

Alexander Ocampo Hernandez

Predicción de precipitaciones para el funcionamiento de una hidroeléctrica.

El siguiente proyecto consiste en usar la Ciencia de Datos para resolver un problema de vital importancia para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico de Colombia, el cual es fuertemente dependiente de las precipitaciones fluviales al tener el 70% de su capacidad en plantas hidroeléctricas. Debido a que el país está ubicado en la línea del ecuador y no hay estaciones como las hay en los hemisferios norte y sur, por lo que las variables climatológicas no son estacionales. La región es extremadamente sensible a dos fenómenos: La Niña y El Niño, el primero se caracteriza por fuertes lluvias que llegan a provocar inundaciones en los casos más extremos, mientras que el segundo se caracteriza por fuertes sequías por falta de lluvias.

En Colombia en el año 92 por una mala política energética, en el que el fenómeno del niño generó que los embalses de las hidroeléctricas se secaran. Por lo que desde entonces se le ha dado mayor importancia a la generación térmica que pueda suplir la demanda de energía en épocas de sequías. En ese entonces las plantas térmicas tenían menos peso en la matriz eléctrica, debido a que es mucho más costosa que la energía generada por hidroeléctricas.

El objetivo principal del sistema eléctrico es mantener la demanda ininterrumpidamente. Su segundo objetivo es mantener lo más bajo el precio de la energía medida en kilovatio hora. El sistema eléctrico está dividido en 4 partes: generación, transmisión, distribución y comercialización. Bajo este esquema primero se genera la energía en plantas hidroeléctricas y térmicas, las cuales se conectan al sistema de transmisión que está fuertemente enmallado, en donde también están conectadas las centrales de distribución que se encargan de llevar la energía al consumidor final. Los comercializadores son los intermediarios obligados por la ley a comprar a los generadores y vender a los consumidores finales la energía.

La forma en que se despacha la energía eléctrica y por lo tanto en la que se forman los precios de la energía, consiste en hacer una lista de todas las plantas generadores en donde se organizan de las que ofrecen el precio más bajo al alto, en las cuales cada una tiene que decir cuanta energía esta en capacidad de producir cada día. Estos datos se meten en software de optimización que termina decidiendo cuanta cantidad de energía debe producir cada planta generadora, ya que debido al sistema fuertemente enmallado, las limitaciones técnicas de las líneas y las distancias entre centros de generación y consumo, el software debe determinar cuál es la producción optima de cada centro de generación.

Teniendo en cuenta el funcionamiento del sistema eléctrica, uno de los grandes problemas a los que se enfrenta el sistema es el de evitar cortes en el suministro eléctrico a la vez que mantiene unos precios de la energía bajos. Lo optimo sería que las hidroeléctricas funcionaran al 100% de su capacidad para que el precio de la energía sea el más bajo posible. Pero hay un inconveniente, las hidroeléctricas dependen de sus embalses, entre más precipitaciones hay mayor serán los niveles de los embalses y más energía podrán generar, pero cuando ocurre lo contrario se debe tener un riguroso cuidado ya que unos embalses por debajo de ciertos niveles ponen en riesgo la continuidad del servicio, llegando en el caso más grave a generar un racionamiento del servicio eléctrico como ya ocurrió en 1992.

La forma de evitar poner en riesgo el suministro a la vez que se mantienen los precios de la energía bajos, es poder determinar con antelación cuando va a haber un periodo de bajas precipitaciones fluviales. Cuando se determina que va haber bajas precipitaciones, las hidroeléctricas trabajan menos y las plantas térmicas generan más energía, con el objetivo de mantener los embalses a niveles altos, para evitar que lleguen al punto de quedarse sin suficiente agua para mantenerse operativas, y por consiguiente generando un problema de falta de suministro eléctrico.

El proyecto se centra en la más reciente hidroeléctrica en Colombia, **Hidroituango** la cual está en el municipio de Briceño en el departamento de Antioquia, tiene una capacidad de 2400 megavatios y su embalse una capacidad de 2.700.000.000 m³. Se usará **Ciencia de Datos** para predecir las precipitaciones en la región donde está ubicada la hidroeléctrica, con el fin de determinar si debe mantener el nivel de sus embalses en niveles altos ante una eventual sequía, o, por consiguiente, si debe

Al revisar los datos no es necesario una imputación, ya que no hay datos faltantes. También al revisar los datos se comprueba que son coherentes y congruentes, no hay datos que puedan indicar que sean falsos o estén malos.

[illegible]

excel.csv.csv

Origen de archivo: 65001: Unicode (UTF-8) Delimitador: Coma DetECCIÓN del tipo de datos: Basado en las primeras 200 filas

Departamento	Municipio	FechaInstalacion	FechaSuspension	IdParametro	Etiqueta	DescripcionSerie	Frecuencia	Fecha	Valor	Grado	Calificador	NivelAprobacion
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/01/1982 0:00:00	766	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/02/1982 0:00:00	2718	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/03/1982 0:00:00	1331	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/04/1982 0:00:00	4939	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/05/1982 0:00:00	6078	4		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/06/1982 0:00:00	5585	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/07/1982 0:00:00	467	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/08/1982 0:00:00	5961	4		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/09/1982 0:00:00	5661	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/10/1982 0:00:00	4561	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/11/1982 0:00:00	2692	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/12/1982 0:00:00	144	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/01/1983 0:00:00	903	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/02/1983 0:00:00	775	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/03/1983 0:00:00	1122	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/04/1983 0:00:00	7133	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/05/1983 0:00:00	5462	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/06/1983 0:00:00	4684	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/07/1983 0:00:00	7011	50		900
ioquia	Briceño	15/10/1970 0:00:00		PRECIPITACION	PTPM_TT_M	Precipitación total mensual	Mensual	01/08/1983 0:00:00	4058	50		900

Cargar Transformar datos Cancelar

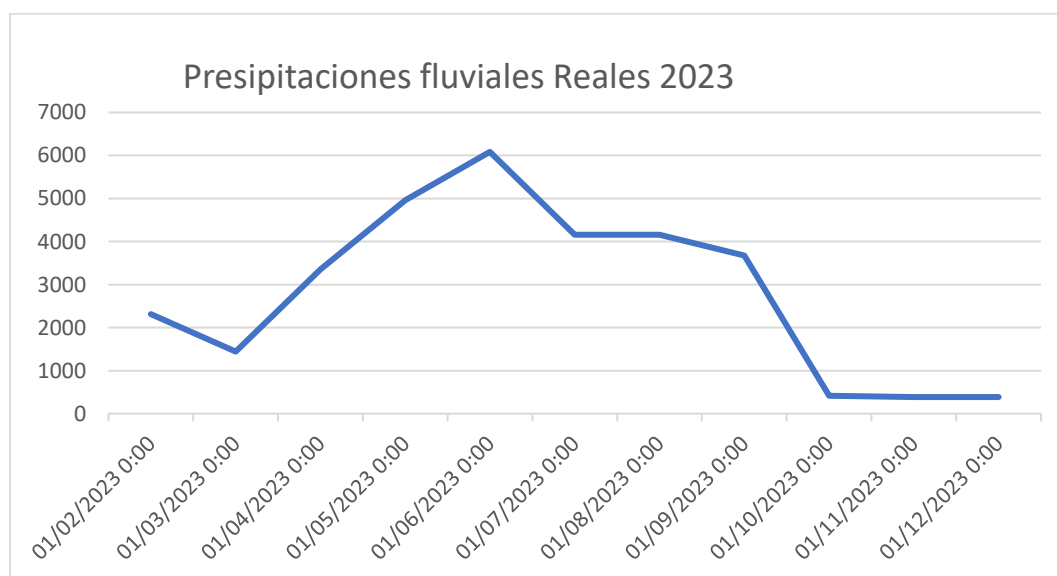
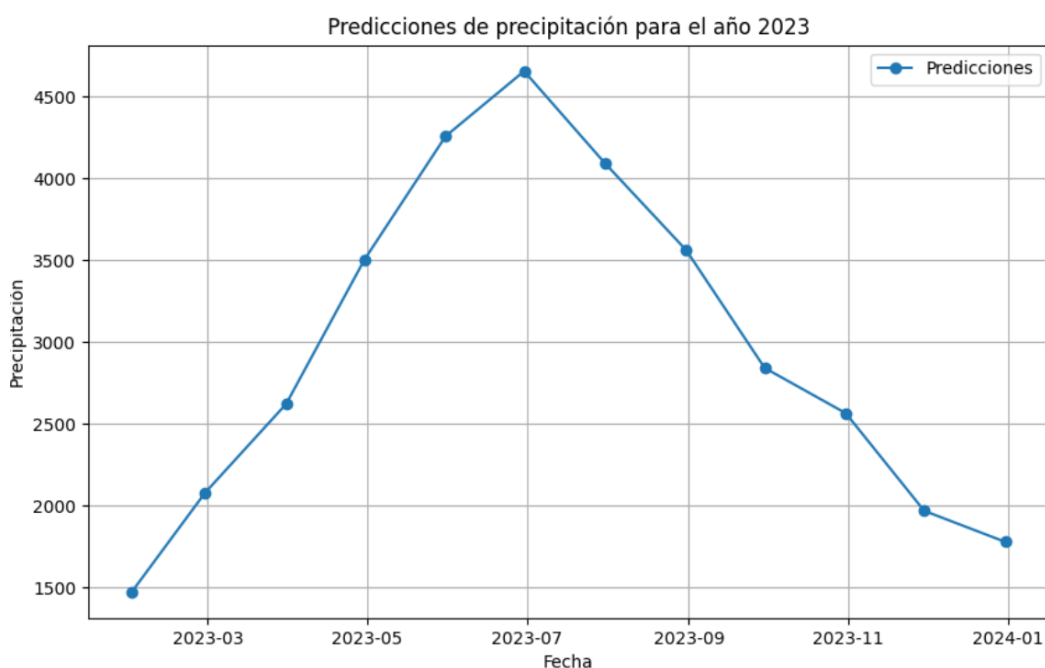
Los datos han sido tratados en Excel y donde también se han organizado para su uso posterior en Python. Las dos columnas que nos interesan para trabajar son el de las “Fecha” y “Valores” (el cual está en milímetros por metro cuadrado en periodos mensuales).

Para la predicción de las precipitaciones fluviales vamos a usar los modelos de series de tiempo (TS), porque son herramientas poderosas para la predicción de precipitaciones fluviales debido a su capacidad para capturar patrones y tendencias complejas en datos históricos de precipitaciones. Vamos a tomar los datos hasta el 2022, después vamos a hacer las predicciones mensuales del año 2023 y las vamos a comparar con las reales para comparar que tan acertados han sido nuestras predicciones aplicando modelos de series de tiempo.

Entre las ventajas de los TS están que las precipitaciones fluviales exhiben patrones estacionales, tendencias a largo plazo y variaciones cíclicas que los modelos de TS pueden aprender y predecir. Manejan datos no lineales e incorporan información histórica.

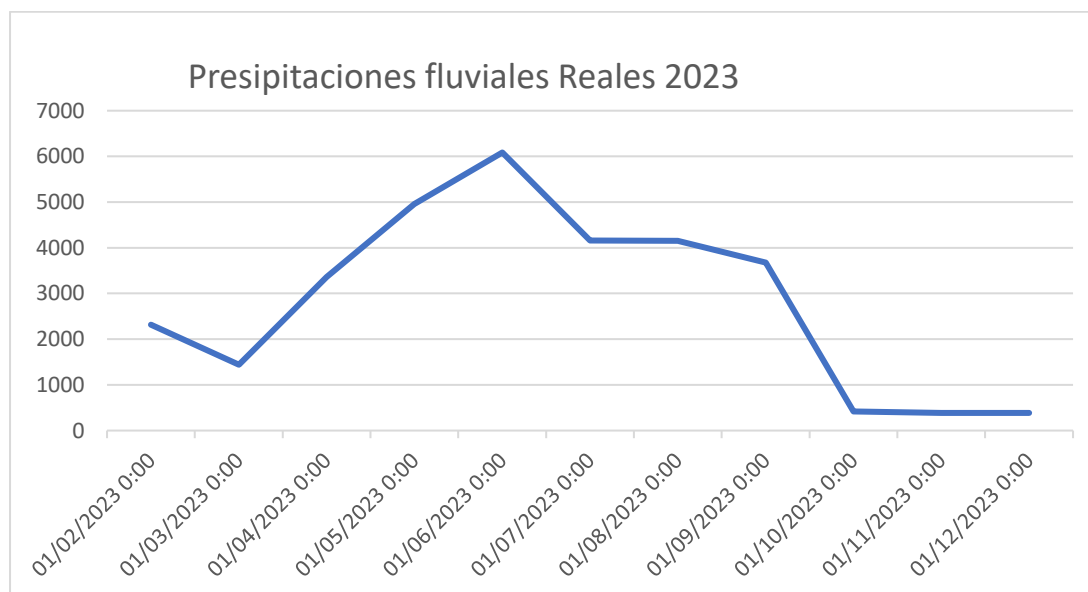
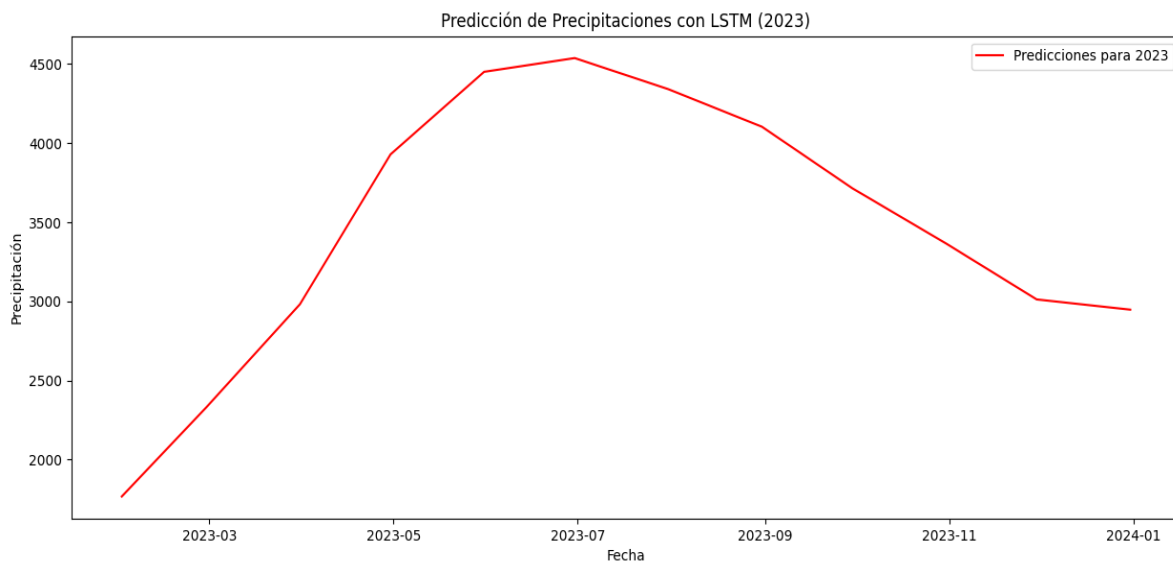
Usando la herramienta de Python vamos usar tres modelos de predicciones: Arima, MLST y Prophet, vamos a predecir las precipitaciones fluviales del año 2023.

El primero en usarse será el modelo Arima, a continuación, vamos a comparar las gráficas de la predicción y la real.



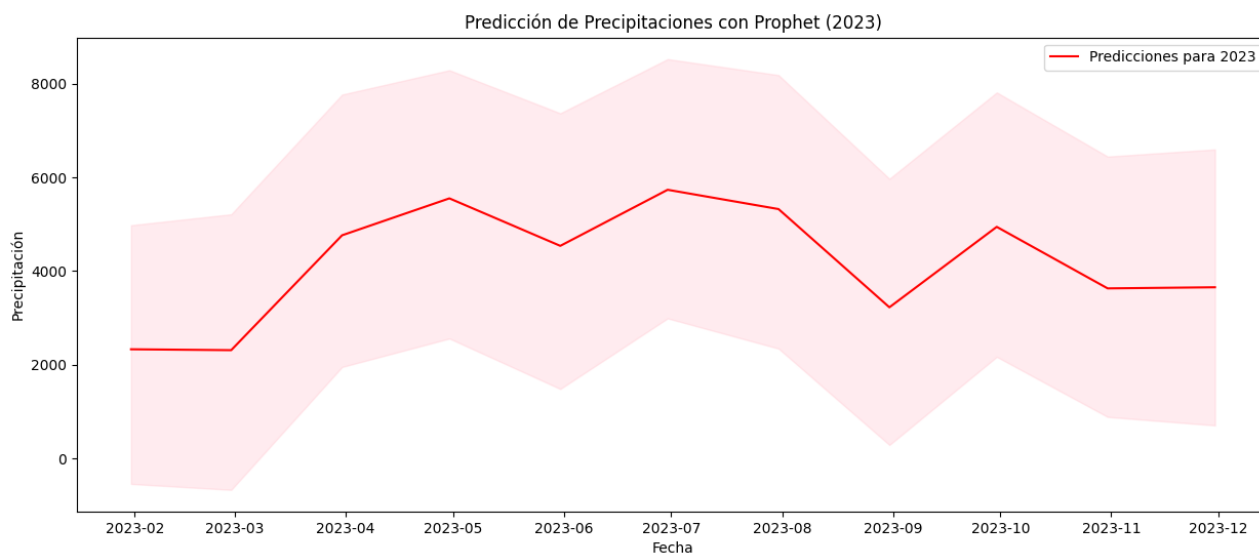
A simple vista vemos que tiene cierta correlación en donde en la mitad del año se ubica un pico mientras que al comienzo y final del año están en mínimos.

El segundo método es el de MLST (Multilocus sequence typing) en donde veremos la grafica de la predicción y la real.



También observamos una gráfica con cierta correlación con un pico en la mitad del año y mínimos en el comienzo y al final de año, igual que en el modelo Arima.

Por ultimo usaremos el modelo Prophet en donde al igual que con los anteriores métodos vamos a comparar las dos gráficas, la predicción y la real.



A simple vista la gráfica obtenida con el modelo Prophet, es la que muestra una menor correlación en comparación con los dos métodos anteriores.

A continuación, se expone en una tabla los datos arrojados por cada predicción y la diferencia entre el dato real de precipitación de cada mes del año 2023. Se puede observar que el modelo que mejor se ajusto es el de Arima. Por lo cual podemos concluir que los modelos de series de tiempo son muy buenos para la predicción de datos de precipitaciones fluviales, que permitan a las hidroeléctricas tomar decisiones operativas que garanticen el suministro energético al menor precio posible.

Fecha	Valor real	Arima	diferencia	MLST	diferencia	Prophet	diferencia
01/01/2023 0:00	2674	1472	1202	1766	564	2326	1762
01/02/2023 0:00	2314	2077	237	2330	2093	2307	214
01/03/2023 0:00	1441	2620	1179	2981	1802	4760	2958
01/04/2023 0:00	3358	3503	145	3928	3783	5548	1765
01/05/2023 0:00	4959	4256	703	4449	3746	4534	788
01/06/2023 0:00	6085	4653	1432	4536	3104	5732	2628
01/07/2023 0:00	4161	4089	72	4340	4268	5320	1052
01/08/2023 0:00	4155	3559	596	4102	3506	3222	284
01/09/2023 0:00	3677	2839	838	3713	2875	4940	2065
01/10/2023 0:00	416	2563	2147	3364	1217	3626	2409
01/11/2023 0:00	386	1967	1581	3011	1430	3650	2220
01/12/2023 0:00	386	1777	1391	2947	1556	2318	762