

# Reto 2 - La Interpolación y el Clima

Felipe Becerra, Julian Rizo

13/11/2020

## 1 RESUMEN

En el siguiente trabajo desarrollaremos el problema propuesto para el reto 2 en donde dado un conjunto de valores asociados a variables climáticas de una región. Estos datos están indexados en el tiempo y en el espacio. El dataset tiene diferentes estaciones climáticas cercanas a la zona de fortaleza en Brasil. Posteriormente se procederá al análisis de dos estaciones en particular: Santa Quiteria y Itaquira. Nos guiaremos de un enfoque Determinista de la mano con las Ffunciones polinomiales o (Spline) o de regresión lineal a lo largo del reto. De la mano con los errores en las diferentes interpolaciones se realizarán las respectivas conclusiones acerca del ejercicio.

## 2 PALABRAS CLAVE

- Dia Juliano (Julián day)
- Hora(time)
- Índices ideales
- Interpolación(Interpolation)
- Proyección (Projection)
- Temperatura(temperature)

## 3 INTRODUCCIÓN

La técnica que predominará en la realización de nuestro problema es la interpolación la cual consiste en hallar un dato dentro de un intervalo en el que conocemos con los valores en los extremos. Este ejercicio nos mostrará cómo a través de métodos numéricos podemos modelar un problema de la vida real. El problema será tratado en el lenguaje de programación de RStudio la cual nos brinda herramientas muy útiles para poder graficar las diferentes gráficas y realizar su respectiva interpolación.

## 4 DESARROLLO DEL ARTÍCULO

Inicialmente se tuvo varias posibles opciones para realizar el problema climático entre las diferentes opciones están los modelos de predicción espacial los cuales son: la distancia inversa, Kriging, curvatura mínima, triangulación o funciones de base radial se han utilizado para generar superficies continuas a partir de datos climáticos provenientes de un número discreto de puntos de medición. Estas metodologías buscan generar superficies climáticas en un área de interés a partir de las mediciones en ciertos puntos, en algunos casos. A su vez.

A continuación tenemos la estructura general del cambio climático:



*Fig. 1. Estructura general del cambio climático*

1. Proyección de datos Para la realización de este punto del reto se nos dio información ordenada tabulada de 15 diferentes estaciones climáticas cercanas a la zona de Fortaleza en Brasil, esta tabla ofrecía el año en que se realizó la medición, el día juliano, la hora, la temperatura en grados centígrados, entre otros, como la presión atmosférica y precipitación meteorología.

- (a) Lectura y selección de datos: Se seleccionó a la estación del Itaitira, un municipio de Brasil, este contiene 720 datos todos tomados en el 2013, se seleccionó este debido a que es la estación con los datos más completos, tomando en cuenta las columnas: Día Juliano: Es una forma de referirse a los días del año, en este se toma el número de días que han pasado desde el inicio del año siendo este el día

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Ano	Dia Juliano	Hora	Temp. Interna (°C)	Pressão Atmosférica(hPa)	Temp. do Ar 2m(°C)	Umidade Relativa do Ar 2m (%)	Velocidade do Vento 10m(m/s)	Direção do Vento 10m (graus)	Velocidade do Vento Máxima (m/s)	Direção da Velocidade do Vento Máxima (graus)	Precipitação Pluviométrica (mm)	Radiação Total (K)
1													
2	2013	91	800	29.28	971.97	19.84	75.7	0	0	0	319.1	0.2	1893.4
3	2013	91	900	31.9	972.2	23.14	69.01	0	0	0	323.7	0	5423.1
4	2013	91	1000	34.27	972.14	25.77	58.56	0	0	0	323.5	0.2	122.18
5	2013	91	1100	35.38	971.63	27.86	50.2	0	0	0	322.1	0.2	143.33
6	2013	91	1200	36.02	970.93	29.59	47.2	0	0	0	322	0	2511.5
7	2013	95	700	22.42	971.07	19.72	89.4	0	0	0	50.13	0.4	181.52
8	2013	95	800	27.98	971.85	23.43	74.4	0	0	0	50.13	0	3829.7
9	2013	95	900	30.75	972.35	24.52	71.6	0	0	0	50.22	0	5540.8
10	2013	95	1000	31.44	972.28	25.53	69.46	0	0	0	50.27	0	4393.3
11	2013	95	1100	35.08	971.75	28.44	56.61	0	0	0	49.99	0	4830.8
12	2013	95	1200	36.14	970.96	29.23	56.22	0	0	0	49.61	0.2	480.77
13	2013	95	1400	34.37	968.73	27.49	66.24	0	0	0	48.81	0.2	108.41

(b) Interpolación de los datos: Para realizar correctamente la interpolación de los datos de la estación de Itatira, lo primero que se llevó a cabo fue la identificación de lo de los “índices ideales”, los cuales fueron determinados teniendo en cuenta el conjunto de datos completos, de 30 días y 24 horas de datos de temperatura, en la información recibida, se procedió a asignar dicho índice a partir del número de entradas, por lo que este abarca un rango de 1 hasta 720, para el caso de Itatira. Esto con el fin de poder encontrar los índices correctos y obtener la gráfica a continuación, a partir de los datos originales:



El siguiente paso que realizamos fue remover el 20% de estos datos, dejando así una muestra del 80% de las temperaturas originales, a partir de esta muestra, con ayuda de los índices ideales se obtuvo el modelo de interpolación que satisface la necesidad de calcular las temperaturas faltantes del modelo original. Para encontrar el modelo o función a utilizar en R se utilizó `splinefun()` La cual permite encontrar un modelo de interpolación con los datos que se tienen y así compararlos con los datos originales. El procedimiento que se llevó a cabo fue llenar un arreglo del tamaño de los datos originales, para posteriormente asignarle unos, si el dato sigue presente en la muestra, o ceros, si el dato se ha eliminado para esta. Con las nuevas coordenadas obtenidas del procedimiento anterior se generó el siguiente gráfico:

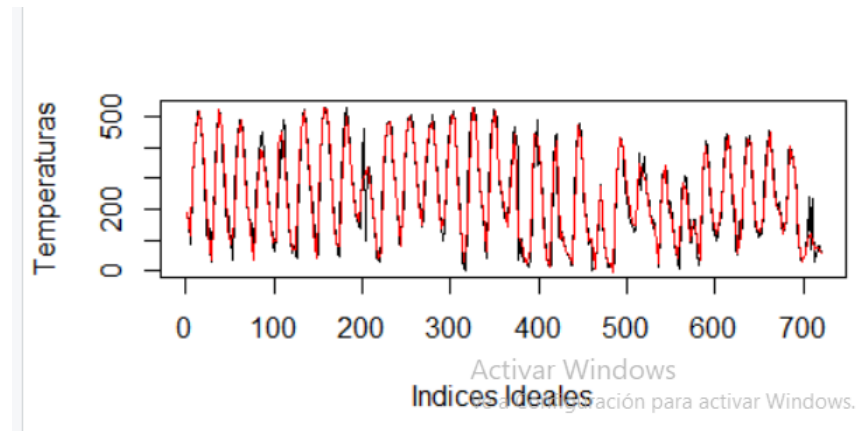


Fig. 4. Interpolacion Resultante Itarira

En rojo se pueden observar los datos obtenidos al hacer la interpolación, y en negro los datos originales.

- (c) Error del modelo: Para finalizar este punto del reto, se tomó el dato del error absoluto de los valores obtenidos en la interpolación en comparación a los datos generales, debido a la gran cantidad de datos, se promedió los errores obtenidos, y se obtuvo el valor máximo y mínimo de estos. Valores:

Error Máximo: 0.130847

Error Mínimo: 0

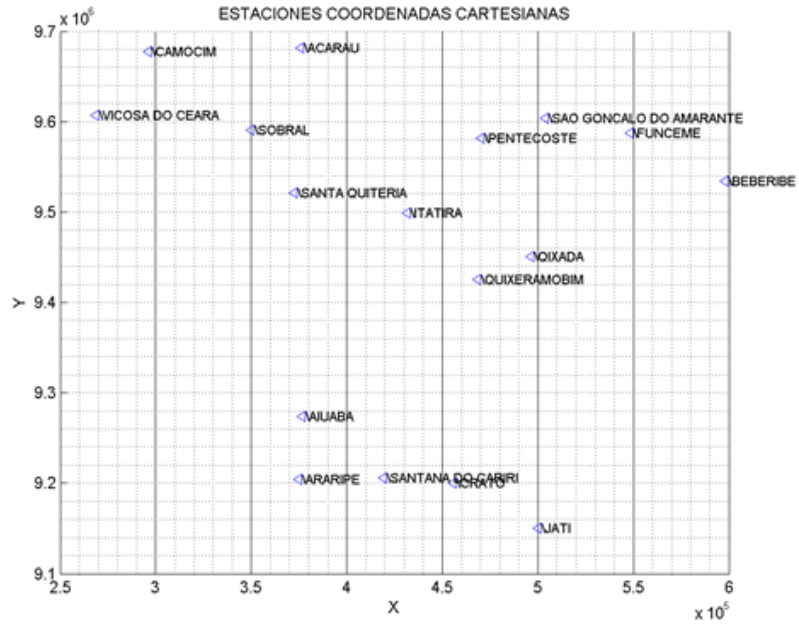
Error Media: 0

Error Absoluto: NA.

2. Proyección de datos a partir de otra estación Con el fin de simular aproximadamente los datos de una estación y la otra, se seleccionó la estación

de Santa Quiteria, para generar la simulación a partir de los datos de la estación de Itaquera.

- (a) Lectura y selección de datos: Para obtener una simulación aproximada para este segundo punto, se seleccionó la estación de Santa Quiteria, para generar la simulación a partir de los datos de la estación de Itatira. Se puede observar la cercanía de las dos estaciones en la siguiente gráfica:



*Fig. 5. Distancia entre estaciones*

- (b) Interpolación de datos: Para generar los valores de la estación Santa Quiteria, se hizo uso de los índices ideales, ya que estos corresponden a los días completos en los cuales se tomaron datos para así, poder tener una idea de cómo se podrían ver las entradas originales de la estación, cabe resaltar que las temperaturas obtenidas en la información de la estación, no están completos, ya que Itatira cuenta con 720 mientras que Santa Quiteria solamente con 297. Dado lo anterior se tomó el arreglo de índices ideales, para realizar una comparación de los días y las horas en los cuales si se encontraban datos de la estación Santa Quiteria, y asignarles a estos datos un índice que pudiera ser adecuado para poder graficar su comportamiento, la gráfica de los datos originales es:

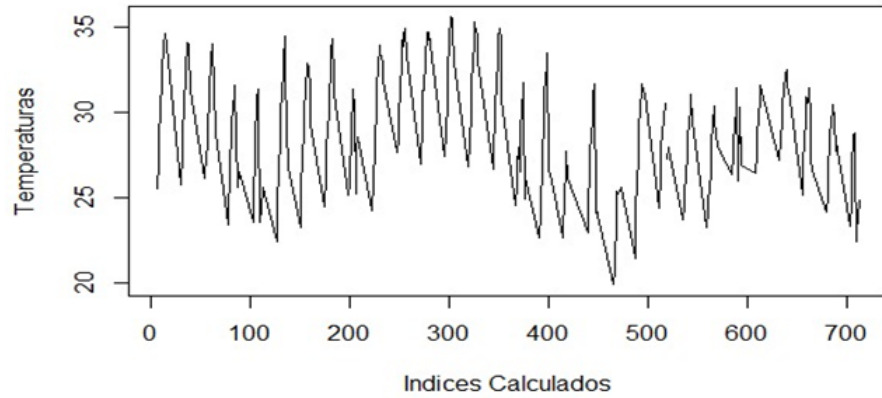


Fig. 6. Temperatura Santa Quiteria

Por otra parte se hizo el mismo procedimiento para generar los datos de Santa Quiteria a partir de los datos de Itatira, la siguiente gráfica refleja con la línea verde la interpolación

3. Error del modelo: Para terminar esta parte del reto, se calculó el dato del error absoluto de la interpolación en comparación a los datos de entrada, esto con el fin de comparar la simulación obtenido, los datos que se obtuvieron son los siguientes:

[1]	0.0450626959	0.0288781933	0.0195804196	0.0103436770	0.0299625468	0.0058157131	0.0074272133	0.0197290931	0.0008670520	0.0046601920	0.0038850039
[2]	0.0406091371	0.0843288826	0.1267212819	0.1035230561	0.0470514970	0.0334310850	0.0029429076	0.0350276302	0.0678213438	0.0236346215	0.0317278287
[3]	0.0253531329	0.0397137746	0.0064428620	0.0261360729	0.0044958253	0.0129909366	0.0146886016	0.1159319681	0.1027718550	0.0155038760	0.0533895328
[4]	0.0516220513	0.0683453237	0.0340577360	0.0202467574	0.0994727592	0.1155726257	0.2009939311	0.0966767372	0.0713982150	0.0281800391	0.0797182054
[5]	0.0716066975	0.0173175685	0.0149729213	0.0702576112	0.3746813934	0.3790123457	0.1214843750	0.1299107143	0.0917618271	0.0628742515	0.0581724211
[6]	0.0592543276	0.0844072165	0.0486603018	0.0656136087	0.0031748335	0.0333230484	0.1271040879	0.1354790419	0.0806027010	0.0860299921	0.0686274510
[7]	0.1016416346	0.0995339547	0.0749165269	0.0285975053	0.1171060699	0.1529874866	0.1655290102	0.0293757650	0.0261010556	0.0010593220	0.0410382322
[8]	0.0232939633	0.0758400000	0.1074966724	0.0826444682	0.0306122449	0.0381369178	0.0178933847	0.0274244833	0.0905222437	0.1899973995	0.1173080616
[9]	0.0035495321	0.2316024212	0.1431404959	0.1176237624	0.0318103834	0.0063380282	0.0166000221	0.0622937294	0.0827241247	0.0323974082	0.0265106443
[10]	0.0351170569	0.0193466540	0.0137698088	0.0191345305	0.0023887728	0.0042029421	0.0139902676	0.0755959840	0.0350686913	0.0632022472	0.0579758713
[11]	0.0515129565	0.0193411907	0.0095392962	0.0014762327	0.0179554011	0.0266246779	0.0215956809	0.0660237389	0.0129207752	0.0466453674	0.0079846694
[12]	0.0192438211	0.0084592145	0.0467128028	0.0139248819	0.0184597635	0.0522888353	0.0232074818	0.0075335735	0.0079926222	0.0076515597	0.0046756283
[13]	0.0511811024	0.0276134122	0.0118460872	0.0167071689	0.0624880276	0.0843036427	0.0605148780	0.0214578731	0.0230922380	0.0317367029	0.0101127448
[14]	0.0227731335	0.0098209128	0.0257575758	0.0316767705	0.0313601128	0.0810996564	0.0515665796	0.0448473282	0.0363691013	0.0238510762	0.0077363897
[15]	0.0078763127	0.0919727007	0.0954323002	0.0633255633	0.0482374768	0.0057245081	0.1544561934	0.0932377049	0.0425460637	0.0062407929	0.0262720319
[16]	0.0677259742	0.1210385643	0.0393283252	0.0369908562	0.0014609204	0.0876809512	0.1108921933	0.0321336761	0.0441176471	0.0238386308	0.0275647193
[17]	0.1237735849	0.1059803179	0.0529456062	0.0427138058	0.1001511716	0.1235590778	0.1952617501	0.0309503051	0.0064211232	0.0244461421	0.0323392023
[18]	0.0612460401	0.0734160241	0.0580645161	0.0514131195	0.3732335827	0.3099630996	0.1346057258	0.1536974384	0.1269177127	0.0603595890	0.0129146249
[19]	0.0443564356	0.0340910541	0.1486540879	0.0998349835	0.0726364335	0.0644092749	0.0208768267	0.0183066362	0.0109748225	0.0164089618	0.0736808237
[20]	0.0356887176	0.0167109761	0.0531069364	0.0282661151	0.0373342638	0.0982172809	0.1095081967	NA	0.0778267254	0.0354077253	0.0036813214
[21]	0.0632644454	0.0628314973	0.0424954527	0.0243531202	0.0279209002	0.0205767931	0.0300434783	0.0699834163	0.0738233308	0.0404211957	0.0494623656
[22]	0.0690802645	0.0071856287	0.0674335581	0.0033532042	0.0309278351	0.0643952300	0.0805656034	0.0643631436	0.0663424800	0.0566844920	0.0909435392
[23]	0.0698110411	0.0349895031	0.0013807387	0.0357611549	0.0527821940	0.1961464355	0.0300131926	0.0703386677	0.0034940913	0.0315192399	0.0155871147
[24]	0.0125296309	0.0145489816	0.0240887480	0.0363569592	0.0252720253	0.0153165419	0.0038498764	0.0035256410	0.0082828926	0.0438024231	0.0273593606
[25]	0.0001941757	0.0396638439	0.0115354018	0.0287373090	0.0503459604	0.0311126141	0.0022624434	0.0180268764	0.0157455013	0.0260648442	0.0110849849
[26]	0.0942637925	0.0881024096	0.0307116971	0.0011942675	0.0361491629	0.0366236484	0.0293468680	0.0210383441	0.0091736410	0.0396981627	0.0141090501
[27]	0.0551948052	0.0187146893	0.0115532734	0.0158086745	0.0608663181	0.1425078589	0.0846634282	0.1247224278	0.1265033408	0.1452805568	0.0566948130

Fig. 8. Error absoluto obtenido

Además se calculó el error maximo, el minimo y la media, los resultados

obtenidos fueron:

Error Mínimo: 0.000867052

Error Maximo: 0.3746814

Error Media: 0.0411477

## 5 CONCLUSIONES

Para la realización del ejercicio nos fue muy útil el uso de la interpolación para poder llegar a la respuesta seleccionada, los métodos de r de slipefun y spline nos brindaron una facilidad enorme para poder realizar el ejercicio, aunque tenemos unos errores teóricos un poco bajos en el primer punto y uno un poco más alto en el segundo punto, debido a la diferencia de datos que tenemos en las dos ubicacion la cual data de una diferencia de 420 datos o tuplas de nuestra base de datos de excel.

Como conclusión final tenemos que podemos disminuir este error tomado dos estaciones que contienen igual número de tuplas o similar, igualmente que no difieran mucho sus valores.

## APÉNDICE

Se emplearán en el artículo las unidades del *Sistema Electromagnético Racionalizado de Unidades Absolutas (MKSA)*, que es un subsistema del Sistema Internacional de Unidades adaptado al ámbito de la ingeniería y recomendado por la *Comisión Electrotécnica Internacional*. Se basa en el metro, kilogramo, segundo y amperio. Excepcionalmente, y siempre que su uso esté muy extendido, se podrán emplear unidades de otros sistemas de la comisión (como el gauss, del Sistema CGS, en lugar del tesla). A continuación se dan en la Tabla II las magnitudes del sistema MKSA más relevantes para los campos tratados por esta revista y las unidades correspondientes.

Magnitud física		Unidad MKSA (entre paréntesis, unidades usuales de otros sistemas y equivalencia)		Compone nte causante
Nombre (entre paréntesis otros nombres usuales)	Símbolo	Nombre	Símbolo	
<b>Unidades fundamentales MKSA</b>				
Longitud	$l$	metro	m	
Masa	$m$	kilogramo	kg	
Tiempo	$t$	segundo	s	
Intensidad eléctrica (corriente)	$I, i$	ampere	A	
Cantidad de materia	$n$	mol	mol	
<b>Unidades auxiliares MKSA</b>				
Intensidad luminosa	$I$	candela	cd	
Temperatura	$T$	Kelvin	K	
<b>Unidades derivadas MKSA</b>				
Frecuencia	$f$	hertz	Hz	
Fuerza	$F$	newton	N	
Presión (tensión)	$p$	pascal	Pa	
Energía (trabajo)	$T, W$	joule	J	
Potencia	$p$	watt	W	

*Tabla 1 Magnitudes y unidades principales del sistema MKSA. Nombres de algunos componentes causantes.*

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Eddy Herrera por los conceptos introductorios de la interpolación a su vez a Sluiter por el modelo de predicción espacial planteado.



## REFERENCIAS

[1] D. Knuth. The Art of Computer Programming, vol.2: Seminumerical Algorithms. Addison Wesley, 3rd edition, 1997.

[2] C. Lauter. Basic building blocks for a triple-double intermediate format. Technical Report RR2005-38, LIP, September 2005.

[3] Mejía et al., 1999; Shuiter, 2009; Hengl.

[4] R.E. Mickens, Nonstandard finite difference schemes, in: R.E. Mickens (Ed.), Applications of Nonstandard Finite Difference Schemes, World Scientific, Singapore, 2000

**Andres Felipe Becerra (2001)** Nació en Bogotá-Colombia el 3 de febrero del año 2001. Se graduó del colegio universidad libre en el año 2017 como bachiller. Actualmente se encuentra cursando sexto semestre en la universidad Javeriana como Ingeniero de sistemas en formación.

**Julian Ricardo Rizo (2000)** Nació en Bogotá-Colombia el 6 de septiembre del año 2000. Se graduó del colegio agustiniano norte en el año 2017 como bachiller. Actualmente se encuentra cursando sexto semestre en la universidad Javeriana como Ingeniero de sistemas en formación.