

## PROYECCIONES DE POBLACION

Alberto Javier Mesa G.

Teniendo en cuenta que en el mes de octubre del presente año, se realizará en Colombia el XV Censo Nacional de Población y IV de Vivienda, he querido aprovechar la actualidad del tema para presentar en este artículo, algunos métodos elementales de proyecciones de población.

Las publicaciones censales siempre se refieren al pasado; pero habitualmente, se requiere conocer datos referentes al futuro o a épocas diferentes a las del censo. De aquí se desprende la necesidad de conocer métodos que permitan estimar con alguna exactitud el volumen, distribución y crecimiento de la población.

En todos los campos de la ciencia es indispensable conocer la población de un país o región, por ejemplo: en el sector salud, no se podría realizar un programa efectivo sin un conocimiento previo de la población y sus características específicas; así mismo, en educación sería imposible plantear políticas adecuadas a las necesidades de un conglomerado; el desarrollo económico de una sociedad, también depende en gran parte de la estructura poblacional.

Es mi objetivo indicar algunos métodos utilizados en las estimaciones de población y proyectar las cifras de Págo, Nariño y Colombia al mes de octubre de 1985 y al año 2000. Las primeras podrán ser comprobadas, una vez se haya

publicado los resultados del censo.

Entre los procedimientos más comunes para este efecto pueden citarse:

El método del crecimiento natural

El método aritmético

El método geométrico

#### METODO DE CRECIMIENTO NATURAL

Su aplicación es muy sencilla y consiste en aumentar a la población del último censo, el saldo vegetativo (nacimientos - defunciones) y el saldo social (inmigraciones - emigraciones) y así, la población en un tiempo  $x$  será:

$$P_x = P_b + (N - D) + (I - E)$$

El inconveniente que presenta este procedimiento, es el subregistro de los hechos vitales.

#### METODO ARITMETICO

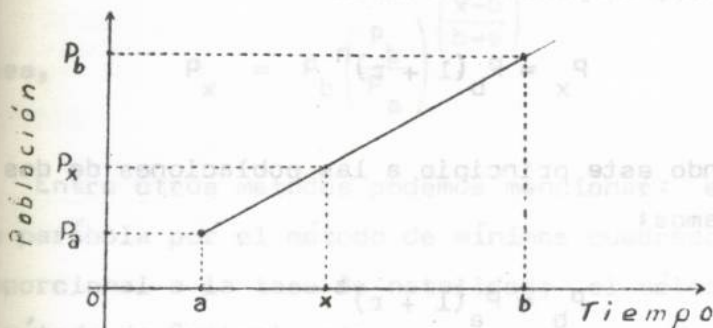
Tomando como base las poblaciones de dos censos y partiendo del principio de que, una población crece en forma de progresión aritmética, es decir, incrementándose periódicamente una misma cantidad, se puede deducir la fórmula de proyección.

Sean:  $a$ , la fecha del primer censo y  $P_a$  su población  
 $b$ , la fecha del segundo censo y  $P_b$  su población. Entonces,

$$\frac{P_b - P_a}{b - a}$$

será el incremento promedio por unidad de tiempo, o la razón de crecimiento de la progresión (Generalmente el tiempo se toma en años).

Ahora, si se desea conocer la población para una fecha intercensal, el caso se conoce como interpolación y su fórmula sería la siguiente:



$$\frac{p_b - p_a}{b - a} = \frac{p_x - p_a}{x - a}$$

de donde,

$$p_x = p_a + \left( \frac{p_b - p_a}{b - a} \right) (x - a)$$

De idéntica forma se tendría el caso de Extrapolación:

$$p_x = p_b + \left( \frac{p_b - p_a}{b - a} \right) (x - b)$$

#### METODO GEOMETRICO

La aplicación de este método supone un aumento de la población, en la misma proporción relativa ( $r$ ) por cada unidad de tiempo; es decir, que la población crece en progresión geométrica o multiplicándose cada año por un factor

constante  $(1+r)$ .

Si partimos de una población inicial  $P_b$  la cual crece al mismo ritmo  $r$  anualmente, al finalizar el primer año tendremos  $P_b(1+r)$  habitantes, al finalizar el segundo año  $P_b(1+r)^2$  habitantes, al finalizar el tercer año tendremos  $P_b(1+r)^3$  habitantes, y así sucesivamente. Después de  $n$  años, la población sería:

$$P_x = P_b(1+r)^n$$

Aplicando este principio a las poblaciones de dos censos, tendríamos:

$$P_b = P_a(1+r)^t$$

siendo  $t = b - a$  tiempo transcurrido entre los dos censos; y despejando  $r$  tenemos la tasa promedio de incremento anual

$$r = \sqrt[t]{\frac{P_b}{P_a}} - 1$$

o también el tiempo necesario para que la población de una región llegue a duplicarse, triplicarse, cuadruplicarse, etc., así:

$$KP_a = P_a(1+r)^t, \quad K: 2, 3, 4, \dots$$

$$t = \frac{\log K}{\log(1+r)}$$

Otra manera de expresar la fórmula del crecimiento geométrico sería la siguiente:

Dado que  $P_x = P_b (1 + r)^n$ , donde  $n = x - b$ , y

$$P_b = P_a (1 + r)^t, \text{ donde } t = b - a$$

entonces,

$$P_x = P_b (1 + \sqrt[t]{P_b/P_a} - 1)^n = P_b (P_b/P_a)^{n/t}$$

o sea, 
$$P_x = P_b \left( \frac{P_b}{P_a} \right)^{\left( \frac{x-b}{b-a} \right)}$$

Entre otros métodos podemos mencionar: el ajuste de una parábola por el método de mínimos cuadrados; el método proporcional a la tasa de natalidad; el método de Fowel; el método de Spiegel, etc.

En seguida aplicaremos los métodos aritmético y geométrico a las regiones anteriormente citadas, partiendo de los censos de 1964 y 1973.

#### POBLACION DE PASTO, NARIÑO Y COLOMBIA

FECHA DEL CENSO	PASTO	NARIÑO	COLOMBIA
15 - VII - 1964	112.876	705.611	17.484.508
24 - X - 1973	162.656	882.389	22.915.229

Fuente: DANE, Colombia Estadística, 1983.

Estimación de la población del Departamento a 15 de octubre de 1985.

Método aritmético:

Como:  $a = 15 - VII - 1964, P_a = 705.611$

$b = 24 - X - 1973, P_b = 882.389$

$x = 15 - X - 1985, P_x = ?$

$$P_x = P_b + \left( \frac{P_b - P_a}{b - a} \right) (x - b)$$

entonces,

$$P_x = 1.110.628 \text{ habitantes.}$$

Método geométrico:

Población de Nariño a mediados del año 2000:

razón de crecimiento,  $r = \sqrt[t]{P_b/P_a} - 1$

$$t = b - a$$

$$t = (24 - X - 1973) - (15 - VII - 1964)$$

$$t = 9,275 \text{ años}$$

$$y \quad r = 24,39 \%$$

Si  $x = 31 - VII - 2000$

COLOMBIA	NARIÑO	PASTO	HA DEL CERVO
$n = x - b$			
$n = (31 - VII - 2000) - (24 - X - 1973)$			
$n = 26,769 \text{ años}$			

$$y \quad P_x = P_b (1 + r)^n$$

$$P_x = 882.389 (1,0243973)^{26.769}$$

$$P_x = 1.682.245 \text{ habitantes a mediados del año 2000}$$

O también:

$$P_x = P_b \left( \frac{P_b}{P_a} \right)^{\left( \frac{x - b}{b - a} \right)} = 882.389 \left( \frac{882.389}{705.611} \right)^{2.8861455}$$

$P_x = 1.682.246$  habitantes

De la misma forma para Pasto y Colombia.

POBLACIONES ESTIMADAS PARA 1985 y 2000

REGION	Población estimada (mét.arit.) 1985	Población estimada (met.geom.) 2000	razón de crecimiento	años necesarios para duplicarse.
PASTO	226.927	466.885	40.18%	17
NARIÑO	1.110.628	1.682.245	24.39%	29
COLOMBIA	29.926.860	50.022.153	29.59%	24

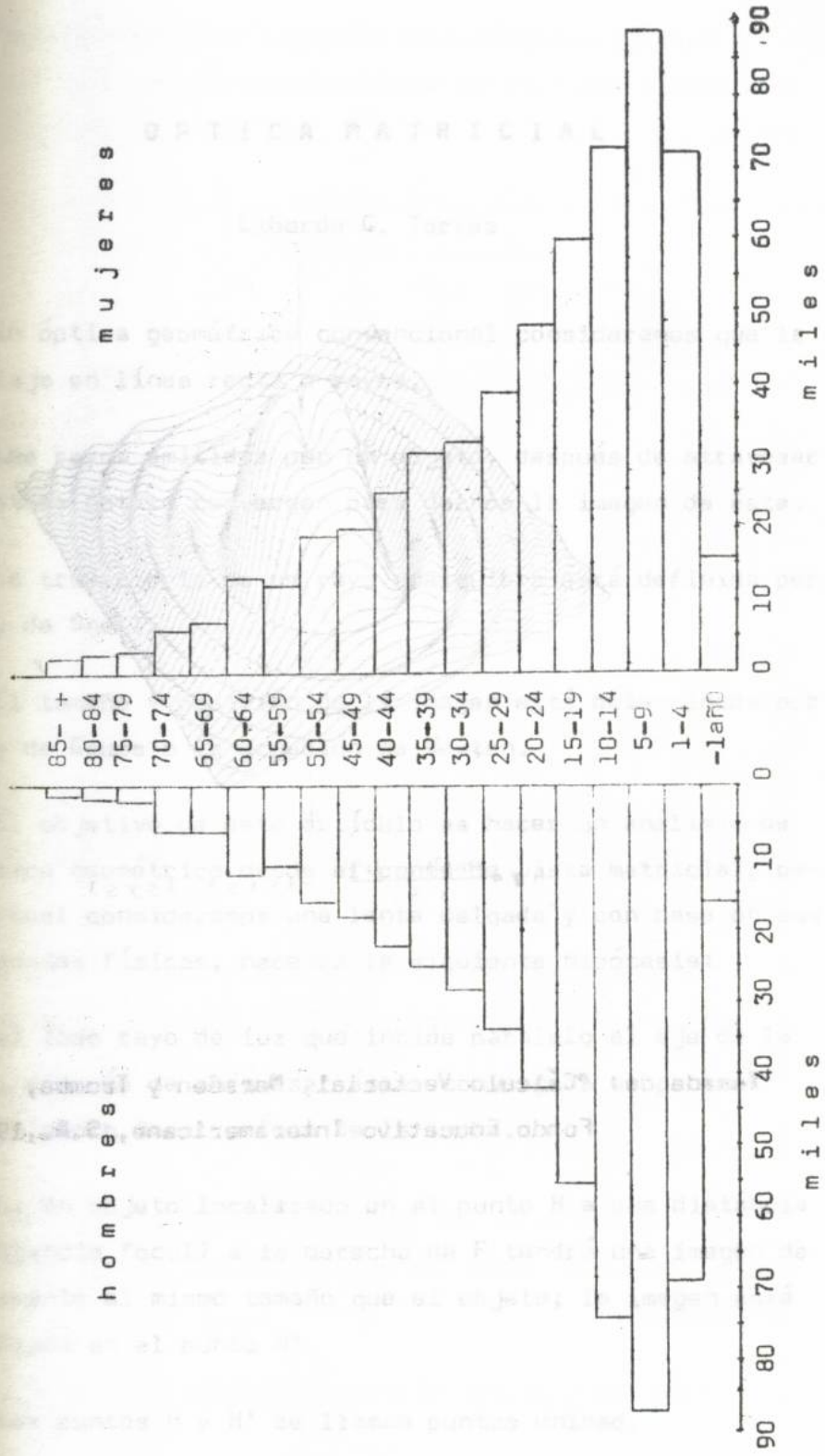
POBLACION DE NARIÑO EN 1985  
(Estimación por método aritmético)

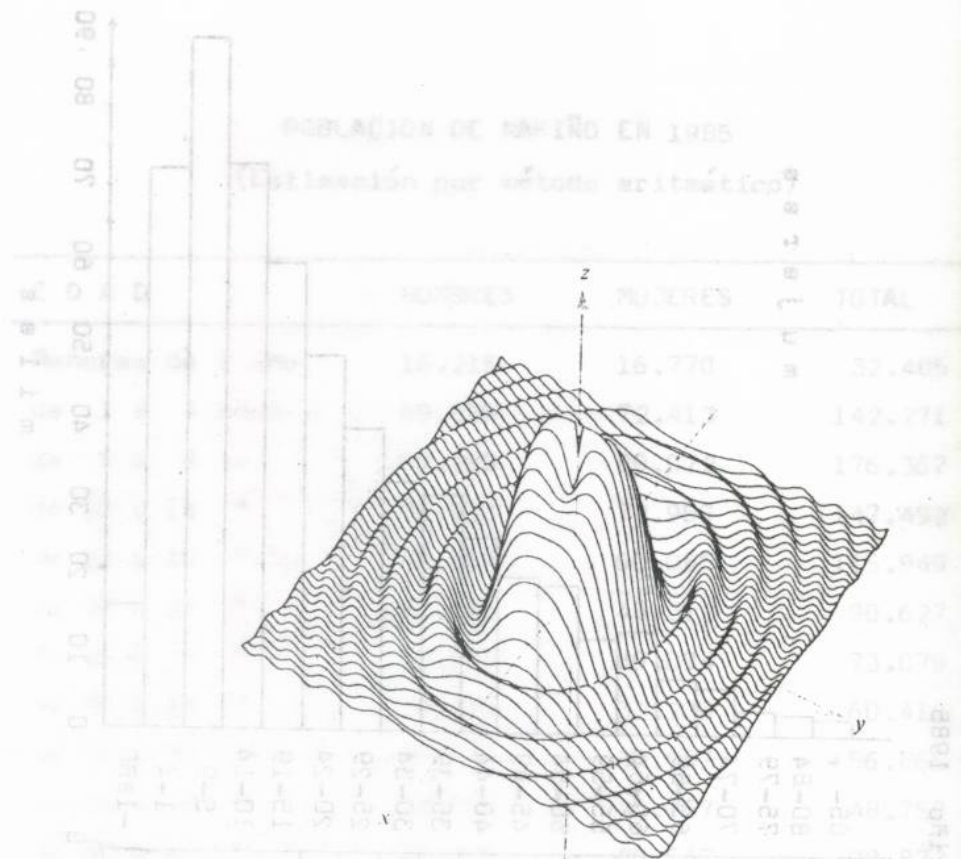
E D A D	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
Menores de 1 año	16.215	16.770	32.485
de 1 a 4 años	69.858	72.413	142.271
de 5 a 9 "	87.295	89.072	176.367
de 10 a 14 "	74.523	72.969	147.492
de 15 a 19 "	55.864	60.085	115.949
de 20 a 24 "	42.315	48.312	90.627
de 25 a 29 "	33.985	39.094	73.079
de 30 a 34 "	28.210	32.208	60.418
de 35 a 39 "	25.878	30.987	56.865
de 40 a 44 "	22.990	25.767	48.757
de 45 a 49 "	18.325	20.547	38.872
de 50 a 54 "	16.993	19.214	36.207
de 55 a 59 "	11.773	12.328	24.101
de 60 a 64 "	12.772	12.883	25.655
de 65 a 69 "	6.664	6.997	13.661
de 70 a 74 "	6.442	6.775	13.217
de 75 a 79 "	2.777	2.999	5.776
de 80 a 84 "	1.999	2.554	4.553
de 85 y + "	1.555	2.221	3.776
<b>T O T A L</b>	<b>536.433</b>	<b>574.195</b>	<b>1.110.628</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>48.3 %</b>	<b>51.7 %</b>	<b>100 %</b>



PIRAMIDE POBLACIONAL

Nariño 1985





$$(d) z = \frac{\text{sen}(2x^2 + 3y^2)}{x^2 + y^2} \quad -3 \leq x \leq 3, -3 \leq y \leq 3$$

Tomada de: "Cálculo Vectorial, Marsden y Tromba,  
Fondo Educativo Interamericano, S.A., 1981."