

# La población mexicana censada en 2010 y su comparación con las proyecciones demográficas

Alejandro MINA-VALDÉS

*El Colegio de México*

## *Resumen*

El objetivo de este trabajo es hacer una comparación de los datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010 y la proyección para ese mismo año del Consejo Nacional de Población (CONAPO). Se analizarán las diferencias desde una perspectiva demográfica por grupos de edades y por sexo a nivel nacional. Previo al análisis demográfico de los resultados censales, se evalúa la calidad de los datos asociados a la declaración de edades de la población, así como su corrección y ajuste al 30 de junio del año 2010 y, con ello, se hace la comparación con las proyecciones de CONAPO. Se destaca la aplicación de técnicas demográficas que estiman las deficiencias en la declaración de edades por parte de la población censada en el año 2010, así como las técnicas empleadas en la desagregación de grupos quinquenales a edades individuales de la población mexicana, lo que se ilustra en las pirámides de edades que reflejan las diferencias del censo y las proyecciones de CONAPO.

*Palabras clave:* censos de población, análisis exploratorio de datos, proyecciones de población.

## *Abstract*

*The Mexican population registered in 2010 and its comparison with population projections*

The objective of this work is to make a comparison of data obtained in the Census of Population and Housing 2010 and the projection for the same year of the National Council of Population (CONAPO). The differences will be discussed from a demographic perspective by age groups and sex at the national level. Prior to the analysis population census results, evaluates the quality of the data associated with the ages of the population declaration, as well as its correction and adjustment on June 30 of the year 2010 and thereby make the comparison with the CONAPO projections. Highlights the implementation of demographic techniques that estimate the deficiencies in the declaration of age the population enumerated in the year 2010, as well as the techniques used in the breakdown of five-year groups to individual ages of the mexican population, illustrating the pyramids of ages reflecting the differences in the Census and CONAPOprojections.

*Key words:* population censuses, exploratory data analysis, population projections.

## INTRODUCCIÓN

**E**l objetivo de este trabajo es hacer una comparación de los datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda 2010 y la proyección para ese mismo año del Consejo Nacional de Población (CONAPO). Se analizarán las diferencias desde una perspectiva demográfica por grupos de edades y por sexo a nivel nacional. Previo al análisis demográfico de los resultados censales, se evalúa la calidad de los datos asociados a la declaración de edades de la población, así como su corrección y ajuste al 30 de junio del año 2010 y, con ello, se hace la comparación con las proyecciones de CONAPO.

## EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las técnicas demográficas para evaluar la calidad en la declaración de edades en los censos son los índices de Whipple, de Myers y de Naciones Unidas, los que se estiman después de analizar las pirámides de edades, tanto agregadas (grupos quinquenales), como desagregadas (edades individuales); esto permite destacar las irregularidades visibles en las declaraciones de edades y saber si la información es deficiente, aproximada o precisa para el índice de Whipple; de alta, mediana o baja concentración en algún dígito para el índice de Myers; y entre aproximada o buena calidad de la información para el índice de Naciones Unidas.

El índice de Whipple considera la preferencia a los dígitos 0 y 5, lo que señala para el nivel nacional una mejoría de 1990 a 2010, tanto para hombres como para mujeres, 111.4 y 109.8 respectivamente; esta información es aproximada para hombres y precisa para las mujeres. Cabe destacar que el conteo de 2005 tiene menor calidad para los hombres y mejor para las mujeres, mientras que los censos de 1990 y de 2000 tienen en promedio una mejor calidad que los conteos para hombres y para mujeres.

El índice de Myers muestra que la calidad de los datos ha mejorado para el censo 2010, de 10.9 en 1990 a 7.1 en 2010 a nivel nacional, un índice de baja concentración.

Con respecto al índice de Naciones Unidas también se tiene para el censo 2010 un valor de 10.94, ligeramente mayor al que se obtuvo en el año 2000, de 10.77.

En concreto, la calidad del censo 2010 es mejor que la de los censos y conteos anteriormente levantados en México; sin embargo, la declaración de edades de la población entrevistada sigue teniendo anomalías, por lo

que aún se requiere el proceso de corrección de la información censal en la estructura por edades de la población entrevistada.

### CORRECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Dado que la información censal presenta errores de distinta índole, en particular la mala declaración de edad por parte de los encuestados, es fundamental corregir la información obtenida por sexo y edades. La corrección de la información se hace mediante el método llamado fórmula de graduación de un dieciseisavo. La hipótesis de este método sugiere que es posible ajustar un polinomio de tercer grado a cinco grupos de edad sucesivos; supone además que los grupos de edad estimados, es decir corregidos, corresponden a los grupos de edad observados y que existe un error estadístico de magnitud constante con alternancia de signo.

Partiendo del resultado de análisis numérico, en el que la cuarta diferencia de un polinomio de tercer grado es cero, y sustituyendo los valores estimados por los observados y sus respectivos errores, se despeja el error  $e$ . Una vez que hemos calculado dicho error es posible sustituirlo en las expresiones de las poblaciones estimadas, para obtener así la corrección de los grupos de edad quinquenales como se muestra:

$$S_i = 1/16 \{-S_{i+2} + 4S_{i+1} - 6S_i + 4S_{i-1} - S_{i-2}\}$$

Debido a la estimación que se hace para corregir los grupos de edad, observamos que la población total que se tiene después de aplicar el método de graduación es distinta a la población total observada en el Censo de Población y Vivienda 2010; por lo tanto, hay que ajustar los datos mediante un factor de cuadratura  $k$ , dicho factor se aplicará a cada estructura por edad a fin de obtener la misma población total de la que partimos.

La obtención del factor de cuadratura parte del hecho de que existe un factor  $K$ , tal que, al ser aplicado a la población prorrataada y corregida, da como resultado la población total observada en el censo. Esto es:

$$K * PT^{PC} = PT$$

Donde  $PT^{PC}$  es la población total prorrataada y corregida y  $PT$  la población total inicial. Mediante un sencillo despeje es posible encontrar la variable deseada. El factor de cuadratura ha sido calculado para cada sexo, de manera que existen dos factores  $K^H$  y  $K^M$  que han de aplicarse a los grupos de edad respectivos.

Dado que las proyecciones de CONAPO están situadas a mitad del año, debemos ajustar la población censal prorrateada, corregida y cuadrada al 30 de junio de 2010, para que sea comparable; es decir, proyectaremos la población obtenida al 12 de junio y la situaremos a mitad del año. Debido a que la población está sujeta a una dinámica en la que influyen los fenómenos demográficos básicos y secundarios, no es posible suponer que las poblaciones se mantienen constantes a lo largo del tiempo; debemos estimar el crecimiento poblacional y, una vez encontrado, utilizarlo para proyectar la información.<sup>1</sup> Una vez que ha corregido y ajustado la población censal a mitad de año, podemos compararla con las proyecciones del CONAPO para el 30 de junio de 2010, para este fin utilizaremos los errores absolutos y relativos. El error absoluto resulta de la diferencia de la población censal menos la proyección de CONAPO, si la diferencia resulta positiva significa que la población censal es mayor que la población proyectada por CONAPO, es decir, hubo una subestimación de la población; en cambio si el error absoluto fuese negativo, se mostraría una sobrestimación.

El error relativo se define como el valor absoluto del cociente del error absoluto entre el valor real; en este caso, la diferencia de la población censal menos la población estimada de CONAPO entre la población censal. Este número nos indica el porcentaje que representa el error absoluto de la población censal (ver Cuadro 1).

Para la población masculina de México se calcula un error absoluto de 1 689 329 individuos. Dado que el error absoluto es positivo, la población observada en el censo es mayor que la estimada, por lo tanto hubo una subestimación de la población por parte de CONAPO, que corresponde a 3.08 por ciento de la población de hombres en el censo 2010.

Se observan cinco grupos de edad con error absoluto negativo, esto es, hubo sobrestimación de individuos en las proyecciones de CONAPO para los grupos 25-29, 30-34, 40-44, 45-49 y 50-54 años; dicha sobrestimación equivale a 377 158 hombres estimados no observados en el Censo de Población y Vivienda 2010. En las estimaciones de población de CONAPO al 30 de junio de 2010, 16 grupos de edad presentan subestimación de población masculina; el mayor error relativo lo presenta el grupo 100 o más años, con 46.86 por ciento de error respecto a la población observada, esto quiere decir que casi la mitad de la población de este grupo de edad no fue considerada en las proyecciones.

<sup>1</sup> La función de crecimiento poblacional depende de tres variables: población en el periodo base  $P_0$ , tiempo de exposición a la tasa de crecimiento  $t$  y tasa de crecimiento poblacional media anual  $r$ .  $P_t = P_0(1+r)^t$ .

Cuadro 1. México. Errores absolutos y relativos por grupos de edad quinquenales de la población masculina 2010. Hombres

Grupo de edad	Censo 30 junio 2010	CONAPO 30 junio 2010	Error absoluto	Error relativo
Total	54 919 178	53 229 849	1 689 329	3.08%
0 a 4 años	5 420 614	4 848 908	571 706	10.55%
5 a 9 años	5 681 390	5 194 201	487 189	8.58%
10 a 14 años	5 690 664	5 506 633	184 031	3.23%
15 a 19 años	5 501 922	5 245 085	256 837	4.67%
20 a 24 años	4 908 130	4 833 713	74 417	1.52%
25 a 29 años	4 304 238	4 392 780	-88 542	2.06%
30 a 34 años	4 104 511	4 108 261	-3 750	0.09%
35 a 39 años	3 936 149	3 915 784	20 365	0.52%
40 a 44 años	3 436 147	3 526 407	-90 260	2.63%
45 a 49 años	2 877 892	3 029 186	-151 294	5.26%
50 a 54 años	2 406 020	2 449 332	-43 312	1.80%
55 a 59 años	1 919 348	1 868 995	50 353	2.62%
60 a 64 años	1 479 455	1 418 405	61 050	4.13%
65 a 69 años	1 134 528	1 063 200	71 328	6.29%
70 a 74 años	862 144	763 771	98 373	11.41%
75 a 79 años	596 915	509 378	87 537	14.66%
80 a 84 años	362 384	306 572	55 812	15.40%
85 a 89 años	194 052	160 371	33 681	17.36%
90 a 94 años	69 069	64 332	4 737	6.86%
95 a 99 años	26 277	20 642	5 635	21.44%
100 o más	7 328	3 893	3 435	46.87%

Fuente: *Proyecciones de la Población de México*, CONAPO 2006 y cálculos propios.

Los grupos de edad con subestimación mayor a 10 por ciento de la población observada corresponden a la tercera edad, con excepción del grupo de cero a cuatro años cumplidos. El total de hombres de edad avanzada (mayores de 60 años) no considerados en las proyecciones de población asciende a 421 588, esto corresponde a 0.77 por ciento de la población de hombres en el Censo de Población y Vivienda 2010.

Un total de 2 066 486 hombres fueron subestimados por las proyecciones de CONAPO, esto es, cerca de cuatro por ciento de la población observada de hombres no fue considerada en la proyección a mitad del año.

La compensación por sobrestimación equivale a 377 158 hombres considerados por CONAPO no observados en el censo; por lo tanto, la población de hombres en el Censo de Población y Vivienda 2010 que no fue contemplada en las proyecciones de CONAPO es 1 689 329, cifra correspondiente al error absoluto (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. México. Errores absolutos y relativos por grupos de edad quinquenales de la población femenina 2010. Mujeres

Grupo de edad	Censo 30 junio 2010	CONAPO 30 junio 2010	Error absoluto	Error relativo
Total	57 548 315	55 166 362	2 381 953	4.14%
0 a 4 años	5 248 788	4 644 171	604 617	11.52%
5 a 9 años	5 514 179	4 971 908	542 271	9.83%
10 a 14 años	5 537 378	5 323 798	213 580	3.86%
15 a 19 años	5 503 170	5 208 004	295 166	5.36%
20 a 24 años	5 147 758	4 953 846	193 912	3.77%
25 a 29 años	4 690 433	4 670 216	20 217	0.43%
30 a 34 años	4 517 486	4 426 831	90 655	2.01%
35 a 39 años	4 305 963	4 188 659	117 304	2.72%
40 a 44 años	3 748 953	3 746 785	2 168	0.06%
45 a 49 años	3 163 918	3 225 421	-61 503	1.94%
50 a 54 años	2 649 051	2 640 146	8 905	0.34%
55 a 59 años	2 098 100	2 053 141	44 959	2.14%
60 a 64 años	1 628 881	1 592 830	36 051	2.21%
65 a 69 años	1 271 812	1 226 974	44 838	3.53%
70 a 74 años	979 333	910 923	68 410	6.99%
75 a 79 años	693 535	632 514	61 021	8.80%
80 a 84 años	445 075	399 740	45 335	10.19%
85 a 89 años	254 724	220 238	34 486	13.54%
90 a 94 años	98 053	92 700	5 353	5.46%
95 a 99 años	40 330	31 300	9 030	22.39%
100 o más	11 393	6 217	5 176	45.43%

Fuente: *Proyecciones de la Población de México*, CONAPO 2006 y cálculos propios.

## PIRÁMIDE DE POBLACIÓN

Un análisis más interesante resulta de comparar simultáneamente dos pirámides de población, esto es, para los mismos grupos de edad observar gráficamente las diferencias de los porcentajes de población por sexo. Se tomará la información del Censo de Población y Vivienda 2010, corregida y ajustada a mitad del año, y las proyecciones por sexo y grupos de edad quinquenales de CONAPO a nivel nacional para el 30 de junio de 2010.

La metodología para calcular los porcentajes de población que cada grupo representa del total es la mencionada anteriormente. Cabe destacar que para cada pirámide se toma el total de la población en estudio; es decir, para el caso de los porcentajes de CONAPO se tomarán las poblaciones estimadas por ese organismo y no se considerará de forma alguna la información censal 2010 (ver Gráfica 1).

En las pirámides de población se aprecia una disparidad en entre porcentajes de población estimados por CONAPO y los observados en el Censo de Población y Vivienda, esto sucede principalmente en los primeros grupos de edad y los últimos. Para estas estructuras por edades la proyección de CONAPO contempló una menor cantidad de individuos respecto al total de la población, se observa que la mayor subestimación de población ocurrió en el primer grupo de edad para ambos sexos; sin embargo, no podemos estimar el error absoluto de CONAPO restando los porcentajes de población de la proyección y el censo, puesto que cada uno ha sido calculado utilizando su propia población total. Por otro lado, para los grupos de edad entre 20-24 y 55-59 se observa una sobreestimación de los porcentajes de población por parte de CONAPO.

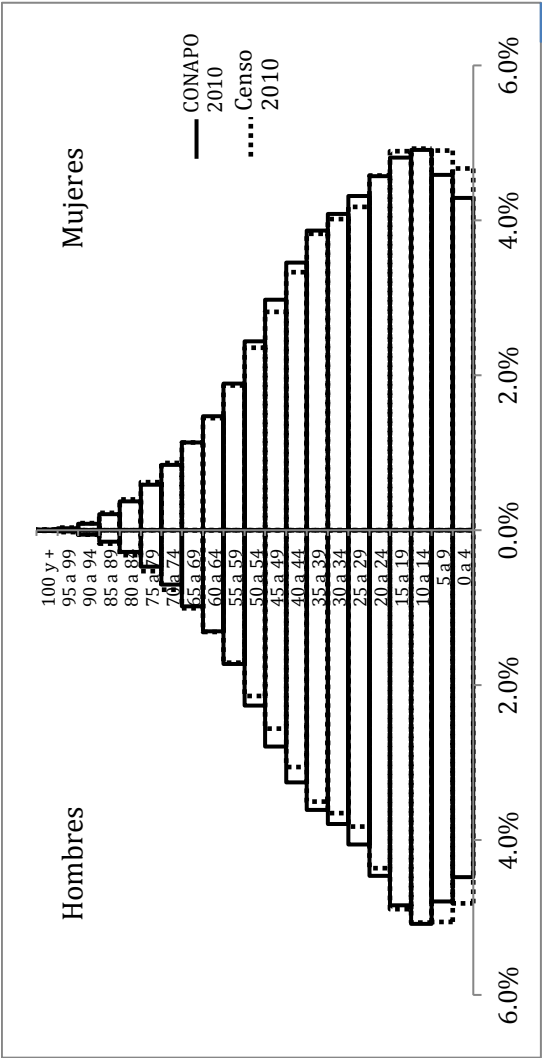
## DESAGREGACIÓN DE LOS GRUPOS QUINQUENALES

### A EDADES DESPLEGADAS

Gracias a la evaluación sobre la calidad de la información por edades de la población mexicana, se logra la corrección de la estructura por edades y sexo del censo 2010, desagregando las estructuras por edades quinquenales a edades individuales empleando *splines* (Mina, 2011), y obteniendo así, para hombres y mujeres, las estructuras desagregadas por edad.

En el siguiente cuadro se presentan por edad desplegada y sexo el número de habitantes en México a nivel nacional estimados a partir del censo 2010 y los valores que la proyección de CONAPO obtuvo para 2010, ambas estructuras al 30 de junio del año censal (ver Cuadro 3).

Gráfica 1. México. Pirámides de población censada y proyectada, 2010



Fuente: proyecciones CONAPO (2006) y cálculos propios.



Cuadro 3. México: estructura por edad, por sexo y edad desplegada. Censo 2010 y CONAPO 2010

Edad	Hombres censo	Hombres CONAPO	Mujeres censo	Mujeres CONAPO
0	1 069 844	970 679	1 035 103	927 912
1	1 073 098	968 099	1 038 461	926 652
2	1 079 606	967 818	1 045 177	927 262
3	1 089 369	969 137	1 055 252	929 228
4	1 102 385	973 175	1 068 684	933 117
5	1 117 485	980 154	1 084 237	938 990
6	1 129 988	997 167	1 096 961	954 435
7	1 138 723	1 029 148	1 105 618	984 559
8	1 143 690	1 069 714	1 110 209	1 023 398
9	1 144 890	1 118 018	1 110 733	1 070 526
10	1 142 910	1 134 307	1 108 084	1 088 213
11	1 140 100	1 110 710	1 105 838	1 068 734
12	1 137 049	1 093 197	1 104 889	1 056 013
13	1 133 757	1 087 516	1 105 237	1 055 698
14	1 130 222	1 080 903	1 106 882	1 055 140
15	1 125 693	1 070 974	1 108 962	1 051 230
16	1 117 157	1 061 310	1 108 030	1 047 598
17	1 103 862	1 051 066	1 103 226	1 043 597
18	1 085 808	1 038 823	1 094 548	1 037 556
19	1 062 994	1 022 912	1 081 997	1 028 023
20	1 036 191	1 003 792	1 066 017	1 015 348
21	1 008 477	985 298	1 048 389	1 002 900
22	980 623	967 744	1 029 557	991 315
23	952 629	948 557	1 009 521	978 757
24	924 495	928 322	988 281	965 526
25	897 049	909 781	966 672	954 200
26	873 611	893 445	948 031	944 680
27	855 009	877 764	933 192	934 719
28	841 243	862 941	922 156	924 056
29	832 314	848 849	914 922	912 561
30	827 444	836 503	910 795	901 429
31	823 523	826 899	906 992	891 760
32	819 774	819 786	902 817	884 102
33	816 198	814 694	898 270	877 897

Fuente: proyecciones CONAPO y censo 2010.

Cuadro 3. México: estructura por edad, por sexo y edad desplegada. Censo 2010 y CONAPO 2010 (continuación)

Edad	Hombres censo	Hombres CONAPO	Mujeres censo	Mujeres CONAPO
34	812 793	810 379	893 352	871 643
35	808 862	804 641	887 430	863 679
36	801 608	796 483	877 975	853 302
37	790 334	785 791	864 355	840 402
38	775 039	772 425	846 570	824 787
39	755 723	756 444	824 620	806 489
40	733 058	739 217	799 278	786 914
41	709 732	723 143	773 630	768 604
42	686 418	706 689	748 450	750 312
43	663 115	688 288	723 737	730 614
44	639 824	669 070	699 492	710 341
45	616 739	648 839	675 794	689 167
46	594 642	627 689	652 968	667 314
47	573 726	606 591	631 095	645 493
48	553 993	584 545	610 173	623 168
49	535 441	561 522	590 204	600 279
50	517 775	538 202	570 877	576 715
51	499 807	514 418	550 948	552 512
52	481 242	490 010	530 106	528 129
53	462 078	465 375	508 352	503 639
54	442 317	441 327	485 685	479 151
55	422 140	417 772	462 419	455 245
56	402 281	394 119	439 807	431 753
57	382 922	371 855	418 164	409 147
58	364 064	351 856	397 488	388 093
59	345 706	333 393	377 780	368 903
60	327 905	315 940	359 038	351 360
61	310 887	299 085	341 258	334 379
62	294 707	282 982	324 437	317 951
63	279 367	267 568	308 576	302 149
64	264 866	252 830	293 675	286 991
65	251 181	238 746	279 668	272 476
66	238 215	225 249	266 297	258 532
67	225 945	212 245	253 496	245 049

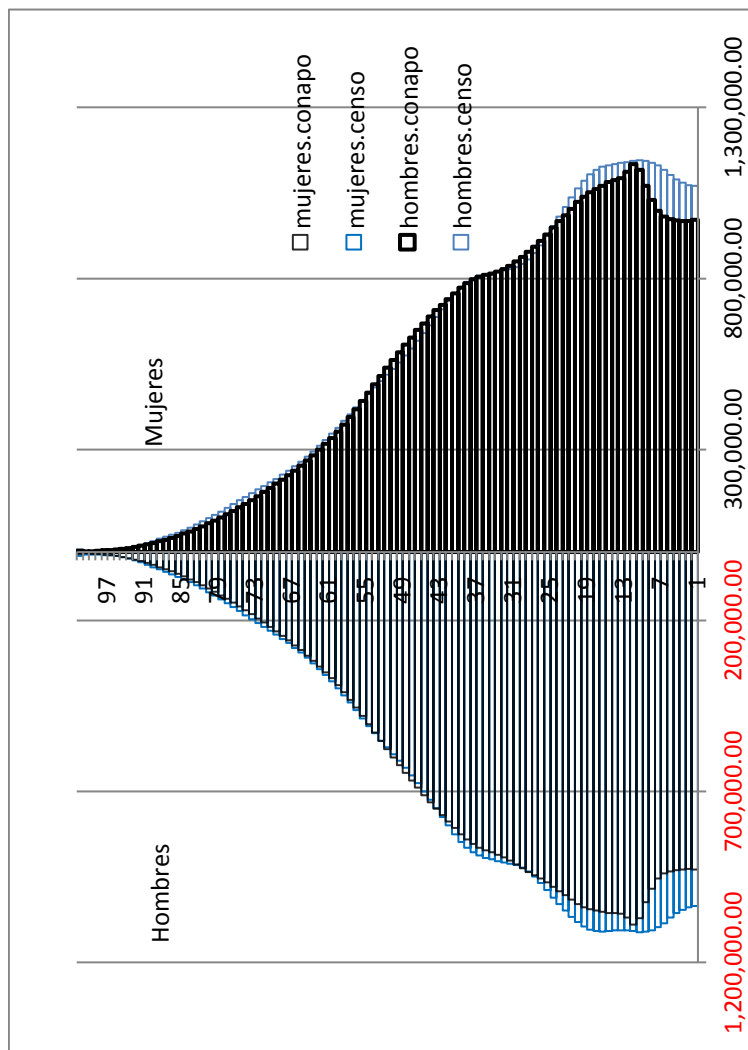
Fuente: proyecciones CONAPO y censo 2010.

Cuadro 3. México: estructura por edad, por sexo y edad desplegada. Censo 2010 y CONAPO 2010 (continuación)

Edad	Hombres censo	Hombres CONAPO	Mujeres censo	Mujeres CONAPO
68	214 372	199 632	241 265	231 908
69	203 494	187 328	229 605	219 009
70	193 172	175 331	218 396	206 345
71	182 845	163 689	207 162	193 973
72	172 373	152 412	195 783	181 906
73	161 756	141 471	184 260	170 110
74	150 994	130 868	172 592	158 589
75	140 149	120 643	160 858	147 390
76	129 469	110 834	149 373	136 563
77	119 016	101 450	138 217	126 120
78	108 792	92 491	127 389	116 059
79	98 794	83 960	116 890	106 382
80	89 104	75 849	106 767	97 072
81	80 041	68 144	97 217	88 117
82	71 685	60 859	88 290	79 529
83	64 037	54 031	79 983	71 362
84	57 095	47 689	72 299	63 660
85	50 762	41 899	65 128	56 528
86	44 645	36 640	58 036	49 956
87	38 647	31 815	50 915	43 828
88	32 767	27 196	43 764	37 847
89	27 005	22 821	36 584	32 079
90	21 492	18 911	29 565	26 848
91	16 747	15 290	23 466	21 916
92	12 900	12 211	18 477	17 663
93	9 950	9 870	14 599	14 407
94	7 899	8 050	11 832	11 866
95	6 634	6 527	10 045	9 726
96	5 711	5 135	8 719	7 742
97	5 019	3 940	7 725	6 013
98	4 557	2 938	7 062	4 537
99	4 326	2 102	6 731	3 282
100	7 319	3 893	11 380	6 217
Total	54 855 231	53 229 849	57 481 307	55 166 362

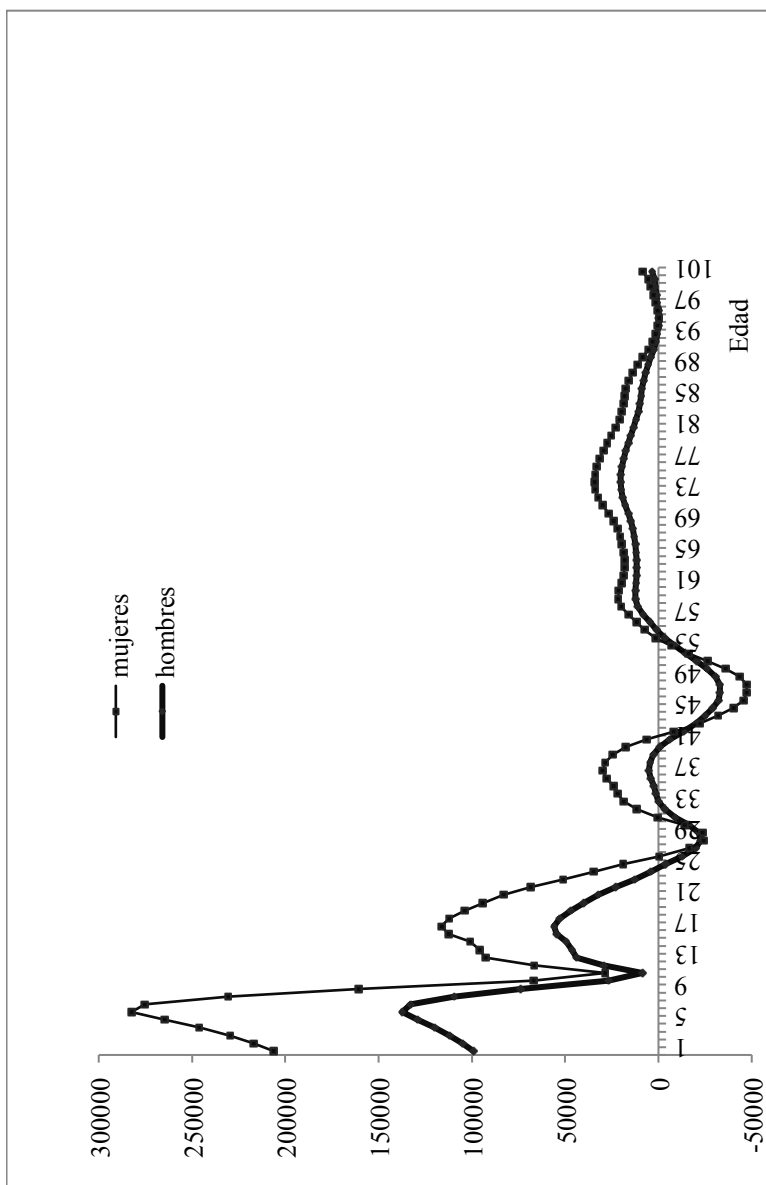
Fuente: proyecciones CONAPO y censo 2010.

Gráfica 2. México: estructuras por edades desplegadas, por sexo. Censo 2010 y proyecciones CONAPO 2010



Fuente: resultados censales 2010 y cálculos propios.

Gráfica 3. México: diferencias entre número de habitantes estimados y proyectados 2010



Fuente: resultados censales 2010 y cálculos propios.

A manera de conclusión se presentan, después de evaluar, corregir y desagregar las estructuras por edades y sexo, las siguientes gráficas que muestran las diferencias en las estructuras por edades desplegadas al 30 de junio del año 2010, según el censo 2010 y según las proyecciones de CONAPO. Destacan las mayores diferencias en los infantes de cero a ocho años y de 15 a 20 años, y en menor medida las diferencias en las edades 55 a 90 años. Se representan diferencias negativas en las edades 24 a 32 años y de 39 a 53 años (ver Gráficas 2 y 3).

## ANEXO

El índice de Whipple  $I_w$  se define como:

$$I_w = \frac{\sum_{i=5}^{12} P_{5i}}{\sum_{i=23}^{62} P_i} * 5 * 100$$

donde  $P_{5i}$  y  $P_i$  son las poblaciones censadas que declararon tener las edades cumplidas  $5i$  e  $i$ , respectivamente.

El criterio para clasificar la información censal, en cuanto la declaración de edad, está basado en la siguiente tabla, esto con base en el valor que toma el índice de Whipple.

Rango de $I_w$	Clasificación de la información
100 a 104	muy precisa
105 a 109	precisa
110 a 124	aproximada
125 a 174	deficiente
175 a más	muy deficiente

El índice de Myers ( $IM$ ) se define a partir de la suma de los valores absolutos de los índices individuales para cada dígito ( $M_j$ ) con  $j = 0, 1, 2, \dots, 8, 9$ ; los que estiman la atracción de rechazo de cada uno de los dígitos en la declaración de edad.

Para definir  $IM$  y los valores  $M_j$  es necesario definir la siguiente notación:

$P_x$	Número de personas que declaran la edad $x$ cumplida.
$V_x$	Número de personas que realmente tienen la edad $x$ cumplida.

$P_j = \sum_{i \geq 1} P_{10i+j}$  Número de personas que realmente tienen la edad  $x$  cumplida.

$P'_j = \sum P_{10i+j}$  Número de personas que han declarado edad cumplida terminada en el dígito  $j$  y dentro de la población de 10 años y más cumplidos.

$V_j = \sum_{i \geq 1} V_{10i+j}$  Número de personas que han declarado edad cumplida terminada en el dígito  $j$  y dentro de la población de 20 años y más cumplidos.

$V'_j = \sum_{i \geq 1} V_{10i+j}$  Número real de individuos con edad cumplida terminada en el dígito  $j$  dentro de la población de 10 años y más cumplidos.

De tenerse los valores de  $V_j$  y  $V'_j$ , sería un adecuado índice de atracción o rechazo para el dígito  $j$ :

$$\frac{(P_j - P'_j) - (V_j - V'_j)}{(P_j - P'_j)} = 1 - \frac{V_j - V'_j}{P_j - P'_j}$$

Número real de individuos con edad cumplida terminada en el dígito  $j$  dentro de la población de 20 años y más cumplidos.

Debido a la imposibilidad de tener los valores  $V_j$  y  $V'_j$ , Myers supone linealidad en la tendencia de los valores  $V_j$  y  $V'_j$ , ponderándolos y suponiendo que en cada uno de los diez dígitos hay 10 por ciento de la población, así:

$$\frac{a_j v_j - a'_j v'_j}{\sum_{j=0}^9 (a_j v_j - a'_j v'_j)}$$

Donde  $a_j$  y  $a'_j$  toman los valores:

$j$	$a_j$	$a'_j$
0	1	9
1	2	8
2	3	7
3	4	6
4	5	5
5	6	4
6	7	3
7	8	2
8	9	1
9	10	0

Teniéndose que en el mejor de los casos:

$$\sum_{j=0}^9 (a_j V_j - a_j' V_j') = \sum_{j=0}^9 (a_j P_j - a_j' P_j')$$

y la diferencia:  $(a_j P_j - a_j' P_j') - (a_j V_j - a_j' V_j')$  miden el sesgo en la declaración de edad en términos absolutos.

Por lo que Myer define el índice  $M_j$  como:

$$M_j = \frac{a_j P_j - a_j' P_j' + (a_j V_j - a_j' V_j')}{\sum_{j=0}^9 (a_j P_j - a_j' P_j')} \times 100$$

$$= \left\{ \frac{a_j P_j - a_j' P_j'}{\sum_{j=0}^9 (a_j P_j - a_j' P_j')} - 0.10 \right\} \times 100$$

Considerando entonces que el dígito  $j$  es de atracción si  $M_j > 0$  y de rechazo si  $M_j < 0$ .

Finalmente Myer define su índice como:

$$I_M = \sum_{j=1}^9 |M_j|$$

Si se cumplieran las hipótesis entonces  $I_M = 0$ , de centrarse en un solo dígito la declaración de edad  $I_M = 180$ . Entre 0 y 180 se definieron los siguientes rangos para clasificar a la concentración de la población en cuanto a la preferencia de dígitos.

Rango de $I_M$	Clasificación
0 a 4.99	Baja concentración en algún dígito
5 a 14.99	Mediana concentración en algún dígito
15 a 29.99	Alta concentración en algún dígito
30 a más	Muy alta concentración en algún dígito



En cuanto al índice de Naciones Unidas, su aplicación requiere tener agregada su aplicación en grupos quinquenales de edad, de 0 a 4 años cumplidos, de 65 a 69 años cumplidos, por sexo y para el total de la población.

La hipótesis que se maneja en este índice es la linealidad en los efectivos, en el grupo anterior y posterior al grupo de edad considerado. Así, por ejemplo, si se toman los grupos de edad 35-39, 40-44 y 45-49 años cumplidos, entonces:

$$\frac{P_{40-44}}{P_{35-39} + P_{45-49}} = 2$$

Debe tender a la unidad, ya que la población de 35-39 años cumplidos más la población de 45 a 49 años cumplidos censada dividida entre dos debe ser aproximadamente igual a la población que declaró tener entre 40 y 44 años cumplidos; esto bajo la hipótesis de linealidad.

A continuación se construyen los índices por sexo, los que se definen como  $I^H(G)$  para los hombres e  $I^F(G)$  para las mujeres, donde:

$$I^H(G) = \frac{\sum_{i=1}^{13} \left| \frac{2P_{(5i)-(5i+4)}^H}{P_{(5i-5)-(5i)}^H + P_{(5i+5)-(5i+9)}^H} - 1 \right|}{13}$$

y

$$I^F(G) = \frac{\sum_{i=1}^{13} \left| \frac{2P_{(5i)-(5i+4)}^F}{P_{(5i-5)-(5i)}^F + P_{(5i+5)-(5i+9)}^F} - 1 \right|}{13}$$

El índice para ambos sexos se define a partir de los índices de masculinidad y del supuesto de que no deben tener variaciones sustanciales de grupo a grupo; por ejemplo, si se consideran los grupos de edad 25-29 y 30-34 años cumplidos, entonces la diferencia de los índices de masculinidad deben tender a 0, es decir:

$$\left| \frac{P_{25-29}^H}{P_{25-29}^M} - \frac{P_{30-34}^H}{P_{30-34}^M} \right| \text{ tiende a cero}$$

Por tanto el índice de ambos sexos  $I(s)$  se define como:

$$\frac{\sum_{i=1}^{13} \left| \frac{P_{(5i)-(5i+4)}^H}{P_{(5i)-(5i+4)}^M} - \frac{P_{(5i+5)-(5i+9)}^H}{P_{(5i+5)-(5i+9)}^M} \right|}{13} \times 100$$

Basándose en la experiencia mundial, los especialistas de las naciones unidas ponderan con tres unidades al índice de ambos sexos  $I(s)$ , quedando definido el índice de Naciones Unidas como:

$$I_{Nu} = I_{(G)}^H + I_{(G)}^M + 3I(S)$$

Es obvio que  $I_{Nu} = 0$  ya que para que  $I_{Nu} = 0$ , los efectivos en cada grupo de edad deben ser iguales. Para países donde las hipótesis se han cumplido y se tienen censos de alta calidad en su control de declaración de edad,  $I_{Nu}$  se encuentra alrededor de nueve unidades, teniéndose que en la medida que se aleje de este número, en esa medida se acentúa la mala declaración de edad.

## BIBLIOGRAFÍA

CONAPO, 2006, *Proyecciones de la población de México 2005-2050*, Consejo Nacional de Población (CONAPO), México.

INEGI, 2011, *XIII Censos de Población y Vivienda*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México.

MINA VALDÉS, Alejandro, 2011, “La obtención y proyección de tablas de mortalidad empleando curvas *spline*”, en *Papeles de Población*, vol. 17, núm. 69, julio-septiembre, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Toluca, México.

MYERS, Robert, 1960, “Error and bias in the reporting of ages in census data”, en U.S. Bureau of the Census, en *Handbook of Statistical Methods for Demographers, Transactions of the Actuarial Society of America*, 41 parte II (104), Washington, D.C.

NACIONES UNIDAS, 1955, *Métodos para evaluar la calidad de los datos básicos destinados a los cálculos de población*, Manual II, Serie A, núm. 23, Nueva York.

WUNSCH, Guillaume, 1992, *Técnicas para el análisis de datos demográficos deficientes*, El Colegio de México (COLMEX), México.

*Alejandro Mina Valdés*

Es actuario y matemático por la Universidad Nacional Autónoma de México, maestro en Demografía por El Colegio de México, profesor e investigador de tiempo completo del Centro de Estudios Demográficos Urbanos y Ambientales de El Colegio de México de 1979 a la fecha, además forma parte del Sistema Nacional de Investigadores. Entre sus publicaciones más importantes destaca el capítulo “Evolución de la mortalidad en México, pasado, presente y futuro” en *Los grandes problemas de México*, El Colegio de México, 2010.

Dirección electrónica: [amina@colmex.mx](mailto:amina@colmex.mx)

Este artículo fue recibido el 3 de noviembre de 2011 y aprobado el 6 de agosto de 2012.