



ENERO DE 2012

DINÁMICA POBLACIONAL DE LA PROVINCIA DE SANTA FE DESDE 1869 HASTA 2010



Señor Gobernador de la Provincia de Santa Fe

Dr. Antonio Bonfatti

Ministro de Economía

CPN Ángel José Sciara

Secretario de Planificación y Política Económica

CPN Pablo Andrés Olivares

**Director Provincial del Instituto Provincial
de Estadística y Censos**

Lic. Jorge Alejandro Moore

**Directora General del Instituto Provincial
de Estadística y Censos**

Lic. Raquel Pellatelli

Responsable:

Dra. Elda Gallese

Correcciones:

Manuel López de Tejada

Diseño y diagramación

Angelina Araiz

ÍNDICE

P.05	Resumen
P.06	Dinámica poblacional de la Provincia de Santa Fe desde 1869 hasta 2010
P.06	Introducción
P.07	1- Primera exploración de la evolución numérica de la población de la provincia de Santa Fe.
P.07	<i>Cuadro 1. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe según Censos de Población</i>
P.08	<i>Gráfico 1. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe según Censos de Población</i>
P.08	1.1- Exploración de los primeros veinticinco años. Entre septiembre de 1869 y mayo de 1895
P.09	<i>Cuadro 2. Evolución de la población. Provincia de Santa Fe y Argentina. Período 1869-1895</i>
P.09	1.2- Exploración de los últimos cincuenta años, desde 1960 hasta 2010
P.09	<i>Cuadro 3. Evolución de la población. Provincia de Santa Fe y Argentina. Período 1960-2010</i>
P.10	2- Segunda exploración de la evolución numérica de la población de la provincia de Santa Fe.
P.10	2.1- La estimación de los parámetros (MTIE)
P.10	<i>Cuadro 4. Estimación de la función Logística (MTIE)</i>
P.11	<i>Cuadro 5. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (1914-1947-1960)</i>
P.11	<i>Gráfico 2. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico</i>
P.12	2.2- La estimación de los parámetros (AFNL)
P.12	<i>Cuadro 6. AFNL. Estimación de la función Logística (AFNL)</i>
P.12	<i>Cuadro 7. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (MTIE; 1914-1947-1960)</i>
P.13	<i>Gráfico 3. AFNL: Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico</i>
P.13	2.3- Se sigue explorando
P.14	<i>Cuadro 8. Tasa intercensal. De 1969 a 2010</i>
P.14	<i>Gráfico 4. Tasa intercensal. De 1969 a 2010</i>
P.15	3- La función logística ajusta los datos censales de la población de la provincia de Santa Fe.
P.15	3.1- Ajuste de la población de la provincia de Santa Fe desde 1869 a 1960 por el método de Ajuste de Funciones No Lineales (AFNL)
P.15	<i>Cuadro 9. AFNL. Ajuste de funciones no lineales. Estimación de la función Logística. 1869-1960</i>
P.16	<i>Gráfico 5. AFNL. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (1869-1895-1914-1947-1960)</i>
P.16	<i>Cuadro 10. AFNL. Población en miles de habitantes de la Prov. de Santa Fe y ajuste logístico (1869-1895-1914-1947-1960)</i>
P.17	3.2- Ajuste de la población de la provincia de Santa Fe desde 1960 a 2010 por el método de Ajuste de Funciones No Lineales (AFNL)
P.17	<i>Cuadro 11. AFNL. Ajuste de funciones no lineales. Estimación de la función Logística. 1960-2010</i>
P.18	<i>Gráfico 6. AFNL. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (1960-1970-1980-1991-2001-2010)</i>
P.18	<i>Cuadro 12. AFNL. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (1960-1970-1980-1991-2001-2010)</i>
P.19	4- Ajuste de la población de la provincia de Santa Fe desde 1869 a 2010. Estimación de la función logística por medio del Ajuste de Funciones No Lineales AFNL.
P.19	4.1- Ajuste de Funciones No Lineales AFNL. Estimación de la función logística del período 1869-2010 y proyecciones
P.19	<i>Cuadro 13. AFNL. Estimación y proyección de la población de la provincia de Santa Fe en miles de habitantes. Datos 1869-2010</i>
P.20	<i>Gráfico 7. AFNL. Estimación y proyección de la población de la provincia de Santa Fe en miles de habitantes. Datos 1869-2010</i>
P.21	5- Intervalos de confianza
P.21	<i>Gráfico 8. Intervalos de confianza de las proyecciones. Población de la Provincia de Santa Fe. Años 1912, 1913, 1914, 1915 y 1920.</i>
P.21	<i>Cuadro 14. Intervalos de confianza de las proyecciones. Población de la Provincia de Santa Fe. Años 1912, 1913, 1914, 1915 y 1920.</i>
P.22	6- Conclusiones
P.23	Agradecimientos
P.23	Referencias
P.24	APÉNDICE 1: La función logística
P.25	APÉNDICE 2: Detección de dos logísticas
P.25	<i>Cuadro 1A2. Vel-por mil. Incremento de la población por año y por mil habitantes. De 1869 a 2010</i>
P.25	<i>Gráfico 1A2. Vel-por mil. Incremento de la población por año y por mil habitantes. De 1869 a 2010</i>
P.26	<i>Gráfico 2A2. Velocidad. Incremento de la Población de la Provincia de Santa Fe por año</i>
P.26	<i>Gráfico 3A2. Aceleración. Incremento de la Velocidad por año</i>

INSTITUTO PROVINCIAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

Salta 2661 - 3º Piso - (3000) Santa Fe - C.C. N: 140
Tel.: +54 (342) 457-3753 / 457-3783 / 457-2539 | Tel.Fax: 457-4792 / 457-3747
Correo electrónico: rpell@indec.mecon.gov.ar | jmoor@indec.mecon.gov.ar

Santa Fe 1950 2º Piso - (2000) Rosario
Tel.: +54 (341) 472-1115 / 472-1156 / 472-1317
Correo electrónico: ipecosario@indec.mecon.gov.ar

ENERO 2012
DINÁMICA POBLACIONAL DE LA PROVINCIA
DE SANTA FE DESDE 1869 HASTA 2010
PROVINCIA DE SANTA FE

Resumen

Este estudio presenta una síntesis minuciosa de la dinámica poblacional de la provincia de Santa Fe, contando con datos numéricos provenientes de los diez Censos Nacionales de Población que cubren un período de 141 años.

Es un abordaje econométrico y no demográfico, que revaloriza la curva logística y que sigue los trabajos de Leach (1981) y Gallese & Lac Prugent (1992).

El estudio detecta claramente dos períodos en la dinámica del crecimiento de la población de la provincia de Santa Fe. El impulso inicial que arranca desde 1869, alcanza su velocidad máxima alrededor de 1919 y sigue creciendo en forma desacelerada hasta el año 1960. En la segunda etapa del desarrollo numérico de la población, en la década 1960-70, la velocidad se incrementa llegando a su punto máximo alrededor de 1966. La proyección de la población de la provincia de Santa Fe para el corriente año 2012 arroja la cifra de 3.240.179 habitantes.

Por último, los intervalos de confianza, calculados a través del método de Monte Carlo, debido a su amplitud reflejan y recuerdan el nivel de riesgo que implican las proyecciones.



Dinámica poblacional¹ de la Provincia de Santa Fe desde 1869 hasta 2010

Introducción

En este trabajo se presentará el extracto de un estudio minucioso de la dinámica poblacional de la provincia de Santa Fe, contando con datos numéricos provenientes de los diez Censos Nacionales de Población que cubren un período de 141 años.

El abordaje de esta investigación es econométrico y no demográfico. Siguiendo los trabajos de Leach (1981) y Gallese & Lac Prugent (1992), se desarrollará el análisis exploratorio y el posterior ajuste de la curva logística mediante la función propuesta por Quetelet y la expresión establecida por Yule.

El conocimiento de la dinámica de la “población total” de una región, un aglomerado o un país permite, entre otras cosas, tener una comprensión más precisa de series tales como “total de personas activas”, “total de personas inactivas”, “total de personas desocupadas” y otras que, en términos de tasas, se estiman por medio de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH). Una reestimación intercensal de la “población total” contribuiría a concretar la tarea de reajuste de estas series mencionadas, dado que todas ellas se definen como un subconjunto de la población total².



Acordando con De la Fuente³ (1872), en una primera etapa se llevará adelante un análisis exploratorio de los datos censales dejando que los mismos cuenten su propia historia. Luego, descubierta la dinámica del crecimiento poblacional de Santa Fe, se ajustarán los datos acordes a la ley que surja de la exploración.

Por ello, en el primer punto del presente trabajo se presentan los datos y la gráfica que describen el crecimiento de la población de la provincia de Santa Fe, junto con una comparación de la dinámica de los primeros veinticinco años con los últimos cincuenta años. En este somero análisis ya se observa la delimitación de dos

1) El estudio de la dinámica poblacional incluye el estudio de la velocidad de crecimiento, es decir el incremento de la población en la unidad de tiempo y la aceleración, o sea el incremento de la velocidad en la unidad de tiempo.

2) Para aquellos que deseen ampliar los conceptos sobre este tema pueden dirigirse a: Crucella, Julián I.; Fernández de Luco, María E., y Renzi, Nicolás Omar (2005). Ajuste de Funciones No Lineales. Aplicación a la Población de la Ciudad de Rosario.

3) “Las cifras estadística descubren, al que sabe interpretarlas, condiciones orgánicas, físicas y morales, sociales y políticas, penetradas de revelaciones para el gobierno de los pueblos. Porque cada cifra representa hechos existentes, condiciones individuales, fenómenos sociales, que entran como resortes y tienen su papel en el mecanismo activo y todo solidario de la colectividad.”

dinámicas poblacionales. En un segundo punto se ahonda el análisis exploratorio, analizando evolución, velocidad y aceleración, y aportando más evidencia de dos períodos bien definidos en la evolución de la población de la provincia de Santa Fe.

En un tercer punto se ajustarán los datos con la función logística en cada uno de los dos períodos detectados por la exploración. La estimación de los parámetros se hará mediante el método de Ajuste de Funciones No Lineales (AFNL) sobre la función logística.

En la cuarta sección se ajustará la función para todo el período 1869-2010 y se darán los valores estimativos y proyecciones.

En el quinto apartado se presentarán las proyecciones con sus respectivos intervalos de confianza construidos por el método de simulación, poniendo de relieve el riesgo que conllevan las proyecciones a largo plazo. Por último, en la sexta parte algunas conclusiones cierran esta presentación.

1-Primera exploración de la evolución numérica de la población de la provincia de Santa Fe.

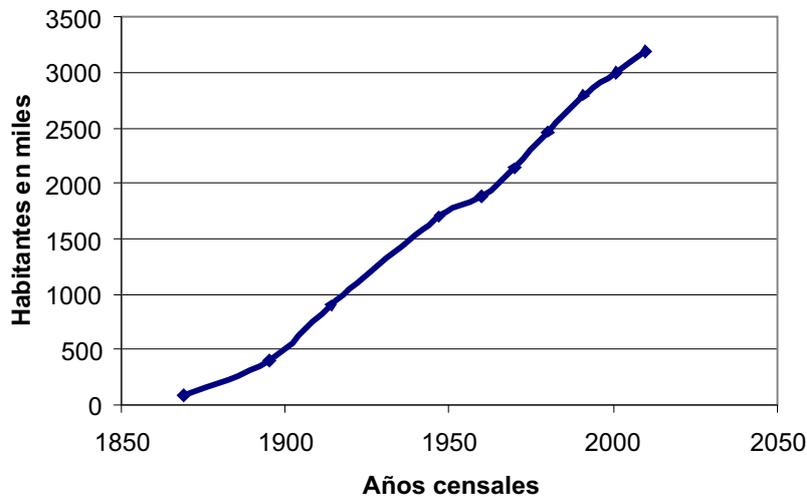
A continuación se presentan los datos y la gráfica que describen el crecimiento de la población de la provincia de Santa Fe capturados por los diez Censos Nacionales de Población que abarcan 141 años, desde 1869 hasta 2010.

Cuadro 1. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe según Censos de Población

Año	Habitantes en miles Provincia de Santa Fe
1869	89
1895	397
1914	900
1947	1.703
1960	1.885
1970	2.136
1980	2.466
1991	2.798
2001	3.001
2010	3.195

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Gráfico 1. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe según Censos de Población



Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

A simple vista, el Gráfico 1 pareciera mostrar la presencia de dos dinámicas poblacionales. Una antes de 1960 y otra después.

Veamos que nos cuentan los registros de los primeros censos y los de los últimos.

1.1- Exploración de los primeros veinticinco años. Entre septiembre de 1869 y mayo de 1895

Según la publicación del SEGUNDO CENSO⁴

“En este período de 25,66 años, la evolución anual⁵ de Argentina es del 4,6%. “Este crecimiento es uno de los más fuertes que presenta la historia demográfica del mundo. Estudiando los censos de los países que tienen más de uno, respecto de los cuales es posible conocer la ley de crecimiento durante un período suficientemente largo para que sus cifras puedan ser utilizables, se forma este cuadro, que prueba que el crecimiento de la población argentina comparado con el de las otras naciones es el más rápido que se ha constatado en los últimos tiempos...”

4) De la Fuente, Diego. SEGUNDO CENSO de la República Argentina. Mayo 10 de 1895. Tomo II. Página XIX.
<http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/117490>

5) Evolución anual = Variación anual % = Variación % dividido la cantidad de años.

En este contexto Santa Fe tiene un impulso inicial muy superior al de Argentina, como puede leerse en el Cuadro 2.

- En el año 1869, los habitantes de la provincia de Santa Fe representaban cerca del cinco por ciento (4,87%) de la población total del país.
- En el año 1895, la participación de la población de la provincia de Santa Fe en el total país alcanza casi el diez por ciento (9,82%).

Cuadro 2. Evolución de la población. Provincia de Santa Fe y Argentina. Período 1869-1895

Años censales	Argentina	Santa Fe	SantaFe/Argentina %
1869	1.830.214	89.117	4,87
1895	4.044.911	397.188	9,82
Variación % (1895-1869)	121,01	345,69	
Variación anual % (1895-1869)	4,65	13,30	
Tasa anual por mil (1895-1869)	30,97	59,16	

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

-Esta duplicación en la participación se debe a que la población de Argentina aumentó, desde 1869 a 1895 (período de 25,66 años), más de un ciento por ciento (121,01 %), mientras que la de Santa Fe trepó más del 300 por ciento (345,69 %). Por otro lado, la tasa anual por mil habitantes (59,16) resulta muy superior a la de todo el país (30,97).

1.2- Exploración de los últimos cincuenta años, desde 1960 hasta 2010

Del Cuadro 3 se desprende que:

- En el año 1960, los habitantes de la provincia de Santa Fe representaban más del nueve por ciento (9,42%) de la población total del país.
- En el año 2010, la participación de la población de la provincia de Santa Fe en el total país ronda el ocho por ciento (7,96%).

Cuadro 3. Evolución de la población. Provincia de Santa Fe y Argentina. Período 1960-2010

Años	Argentina	Santa Fe	SantaFe/Argentina %
1960	20.010.539	1.884.918	9,42
2010	40.117.096	3.194.537	7,96
Variación % (2010-1960)	100,48	69,48	
Tasa anual por mil (2010-1960)	14,01	10,61	

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

- La población de Argentina aumentó, desde 1960 a 2010, más de un ciento por ciento (100,48%) y la de Santa Fe sólo un setenta por ciento (69,48%). Por otro lado, la tasa anual por mil habitantes (10,61%) resulta ser inferior a la de todo el país (14,01%).

Poniendo en correspondencia 1.1 con 1.2 se vislumbra que:

De acuerdo con lo observado, existen dos dinámicas diferentes entre los primeros 25 años y los últimos 50 años.

2- Segunda exploración de la evolución numérica de la población de la provincia de Santa Fe.

Se ajustarán los datos con una función logística que cubra los 141 años.

Para el ajuste de los datos se seguirá el método de las tres inversas equiespaciadas (MTIE) y luego el Ajuste de Funciones No Lineales (AFNL), según Leach (1981) y Gallese & Lac Prugent (1992).

2.1- La estimación de los parámetros (MTIE)

La estimación de los parámetros (MTIE) junto con otros valores significativos de la función logística se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Estimación de la función Logística (MTIE)

Años censales	1914, 1947 y 1980
k	3.232.611
α	0,943173715
β	0,898753226
ε	1,060250073
F	3,27986E-07
Año cero	1914
P_0	89.117
Año de inflexión	1943,66
$P\beta=k/2$	1.616.306
Cantida de datos	3
Cantidad ajustada	10
EMC	190.690

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

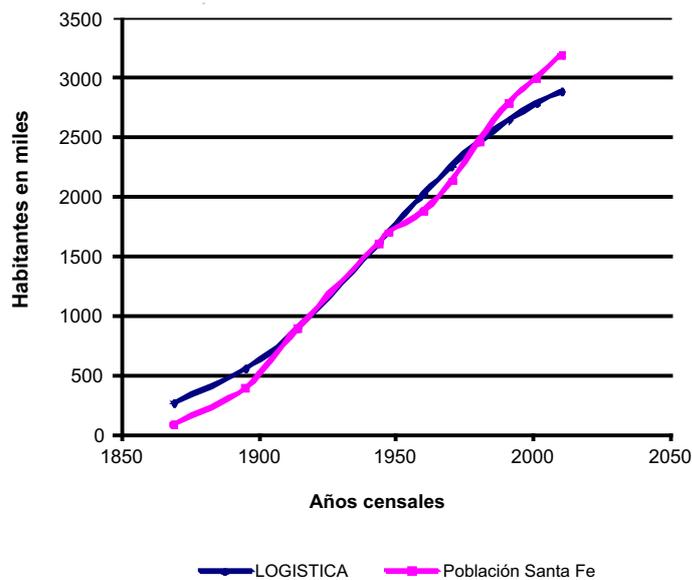
El ajuste logístico (MTIE) se observa en el Cuadro 5 y el Gráfico 2.

Cuadro 5. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (1914-1947-1960)

Años censales	Población en miles Provincia de Santa Fe	Función Logística
1869	89	269
1895	397	560
1914	900	900
1947	1.703	1.703
1960	1.885	2.031
1970	2.136	2.262
1980	2.466	2.466
1991	2.798	2.653
2001	3.001	2.790
2010	3.195	2.890

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Gráfico 2. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico



Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Si bien la función logística interpola los datos de población correspondientes a los años 1914, 1947 y 1980, en los tramos intermedios los valores se alejan de la curva de un modo que pone en evidencia dos patrones distintos.

2.2-La estimación de los parámetros (AFNL)

La estimación de los parámetros (AFNL) junto con otros valores significativos de la función logística se presenta en el Cuadro 6. AFNL.

Cuadro 6. AFNL. Estimación de la función Logística (AFNL)

Años censales	1869-1895-1914-1947-1960- 1970-1980-1991-2001-2010
<i>k</i>	3.294.723,11
<i>α</i>	22,84
<i>β</i>	81,81
<i>ε</i>	0,043792185
F	1,32916E-08
Año cero	1869
P₀	89.117
Año de inflexión	1950,81
Pâ=k/ 2	1.647.362
Cantida de datos	10
Cantidad ajustada	10
R cuadrado =	
1 - (Suma de cuadrados residual) / (Suma corregida de cuadrados)	
= 0,976	

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

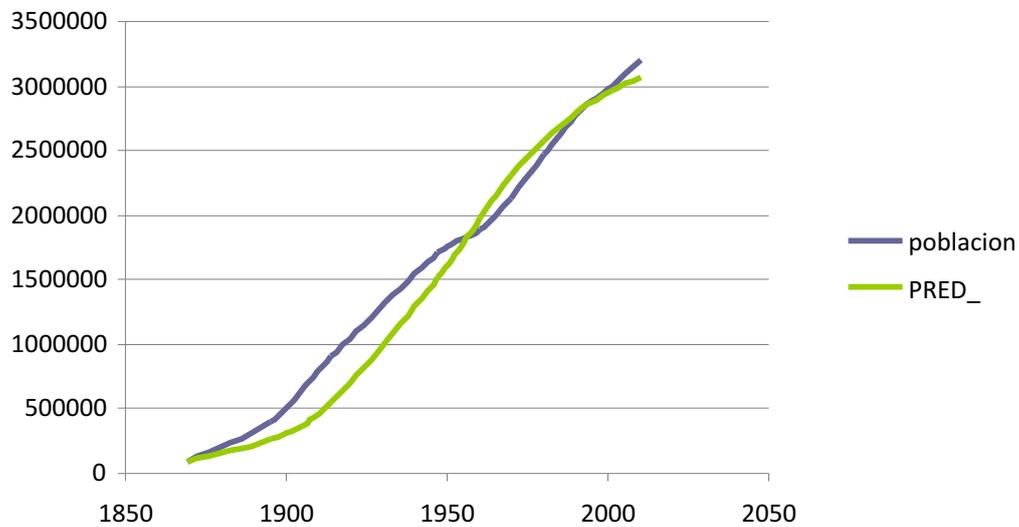
El ajuste logístico (AFNL) se observa en el Cuadro 7. AFNL y el Gráfico 3. AFN

Cuadro 7. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (MTIE; 1914-1947-1960)

Años censales	Población en miles Provincia de Santa Fe	Función Logística
1869	89	269
1895	397	560
1914	900	900
1947	1.703	1.703
1960	1.885	2.031
1970	2.136	2.262
1980	2.466	2.466
1991	2.798	2.653
2001	3.001	2.790
2010	3.195	2.890

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Gráfico 3.AFNL: Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico



Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Otra vez aparece claramente el patrón de dos períodos bien diferenciados, los correspondientes a los primeros 91 años y a los últimos cincuenta años.

Este análisis exploratorio fortalece la sospecha de que existen dos etapas logísticas bien diferenciadas: 1869-1960 y 1960-2010.

2.3- Se sigue explorando⁶

Veamos la tasa intercensal. (Tasa intercensal = 1000*h). Siendo $h = \sqrt[\Delta]{\frac{P_{t+\Delta}}{P_t}} - 1$

Según el Cuadro 6 y el Gráfico 3 en los primeros 91 años, en el período 1869-1960, la tasa tiene un comportamiento descendente muy pronunciado. Comienza siendo muy alta, 59,16 habitantes por año y por mil en los primeros 25 años, luego va bajando hasta que en el período 1947-1960 llega a un incremento de 7,84 habitantes por año y por mil habitantes. En cambio en los últimos años, en el período 1970-2010, el descenso de la tasa es muy leve.

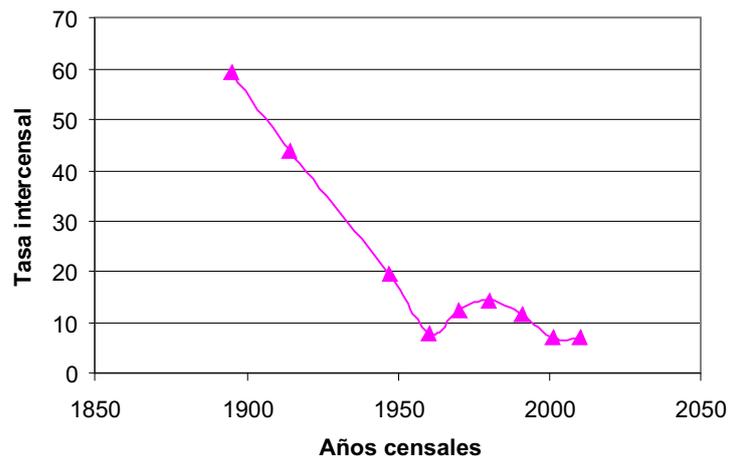
6) EL APÉNDICE 2 presenta más evidencias, para aquel que desee ampliar este punto.

Cuadro 8. Tasa intercensal. De 1969 a 2010

Período	Cantidad de años	Tasa intercensal por mil
1869-1895	26	59,16
1895-1914	19	43,97
1914-1947	33	19,53
1947-1960	13	7,84
1960-1970	10	12,56
1970-1980	10	14,47
1980-1991	11	11,58
1991-2001	10	7,00
2001-2010	9	6,98

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Gráfico 4. Tasa intercensal. De 1969 a 2010



Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Esta tendencia reafirma la hipótesis de dos etapas logísticas bien diferenciadas: 1869-1960 y 1960-2010.

3- La función logística ajusta los datos censales de la población de la provincia de Santa Fe.

Se procede ahora al ajuste de cada período detectado por el análisis exploratorio.

3.1- Ajuste de la población de la provincia de Santa Fe desde 1869 a 1960 por el método de Ajuste de Funciones No Lineales (AFNL)

La estimación de los parámetros junto con otros valores significativos se presenta en el Cuadro 9. AFNL.

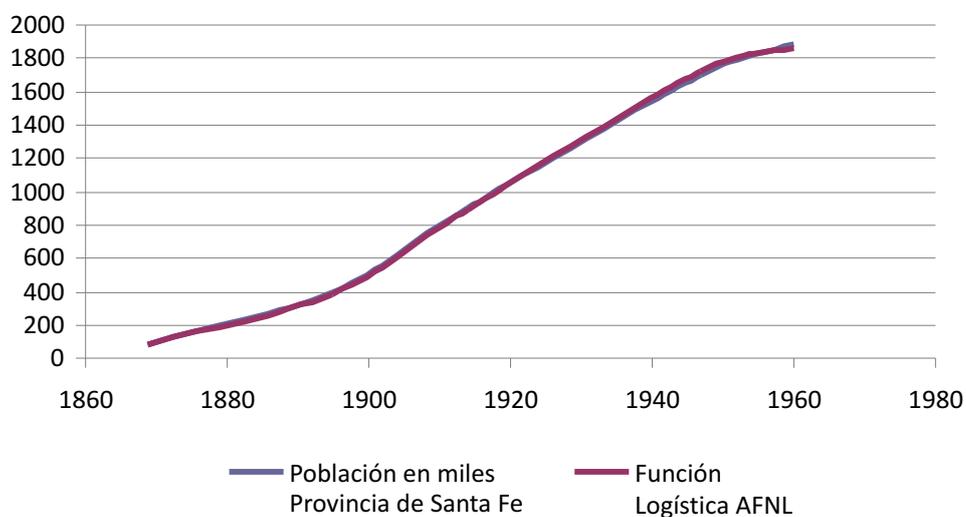
El ajuste logístico se ve en el Gráfico 5. AFNL y el Cuadro 10. AFNL.

Cuadro 9. AFNL. Ajuste de funciones no lineales.
Estimación de la función Logística. 1869-1960

Años censales	1869, 1895, 1914, 1947, 1960
k	1.990.512
α	15,78033009
β	48,29401165
ϵ	0,063370031
F	3,1836E-08
Año cero	1869
P_0	89.117
Año de inflexión	1917,29
$P\beta=k/2$	995.256
Cantida de datos	5
Cantidad ajustada	5
R cuadrado =	
1 - (Suma de cuadrados residual) / (Suma corregida de	
cuadrados)	
= 0,999	

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Gráfico 5.AFNL. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (1869-1895-1914-1947-1960)



Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Cuadro 10.AFNL. Población en miles de habitantes de la Prov. de Santa Fe y ajuste logístico (1869-1895-1914-1947-1960)

Años censales	Población en miles Provincia de Santa Fe	Función Logística AFNL
1869	89	89
1895	397	390
1914	900	892
1947	1.703	1.728
1960	1.885	1.866

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

La evolución de la población en los primeros 91 años censales alcanza su velocidad máxima alrededor de los años 1917-1918, con una población de alrededor de un millón de habitantes. Sigue desacelerado hasta 1960. De haber seguido esta dinámica, la población máxima a alcanzar hubiera sido de alrededor de dos millones de habitantes.

3.2- Ajuste de la población de la provincia de Santa Fe desde 1960 a 2010 por el método de Ajuste de Funciones No Lineales (AFNL)

La estimación de los parámetros junto con otros valores significativos se presenta en el Cuadro 11. AFNL.

El ajuste logístico se ve en el Gráfico 6.AFNL y el Cuadro 12.AFNL.

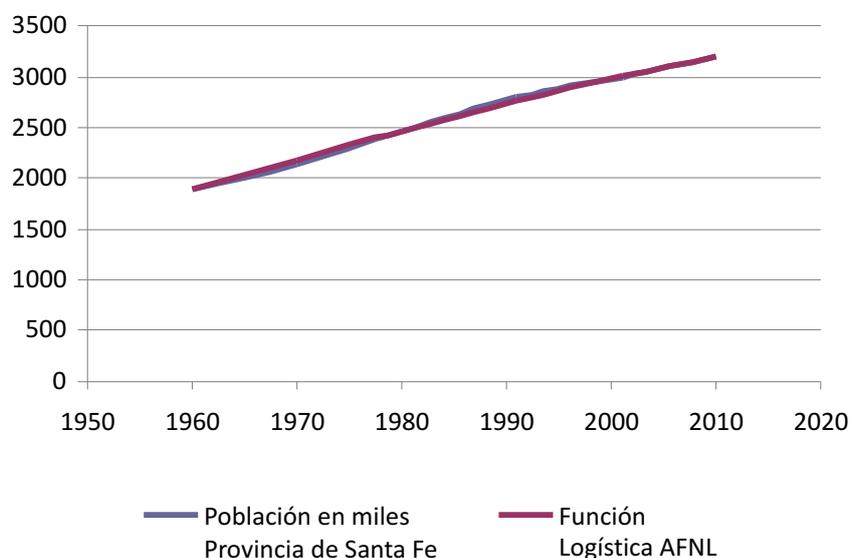
Cuadro 11.AFNL. Ajuste de funciones no lineales.
Estimación de la función Logística. 1960-2010

Años censales	1869, 1895, 1914, 1947, 1960
k	4.084.095
α	34,67753905
β	5,347243785
ε	0,02883711
F	7,06083E-09
Año cero	1960
P₀	1.884.918
Año de inflexión	1965,35
Pβ=k/ 2	2.042.048
Cantida de datos	5
Cantidad ajustada	5

$$\begin{aligned}
 R \text{ cuadrado} &= \\
 &1 - (\text{Suma de cuadrados residual}) / (\text{Suma corregida de cuadrados}) \\
 &= 0,997
 \end{aligned}$$

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Gráfico 6.AFNL. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (1960-1970-1980-1991-2001-2010)



Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Cuadro 12.AFNL. Población en miles de habitantes de la Provincia de Santa Fe y ajuste logístico (1960-1970-1980-1991-2001-2010)

Años censales	Población en miles Provincia de Santa Fe	Función Logística AFNL
1960	1.885	1.885
1970	2.136	2.179
1980	2.466	2.467
1991	2.798	2.765
2001	3.001	3.008
2010	3.195	3.201

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

En la década 1960-70, la velocidad se incrementa llegando a su punto máximo alrededor de 1966 con una población de alrededor de dos millones. De seguir esta dinámica, la población máxima a alcanzar es de un poco más de cuatro millones.

4- Ajuste de la población de la provincia de Santa Fe desde 1869 a 2010. Estimación de la función logística por medio del Ajuste de Funciones No Lineales AFNL.

4.1- Ajuste de Funciones No Lineales AFNL. Estimación de la función logística del período 1869-2010 y proyecciones

La función logística propuesta por Yule:
$$P_t = \frac{k}{1 + e^{\frac{\beta-t}{a}}}$$

Para 1869 < t ≤ 1960	k	1.990.512
	a	15,78
	β	48,29
Para 1960 < t ≤ 2010	k	4.084.095
	a	34,67753905
	β	5,347243785

Donde: P_t : valor de la población en el tiempo t

k: asíntota máxima o punto de saturación (el valor máximo al que puede acercarse el valor poblacional),

porque $\lim_{t \rightarrow \infty} P_t = k$

a: inversa de la tasa de crecimiento vegetativo.

β: punto de inflexión (tiempo de crecimiento anual máximo), ya que la derivada segunda valorizada en β es igual a cero:

$$P(\beta) = \frac{k}{2}$$

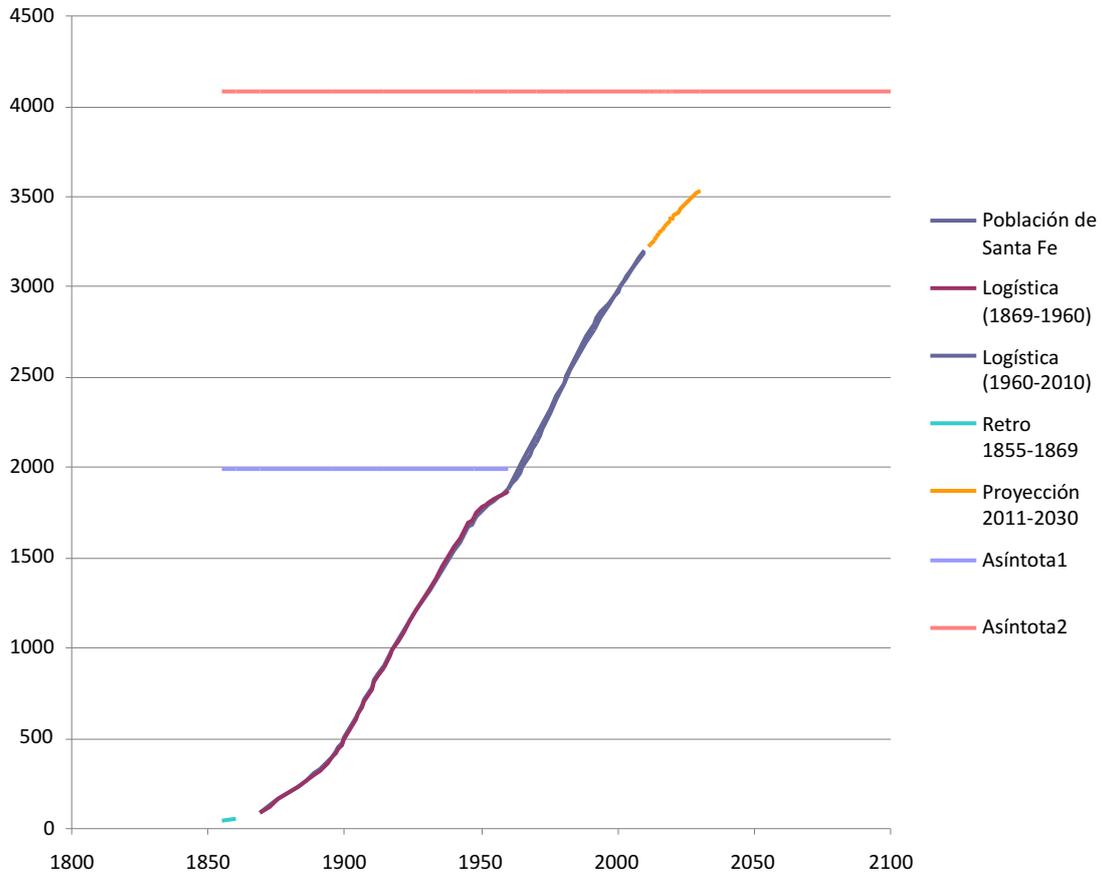
En el cuadro 13.AFNL y Gráfico 7.AFNL se refleja el ajuste del crecimiento numérico de la población de la provincia de Santa Fe.

Cuadro 13. AFNL.Estimación y proyección de la población de la provincia de Santa Fe en miles de habitantes. Datos 1869- 2010

Año	Población de Santa Fe	Logística (1869-1960)	Logística (1960-2010)	Retro 1855-1869	Proyección 2011-2030	Asíntota1	Asíntota2
1855				37,69		1.991	4.084
1860				51,38		1.991	4.084
1869	89	89				1.991	4.084
1895	397	390				1.991	4.084
1914	900	892				1.991	4.084
1947	1.703	1.728				1.991	4.084
1960	1.885	1.866	1.885			1.991	4.084
1970	2.136		2.179				4.084
1980	2.466		2.467				4.084
1991	2.798		2.765				4.084
2001	3.001		3.008				4.084
2010	3.195		3.201				4.084
2011					3.221		4.084
2012					3.240		4.084
2013					3.259		4.084
2014					3.278		4.084
2015					3.297		4.084
2016					3.315		4.084
2017					3.333		4.084
2018					3.350		4.084
2019					3.367		4.084
2020					3.384		4.084
2030					3.536		4.084
2100							4.084

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Gráfico.7. AFNL. Estimación y proyección de la población de la provincia de Santa Fe en miles de habitantes. Datos 1869 -2010



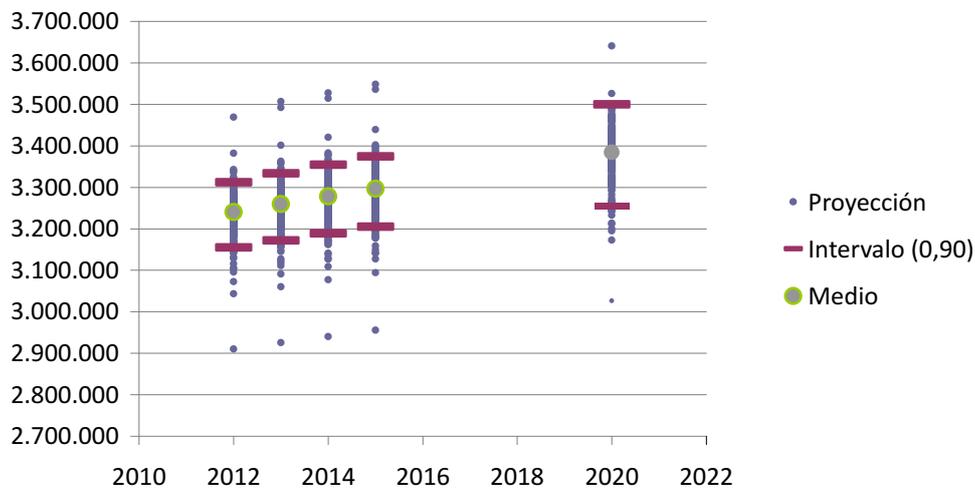
Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Finalmente en un mismo gráfico es posible observar lo que se venía sosteniendo. En la primera etapa, el desarrollo numérico de la población alcanza su velocidad máxima alrededor del año 1918 con una población de alrededor de un millón de habitantes y sigue creciendo en forma desacelerada hasta 1960 hasta alcanzar los dos millones de habitantes.

5- Intervalos de confianza

Los intervalos de confianza, calculados a través del método de Monte Carlo, debido a su amplitud reflejan y recuerdan el nivel de riesgo que implican las proyecciones. Por ejemplo, con una confianza del 90%, se puede decir que la población de la provincia de Santa Fe en el año 2020 estará entre 3.254.580 y 3.499.981 habitantes, lo que implica una amplitud de 245.401.

Gráfico 8. Intervalos de confianza de las proyecciones. Población de la Provincia de Santa Fe. Años 1912, 1913, 1914, 1915 y 1920.



Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Cuadro 14. Intervalos de confianza de las proyecciones. Población de la Provincia de Santa Fe. Años 1912, 1913, 1914, 1915 y 1920.

Años	2012	2013	2014	2015	2020
Inferior	3.154.799	3.171.972	3.188.763	3.205.174	3.254.580
Medio	3.240.179	3.259.323	3.278.141	3.296.633	3.384.250
Superior	3.312.382	3.333.342	3.354.049	3.374.501	3.499.981

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

6- Conclusiones

El resultado del análisis exploratorio y el posterior ajuste de la curva logística, mediante la función propuesta por Quetelet y la expresión establecida por Yule, indica que la misma provee un modelo adecuado para el crecimiento poblacional de la provincia de Santa Fe. El alto valor del coeficiente de determinación para el ajuste de los datos entre 1869 y 2010 revela que el mismo cuenta con un alto grado de precisión, siendo éste un indicador descriptivo de gran utilidad.

Se detectan claramente dos períodos en la dinámica del crecimiento de la población de la provincia de Santa Fe. Los dos períodos vienen descriptos por la misma función con distintos valores paramétricos.

El impulso inicial que arranca desde 1869, alcanza su velocidad máxima alrededor del año 1919 y sigue creciendo en forma desacelerada hasta el año 1960.

En la segunda etapa del desarrollo numérico de la población, en la década 1960-70, la velocidad se incrementa llegando a su punto máximo alrededor de 1966 con una población de dos millones. De seguir esta dinámica, la población máxima a alcanzar es de un poco más de cuatro millones de habitantes.

La proyección de la población de la provincia de Santa Fe para el corriente año 2012 arroja la cifra de de 3.240.179 habitantes.

Por último, los intervalos de confianza debido a su amplitud reflejan y recuerdan el nivel de riesgo que implican las proyecciones.

Agradecimientos

No se podría haber concluido este trabajo sin el soporte teórico del trabajo de Crucella, Fernandez de Luco y Renzi, el trabajo desinteresado de Norberto Martin, que ha procesado los datos con el software SPSS, y la lectura y crítica constante de Jorge Moore.

Todo el agradecimiento a Nora Lac Prugent por su eterna contribución a esta temática.

Referencias

Crucella, Julián I.; Fernández de Luco, María E., y Renzi, Nicolás Omar (2005). Ajuste de Funciones No Lineales. Aplicación a la Población de la Ciudad de Rosario.

De la Fuente, Diego (1872). PRIMER CENSO de la República Argentina. 15,16Y 17 de septiembre de 1869. Página III.
<http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/117490>

De la Fuente, Diego. SEGUNDO CENSO de la República Argentina. Mayo 10 de 1895. Tomo II. Página XIX.
<http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/117490>

Gallese, E., Lac Prugent, N. M. (1992). Projections de population pour la ville de Rosario (Argentine). En STATECO: Bulletin de liaison non officiel des statisticiens et économistes exerçant leur activité dans les pays da Tiers Monde del I.N.S.E.E., Service de Cooperation. París, Francia. Tomo N° 71, 59-67.
www.dial.prd.fr/dial_publications/STATECO/pdf/71/71_4.pdf

Leach, D. (1981). Re-evaluation of the logistic curve for human populations. J. R. Statist. Soc. 144, Part 1. 94-103.
<http://www.jstor.org/pss/2982163>

APÉNDICE 1: La función logística

Sobre los datos censales disponibles, existen sólo dos grupos de datos que presentan la característica en observación, y estos son: $(P_{1914}; P_{1947}; P_{1980})$ con un período intercensal de 33 años y $(P_{1960}; P_{1970}; P_{1980})$ con un período de 10 años.

Se llevará adelante el ajuste interpolando la Logística en los años 1914, 1947 y 1980, en la forma dada por Yule,

verificando que $P_t > \sqrt{(P_{t-\Delta t} * P_{t+\Delta t})}$

P(1947)	>	$\sqrt{P(1914) \times P(1980)}$
1.702.975		1.489.330

La función logística propuesta por Yule:

$$P_t = \frac{k}{1 + e^{\frac{\beta-t}{\alpha}}}$$

Donde: P_t : valor de la población en el tiempo t

k : asíntota máxima o punto de saturación (el valor máximo al que puede acercarse el valor poblacional), porque

$$\lim_{t \rightarrow \infty} P_t = k$$

α : inversa de la tasa de crecimiento vegetativo.

β : punto de inflexión (tiempo de crecimiento anual máximo), ya que la derivada segunda valorizada en β es igual a cero:

ϵ : tasa de crecimiento vegetativo.

F: freno de la ecuación de la velocidad.

Año cero: año inicial que interviene como dato informativo.

Año de inflexión: año de crecimiento anual máximo.

$$P(\beta) = \frac{k}{2}$$

Cantidad de habitantes en el año de crecimiento anual máximo.

Cantidad de datos: cantidad de datos censales usados en el proceso de estimación.

Cantidad ajustada:

EMC: Error medio cuadrático.

APÉNDICE 2: Detección de dos logísticas

Se verá el comportamiento del incremento de la población por año y por mil habitantes en función de la población media del período, de gran utilidad para abordar el ajuste logístico.

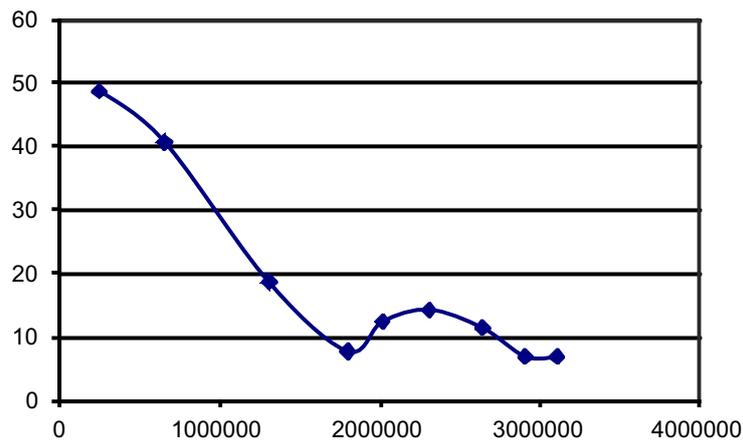
Cuadro 1A2. Vel-por mil. Incremento de la población por año y por mil habitantes. De 1869 a 2010

Período	$(P_T + P_{T+1})/2$	Vel-por mil ¹
1869-1895	243.153	48,73
1895-1914	648.414	40,78
1914-1947	1.301.308	18,71
1947-1960	1.793.947	7,80
1960-1970	2.010.251	12,47
1970-1980	2.300.565	14,34
1980-1991	2.631.984	11,50
1991-2001	2.899.562	6,98
2001-2010	3.097.619	6,95

Vel-por mil: incremento de la población por año y por mil habitantes

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Gráfico 1A2. Vel-por mil. Incremento de la población por año y por mil habitantes. De 1869 a 2010

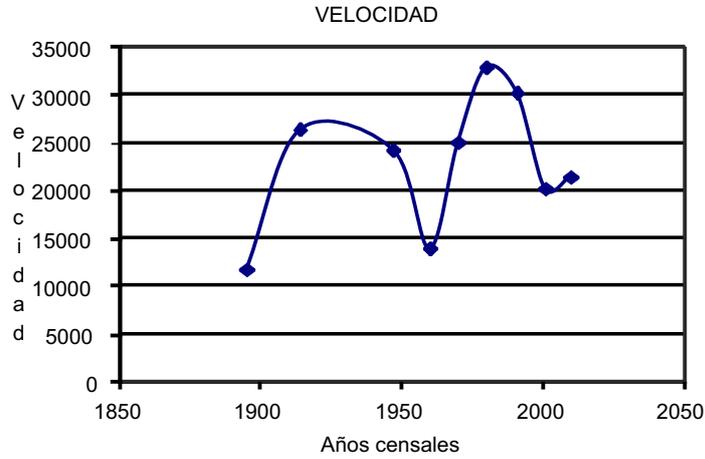


Vel-por mil: incremento de la población por año y por mil habitantes

Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Se verá el comportamiento del incremento de la población por año (Velocidad), para abordar el ajuste logístico.

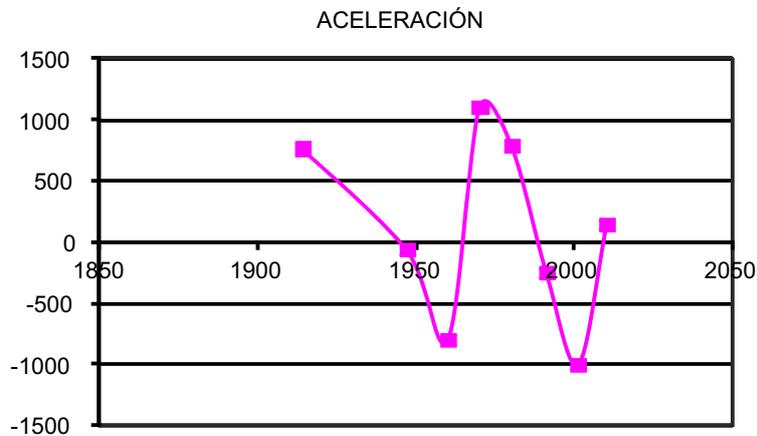
Gráfico 2A2. Velocidad. Incremento de la Población de la Provincia de Santa Fe por año



Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

Se verá el comportamiento del incremento de la velocidad por año (Aceleración), para abordar el ajuste logístico.

Gráfico 3A2. Aceleración. Incremento de la Velocidad por año



Fuente: INDEC-IPEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas

En los gráficos 1, 2 y 3 del APÉNDICE 2, de velocidad, velocidad per cápita y aceleración, se corrobora que en los primeros 91 años hasta 1960, hay un comportamiento y en los últimos 50 años aparece otro comportamiento.

Estos datos reafirman la hipótesis de dos etapas logísticas bien diferenciadas: 1869-1960 y 1960-2010.