



Capítulo 1

Metodología

1. Metodología

1.1 Introducción

Las proyecciones de población constituyen un elemento de importancia fundamental no sólo para los usuarios privados, sino también los sectores gubernamentales, en particular para las áreas de planificación y desarrollo, ya que permiten conocer la probable evolución cuantitativa de la población como antecedente para propiciar y orientar la transformación cualitativa y el desarrollo integral de la sociedad futura. De igual forma, es necesario señalar los posibles enfoques que pueden utilizarse para derivar las proyecciones para las áreas geográficas de un país. Independientemente de los métodos de proyección que se adopten, las proyecciones de un país pueden seguir por lo menos dos enfoques estratégicos distintos. De una parte, se podría realizar proyecciones independientes para cada área geográfica particular, incluidas las áreas menores. En tal caso las proyecciones nacionales se obtienen por suma de todas las proyecciones regionales.

Otra forma complementaria distinta, sería a partir de las proyecciones nacionales, aplicar a éstas algún procedimiento de desagregación para llegar a las proyecciones regionales y de áreas menores (provincias, distritos). En el primer caso, corresponde a un método agregativo, el segundo es un procedimiento desagregativo.

En el Perú, en todas las revisiones de las estimaciones y proyecciones de población llevadas a cabo hasta la fecha, se ha utilizado el procedimiento desagregativo. Las estimaciones y proyecciones de población para el total del país se presenta en el Boletín de Análisis Demográfico N°36 (INEI-CELADE, Marzo 2009) realizadas por el método de las componentes, contemplando el crecimiento poblacional intercensal y

definiendo hipótesis acerca de la evolución de la fecundidad, la mortalidad y las migraciones internacionales. Esta metodología ha podido ser replicada a nivel de los departamentos, incluyendo además de la migración internacional la migración interna, los resultados se muestran en el Boletín de Análisis Demográfico N°37 (INEI-CELADE, Noviembre 2009).

La metodología utilizada a nivel nacional y por departamentos, no ha podido ser replicada al nivel de las jurisdicciones más elementales, provincias, distritos y ciudades, por cuanto la información no es suficientemente confiable y la inestabilidad de la migración interna no admite la formulación de hipótesis a mediano plazo. Por tal motivo, las estimaciones de población de las principales ciudades se efectuaron mediante métodos matemáticos que tomaron como insumo la población urbana (definición censal) de los distritos que conforman las ciudades, enumerada en los censos de población y vivienda de 1993 y del 2007 y considerando además los techos poblacionales de los departamentos, previamente estimados y proyectados.

1.2 Proyección de población por ciudades principales

Distintos autores han examinado la evolución de la población, y la han asimilado a diferentes curvas, exponencial, logística, polinomios de distintos grados, entre otras, todas estas curvas pueden describir en un momento dado muy bien el comportamiento de una población, pero esto no significa que lo hagan hacia el futuro. Sin embargo, para realizar las proyecciones de población de las principales ciudades a corto y mediano plazo^{1/}, con las limitaciones de tiempo,

^{1/} Se considera como proyección a corto plazo, aquella que se realiza para períodos inferiores a 5 años, de mediano plazo entre 5 y 15 años y de largo plazo, las que van más allá de los 15 años.

presupuesto e incluso, nivel de desagregación de la información, estos métodos pueden arrojar en general, resultados bastante aproximados.

1.2.1 Ajuste de datos censales mediante la función logística

Las proyecciones de población de las principales ciudades del país son derivadas de las proyecciones de población por departamento^{2/}, obtenidas previamente. Las mismas que fueron elaboradas, utilizando una modificación de la función logística. Uno de los modelos matemáticos empleados en demografía para analizar las tendencias del crecimiento de una población y de diversos indicadores demográficos es la función logística.

Es importante tener claro que cualquiera sea la subpoblación que se considere, el uso de esta función requiere de información comparable, ya sea de una serie de censos de población o de un registro permanente, que aporte información sobre evolución histórica del fenómeno y que por supuesto sirva de base para la definición de los parámetros de la función. Es corriente que se suponga una evolución logística para elaborar las proyecciones de la población total urbana y rural, las proyecciones de la población de las principales ciudades y de otros sectores de población.

Una de las formas más simples, de la función logística puede escribirse como:

$$N(t) = \frac{K}{1 + e^{f(t)}}$$

En el caso particular de una proyección de población $N(t)$ representa la población estimada en el momento t , en tanto que la constante K corresponde al campo máximo de variación (o más precisamente el límite máximo de población que podría esperarse hacia el futuro). Por su parte $f(t)$ es un polinomio que puede tomar diversas formas y una de las más elementales para aplicaciones con datos de población es una línea recta; esto es: $f(t) = a + b * t$, con lo cual:

$$N(t) = K_1 + \frac{k_2}{1 + e^{a + bt}}$$

Para encontrar la solución de la función de ajuste a los puntos de observación, es necesario derivar los valores de los parámetro a y b ; para ello se fija previamente la asíntota que marcaría el volumen máximo de población que puede llegar a alcanzar el país o área particular; en este caso esta identificada por la suma de las letra $K = K_1 + K_2$

La función posee elementos característicos que son:

1. La curva que describe la función logística presenta un periodo de aumento (o reducción) de tipo continuo con aceleración que va cambiando a lo largo del tiempo.
2. Presenta un punto de incremento máximo, que coincide con el punto de inflexión de la curva y alrededor de la cual la función es simétrica.
3. A partir de este punto de inflexión la curva presenta un proceso de desaceleración manteniéndose por abajo de la asíntota que se le haya definido.
4. La tasa de crecimiento de la función logística siempre disminuye en forma continua a partir de una tasa $r(i)$ tendiendo a cero, mientras $N(t)$ tiende a K .

1.2.2 Función logística utilizada en las estimaciones y proyecciones por las principales ciudades.

La función logística se utilizó para la proyección de las proporciones de la población de ciudades principales por sexo, según departamento, a partir de los censos de población del año 1993 y 2007, respectivamente.

La misma que tiene la siguiente fórmula:

$$P(t) = K_1 + \frac{k_2}{1 + ae^{-tr}}$$

$$a = \left(\frac{k_2 - p(t_2)}{p(t_2) - K_1} \right)$$

^{2/} INEI, Boletín de Análisis Demográfico N°37. Perú: Estimaciones y proyecciones de Población por Departamento, Sexo y Grupos Quinquenales de Edad, 1995-2025.

$$r = \frac{\ln \left(\frac{\left(\frac{k_2 - p(t_2)}{p(t_2) - K_1} \right)}{\left(\frac{k_2 - p(t_1)}{p(t_1) - K_1} \right)} \right)}{t_1 - t_2}$$

Donde:

- $P_{(t)}$ es la proporción de población en el momento "t".
- a es la constante de la función.
- $P_{(t2)}$ es la proporción de población en el censo 2007.
- $P_{(t1)}$ es la proporción de población en el censo de 1993.
- K_1 es la asíntota inferior.
- $K_1 + K_2$ es la asíntota superior.
- r es la tasa de crecimiento.

Bajo tales condiciones la función logística expresa diversos comportamientos observados en muchas poblaciones reales en la medida que su comportamiento sigue razonablemente la evolución cuantitativa de la población y la tendencia de indicadores de diversos aspectos de la dinámica de la misma, entre otros, el grado de urbanización, las condiciones de alfabetismo, etc. Su expresión matemática y desarrollo analítico es sencillo y como tal tiene un papel y uso importante en el campo del análisis demográfico y, específicamente, en el trabajo de la elaboración de las proyecciones de población por las principales ciudades.

1.3 Procedimiento utilizado en las estimaciones y proyecciones de población por las principales ciudades

1.3.1 Aspectos que se consideraron en la elaboración de las proyecciones

Los aspectos que se tuvieron en cuenta en la elaboración de las proyecciones de las principales ciudades, fueron principalmente, el ritmo de crecimiento de la población,

la evolución del peso relativo de la población de las principales ciudades respecto a la población del departamento, donde fue posible el conocimiento sobre las posibilidades de crecimiento o expansión poblacional de las respectivas ciudades.

A ello hay que agregar el umbral establecido por las proyecciones de población por departamento, elaboradas previamente, elemento que de una u otra forma condiciona las proyecciones de población de las principales ciudades, por sexo según departamento.

1.3.2 Procedimiento de proyección por las principales ciudades

Para la elaboración de las estimaciones y proyecciones de población de las principales ciudades, fue necesario contar con los resultados de las proyecciones por departamento y sexo. Teniendo dichas proyecciones, se elaboraron las estimaciones y proyecciones de población 2000-2015, por departamentos. El procedimiento se describe a continuación.

- Reconstrucción de población de los distritos creados entre 11 julio de 1993 y el 21 de octubre del 2007, a partir de la identificación de los centros poblados comprendidos en la demarcación geográfica señalada por los dispositivos legales de su creación.
- Se toman como base las poblaciones de las principales ciudades de hombres y mujeres de los censos de 1993 y 2007.
- Se calculan las proporciones de la población de hombres y mujeres en relación al total de población de cada sexo del departamento, sobre la base de la información censal 1993 y 2007. Ejemplo con las principales ciudades del departamento de Amazonas.

Cuadro Nº 1

HOMBRES	Población de cada Principal Ciudad		Proporción de la población en Cada Principal Ciudad		Departamento Amazonas		
	-----		-----		Asintotas		Tasa de crecimi.
	1993,53	2007,81	1993,53	2007,81	Infer.	Superir.	
Años con datos	1993,53	2007,81	1993,53	2007,81			
Áreas							
Departamento Amazonas	172603	192940					
CHACHAPOYAS	7388	10803	0,042803	0,055991	0	1	0,01978
BAGUA GRANDE	8237	14961	0,047722	0,077542	0	1	0,03622
RESTO URBANO	44010	57554	0,254978	0,298300	0	1	0,01518
RURAL	112968	109622	0,654496	0,568166	0	1	-0,02552

Cuadro Nº 2

MUJERES	Población de cada Principal Ciudad		Proporción de la población en Cada Principal Ciudad		Departamento Amazonas		
	-----		-----		Asintotas		Tasa de crecimi.
	1993,53	2007,81	1993,53	2007,81	Infer.	Superir.	
Años con datos	1993,53	2007,81	1993,53	2007,81			
Áreas							
Departamento Amazona	164062	183053					
CHACHAPOYAS	8397	12399	0,051182	0,067734	0	1	0,02086
BAGUA GRANDE	8034	14546	0,048969	0,079463	0	1	0,03618
RESTO URBANO	43451	55740	0,264845	0,304502	0	1	0,01365
RURAL	104180	100368	0,635004	0,548300	0	1	-0,02521

- Se ajusta una función logística a las proporciones (de 1993 y 2007) de la población masculina y femenina de cada principal ciudad, con valores asintóticos de (cero) y 1 (uno). Los valores asintóticos se cambiaron en las principales ciudades que mostraban irregularidades en la tendencia de las tasas de crecimiento y los incrementos anuales.
- Se extrapolan las proporciones masculinas y femeninas con la función logística, y como generalmente se tienen más de dos principales ciudades por departamento, las sumas de las proporciones extrapoladas no suman (uno). Por lo tanto dichas proporciones se ajustan proporcionalmente para que la suma de de las mismas de la unidad.

Cuadro Nº 3

Proyección de las proporciones con la función logística								
Hombres								
Principales Ciudades y resto	2000,5	2001,5	2002,5	2003,5	2004,5	2005,5	2006,5	2007,5
CHACHAPOYAS	0,048822	0,049749	0,050692	0,051652	0,052630	0,053625	0,054638	0,055668
BAGUA GRANDE	0,060597	0,062692	0,064855	0,067086	0,069389	0,071765	0,074215	0,076743
RESTO URBANO	0,275598	0,278640	0,281702	0,284785	0,287888	0,291010	0,294153	0,297316
RURAL	0,613241	0,607170	0,601066	0,594930	0,588764	0,582571	0,576351	0,570107

Cuadro N° 4

Proyección de las proporciones con la función logística								
Mujeres								
Principales Ciudades y resto	2000,5	2001,5	2002,5	2003,5	2004,5	2005,5	2006,5	2007,5
CHACHAPOYAS	0,058719	0,059883	0,061068	0,062274	0,063503	0,064755	0,066030	0,067327
BAGUA GRANDE	0,062143	0,064286	0,066497	0,068778	0,071132	0,073560	0,076064	0,078647
RESTO URBANO	0,283785	0,286568	0,289368	0,292184	0,295016	0,297864	0,300727	0,303606
RURAL	0,593405	0,587309	0,581187	0,575039	0,568869	0,562676	0,556464	0,550235

- Las proporciones de población proyectadas y ajustadas para hombres y mujeres de cada ciudad principal se multiplican por la población proyectada de hombres y mujeres respectivamente para el departamento, y con ello se obtienen las poblaciones masculinas y femeninas de las principales ciudades de cada departamento.

Cuadro N° 5

Proyección Hombres								
Población de ciudad y resto	2000,5	2001,5	2002,5	2003,5	2004,5	2005,5	2006,5	2007,5
Total Proyectado	202294	204225	206009	207679	209267	210807	212298	213719
CHACHAPOYAS	9 894	10 178	10 461	10 744	11 028	11 316	11 607	11 899
BAGUA GRANDE	12 280	12 826	13 383	13 954	14 540	15 144	15 766	16 404
RESTO URBANO	55 849	57 005	58 131	59 235	60 326	61 410	62 488	63 553
RURAL	124 271	124 216	124 034	123 746	123 373	122 937	122 437	121 863

Cuadro N° 6

Proyección Mujeres								
Población de ciudad y resto	2000,5	2001,5	2002,5	2003,5	2004,5	2005,5	2006,5	2007,5
Total Proyectado	182947	184495	185929	187280	188581	189861	191130	192368
CHACHAPOYAS	10 763	11 070	11 376	11 683	11 993	12 309	12 629	12 954
BAGUA GRANDE	11 391	11 884	12 387	12 903	13 434	13 982	14 549	15 132
RESTO URBANO	52 019	52 974	53 903	54 815	55 717	56 617	57 519	58 415
RURAL	108 774	108 567	108 263	107 879	107 437	106 953	106 433	105 867

