,19	25 993 220
2025	34 412 393	82,03	28 226 783	81,48	28 037 517

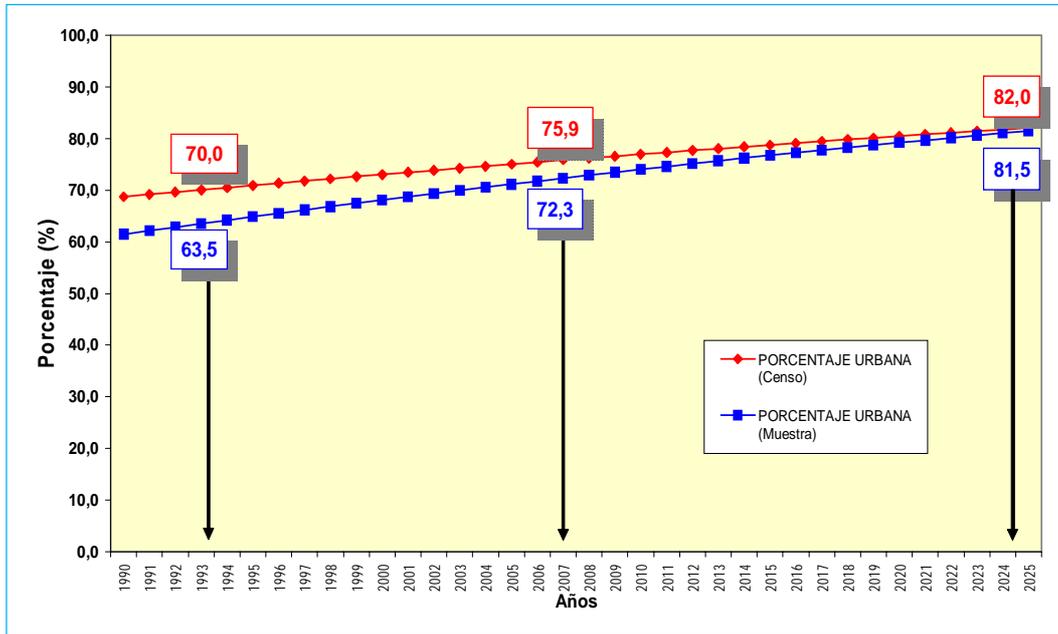
Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra la tendencia de urbanización de ambos criterios; para el año censal 1993 se tiene un grado de urbanización de 70,03% con el criterio censal, 6,52 puntos porcentuales mayor al criterio muestral (63,51%), de igual manera en el año censal 2007, correspondería a 75,92% y 72,31%,

respectivamente, es decir el ritmo o velocidad de urbanización es mayor con criterio censal, y cuyas diferencias van disminuyendo sostenidamente en el horizonte de proyección, alcanzando finalmente en el año 2025 a niveles de urbanización muy cercanos, 82,03% y 81,48%, respectivamente.

GRÁFICO N° 1.1

PERÚ: PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA, CRITERIO CENSAL Y CRITERIO MUESTRAL, 1990-2025



### 1.3 PROYECCIONES DE LA POBLACIÓN URBANA Y RURAL POR DEPARTAMENTOS, SEXO Y GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD, 2000-2015

#### 1.3.1 Proyecciones de Población Urbana y Rural

La elaboración de estas proyecciones son calculadas por el Método del DCUR según el criterio de

urbanización de 2 mil y más habitantes. El período de proyección se extiende desde el año 2000 al año 2015. Nuestro año pivote o año base es el año 2007. En el Cuadro N° 1.2 se presenta la información de los parámetros obtenidos de los dos últimos censos con el criterio de 2 mil y más habitantes: los porcentajes urbanos interpolados, la población urbana y rural estimada, las tasas de crecimiento intercensal y el diferencial de crecimiento urbano rural ( $d=0.0289669$ ) a usar en las proyecciones.

CUADRO N° 1.2

PERÚ: POBLACIÓN TOTAL, URBANA Y RURAL ESTIMADAS AL 30 DE JUNIO DE LOS AÑOS CENSALES GRADOS DE URBANIZACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSALES

Año de los Censos	Período Intercensal	Población			Porcentaje Urbano	Tasa Anual de Crecimiento <sup>b/</sup>			Diferencial de crecimiento $d=u-r$
		Total <sup>a/</sup>	Urbana	Rural		Total	Urbana (u)	Rural (r)	
1993	14	23 073 150	14 675 525	8 397 625	63,60	15,1565	24,4987	-4,4682	28,9669
2007		28 481 901	20 594 600	7 887 301	72,31				

a/ Población total estimada del Boletín Demográfico N° 36 INEI

b/ Tasas Anuales Medias de Crecimiento por Mil

Fuente: Elaboración Propia

Con estos parámetros, como ejemplo, calculamos el grado de urbanización del Perú en el año 2015: con la población urbana y rural del año base 2007, la DCUR y el tiempo entre el año base y el año a proyectar; se obtiene el siguiente resultado:

$$G_{2015} = \frac{100}{1 + \frac{7887301}{20594600} e^{-0,0289669 \times 8}} = 76,7\%$$

En términos de porcentaje urbano el valor es 0,767, se aplica a la población total estimada del año 2015

y se obtiene la población urbana estimada, de ésta la población rural estimada:

$$\text{Población urbana estimada}_{2015} = 0,767 * 31151643 = 23893654$$

$$\text{Población rural estimada}_{2015} = 31151643 - 23893654 = 7257989$$

En el Cuadro N° 2.3 se presentan los resultados de la proyección de los niveles de urbanización que alcanza Perú y la población urbana y rural estimada en el horizonte de proyección.

### CUADRO N° 1.3

#### PROYECCIÓN QUINQUENAL DE LA POBLACIÓN URBANA Y RURAL DEL PERÍODO 1990-2025 (Criterio de Urbanización: 2000 y más habitantes)

Año	Población Total Número <sup>a/</sup>	Población Urbana		Población Rural Número <sup>b/</sup>
		Porc. Urbano	Número	
1990	21764515	61,48	13379811	8384704
1993	23073150	63,51	14654182	8418968
1995	23926300	64,84	15514678	8411622
2000	25983588	68,07	17687119	8296469
2005	27810540	71,13	19782408	8028132
2007	28481901	72,31	20594600	7887301
2010	29461933	74,01	21805837	7656096
2015	31151643	76,7	23893654	7257989
2020	32824358	79,19	25993220	6831138
2025	34412393	81,48	28037517	6374876

a/ Población Total estimada por el Método de Componentes. Tomado de Boletín Demográfico N° 36

b/ Diferencia entre la Población Total y Urbana Proyectada

Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.2 Proyección de la Población Urbana y Rural por Departamento

Para la generación de la población urbana y rural por departamentos con el Método del DCUR, se tomaron como insumos los Censos 1993 y 2007 modificados con una urbanización de 2 mil y más habitantes, la población urbana y rural nacional estimada por el DCUR y la población estimada por departamentos y años calendario. El horizonte de proyección corresponde al período 2000-2015.

Se indican a continuación las etapas seguidas dentro de este procedimiento:

a) Con los datos censales departamentales de 1993 y 2007, se elige un departamento y se calculan sus porcentajes urbanos censales, con ellos y la población total estimada del departamento se obtienen la población urbana y rural del departamento en los años censales, a partir de ellos se deducen las tasas de crecimiento media anual urbana y rural departamental, de su diferencia se calcula el

diferencial de crecimiento urbano rural departamental, con este diferencial se proyectan los grados de urbanización en el horizonte de proyección y al aplicarlos a la población total estimada departamental por años calendario se obtiene la población urbana departamental en dicho período. La población rural por año calendario se halla de la diferencia de la población total estimada con la población urbana. Así se procede para los 24 departamentos y la Provincia Constitucional del Callao.

b) Con la población urbana y rural nacional estimada y las poblaciones urbanas y rurales de los 24 departamentos y la Provincia Constitucional del Callao generados; para un año calendario se deben cumplir las siguientes condiciones:

La suma de las poblaciones urbanas departamentales debe totalizar la población urbana nacional estimada.

La suma de las poblaciones rurales departamentales debe totalizar la población rural nacional estimada. La suma de la población urbana y rural estimada de cada departamento debe ser igual a la población estimada departamental.

Para cuadrar dichas sumas, las poblaciones urbanas y rurales de los 24 departamentos y la Provincia Constitucional del Callao generadas en un año calendario, se prorratan conjuntamente, usando el método matemático de la Tabla Cuadrada<sup>3/</sup>.

El método de la Tabla Cuadrada consiste básicamente en determinar los elementos de una matriz de doble entrada. Dicho método opera mediante sucesivos prorrates con arreglo a los valores originales.

Se aplica el método de la Tabla Cuadrada en un año calendario, conformándose un cuadro matriz: columnas por departamentos (marginal horizontal) y por filas urbano y rural (marginal vertical) de las proyecciones obtenidas, el total de cada columna

es la población estimada de cada departamento. El total de la primera fila es la población urbana estimada nacional y el total de la segunda fila es la población rural estimada nacional.

El prorrateo procede para cada año del horizonte de proyección. Con este método se obtienen finalmente la población urbana y rural por departamento y por año calendario.

### 1.3.3 Proyección de la Población Urbana y Rural por Departamento y Grupos Quinquenales de Edad

Conforme a lo indicado en el punto anterior el Método del diferencial de Crecimiento puede ser usado para obtener proyecciones globales de la población urbana-rural.

En la elaboración de las proyecciones desagregadas por edad para cada una de las áreas de residencia, se recurrió al procedimiento conocido como "Tabla cuadrada", o tabla de contingencia cuya función estadística en este caso es conciliar las cifras estimadas para el área urbano-rural con los resultados de una distribución por grupos de edades, para el total basta establecer las frecuencias esperadas de las celdas que definen la distribución conjunta de la población según la condición urbano-rural y los grupos de edades.

El supuesto básico, de la tabla cuadrada, es que las dos distribuciones marginales de la tabla son independientes. Este punto se satisface en la medida en que tanto la proyección por área de residencia como la proyección por edad son elaboradas en forma independiente. El procedimiento exige a su vez que se disponga de información reciente sobre la población del país y de los departamentos, clasificada por área urbano-rural y grupos quinquenales de edad. Esta estructura inicial (estructura base) correspondió a los años censales 1993 y 2007 con la definición urbana (criterio muestral) de 2 mil y más habitantes, a partir de dicha estructura se derivó la distribución urbano-rural, por grupos de edades para el período de proyección por departamento 2000-2015. Se demandó además de la siguiente información, la misma que fue elaborada previamente:

3/ Para mayor información sobre este método, véase: "Regresión múltiple lineal: Teoría y Aplicaciones (I parte), Regresión en Tablas de Múltiple Entrada (II parte) Bocaz, Albino., CELADE: Serie AS/18, San José, 1973

a) Proyección de población total y por departamento según grupos quinquenales de edad, elaborado previo a la proyección urbana-rural. En las estimaciones y proyecciones de población total y por departamentos se utilizó el método demográfico de los componentes.

b) La proyección de los totales de población urbano-rural a nivel nacional y por departamento, para ello se utilizó el método de las Naciones Unidas, el mismo que fue explicado en los puntos anteriores.

A partir de las cifras de la matriz inicial que reproduce las condiciones de distribución urbanas y rurales por grupos de edades en un momento base, se llega a derivar la estructura por grupos de edades, por área urbana-rural para el período de proyección. Esto se logra mediante un proceso de prorrateos horizontales y verticales sucesivos partiendo de la distribución observada en el año base. Los resultados que se obtienen llevan implícito la dinámica de la distribución urbano-rural, y los supuestos con que se ha proyectado la población total del país y de cada uno de los departamentos por grupos de edades, ambas elaboradas previamente en forma independiente.

#### **1.3.4 Proyección de la Población Urbano Rural por Departamentos, Sexo y Grupos Quinquenales de Edad**

En el punto anterior la población urbana y rural por grupos de edades, se obtuvo mediante el proceso conocido como método de la tabla cuadrada. En este punto, se utilizó un método alternativo, para obtener en forma directa la distribución de la población urbana y rural, proyectada por sexo y grupos de edades. Se aplicó el método de las Naciones Unidas, esta vez a cada uno de los grupos de edades que se requirieron, lo que significó suponer que la urbanización al interior de cada grupo de edad evoluciona en forma independiente conforme a un modelo logístico y de acuerdo a su propio diferencial de crecimiento.

Para la obtención de la población urbana rural desagregada por grupos de edad y por sexo, se utiliza la estructura urbana por sexo por grupos quinquenales de edad de los censos, suavizados por el Método de Arriaga<sup>4/</sup> (técnica que permite suavizar la distribución por sexo y edad); así se determina los diferenciales de crecimiento urbano rural de cada grupo quinquenal de edad caracterizado por sexo, al usar el Método del

DCUR estos diferenciales se aplican a la población por departamentos estimados por cada grupo de edad para proyectarlos según área de residencia urbana, con ello se obtiene la distribución urbano rural por grupos de edad por departamento 2000-2015 con la definición urbana 2 mil y más habitantes.

Para la composición final de la distribución por sexo y áreas de residencia proyectadas por año calendario se utiliza la siguiente información:

a) Proyecciones de Población Urbana - Rural por departamentos y grupos quinquenales de edad, estas se obtuvieron por el Método del Diferencial de Crecimiento.

b) Proyecciones de Población por Sexo por departamentos y grupos quinquenales de edad, obtenidas anteriormente por el método de componentes.

Por medio de la Tabla de Contingencia o Tabla Cuadrada se concilia las cifras estimadas para el área urbana - rural con los resultados de una población total distribuida por grupos de edades y la población urbana rural estimada previamente por el Método de Naciones Unidas.

Se determina una Tabla Cuadrada por cada grupo de edad de las proyecciones obtenidas por sexo y áreas de residencia, en este caso las frecuencias marginales por un lado serían los hombres y mujeres totales estimados, y por el otro, la población urbana y rural proyectada. Los prorrateos horizontales y verticales parten de las cifras con la distribución del año base y se procesa para los 24 departamentos y la Provincia Constitucional del Callao del horizonte de proyección.

Se obtiene por este método la población masculina por grupos quinquenales de edad por áreas de residencia urbana - rural para cada departamento, por medio de la conjunción departamental por suma de los grupos de edad se determina la población masculina urbana - rural estimada y la población femenina urbana - rural estimada por año calendario 2000 al 2015.

<sup>4/</sup> Se utiliza del Módulo PAS (Population Analysis Spreadsheets) de la Oficina de Censos de los EE.UU., la hoja de cálculo AGESMTH, que contiene los métodos de Carrier-Farrag, Karup-King/Newton, Arriaga, United Nations y Strong.