

## **Proyecto Fiambrería-M&Z**

Federico Nicolás Fernández ([federico.nagual1@gmail.com](mailto:federico.nagual1@gmail.com))

### **Resumen**

Este proyecto está realizado trabajando con una fiambrería de la zona de Canning, Buenos Aires, Argentina y consta de aplicar el ajuste por mínimos cuadrados tanto por método de polinomio de grado elevado, como de aplicar por método de exponente.

Dicho establecimiento tiene en sus datos presentados para el trabajo un aumento exponencial en sus ventas debido a que coincide con la aparición del virus covid-19. Además de que en argentina durante un extenso período de tiempo se tuvieron muchas restricciones a todos los habitante en sus respectivas casas y residencias, generando que las ventas locales como en el caso de la Fiambrería M&Z se vieran aumentadas por el aumento de clientes.

### **Palabras clave**

Fiambrería ; Comercio ; Compra y venta ; Bazar ; Quesos ; Embutidos; Fiambrería M&Z.

## Metodología

El método de mínimos cuadrados relaciona dos o más variables entre si.

Estableciendo que , de una familia de curvas que representa a una nube de puntos, la curva que tenga la suma mínima de las distancias al cuadrado entre cada punto de dicha curva será la de mejor ajuste posible a representar a la nube de puntos.

Se utiliza los cuadrados de las distancias dado que de esta manera no importa si el punto está por debajo de la curva propuesta o por arriba.

Supongamos que tenemos un conjunto de pares ordenados (x,y) como datos a obtener a partir de una serie de observaciones experimentales:

x	x1	x2	x3	...	xn
y	y(x1)	y(x2)	y(x3)	...	y(xn)

Y además, supongamos conocer la forma de la función  $y=f(x, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$  la cual nos da la curva que representa a la nube de puntos, y donde los coeficientes  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  son los que deseamos obtener.

Podemos observar que las desviaciones, o el error, entre la ordenada de la función y el valor d ellos pares ordenados, lo podemos indicar como:

$$i=f(x_i, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)-y_i$$

Entonces, si aplicamos el método de los mínimos cuadrados, definimos los coeficientes  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  de tal manera que, la suma del cuadrado de las desviaciones, sea mínima entonces:

$$\delta(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)=\sum_{i=1}^n (e_i)^2=\sum_{i=1}^n [f(x_i, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)-y_i]^2=Mínima$$

Para que esto suceda, se debe dar que:

$$\frac{\partial \delta}{\partial a_1}=\frac{\partial \delta}{\partial a_2}=\frac{\partial \delta}{\partial a_3}=\dots=\frac{\partial \delta}{\partial a_n}=0$$

Si este sistema tiene solución y es única, entonces dicha solución es la que mejor se ajusta a la nube de puntos.

Si la función es lineal respecto a los coeficiente  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  entonces podemos expresarla de la siguiente forma:

$$f(x, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)=a_1*\phi(x_i)+a_2*\phi(x_i)+a_3*\phi(x_i)+\dots+a_n*\phi(x_i)$$

Con lo cual, aplicando el método de mínimos cuadrados, nos quedará:

$$\delta(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)=\sum_{i=0}^n [a_1*\phi(x_i)+a_2*\phi(x_i)+a_3*\phi(x_i)+\dots+a_n*\phi(x_i)-y_i]^2$$

Luego, para que la suma del cuadrado de las desviaciones sea mínima, se da que

$$\frac{\partial \delta}{\partial a_1} = 0 \rightarrow 2 * \sum_{i=0}^n [a_1 * \phi_1(x_i) + a_2 * \phi_2(x_i) + a_3 * \phi_3(x_i) + \dots + a_n * \phi_n(x_i) - y_i] * \phi_1(x_i) = 0$$

$$\frac{\partial \delta}{\partial a_2} = 0 \rightarrow 2 * \sum_{i=0}^n [a_1 * \phi_1(x_i) + a_2 * \phi_2(x_i) + a_3 * \phi_3(x_i) + \dots + a_n * \phi_n(x_i) - y_i] * \phi_2(x_i) = 0$$

Así hasta llegar a la n-sima derivada:

$$\frac{\partial \delta}{\partial a_n} = 0 \rightarrow 2 * \sum_{i=0}^n [a_1 * \phi_1(x_i) + a_2 * \phi_2(x_i) + a_3 * \phi_3(x_i) + \dots + a_n * \phi_n(x_i) - y_i] * \phi_n(x_i) = 0$$

Quedando un sistema de ecuaciones a desarrollar con n ecuaciones con n incógnitas que tiene una única solución.

La bondad del ajuste es un parámetro que nos permite estimar si el ajuste realizado con respecto los datos experimentales que teníamos es tan bueno como lo deseado o no. Este parámetro se define como

$$r^2 = \frac{ST - SR}{ST} \quad \text{donde } 0 \leq r^2 \leq 1$$

Cuanto más cercano a 1 sea, más preciso sera el ajuste realizado.

## **Método exponencial**

Para este caso  $y = a * e^{(b*x)} = y_{\text{pronostico}}$   $\ln y = \ln a + b x = y_{\text{ajuste}}$  teniendo distinto y de ajuste que y de pronostico debido a que como este método se aplica mas a las nubes de puntos que se adaptan mas a una tendencia exponencial como indica su nombre, se utiliza una linealización de la función para pasar de un plano (x,y) a un plano (x, ln y) el cual lo puedo tratar como un el método lineal y para obtener los y de pronostico, tengo que volver a convertir al plano (x,y). obteniendo un conjunto de ecuaciones a resolver de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} n \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \ln a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n \ln y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i \ln y_i \end{bmatrix}$$

Y para los parámetros de bondad se trabajan con:

$$r^2 = \frac{ST - SR}{ST}$$

$$y_{\text{media}} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln y_i}{n}$$

$$ST = \sum_{i=1}^n (\ln y_i - y_{media})^2$$

$$SR = \sum_{i=1}^n (\ln y_i - y_{ajuste})^2$$

## **Método polinómico**

Para este caso  $y = a_1 + a_2 x + a_3 x^2 + \dots + a_{(k+1)} x^k = y_{ajuste} = y_{pronostico}$ . La cantidad de polinomios a utilizar te la da el grado cercano a los quiebres de la función correspondientes a una función del tipo polinomio, obteniendo las siguientes ecuaciones con sus incógnitas.:

$$\begin{bmatrix} n + \sum_{i=1}^n x_i \dots \sum_{i=1}^n x_i^{(k-1)} \sum_{i=1}^n x_i^k \\ \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i^2 \dots \sum_{i=1}^n x_i^k \sum_{i=1}^n x_i^{(k+1)} \\ \sum_{i=1}^n x_i^k \sum_{i=1}^n x_i^{(k+1)} \dots \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i^{(2k-1)} \sum_{i=1}^n x_i^{(2k)} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_{(k-1)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n y_i * x_i \\ \dots \\ \sum_{i=1}^n y_i * x_i^k \end{bmatrix}$$

Y para el parámetro de la bondad se utiliza:

$$r^2 = \frac{ST - SR}{ST}$$

$$y_{media} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln y_i}{n}$$

$$ST = \sum_{i=1}^n (y_i - y_{media})^2$$

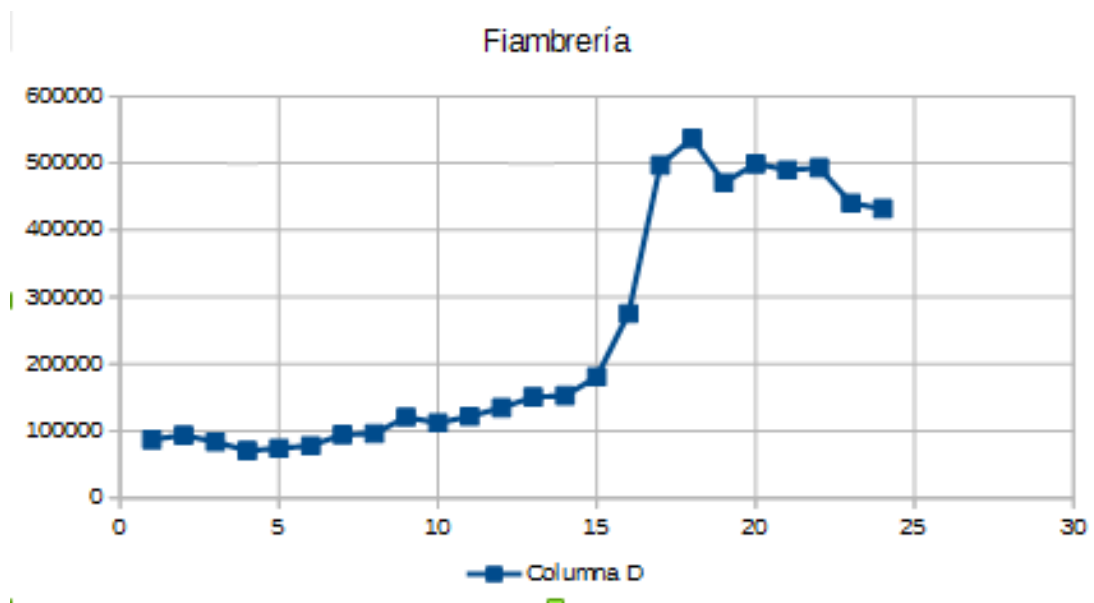
$$SR = \sum_{i=1}^n (y_i - y_{ajuste})^2$$

## **Análisis**

Se quiere demostrar que aplicando el ajuste de mínimos cuadrados se puede estimar cuanto serian las ventas de la fiambrería para el mes de diciembre del 2020, esta proyección servirá para ver el curso de ganancias que viene teniendo la empresa, ademas de servir para la toma de decisiones a la hora de ajustar o realizar campañas de marketing para optimizar y/o aumentar las ganancias de cara a los meses y años futuros. Los datos a continuación fueron otorgados por la Fiambrería M&Z sobre las ventas obtenidas a los largo de los meses, desde su inauguración hasta la fecha, dichos datos fueron parametrizados para las cuentas y calculos.

x=Mes	Parametrización	y=Ventas del mes
2018-12-01	1	86925
2019-01-01	2	93626
2019-02-01	3	83665
2019-03-01	4	70440
2019-04-01	5	73849
2019-05-01	6	77809
2019-06-01	7	94375
2019-07-01	8	95793
2019-08-01	9	120523
2019-09-01	10	111984
2019-10-01	11	121461
2019-11-01	12	134394
2019-12-01	13	150425
2020-01-01	14	152448
2020-02-01	15	180691
2020-03-01	16	275443
2020-04-01	17	497124
2020-05-01	18	537128
2020-06-01	19	470985
2020-07-01	20	499140
2020-08-01	21	489922
2020-09-01	22	493054
2020-10-01	23	440453
2020-11-01	24	432016

Formando una gráfica:



Al observar el gráfico, se puede observar la curva como una curva a trozos en la cual la primera parte tiene una tendencia exponencial y la segunda parte con más valores que suben y bajan formando quiebres en la función, cumple una tendencia más polinómica. Entre estas dos posibilidades se opta por trabajar primeramente tomando a la curva como una exponencial y después trabajando con una curva polinómica de grado 9 debido a los quiebres que esta posee.

## Caso exponencial

La función exponencial esta representada por:

$$y_{\text{pronostico}} = a * e^{(b * x)} \quad \text{y por} \quad y_{\text{ajuste}} \rightarrow \ln y = \ln a + b * x$$

El cual se obtuvo al realizar el ajuste por mínimos cuadrados del tipo exponencial, formando la siguiente tabla de valores

Fernandez Federico Nicolas						
Tabla						
x=Mes	Parametrización	y=Ventas del mes	X <sup>2</sup>		lnY	X*lnY
2018-12-01	1	86925	1		11,372800957	11,37280095688
2019-01-01	2	93626	4		11,447063402	22,89412680334
2019-02-01	3	83665	9		11,334576009	34,00372802679
2019-03-01	4	70440	16		11,162516563	44,65006625044
2019-04-01	5	73849	25		11,209777747	56,04888873453
2019-05-01	6	77809	36		11,262012385	67,57207430826
2019-06-01	7	94375	49		11,455031487	80,18522040586
2019-07-01	8	95793	64		11,469944892	91,75955913917
2019-08-01	9	120523	81		11,699595885	105,2963629656
2019-09-01	10	111984	100		11,626111283	116,2611128293
2019-10-01	11	121461	121		11,707348503	128,7808335284
2019-11-01	12	134394	144		11,808531063	141,7023727586
2019-12-01	13	150425	169		11,9212199	154,9758587012
2020-01-01	14	152448	196		11,934578833	167,0841036658
2020-02-01	15	180691	225		12,104543669	181,5681550355
2020-03-01	16	275443	256		12,52613599	200,4181758339
2020-04-01	17	497124	289		13,116594771	222,982111106
2020-05-01	18	537128	324		13,193991706	237,4918507144
2020-06-01	19	470985	361		13,062581525	248,1890489818
2020-07-01	20	499140	400		13,120641897	262,4128379301
2020-08-01	21	489922	441		13,102001474	275,1420309486
2020-09-01	22	493054	484		13,10837398	288,3842275709
2020-10-01	23	440453	529		12,995559022	298,8978574998
2020-11-01	24	432016	576		12,976217904	311,4292296859
	300	5783673	4900		290,71775085	3749,502634381

ST		SR	Ypronostico
(lnYi-Ymedia) <sup>2</sup>	Yajuste	(lnYi-Yajuste) <sup>2</sup>	Y=a*e^(bx)
0,5482494116991	10,9579321303841	0,172116143195	57407,6087638383
0,4437907519339	11,058393651094	0,151064175013	63474,5077228875
0,606317016946	11,1588551718039	0,0308778126	70182,5632075592
0,9038743290925	11,2593166925139	0,009370265149	77599,5333415871
0,8162433535108	11,3597782132238	0,022500139895	85800,3370014207
0,7245878036284	11,4602397339338	0,03929408198	94867,8105724135
0,433237945027	11,5607012546437	0,011166099889	104893,544679834
0,4138281046958	11,6611627753536	0,036564278763	115978,809346526
0,1711011382472	11,7616242960636	0,003847523771	128235,576922246
0,237294015363	11,8620858167735	0,055683980623	141787,653117287
0,1647475980214	11,9625473374835	0,065126445336	156771,927564983
0,0928473036918	12,0630088581934	0,064758948136	173339,75654502
0,0368715722774	12,1634703789033	0,058685294486	191658,491834466
0,0319196761945	12,2639318996133	0,108473442306	211913,17112945
7,561953801E-05	12,3643934203232	0,067521893247	234308,387112456
0,1704834132419	12,4648549410332	0,003755366916	259070,354044695
1,0067215618338	12,5653164617431	0,303907774193	286449,19275822
1,1680250752957	12,665777982453	0,279009738117	316721,457128515
0,9012500560243	12,766239503163	0,087818594118	350192,927547466
11,0148593496342	12,8667010238729	0,064485966794	387201,699613625
0,9776500062865	12,9671625445829	0,018181536817	428121,599238633
0,990292398327	13,0676240652928	0,001660555589	473365,958665836
0,7784875292317	13,1680855860027	0,02976541538	523391,791542682
0,7447315204317	13,2685471067127	0,085456363006	578704,409219338
113,377486550174		1,771091835317	

Reemplazando los valores en una matriz con la solución única, se encuentran los coeficientes  $\ln a$  y  $b$  para hallar la función exponencial, entonces:

$$\begin{bmatrix} n \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \ln a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n \ln y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i x_i \ln y_i \end{bmatrix}$$

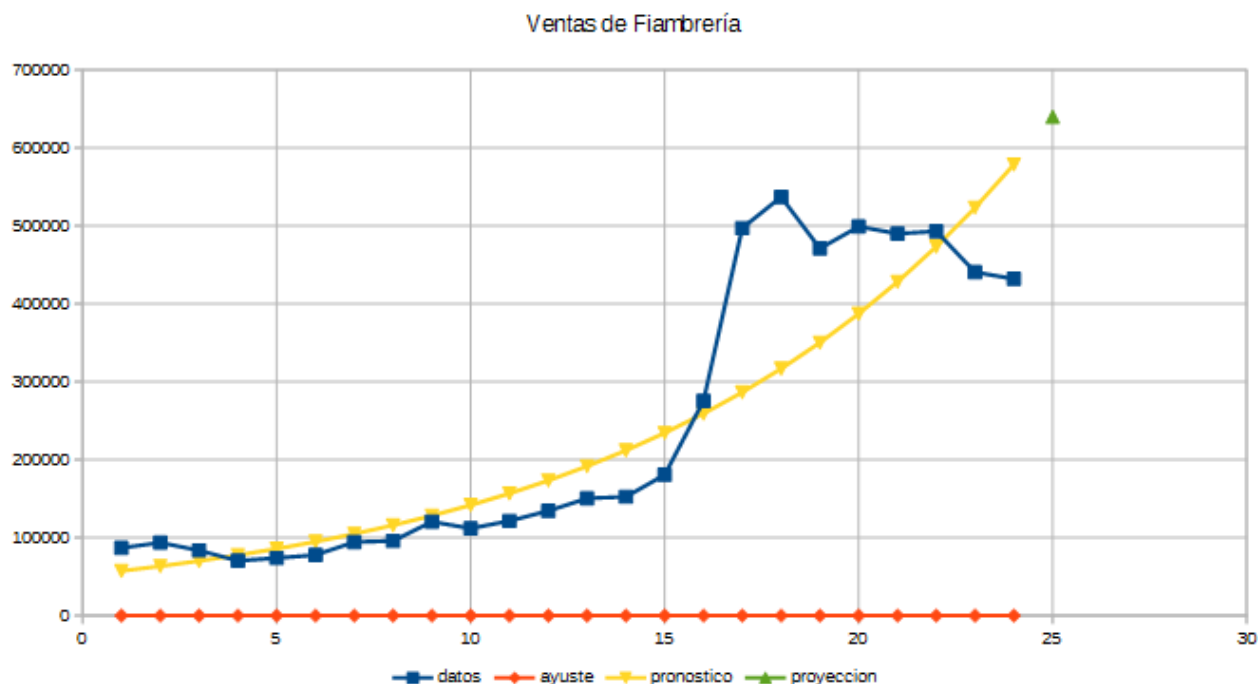
$\ln A =$	290,7177508452	300	
	3749,502634381	4900	10,8574706096742
	24	300	
	300	4900	

$b =$	24	290,71775084516	
	300	3749,5026343809	0,10046152070994
	24	300	
	300	4900	

Quedando una serie de parámetros igual a:

Parametros	
Exponencial	
$n$	24
$\ln A$	10,8574706096742
$b$	0,100461520709937
$Y_{media}$	12,1132396185484
$ST$	13,3774865501735
$SR$	1,77109183531695
$R^2$	0,86760653216325

Quedando una bondad de 0,8676065321, por lo que al superar el 0,85 se dice que se puede tener en cuenta como una bondad seria y razonable teniendo en cuenta el quiebre que sufre la función en el tramo final. Juntando las dos gráficas con los valores obtenidos de los datos y las  $Y$  tanto pronostico como de ajuste se obtiene:



## Caso polinómico

Aplicando el método de polinomio se armó una función polinómica de un grado elevado debido a los quiebres que presenta la función formando un polinomio de grado 8.

$$y = a_1 + a_2x + a_3x^2 + a_4x^3 + a_5x^4 + a_6x^5 + a_7x^6 + a_8x^7 + a_9x^8$$

Formando las siguientes tablas:

Fernandez Federico Nicolas										
Tabla		K=8								
x=Mes	Parametrización	y=Ventas del mes	X <sup>2</sup>	X <sup>3</sup>	X <sup>4</sup>	X <sup>5</sup>	X <sup>6</sup>	X <sup>7</sup>	X <sup>8</sup>	X <sup>9</sup>
2018-12-01	1	86925	1	1	1	1	1	1	1	1
2019-01-01	2	93626	4	8	16	32	64	128	256	512
2019-02-01	3	83665	9	27	81	243	729	2187	6561	19683
2019-03-01	4	70440	16	64	256	1024	4096	16384	65536	262144
2019-04-01	5	73849	25	125	625	3125	15625	78125	390625	1953125
2019-05-01	6	77809	36	216	1296	7776	46656	279936	1679616	10077696
2019-06-01	7	94375	49	343	2401	16807	117649	823543	5764801	40353607
2019-07-01	8	95793	64	512	4096	32768	262144	2097152	16777216	134217728
2019-08-01	9	120523	81	729	6561	59049	531441	4782969	43046721	387420489
2019-09-01	10	111984	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000	1000000000
2019-10-01	11	121461	121	1331	14641	161051	1771561	19487171	214358881	2357947691
2019-11-01	12	134394	144	1728	20736	248832	2985984	35831808	429981696	5159780352
2019-12-01	13	150425	169	2197	28561	371293	4826809	62748517	815730721	10604499373
2020-01-01	14	152448	196	2744	38416	537824	7529536	105413504	1475789056	20661046784
2020-02-01	15	180691	225	3375	50625	759375	11390625	170859375	2562890625	38443359375
2020-03-01	16	275443	256	4096	65536	1048576	16777216	268435456	4294967296	68719476736
2020-04-01	17	497124	289	4913	83521	1419857	24137569	410338673	697575441	118587876497
2020-05-01	18	537128	324	5832	104976	1889568	34012224	612220032	11019960576	198359290368
2020-06-01	19	470985	361	6859	130321	2476099	47045881	893871739	16983563041	322687697779
2020-07-01	20	499140	400	8000	160000	3200000	64000000	1280000000	25600000000	512000000000
2020-08-01	21	489922	441	9261	194481	4084101	85766121	1801088541	37822859361	794280046581
2020-09-01	22	493054	484	10648	234256	5153632	113379904	2494357888	54875873536	1207269E+12
2020-10-01	23	440453	529	12167	279841	6436343	148035889	3404825447	78310985281	1.801153E+12
2020-11-01	24	432016	576	13824	331776	7962624	191102976	4586471424	10075314176	2.641808E+12
	300	5783673	4900	90000	1763020	35970000	754740700	16164030000	351625763020	7.743665E+12



X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	Y*X	Y*X2	Y*X3	Y*X4	Y
1	1	1	1	1	1	1	86925	86925	86925	86925	86925
1024	2048	4096	8192	16384	32768	65536	187252	374504	749008	1498016	
59049	177147	531441	1594323	4782969	14348907	43046721	250995	752985	2258955	6776865	
1048576	4194304	16777216	67108864	268435456	1073741824	4294967296	281760	1127040	4508160	18032640	
9765625	48828125	244140625	1220703125	6103515625	30517578125	152587890625	369245	1846225	9231125	46155625	
60466176	362797056	2176782336	13060694016	78364164096	470184984576	2821111E+12	466854	2801124	16806744	100840464	
282475249	1977326743	13841287201	968899010407	578223072849	4747562E+12	323293E+13	660625	4624375	32370625	226594375	
1073741824	8589934592	68719476736	49755813888	4398047E+12	3518437E+13	281475E+14	766344	6130752	49046016	392368128	
3486784401	31381059609	82429536481	2541866E+12	2287679E+13	2058911E+14	185302E+15	1084707	9762363	87861267	790751403	
1000000000	1E+11	1E+12	1E+13	1E+14	1E+15	1E+16	1119840	11198400	111984000	1119840000	
25937424601	285311670611	3138428E+12	3452271E+13	3797498E+14	4177248E+15	4594973E+16	1336071	14696781	161664591	1778310501	
61917364224	43008370688	89161E+12	1069932E+14	1283918E+15	1540702E+16	1848843E+17	1612728	19352736	232232832	2786793984	
37858491849	179216E+12	329809E+13	3028751E+14	3937376E+15	5118589E+16	654166E+17	1955525	25421825	330483725	4296288425	
289254654976	4049565E+12	5669391E+13	7937148E+14	1111201E+15	1555681E+16	2177953E+17	2134272	29879808	418317312	5856442368	
576650390625	8649756E+12	297463E+14	1946195E+15	2919293E+16	4378939E+17	568408E+18	2710365	40655475	609832125	9147481875	
1099512E+12	1759219E+13	281475E+14	45036E+15	7205759E+16	1152922E+17	1844674E+18	4407088	70513408	1128214528	18051432448	
2015994E+12	342719E+13	826222E+14	9904578E+15	1683778E+17	2862423E+18	466119E+19	8451108	143668836	2442370212	41520293604	
3570467E+12	6426841E+13	156831E+15	2082296E+16	3748134E+17	746641E+18	1214395E+20	9668304	174029472	3132530496	56385548928	
6131066E+12	1164903E+14	213315E+15	4205298E+16	7990067E+17	1518113E+19	2884414E+20	8948715	170025585	3230486115	61379236185	
1024E+13	2048E+14	4096E+15	8192E+16	16384E+17	32768E+18	65536E+19	9982800	199656000	3993120000	79862400000	
1667988E+13	3502775E+14	355828E+15	1544724E+17	324392E+18	6812232E+19	1430569E+21	10288362	216055602	4537167642	95280520482	
2655992E+13	5843183E+14	12855E+16	2828101E+17	6221821E+18	1368801E+20	3011361E+21	10847188	238638136	5250038992	15500857824	
4142651E+13	9528098E+14	191462E+16	5040364E+17	1159284E+19	2666352E+20	613261E+21	10130419	232999637	5358991651	1232568079732	
6340338E+13	1521681E+15	3652035E+16	764883E+17	2103572E+19	5048573E+20	211657E+22	10368384	248841216	5972189184	143332540416	
1722333E+14	3862172E+15	8719921E+16	1980209E+18	4519299E+19	1035871E+21	2383312E+22	98115876	1863139210	37112542230	761137899454	

Y*X5	Y*X6	Y*X7	Y*X8
86925	86925	86925	86925
2996032	5992064	11984128	23968256
20330595	60991785	182975355	548926065
72130560	288522240	1154088960	4616355840
230778125	1153890625	5769453125	28847265625
605042784	3630256704	21781540224	130689241344
1586160625	11103124375	77721870625	544053094375
3138945024	25111560192	200892481536	160714E+12
7116762627	64050863643	576457772787	518812E+12
11198400000	11198400000	111984E+12	111984E+13
19561415511	215175570621	2366931E+12	2603624E+13
33441527808	401298333696	481558E+12	5778696E+13
55851749525	726072743825	9438946E+12	1227063E+14
81990193152	1147863E+12	1607008E+13	2249811E+14
137212228125	2058183E+12	3087275E+13	4630913E+14
288822919168	4621167E+12	7393867E+13	1183019E+15
4705844991268	1199936E+13	2039892E+14	3467816E+15
101494E+12	1826892E+13	3288405E+14	5919129E+15
1166205E+12	221579E+13	4210002E+14	7999003E+15
1597248E+12	3194496E+13	6388992E+14	1277798E+16
2000891E+12	4201871E+13	8823929E+14	1853025E+16
2541019E+12	5590242E+13	1229853E+15	2705677E+16
2834907E+12	6520285E+13	1499666E+15	3449231E+16
3439981E+12	8255954E+13	1981429E+15	475543E+16
1594189E+13	3394418E+14	7325577E+15	1598939E+17

ST	SR
(Yi-Ymedia) <sup>2</sup>	(Yi-Yajuste) <sup>2</sup>
23734907267	79774,275567
21715080120	112272,38474
24750015032	80929,198975
29086066026	57975,509048
27934902122	60831,579004
26626855712	81380,402195
21494895279	104557,93959
21081116144	118700,27172
14511424716	119819,24448
16641612756	111709,83797
14286315269	103524,13653
11361934408	106178,42691
82013626419	128691,60048
78390438476	175284,68452
36355322464	243802,97615
11872590064	325753,90169
65606482941	407985,37313
87699862058	475761,06211
52899367502	516720,66102
66643294101	524944,8494
61968945394	504076,33322
63538087573	468179,97291
39786934489	438756,66561
36492317628	436057,29545
748723614278	25306404235

Y reemplazando en cada matriz para obtener las incógnitas obtengo

24	300	4900	90000	1763020	35970000	754740700	16164030000351625763020
300	4900	90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+12	
4900	90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+14		
90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+15			
1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+16				
35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18					
754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+19						
161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+21							
3,51626E+117,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+212,383312E+22							

Matriz inferior en la cual se reemplaza la columna a averiguar por la columna resultado que es igual a:

5783673
98115876
1863139210
37112542230
761137899454
1,594189E+13
3,394418E+14
7,325577E+15
1,598939E+17

Obteniendo las siguientes matrices:

5783673	300	4900	90000	1763020	35970000	754740700	16164030000351625763020	
98115876	4900	90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+12		
1863139210	90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+14			
37112542230	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+15			a1	
7,61138E+11	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+16				-186271,0022	
1,59419E+13	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18						
3,39442E+14	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+19							
7,32558E+15	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+21							
1,59894E+17	7,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+212,383312E+22							

24	5783673	4900	90000	1763020	35970000	754740700	16164030000351625763020	
300	98115876	90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+12		
4900	1863139210	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+14			
90000	37112542230	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+15			a2	
1763020	761137899454	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+16				474941,49335	
35970000	1,594189E+13	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18						
754740700	3,394418E+14	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+19						
161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+21								
3,51626E+111,598939E+17	1,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+212,383312E+22							

24	300	5783673	90000	1763020	35970000	754740700	16164030000351625763020	
300	4900	98115876	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+12		
4900	90000	1863139210	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+14			
90000	1763020	37112542230	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+15			a3	
1763020	35970000	761137899454	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+16				-270210,5062	
35970000	754740700	1,594189E+13	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18					
754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+19							
161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+21								
3,51626E+117,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+212,383312E+22								

24	300	4900	5783673	1763020	35970000	754740700	16164030000351625763020	
300	4900	90000	98115876	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+12		
4900	90000	1763020	1863139210	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+14			
90000	1763020	35970000	37112542230	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+15			a4	
1763020	35970000	754740700	761137899454	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+16			70241,762415	
35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18						
754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+19							
161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+21								
3,51626E+117,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+212,383312E+22								



24	300	4900	90000	5783673	35970000	754740700	16164030000351625763020	
300	4900	90000	1763020	98115876	754740700	161640300003516257630207,743665E+12		
4900	90000	1763020	35970000	1863139210	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+14			
90000	1763020	35970000	754740700	37112542230	516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+15		a5	
1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+15					-9637,767999
35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18						
754740700	161640300003516257630207,743665E+123,394418E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+19							
161640300003516257630207,743665E+121,722333E+147,325577E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+21								
3,51626E+117,743665E+121,722333E+143,862172E+151,598939E+171,980209E+184,519299E+191,035871E+212,383312E+22								

24	300	4900	90000	1763020	5783673	754740700	16164030000351625763020	
300	4900	90000	1763020	35970000	98115876	161640300003516257630207,743665E+12		
4900	90000	1763020	35970000	754740700	1863139210	516257630207,743665E+121,722333E+14		
90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+15			a6	
1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18					741,60581561
35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18						
754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,394418E+148,719921E+161,980209E+184,519299E+19							
161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+157,325577E+151,980209E+184,519299E+191,035871E+21								
3,51626E+117,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,598939E+174,519299E+191,035871E+212,383312E+22								

24	300	4900	90000	1763020	35970000	5783673	16164030000351625763020	
300	4900	90000	1763020	35970000	754740700	98115876	516257630207,743665E+12	
4900	90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+14			
90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+15			a7	
1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18					-32,02661957
35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+141,594189E+138,719921E+161,980209E+18						
754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+153,394418E+141,980209E+184,519299E+19							
161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+21								
3,51626E+117,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+181,598939E+171,035871E+212,383312E+22								

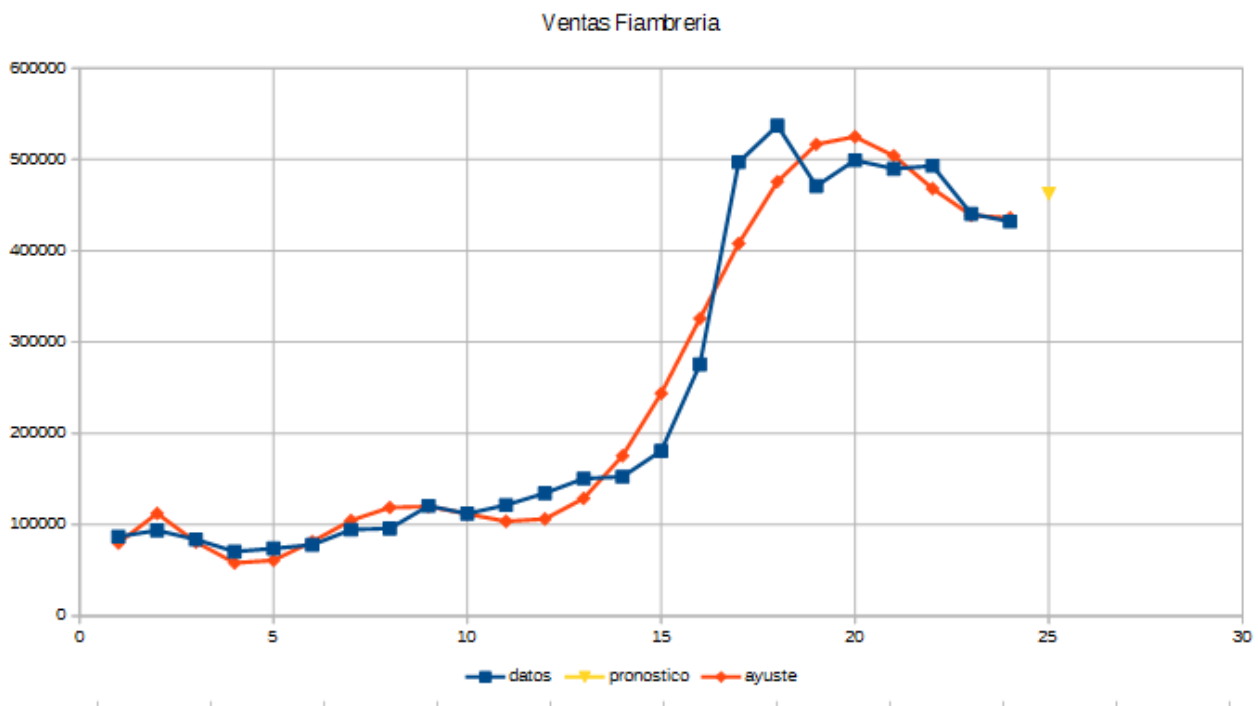
24	300	4900	90000	1763020	35970000	754740700	5783673	51625763020
300	4900	90000	1763020	35970000	754740700	16164030000	98115876	7,743665E+12
4900	90000	1763020	35970000	754740700	16164030000351625763020	1863139210	1,722333E+14	
90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+12			3,862172E+15	a8
1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+147,61137899454				8,719921E+16	0,7237125388
35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+141,594189E+138,719921E+161,980209E+18						
754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+153,394418E+141,980209E+184,519299E+19							
161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+187,325577E+151,035871E+21								
3,51626E+117,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,598939E+172,383312E+22								

24	300	4900	90000	1763020	35970000	754740700	16164030000	5783673
300	4900	90000	1763020	35970000	754740700	16164030000351625763020		98115876
4900	90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+12		1863139210	
90000	1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+14			37112542230	a9
1763020	35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+157,61137899454					-0,006655533
35970000	754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+18						
754740700	161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+183,394418E+14							
161640300003516257630207,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+197,325577E+15								
3,51626E+117,743665E+121,722333E+143,862172E+158,719921E+161,980209E+184,519299E+191,035871E+211,598939E+17								

Y con los parámetros siguiente:

Parametros Exponencial	
n	24
a1	-186271,002225427
a2	474941,493350701
a3	-270210,506226932
a4	70241,7624149435
a5	-9637,76799888728
a6	741,605815611633
a7	-32,0266195725892
a8	0,723712538832757
a9	-0,006655532735924
Ymedia	240986,375
ST	748723614277,625
SR	25306404234,7721
R²	0,966200606268859

La bondad del ajuste da un calor de 0,96620060626 , por lo cual el grado del polinomio es muy bueno y da un valor de bondad muy cercano a 1, dejando una aproximación muy buena de la nube de puntos quedando la gráfica:



### Estimación del valor deseado para diciembre del año 2020

Para el ajuste exponencial, utilizando la función del Y pronostico y para un  $X = 25$  dio como resultado:

a	51920,5845340268
$e^{bx}$	12,323869822448
$X=25$ (Diciembre 2020)	639862,52
$X=$	25

Para estos cálculos fue necesario despejar el valor a de  $\ln a$  y transformar los planos  $(x, \ln y)$  en  $(x, y)$  dando como resultado pronostico de 639.863,52 .

Para el caso del ajuste polinómico que tuvo mayor bondad el resultado de la función Y pronostico y para un  $X = 25$  dio como resultado:

x=mese	25
Ypronostico	462574,71

Quedando un resultado de 462.574,71 para el mes de diciembre del 2020

## **Conclusión**

Para el caso exponencial basta y alcanza con la predicción, según el método , pero viendo la bondad encontrada respecto al ajuste realizado de forma polinómica para nubes de puntos con tendencias cambiantes, es más efectiva y se ajusta mucho mas. Por medio de las predicciones el tiempo dirá que tan certero fue el pronóstico, pero si las tendencias de ventas siguen su curso se obtendrán ventas cercanas a 462.574,71 y con este dato se podrá tomar medidas estratégicas a fin de optimizar o pasar este estimado.

## **Bibliografía**

Datos gracias a Fiambrería M&F

Datos académicos Libro Analisis-numerico de Richad L Burden y J Douglas Faires ; Apuntes de la cátedra de Matemática Superior de la UTN FRLP Sistemas.