



ITESO, Universidad  
Jesuita de Guadalajara

## PROYECTO MODULO I

*“Modelo de predicción para el porcentaje de población con  
acceso a la electricidad de la República Centroafricana”*

Jose Roberto Vaca Alvarado  
Ingeniería civil

Carlos Barboza Ochoa  
Ingeniería en nanotecnología

## **Simulación Matemática**

Gabriel Alejandro Morales Ruiz

14 de marzo del 2022

## OBJETIVOS

- Crear un modelo que prediga en que año el 100% de la población en la república centroafricana tendrá acceso a electricidad.
  - Obtener una forma de trabajar los datos acerca del porcentaje de población mundial que tiene acceso a electricidad.
  - Encontrar un ajuste apropiado para los datos obtenidos.

## MODELO QUE REPRESENTA EL PROBLEMA

El Banco Mundial es una organización multinacional especializada en finanzas y asistencia. Posee una página de “Open Data” en donde es posible consultar diferentes datos con respecto al desarrollo global en diversas áreas.

Para este proyecto haremos uso de los datos proporcionados por el Banco mundial con respecto al porcentaje de la población en distintos países que poseen acceso a energía eléctrica, algunos de estos datos se pueden ver a continuación.

Country Name	Country Code	Indicator Name	Indicator Code	1960	1961	1962	1963	1964	1965	...	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
8	Andes	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	106.00000	100.00000	100.00000	100.00000	100.00000	100.00000	100.00000	100.00000	100.00000	NaN
9	Africa Eastern and Southern	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	36.301696	32.224027	32.388478	31.325678	33.212163	36.368431	36.184201	42.146241	40.648941	NaN
8	Afghanistan	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	41.222019	49.100000	48.862941	48.800000	71.880000	97.700000	97.700000	96.716022	97.700000	NaN
3	Africa Western and Central	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	45.801289	44.130094	47.218183	47.745488	46.162278	52.848009	45.040308	51.283252	51.341421	NaN
4	Angola	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	74.600000	37.151228	38.340883	32.000000	42.000000	41.797379	43.001818	48.200000	48.872218	NaN
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
261	Algeria	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	106.00000	88.750000	88.750000	95.600000	89.880000	89.800000	89.880000	100.00000	100.00000	NaN
262	Armenia Rep.	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	61.882273	62.410000	75.600000	68.100000	67.386967	66.818789	70.220000	63.000000	72.751701	NaN
263	South Africa	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	81.600000	83.300000	88.200000	96.000000	95.300000	94.500000	94.400000	94.700000	96.300000	NaN
264	Canada	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	28.817793	27.340883	28.387427	27.800000	31.100000	35.173184	40.500000	38.622304	40.800000	NaN
265	Zimbabwe	Access to electricity (% of population)	EG.ELC.AOOS.ZS	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	...	36.900000	44.000000	36.306163	32.300000	33.700000	38.816220	40.140285	43.618390	41.898138	NaN

Figura 1. Porcentaje de población con acceso a la electricidad.

De acuerdo a los datos notamos que poseemos la situación de 266 países desde, aproximadamente, 1990 en este ámbito.

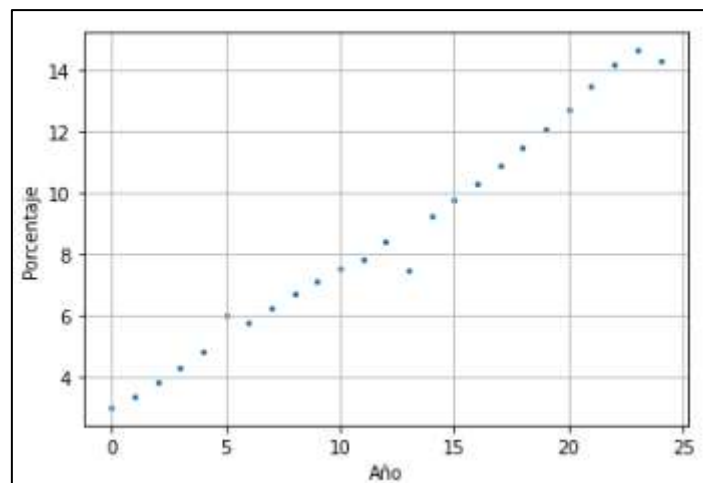
Se eligió trabajar únicamente con los datos de la República Centroafricana (#34) debido a sus números inusualmente bajos.

Para este país en particular se tiene datos desde 1995 hasta 2019.

1995	3.0
1996	3.334916
1997	3.83021
1998	4.321425
1999	4.807798
2000	6.0
2001	5.761562
2002	6.226599
2003	6.682173
2004	7.127105
2005	7.560375
2006	7.805169
2007	8.405599
2008	7.48
2009	9.263563
2010	9.8
2011	10.310723
2012	10.894282
2013	11.456543
2014	12.052141
2015	12.745728
2016	13.498671
2017	14.169054
2018	14.653953
2019	14.3

**Figura 2. Porcentaje de población con acceso a la electricidad en la República Centroafricana desde 1995.**

Graficaremos los datos anteriores, consideraremos el año 1995 como nuestro año “0” y comenzaremos a contar desde ahí.



**Figura 3. Gráfica del porcentaje de población con acceso a la electricidad en la República Centroafricana.**

De acuerdo a la gráfica y a la tabla notamos que el número de personas con acceso a electricidad es extremadamente bajo (menor al 15% de la población).

## SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Haremos uso de estos datos para crear un ajuste apropiado que pueda predecir su comportamiento, para ello haremos uso de 6 ajustes diferentes (Polinomios de 1° a 6° grado), estos se muestran a continuación.

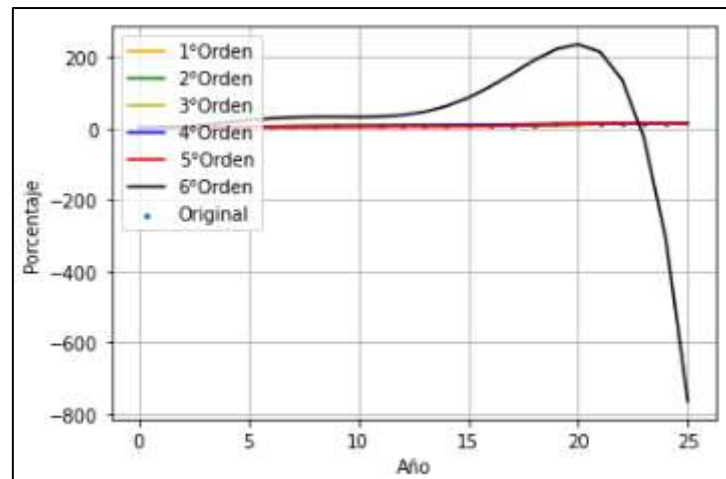


Figura 4. Gráfica de los 6 ajustes realizados junto con los datos originales.

Notamos que el último ajuste (Polinomio de 6° Orden) no nos permite visualizar correctamente los datos por lo que será descartado.

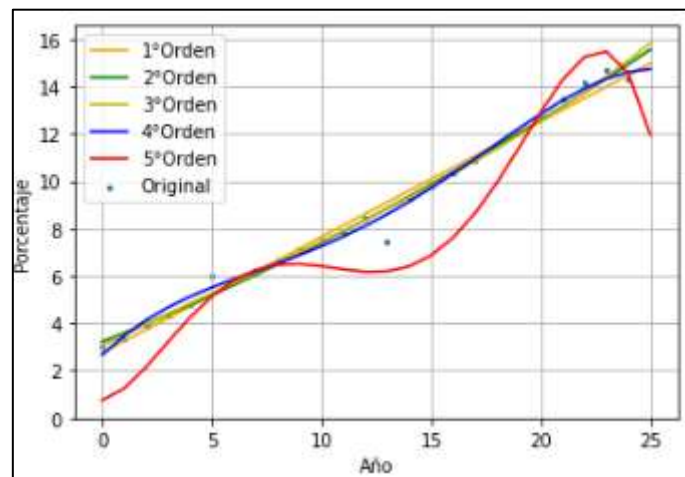


Figura 5. Gráfica de los primeros 5 ajustes realizados junto con los datos originales.

De la gráfica anterior nos es difícil deducir cuál de los modelos es el mejor puesto que los tres primeros son muy similares entre sí por lo que utilizaremos los ajustes del polinomio de 2° y 3° orden.

Graficando este ajuste en los datos originales.

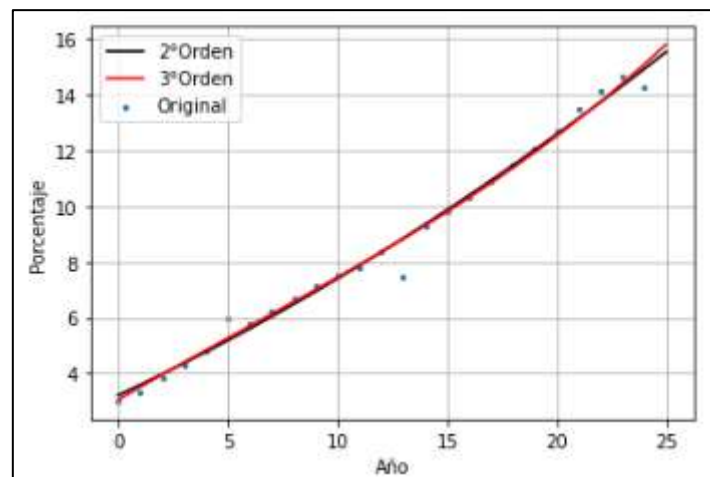


Figura 6. Gráfica de los ajustes seleccionados junto con los datos originales.

Extrapolaremos los datos para ambos modelos con el fin de encontrar el año en que ambos lleguen al 100% y así poder compararlos.

## VISUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

*Modelo con polinomio de 2º Orden*

Para este modelo encontramos que se necesitan 107 años a partir de 1995.

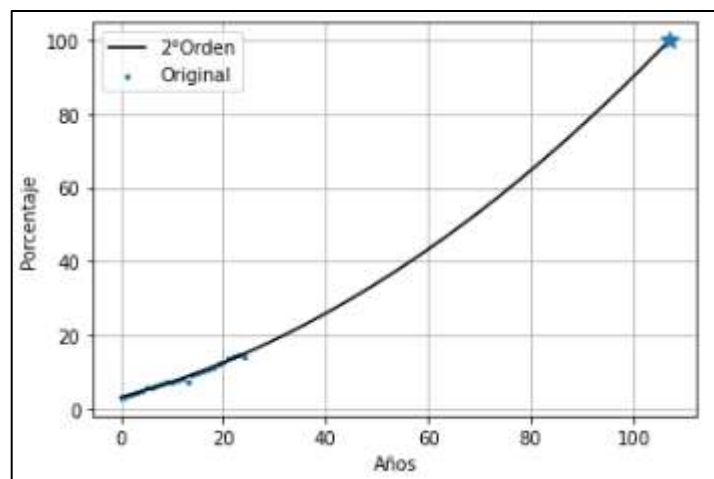
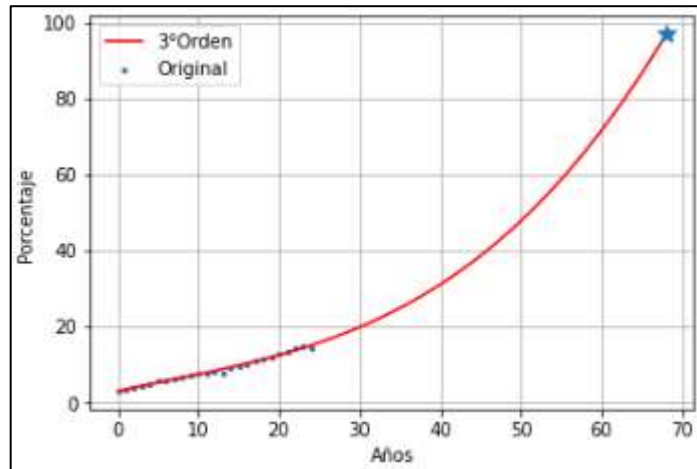


Figura 7. Predicción de acuerdo al ajuste de 2º Orden para alcanzar un 100% de población con acceso a la electricidad.

Por lo que el 100% de la población en la República centroafricana tendrá acceso a electricidad en 2102.

### *Modelo con polinomio de 3° Orden*

Para este modelo encontramos que se necesitan 68 años a partir de 1995.



**Figura 8. Predicción de acuerdo al ajuste de 3° Orden para alcanzar un 100% de población con acceso a electricidad.**

Por lo que el 100% de la población en la República centroafricana tendrá acceso a electricidad en 2063.

Inicialmente era difícil diferenciar ambos modelos, pero comparando sus predicciones podemos notar la enorme diferencia de tiempo (39 años) que existe entre ambos.

De igual manera se hizo el análisis anterior para el modelo del polinomio de 4° Orden, pero la solución mostrada por este resultado no es factible pues nunca llegaba al 100%.

## **CONCLUSIONES**

Aunque se lograron encontrar algunos modelos que puedan predecir los datos por los próximos años lo cierto es que ninguno es del todo confiable, debido a que estamos extrapolando datos no nos es posible confirmar la veracidad de estos hasta que llegue el año indicado.

Además únicamente con los datos proporcionados nos es difícil elegir alguno de los modelos presentados con certeza puesto que, aunque en un principio puedan parecer confiables, el modelo puede arrojar soluciones “imposibles” para los siguientes años por la presencia de un solo dato que no concuerda del todo con los anteriores o que “suponga” un abrupto cambio en ellos. Sin contar que también no nos es posible controlar otros factores externos que podrían presentarse repentinamente y podrían modificar drásticamente todos nuestros datos (por ejemplo una pandemia o una guerra) provocando que nuestro modelo sea obsoleto.

## REFERENCIAS

THE WORLD BANK. (2022). *Access to electricity (% of population)*. Recuperado de:  
<https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?view=chart>

THE WORLD BANK. (2022). *QUIÉNES SOMOS*. Recuperado de:  
<https://www.bancomundial.org/es/who-we-are>