

# Modelos estadísticos predictivos y su aplicación en el análisis bursátil

(Predictive modeling techniques and its use in market  
analysis)

Autor: Pablo Hernández Torres

Tutor: Carlos Gustavo García González

Grado en Contabilidad y Finanzas

Curso académico 2016/2017

Convocatoria de junio

## **Resumen**

Las técnicas de estadística descriptiva son usadas por la inmensa mayoría de los inversores activos en mercados de valores. Por ello, hemos decidido aplicar algunos de los métodos aprendidos en clase, principalmente el uso de las medias móviles y la aplicación de diferentes modelos predictivos en función de su bondad, para intentar predecir los cambios en el valor de cotización de las empresas punteras de tres sectores de la bolsa de Madrid.

Después del estudio, hemos podido concluir que los modelos que mejor se adaptan a los valores históricos no siempre producen las predicciones más fiables, ya que en ocasiones son demasiados complejos como para marcar una tendencia realista.

Palabras clave: predicción, estadística, cotización, tendencia, bursátil.

## **Abstract**

Descriptive statistic techniques are used by the most active stock markets investors. Therefore we have decided to use some of the procedures we have learnt in previous years, mainly the use of running averages and the application of many predictive models according to its goodness, to try to predict the value changes of the main companies of three of the sectors of the Madrid Stock Exchange.

In this study we have found that the models which best suit to historic data not always produce the best predictions, because sometimes they are too complex to represent a realistic trend.

Keywords: prediction, statistic, price, trend, market capitalization

## Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
1.1. Introducción genérica.....	6
1.2. Metodología desarrollada.....	6
1.2.1. Suavización de la serie real.....	7
1.2.2. Realización de predicciones y contraste con los valores reales.....	8
<b>2. ANÁLISIS SECTORIAL E INDIVIDUALIZADO DE LOS VALORES HISTÓRICOS</b> .....	<b>10</b>
2.1. Petróleo y energía.....	10
2.1.1. Iberdrola, S.A.....	12
2.1.2. Endesa, S.A.....	14
2.1.3. Repsol, S.A.....	16
2.1.4. Gas natural, S.A.....	16
2.1.5. Red eléctrica corporación, S.A.....	17
2.2. Servicios de consumo.....	18
2.2.1. Abertis infraestructuras, S.A.....	20
2.2.2. International consolidat. Airlines group, S.A.....	21
2.2.3. Mediaset España comunicación, S.A.....	22
2.2.4. Prosegur CIA de seguridad, S.A.....	23
2.2.5. A3Media corporación de medios de comunicación, S.A.....	24
2.3. Tecnología y comunicaciones.....	25
2.3.1. Indra sistemas, S.A.....	27
2.3.2. TecnoCom telecomunicaciones y energía, S.A.....	28
2.3.3. Amper, S.A.....	30
2.3.4. Grupo Ezentis, S.A.....	31
<b>3. CONCLUSIONES</b> .....	<b>32</b>
<b>4. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>34</b>
4.1. Métodos.....	34
4.2. Fuentes de datos.....	34

## Índice de figuras

### Tablas

Tabla 1: ejemplo de suavización de la serie real.....	7
Tabla 2 : ejemplo de cálculo de la estacionalidad.....	8
Tabla 3: ejemplo de predicción.....	9
Tabla 4: ejemplo de cálculo del error real mensual y promedio de cada modelo.....	9
Tabla 5: empresas elegidas del sector “petróleo y energía” y sus respectivos valor de capitalización en el año 2016 (en miles de euros).....	10
Tabla 6: matriz de correlaciones de la evolución de las diferentes empresas (petróleo y energía).....	11
Tabla 7: empresas elegidas del sector “servicios de consumo” y sus respectivos valores de capitalización en el año 2016 (en miles de euros).....	18
Tabla 8: matriz de correlaciones de la evolución de las diferentes empresas (servicios de consumo) .....	19

Tabla 9: empresas elegidas del sector “tecnología y comunicaciones” y sus respectivos valores de capitalización en el año 2016 (en miles de euros).....	26
Tabla 10: matriz de correlaciones de la evolución de las diferentes empresas (tecnología y comunicaciones).....	27
Tabla 11: resumen de los resultados de la modelización.....	32
Tabla 12: matriz de correlación intersectorial.....	34

## **Gráficos**

Gráfico 1: ejemplo de serie suavizada y líneas de tendencia.....	8
Gráfico 2: ejemplo de la desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo respecto al valor real.....	10
Gráfico 3: variación del valor de cotización de cada empresa respecto a su valor inicial	11
Gráfico 4: relación Iberdrola/Red eléctrica corporación.....	12
Gráfico 5: serie suavizada y líneas de tendencia (Iberdrola, S.A.).....	13
Gráfico 6 : desviación en tanto por uno de las predicciones de los diferentes modelos (Iberdrola).....	13
Gráfico 7: serie suavizada y líneas de tendencia (Endesa, S.A.).....	14
Gráfico 8: Desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Endesa, S.A.).....	14
Gráfico 9: serie suavizada y líneas de tendencia (Repsol, S.A.).....	15
Gráfico 10: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Repsol, S.A.).....	16
Gráfico 11: serie suavizada y líneas de tendencia (Gas natural, S.A.).....	16
Gráfico 12: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Gas Natural, S.A.).....	17
Gráfico 13: serie suavizada y líneas de tendencia (Red eléctrica corporación, S.A.).....	17
Gráfico 14: Desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Red eléctrica corporación, S.A.).....	18
Gráfico 15: variación del valor de cotización de cada empresa respecto a su valor inicial (servicios de consumo).....	19
Gráfico 16: relación Abertis infraestructuras, S.A. / A3Media, S.A.....	20
Gráfico 17: serie suavizada y líneas de tendencia (Abertis infraestructuras, S.A.).....	20
Gráfico 18: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Abertis infraestructuras, S.A.).....	21
Gráfico 19: serie suavizada y líneas de tendencia (International consolidat. Airlines group, S.A.).....	21
Gráfico 20: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (International consolidat. Airlines group, S.A.).....	22
Gráfico 21: serie suavizada y líneas de tendencia (Mediaset España comunicación, S.A.).....	22
Gráfico 22: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Mediaset España comunicación, S.A.).....	23
Gráfico 23: serie suavizada y líneas de tendencia (Prosegur CIA de seguridad, S.A.)...23	

Gráfico 24: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Prosegur CIA de seguridad, S.A.).....	24
Gráfico 25: serie suavizada y líneas de tendencia (A3Media corporación de medios de comunicación, S.A.).....	25
Gráfico 26: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (A3Media corporación de medios de comunicación, S.A.).....	25
Gráfico 27: Variación del valor de cotización de cada empresa respecto a su valor inicial (tecnología y comunicaciones).....	26
Gráfico 28: relación Indra Sistemas/ Red Eléctrica Corporación.....	27
Gráfico 29: serie suavizada y líneas de tendencia (Indra sistemas, S.A.).....	28
Gráfico 30: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Indra sistemas, S.A.).....	28
Gráfico 31: serie suavizada y líneas de tendencia (Tecnocom telecomunicaciones y energía, S.A.).....	29
Gráfico 32: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Tecnocom comunicaciones y energía, S.A.).....	29
Gráfico 33: serie suavizada y líneas de tendencia (Amper, S.A.).....	30
Gráfico 34: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Amper, S.A.).....	30
Gráfico 35: serie suavizada y líneas de tendencia (Grupo ezentis, S.A.).....	31
Gráfico 36: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Grupo ezentis, S.A.).....	31
Gráfico 37: relación bondad/error real de cada empresa y sector.....	33
Gráfico 38: evolución media en tanto por uno de las empresas de cada sector respecto a su valor inicial.....	33

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Introducción genérica**

Hemos elegido este tema por ser una de las aplicaciones más comunes y lucrativas de la estadística en el mundo empresarial y financiero. Nuestro objetivo principal es analizar a nivel individual y sectorial las empresas punteras de tres sectores de la bolsa de Madrid que consideramos que podrían estar relacionados: “petróleo y energía”, “servicios de consumo” y “tecnología y comunicaciones”.

En primera instancia, elegiremos las cinco empresas de mayor importancia (basándonos en el valor de capitalización del año 2016 de cada una) de cada sector, y analizaremos la correlación existente entre las variaciones reales del valor mensual de cotización de las acciones de las mismas durante un periodo de cinco años, tomando como valor de referencia el de enero del año 2011.

Una vez comparados el tamaño y el desarrollo de las cinco empresas, así como la relación del crecimiento entre la mayor y la menor de las elegidas, procederemos a un estudio individualizado: usaremos los valores históricos mensuales obtenidos del periodo temporal comprendido entre el 1 de enero del 2011 y el 31 de diciembre del 2015, y haciendo uso del método de las medias móviles, suavizaremos la serie de valores, extraeremos el componente estacional y aplicamos líneas de tendencia para desarrollar los modelos.

Una vez elegidos los tres modelos que mayor bondad ofrezcan, haremos una predicción de los valores de cotización del año 2016 y los contrastaremos con los valores reales, con el fin de corroborar o desmentir que los modelos que mejor se ajustan a los valores históricos, son aquellos que realizan las predicciones más fiables. Además, estudiaremos la evolución de los diferentes sectores entre sí y determinaremos si existe una correlación entre el desarrollo de los mismos.

Tras esto, analizaremos toda la información fruto de nuestra investigación y extraeremos las conclusiones en la que ésta derive, para plasmarlas como último paso de la forma más clara y sencilla posible.

Finalmente, compararemos la evolución media de los sectores entre sí, con el fin de buscar una correlación en su desarrollo.

Antes de entrar en el cuerpo de este trabajo de fin de grado, explicaremos con mayor detalle la metodología empleada en el siguiente epígrafe.

### **1.2. Metodología desarrollada**

Con el fin de respetar la extensión máxima de este trabajo, así como de hacerlo más ameno, no incluiremos todas las hojas de Excel que hemos elaborado. No obstante, esto hace aún más necesario el explicar con mayor detalle las técnicas analíticas empleadas para legitimar nuestros resultados, por lo que a continuación, ejemplificaremos el proceso seguido.

### 1.2.1. Suavización de la serie real

En primer lugar y tal como se muestra en la *tabla 1*, extraemos los valores de cierre ajustados de frecuencia mensual de los últimos cinco años de la base de datos de *yahoofinances.com* y los pegamos en las dos primeras columnas, junto con sus respectivas fechas de cotización. Para analizar la serie temporal mensual considerada usaremos el Enfoque Clásico de las Series Temporales, en el que las componentes tendencial y estacional se combinan según un esquema multiplicativo. Según este esquema, primero se determina la Componente Estacional aplicando el método de las medias móviles.

En la tercera columna se determinan las medias móviles de orden 12 (al tratarse de una serie mensual) con el objetivo de limar los “picos” que suelen responder a situaciones anómalas del mercado, a pesar de perder los 12 primeros datos en este proceso. En la cuarta, aplicamos de nuevo las medias móviles, esta vez de orden 2, para limar aún más la serie anterior, consiguiendo así centrarlas (MMCentradas). A continuación, el método continúa calculando las Razones de las medias móviles (RMM), dividiendo el valor de cotización real entre el valor suavizado de la cuarta columna, MMCentradas.

**Tabla 1: ejemplo de suavización de la serie real**

Fecha de cierre	Valor de cierre	MM(12)	MMCentradas	RMM	Estacionalidad	Yt (tendencia)
03/01/2011	14.648	#N/A			0.974862953	15.02570177
01/02/2011	15.522	#N/A			1.010298308	15.36377907
01/03/2011	15.461	#N/A			1.005676335	15.37373354
01/04/2011	16.642	#N/A			0.996315649	16.70354171
02/05/2011	16.55	#N/A			0.962025653	17.20328346
01/06/2011	16.236	#N/A			0.975837253	16.63802028
01/07/2011	14.798	#N/A	14.10020833	1.049488039	1.018342194	14.53146112
01/08/2011	12.996	#N/A	13.75991667	0.944482464	0.993529816	13.08063411
01/09/2011	12.609	#N/A	13.38395833	0.942097972	1.060841167	11.88585095
03/10/2011	12.486	#N/A	12.90466667	0.967556956	0.936311835	13.33530083
01/11/2011	11.687	#N/A	12.29483333	0.950561889	0.915323172	12.76816796
01/12/2011	11.466	14.25841667	11.71095833	0.979082981	0.957176549	11.97898132
02/01/2012	10.851	13.942	11.24725	0.964769166	0.974862953	11.13079532
01/02/2012	11.152	13.57783333	10.93433333	1.019906716	1.010298308	11.03832394
01/03/2012	10.808	13.19008333	10.77158333	1.003380809	1.005676335	10.74699645
02/04/2012	9.792	12.61925	10.714875	0.913869737	0.996315649	9.82821058
01/05/2012	8.764	11.97041667	10.717375	0.817737552	0.962025653	9.109944186
01/06/2012	10.009	11.4515	10.77654167	0.928776625	0.975837253	10.25683327
02/07/2012	9.896	11.043	10.93120833	0.905297905	1.018342194	9.717755053
01/08/2012	10.388	10.82566667	11.125125	0.933742318	0.993529816	10.45564998

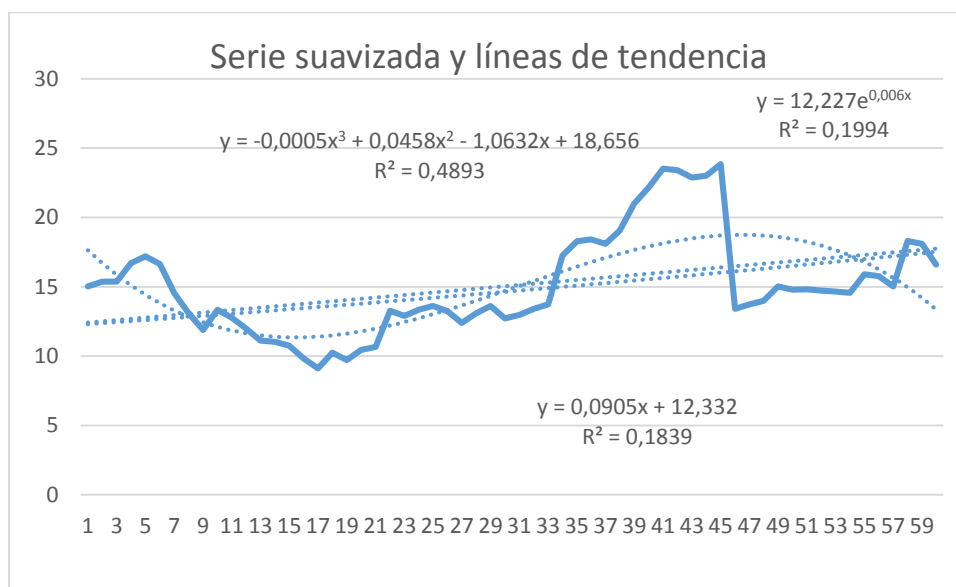
A continuación, como se muestra en la *tabla 2*, hallamos la estacionalidad mensual agrupando los resultados de las RMM por meses y hallando el promedio (excluyendo los valores vacíos de dicha media).

**Tabla 2: ejemplo de cálculo de la estacionalidad**

Mes/año (MMC)	11	12	13	14	15	Promedio
1	0	0.964769	1.076152	0.952653	0.905878	0.974863
2	0	1.019907	1.063823	0.996413	0.961051	1.010298
3	0	1.003381	0.970914	1.046682	1.001729	1.005676
4	0	0.91387	0.992537	1.078467	1.000389	0.996316
5	0	0.817738	0.970254	1.122637	0.937474	0.962026
6	0	0.928777	0.892847	1.153277	0.928449	0.975837
7	1.049488039	0.905298	0.924417	1.194166	0	1.018342
8	0.944482464	0.933742	0.905254	1.190641	0	0.99353
9	0.942097972	1.00206	0.950735	1.348472	0	1.060841
10	0.967556956	1.080978	1.006201	0.690512	0	0.936312
11	0.950561889	1.000155	0.993429	0.717147	0	0.915323
12	0.979082981	1.05576	0.99783	0.796033	0	0.957177

Por último, dividimos el valor real entre la estacionalidad, obteniendo lo que se conoce como serie desestacionalizada ( $Y_t$ ). Para hallar la tendencia, plantearemos un modelo de regresión de  $Y_t$  sobre los periodos de tiempo,  $t$ . Para ello, generamos un gráfico y le aplicamos líneas de tendencia para averiguar qué modelos nos ofrecen una mayor bondad teórica.

**Gráfico 1: ejemplo de serie suavizada y líneas de tendencia**



### 1.2.2. Realización de predicciones y contraste con los valores reales

Una vez halladas las ecuaciones tendenciales, el siguiente paso es realizar las predicciones para el año 2016 reemplazando todas las  $x_i$  por el número del mes que le corresponde para hallar el valor tendencial y multiplicando éste por su estacionalidad, resultando el valor esperado. Una vez halladas las predicciones, calculamos cada uno de sus errores en términos absolutos en función de su valor real aplicando la fórmula  $abs((v.real-v.esperado)/v.real)$ .



**Tabla 3: ejemplo de predicción**

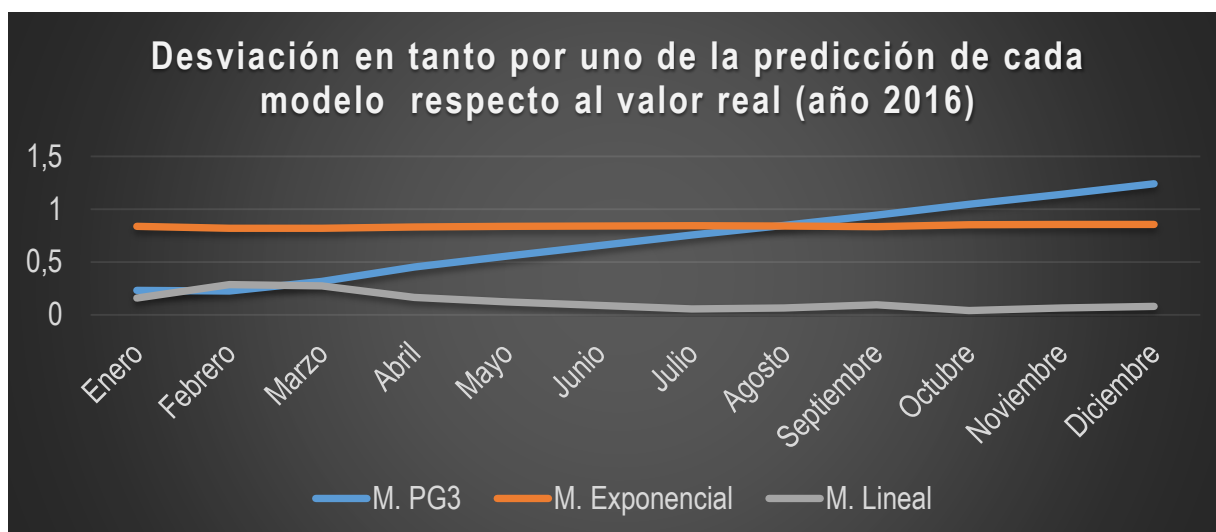
	$y = -0.0005x^3 + 0.0458x^2 - 1.0632x + 18.656$				
	$R^2 = 0.4893$	-0.0005	0.0458	-1.0632	18.656
	xi cotización	Tendencia (i)	Estacionalidad	Valor esperado PG3 ( $T_i * E_i$ )	Valor real
Enero	60	11.744	0.974862953	11.44879052	14.919
Febrero	61	10.7321	1.010298308	10.84262248	14.008
Marzo	62	9.6288	1.005676335	9.683456292	14.168
Abril	63	8.4311	0.996315649	8.400036866	15.398
Mayo	64	7.136	0.962025653	6.865015056	15.52
Junio	65	5.7405	0.975837253	5.601793748	16.328
Julio	66	4.2416	1.018342194	4.319400249	17.633
Agosto	67	2.6363	0.993529816	2.619242654	17.131
Septiembre	68	0.9216	1.060841167	0.97767122	17.9
Octubre	69	-0.9055	0.936311835	-0.847830367	18.168
Noviembre	70	-2.848	0.915323172	-2.606840394	18.299
Diciembre	71	-4.9089	0.957176549	-4.698683962	19.538

**Tabla 4: ejemplo de cálculo del error real mensual y promedio de cada modelo**

Diferencia (PG3)	Diferencia (Exponencial)	Diferencia (lineal)
0.232603357	0.839069255	0.160635148
0.225969269	0.819684699	0.287574996
0.316526236	0.819850654	0.27363428
0.454472213	0.833298479	0.166843632
0.557666556	0.837884036	0.123437689
0.65692101	0.841328412	0.08858327
0.755038833	0.844351042	0.057151583
0.847105093	0.841327818	0.066865783
0.945381496	0.835402264	0.095570381
1.046666136	0.854700595	0.042635578
1.142458079	0.856840075	0.066269323
1.240489506	0.857665485	0.081060543
0.701774815	0.840116901	0.125855184

Finalmente, ilustramos gráficamente la desviación en tanto por uno de las predicciones de cada modelo para facilitar un análisis más visual. Este sería a grandes rasgos el proceso seguido en el análisis individual de la evolución de cada acción.

**Gráfico 2: ejemplo de la desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo respecto al valor real**



## 2. ANÁLISIS SECTORIAL E INDIVIDUALIZADO DE LOS VALORES HISTÓRICOS

En este apartado comenzaremos estudiando como se encuentran relacionadas entre sí las empresas elegidas de cada sector, así como la información más relevante de cada una. Mostraremos la evolución de cada una en un gráfico conjunto y analizaremos la correlación de los beneficios-pérdidas a nivel de sector.

### 2.1. PETRÓLEO Y ENERGÍA

Las cinco empresas escogidas para este grupo y su valor de capitalización en el año 2016 en miles de euros, han sido:

**Tabla 5: empresas elegidas del sector “petróleo y energía” y sus respectivos valor de capitalización en el año 2016 (en miles de euros)**

IBERDROLA. S.A.	39.661.200
ENDESA. SOCIEDAD ANONIMA	21.307.386
REPSOL. S.A.	19.668.944
GAS NATURAL SDG. S.A.	17.922.346
RED ELECTRICA CORPORACION. S.A.	9.698.859

Como se puede apreciar, a las empresas de la muestra seleccionada las diferencia un valor de capitalización relativamente pequeño, teniendo la mayor de ellas un valor menos de cinco veces superior a la menor. A continuación, analizaremos los cambios del valor de cotización a lo largo de los cinco años estudiados.

**Gráfico 3: variación del valor de cotización de cada empresa respecto a su valor inicial**



En el gráfico vemos la evolución mensual de los 60 meses comprendidos en los cinco años (eje X) en tantos por uno (eje Y). Podemos observar a simple vista que parece haber una correlación positiva entre la mayor parte de las empresas del sector, lo que nos confirma la matriz de correlaciones. Únicamente existe una correlación ligeramente negativa entre Red Eléctrica Corporación, S.A. y Repsol, S.A. Además, aunque podríamos pensar que las mayores empresas concentrarían los mayores beneficios (proporcionalmente hablando), el gráfico nos revela que sucede todo lo contrario: las dos menores son las que muestran un mayor crecimiento mientras que las mayores tienen un crecimiento menos uniforme y pronunciado, llegando incluso a reducir su valor de cotización por debajo del inicial.

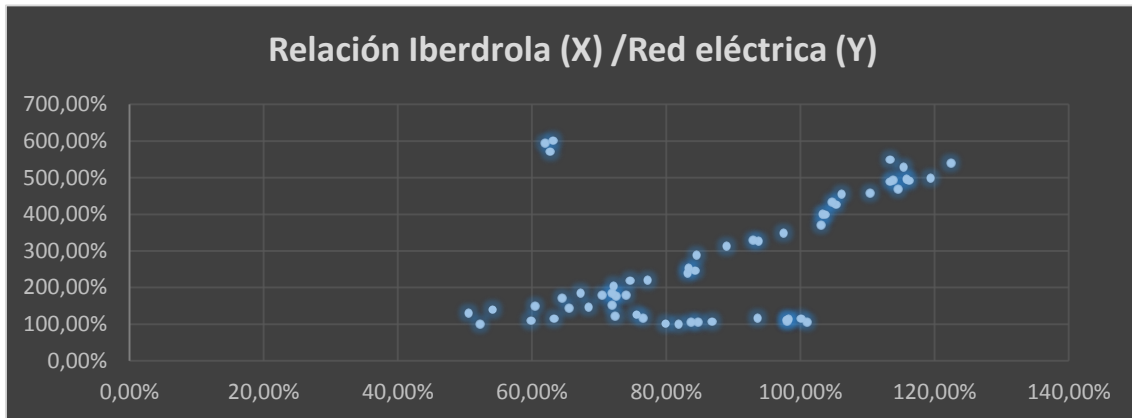
**Tabla 6: matriz de correlaciones de la evolución de las diferentes empresas (petróleo y energía)**

	<i>V. Iberdrola</i>	<i>V. Endesa</i>	<i>V. Repsol</i>	<i>V. Gas Natural</i>	<i>V. Red eléctrica</i>
V. Iberdrola	1				
V. Endesa	0.49045998	1			
V. Repsol	0.52567425	0.423511755	1		
V. Gas Natural	0.642911215	0.663728364	0.15793	1	
V. Red eléctrica	0.545323697	0.46225449	-0.1649	0.90190633	1

Además, es digna de mención la relación que se aprecia en el *gráfico 1* entre la evolución de la empresa de mayor y menor valor (Iberdrola, S.A. y Red Eléctrica Corporación, S.A., respectivamente). En contra de lo que nos podría dictar la intuición, que la empresa más

poderosa de un sector en auge será la que crezca a un ritmo mayor, es la más pequeña quien multiplica su valor por seis en ese lapso de tiempo, mientras que Iberdrola cierra el periodo con un valor del 106% respecto a su valor inicial y un máximo de 122%. Si comparamos ambas evoluciones en un gráfico de dispersión, dicha diferencia se aprecia de una forma incluso más evidente.

**Gráfico 4: relación Iberdrola/Red eléctrica corporación**

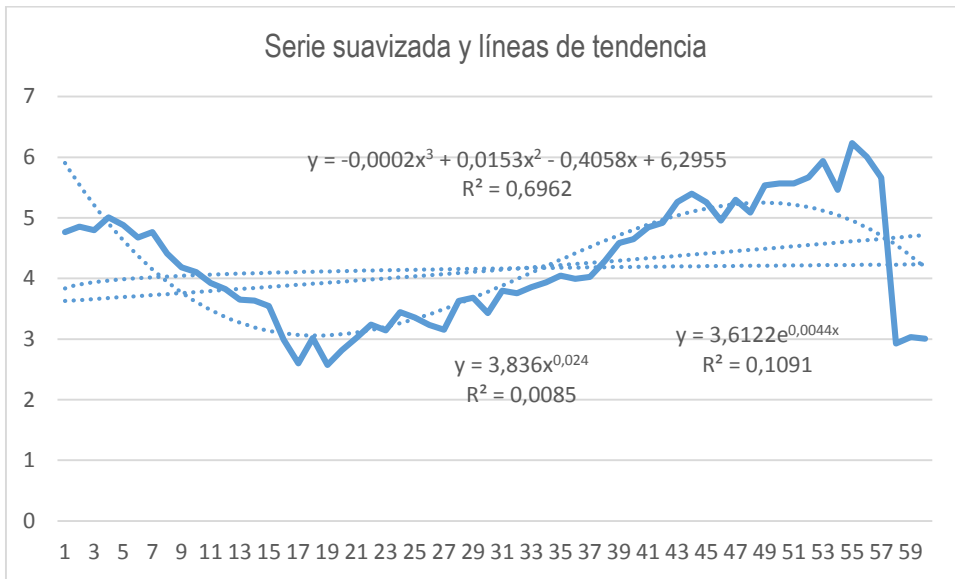


Ahora que tenemos una visión general del sector, procederemos al estudio individual de cada empresa.

### 2.1.1. Iberdrola, S.A.

Iberdrola, S.A. es la empresa con el mayor valor bursátil de su sector a fecha del 2016. A pesar de ello, su crecimiento ha sido el menor y menos constante, como comentamos en la introducción del sector y vimos en el gráfico 1. Este hecho la hace una empresa difícil de modelizar, como podemos apreciar en el siguiente gráfico en el que tratamos de trazar líneas de tendencia que se adapten a su evolución.

**Gráfico 5: serie suavizada y líneas de tendencia (Iberdrola, S.A.)**



A simple vista podemos apreciar que la bondad de los modelos no es muy alta, y nos lo confirma la  $R^2$  facilitada por el propio Excel. Como revelan las fórmulas de tendencia, los modelos elegidos fueron el exponencial, el potencial y el polinómico de grado 2. Después de realizar las predicciones del valor de cotización mensual con cada modelo, lo contrastamos con los valores reales y obtuvimos el valor absoluto de la desviación de cada predicción en términos de tanto por uno, generando los resultados plasmados en el siguiente gráfico:

**Gráfico 6: desviación en tanto por uno de las predicciones de los diferentes modelos (Iberdrola)**

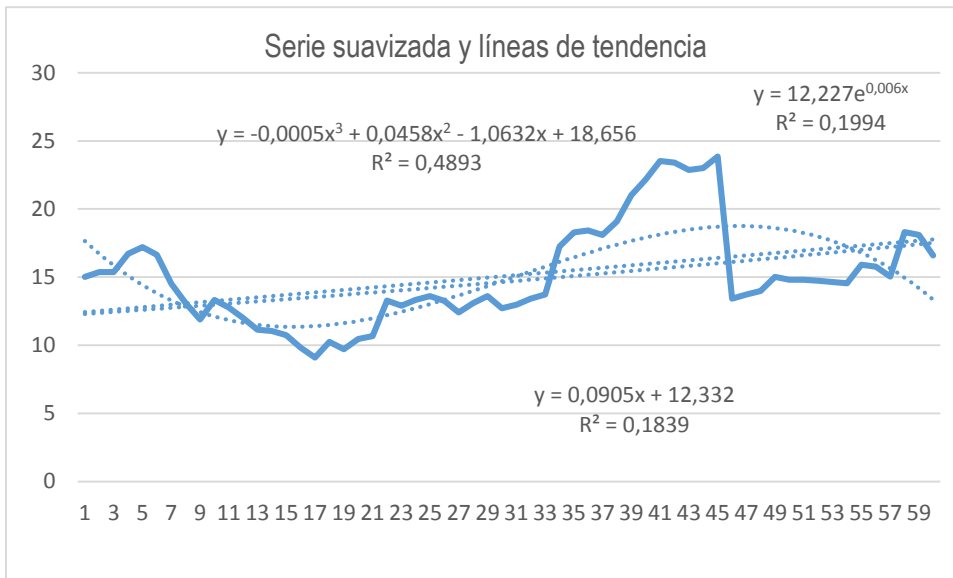


Tras esta pequeña investigación, concluimos que el modelo potencial es claramente el que mejor se adapta al modelo con un error medio del 22,66%, a pesar de ser el que menor bondad tiene (de solo un 0,0085).

### 2.1.2. Endesa, S.A.

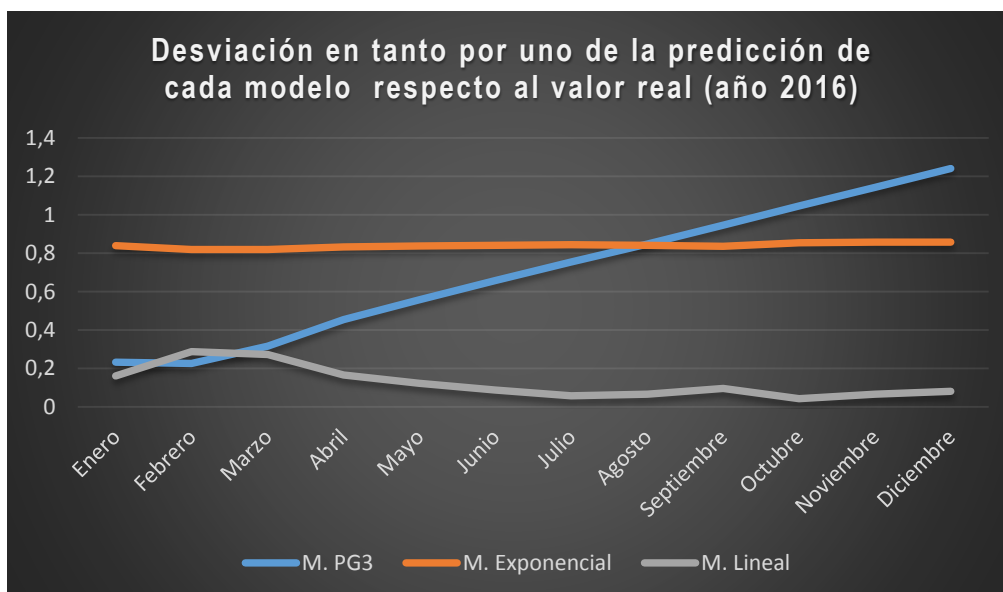
Endesa, S.A. es la empresa con el segundo valor de capitalización más alto. Al igual que Iberdrola, S.A., también tiene un crecimiento poco constante y algunas caídas por debajo del valor inicial, pero por lo general, éstas son menos frecuentes y marcadas.

**Gráfico 7: serie suavizada y líneas de tendencia (Endesa, S.A.)**



En este caso, los modelos elegidos fueron el lineal, el exponencial y el polinómico de grado 3. Nuevamente, el modelo que produjo una predicción más fiel fue el que tenía la menor bondad, el lineal, con un error medio del 12,58%.

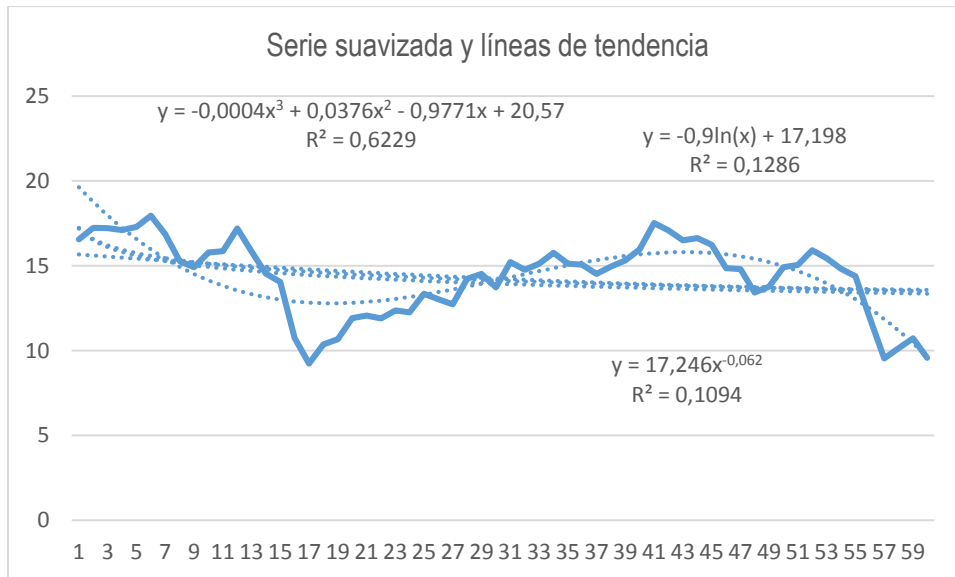
**Gráfico 8: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Endesa, S.A.)**



### 2.1.3. Repsol, S.A.

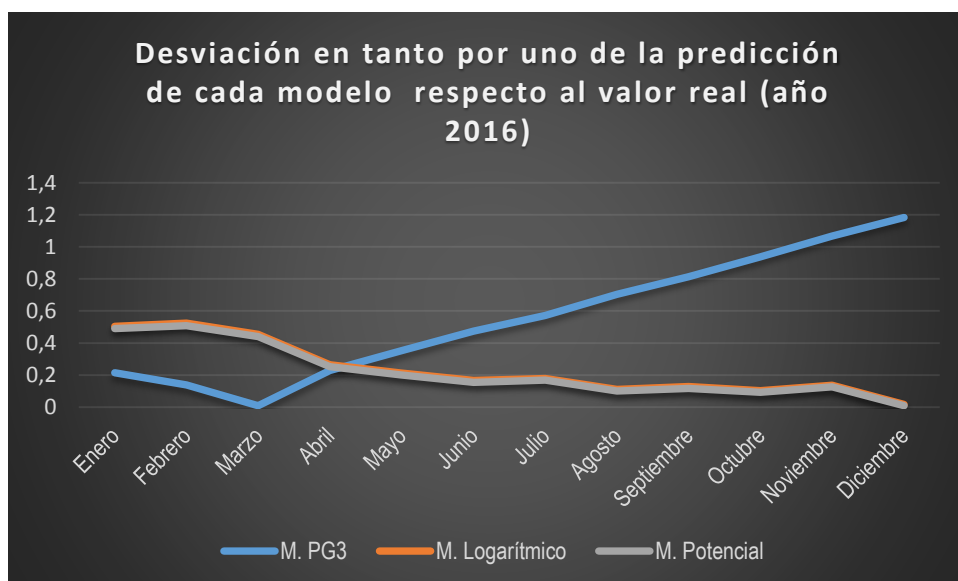
Con un valor de capitalización ligeramente inferior al de Endesa, S.A., Repsol ocupa la tercera posición en nuestro ranking sectorial y presenta un comportamiento similar al de sus dos predecesoras, caracterizado por un desarrollo irregular y algunas fluctuaciones marcadas.

**Gráfico 9: serie suavizada y líneas de tendencia (Repsol, S.A.)**



En esta ocasión, los modelos que ofrecieron una mayor bondad son el polinómico de grado 3, el logarítmico y el potencial. Como es lógico, los modelos logarítmico y potencial prácticamente se superponen, pero el error medio del potencial es ligeramente inferior, ascendiendo a un 22,13%. Nuevamente, el modelo con menor bondad es el que produce la predicción más fiel.

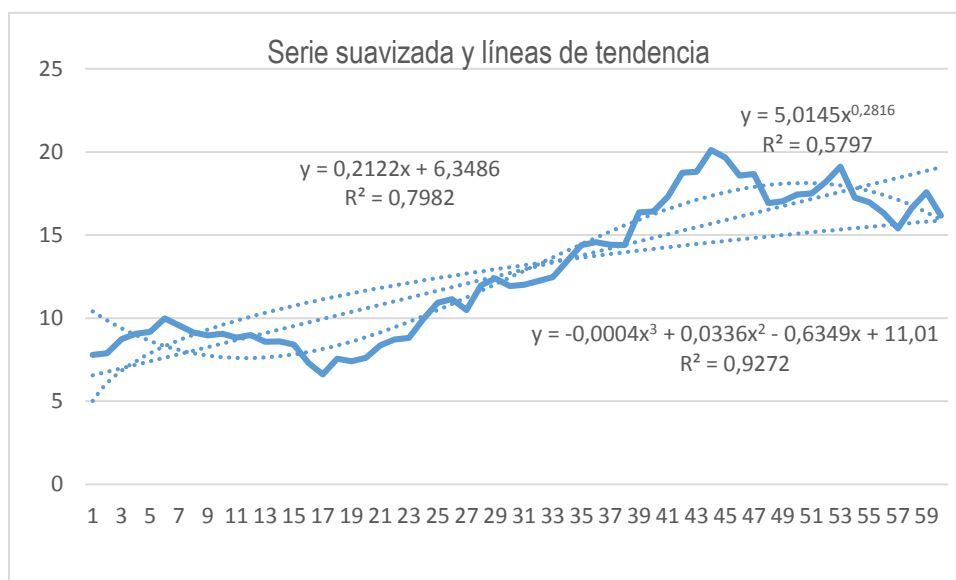
**Gráfico 10: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Repsol, S.A.)**



#### 2.1.4. Gas natural, S.A.

Gas natural, S.A. ocupa el cuarto lugar con un valor de capitalización de  $19,722 \times 10^9 \text{€}$ . En esta empresa comenzamos a notar un desarrollo más constante y predecible que el de sus predecesores, con una tendencia a la alza.

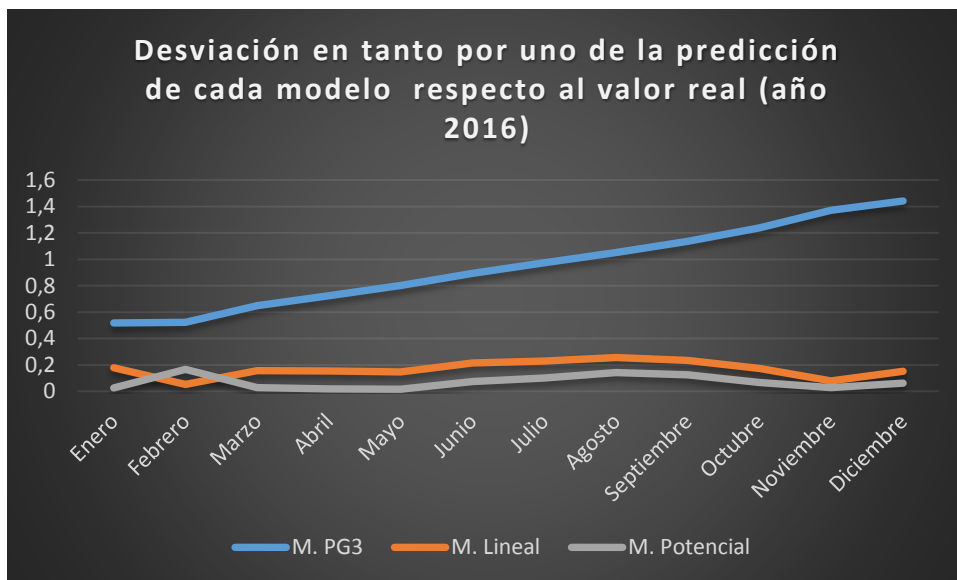
**Gráfico 11: serie suavizada y líneas de tendencia (Gas natural, S.A.)**



En esta ocasión, los modelos que mejor se ajustaron fueron el polinómico de grado 3, el lineal y el potencial. De nuevo constatamos la ineficacia de los modelos polinómicos de grado superior a 2 para predecir valores futuros, y en este caso es el modelo potencial quien realiza una mejor predicción, con un error de solo un 7,12% y una bondad de 0,5797.



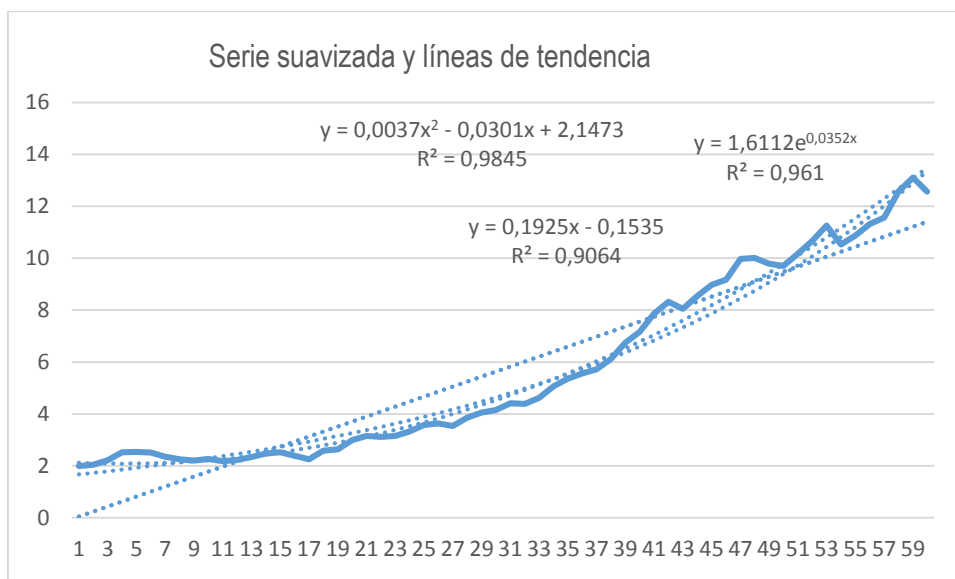
**Gráfico 12: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Gas natural, S.A.)**



### 2.1.5. Red eléctrica corporación, S.A.

Red eléctrica corporación, S.A. es la última de las empresas analizadas del sector y aquella con el valor de capitalización más bajo, de solo  $9,698859 \times 10^9$  €. El cambio de valor de las acciones de esta empresa, finalmente, muestra una clara tendencia alcista de altísima progresión. Tanto es así, que aquellos inversores que las hubiesen incluido en sus carteras a principios de lustro, hubiesen obtenido unos beneficios del 500%.

**Gráfico 13: serie suavizada y líneas de tendencia (Red eléctrica corporación, S.A.)**



En este caso los modelos empleados fueron el lineal, el polinómico de grado 2 y el exponencial. El que produjo una predicción más fiel fue el exponencial, con un error medio del 31,96% y una bondad del 96,1%. Aunque el error medio es considerablemente alto, esto se debe

principalmente al “pico” anómalo que se produjo en junio (provocando un error del 248,9%), reduciéndose el error medio al excluir este valor hasta el 12,29%.

**Gráfico 14: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Red eléctrica corporación, S.A.)**



## 2.2. SERVICIOS DE CONSUMO

Para este sector, nuevamente hemos escogido las cinco empresas con mayor valor de capitalización a fecha del 2016 que habían cotizado de forma ininterrumpida durante el lapso de tiempo determinado para el estudio, resultando de ello la siguiente tabla:

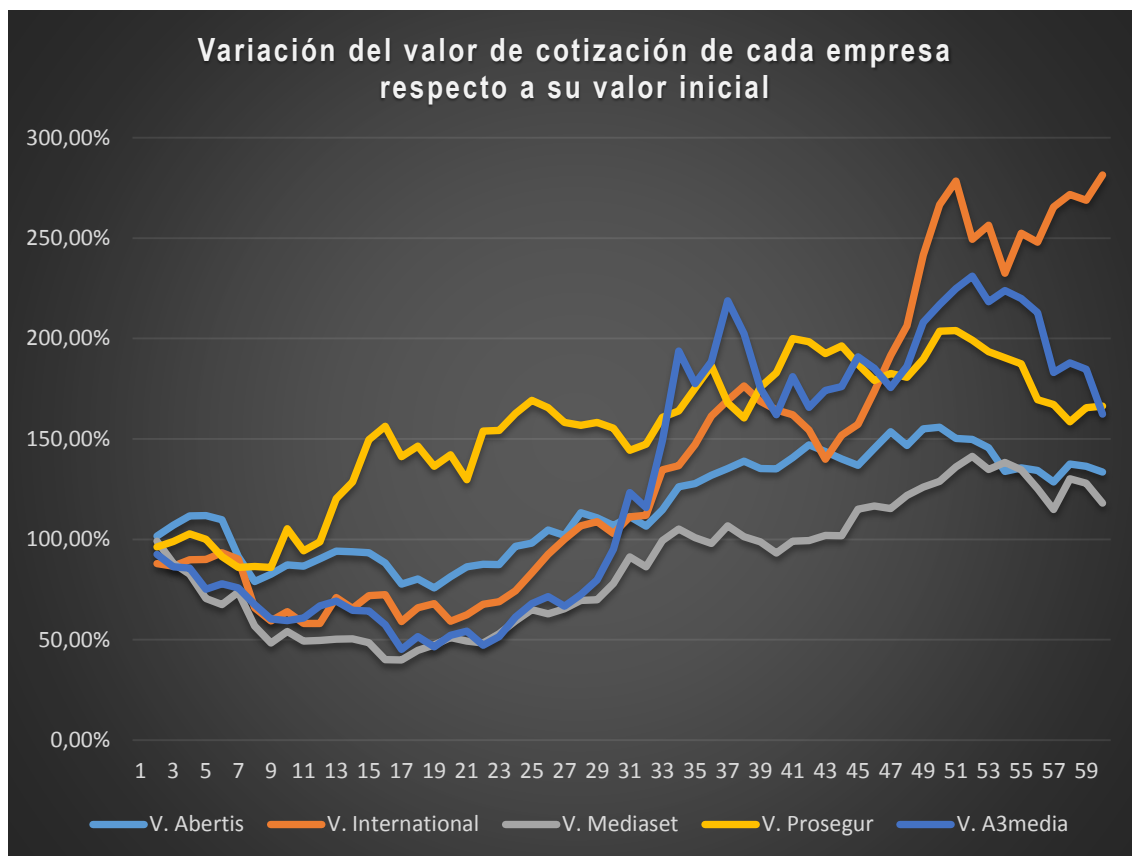
**Tabla 7: empresas elegidas del sector “servicios de consumo” y sus respectivos valores de capitalización en el año 2016 (en miles de euros)**

ABERTIS INFRAESTRUCTURAS. S.A.	13,167,119
INTERNATIONAL CONSOLIDAT. AIRLINES GROUP	10,940,099
MEDIASET ESPAÑA COMUNICACION. S.A.	3,754,400
PROSEGUR . CIA. DE SEGURIDAD. S.A.	3,665,720
ATRESMEDIA CORP. DE MEDIOS DE COM. S.A.	2,345,364

Podemos apreciar que hay una clara diferencia en el valor de capitalización de las dos empresas a la cabeza y las tres restantes. A continuación analizaremos al evolución del valor de cotización de cada una de ellas a lo largo de los cinco años estudiados, como hicimos con el sector

anterior, y comprobaremos si al igual que en el previo, las empresas más pequeñas son aquellas con un ritmo de crecimiento más alto.

**Gráfico 15: variación del valor de cotización de cada empresa respecto a su valor inicial (servicios de consumo)**



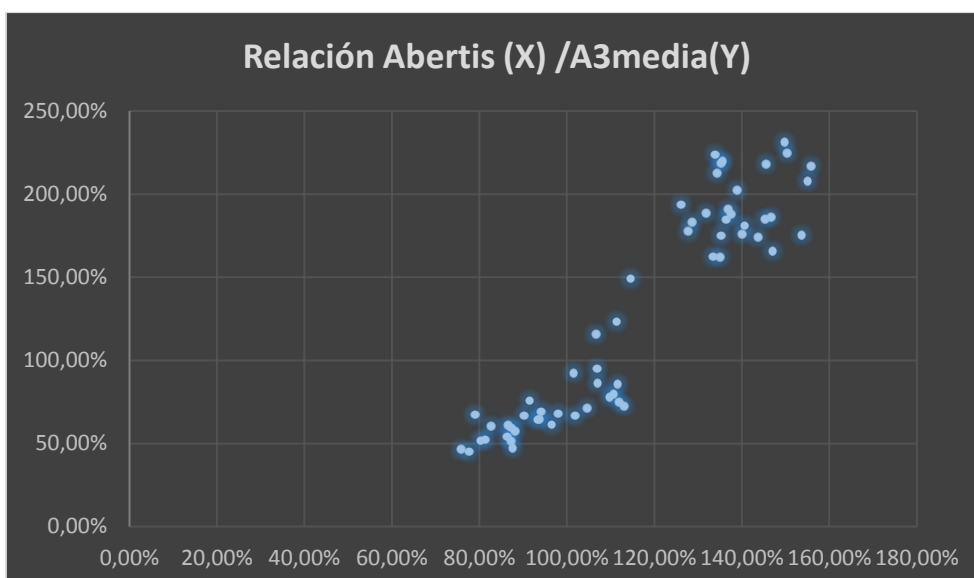
En este caso, no se aprecia una relación clara entre el tamaño de la empresa y su crecimiento. Además, las cinco empresas escogidas han crecido, proporcionalmente hablando, de forma similar, con manifiesta correlación positiva. La tabla de correlaciones nos muestra de una forma más precisa lo que podemos aventurar con el gráfico.

**Tabla 8: matriz de correlaciones de la evolución de las diferentes empresas (servicios de consumo)**

	Abertis	International	Mediaset	Prosegur	A3media
V. Abertis	1				
V. International	0.865674	1			
V. Mediaset	0.917868	0.9299981	1		
V. Prosegur	0.75067	0.6803331	0.6470258	1	
V. A3media	0.933691	0.9009149	0.9489102	0.729126	1

Como es lógico, el gráfico de dispersión entre la mayor y la menor empresa nos muestra una correlación positiva global y mucho menos acentuada que la anterior, aunque en este caso, nuevamente, la empresa más pequeña crece a un ritmo mayor que la dominante.

**Gráfico 16: relación Abertis infraestructuras, S.A. / A3Media, S.A.**

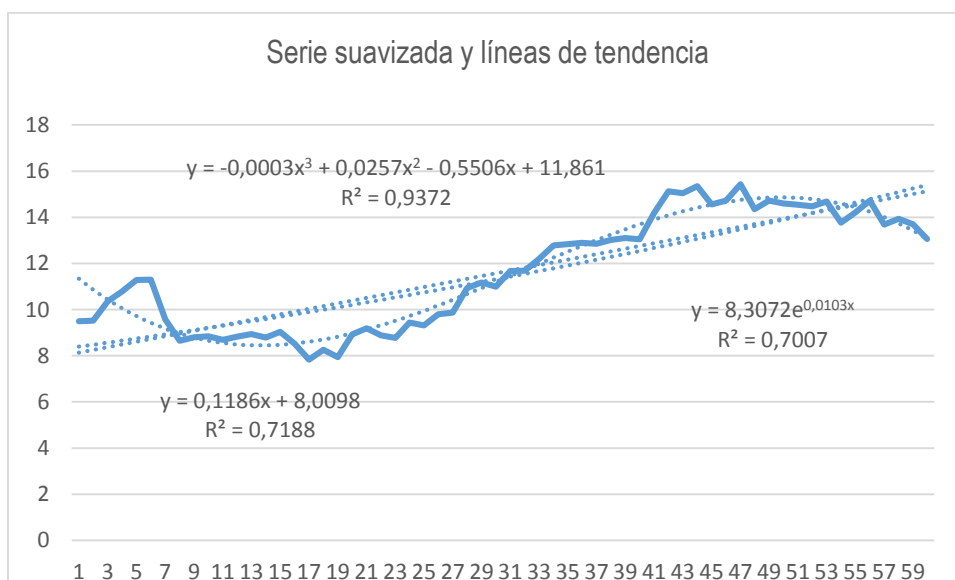


A continuación, procedemos al estudio individualizado de las empresas elegidas de cada sector:

### 2.2.1. Abertis infraestructuras, S.A.

Comenzamos con la empresa que encabeza nuestra selección, Abertis, con un valor de capitalización superior a  $13 \times 10^9$  €. Esta empresa ha presentado un desarrollo con altibajos, cayendo hasta 24 puntos por debajo de su valor inicial, para acabar el lustro con 33 por encima.

**Gráfico 17: serie suavizada y líneas de tendencia (Abertis infraestructuras, S.A.)**



Los modelos elegidos fueron el polinómico de grado 3, el lineal y el exponencial, ofreciendo todos ellos una bondad considerablemente alta. En este caso, el modelo que más se ha ajustado a los valores del 2016 ha sido el lineal, a pesar de que ha reflejado un error medio demasiado alto, del 54,91%. En este caso, se le atribuía una bondad de 0,7188.

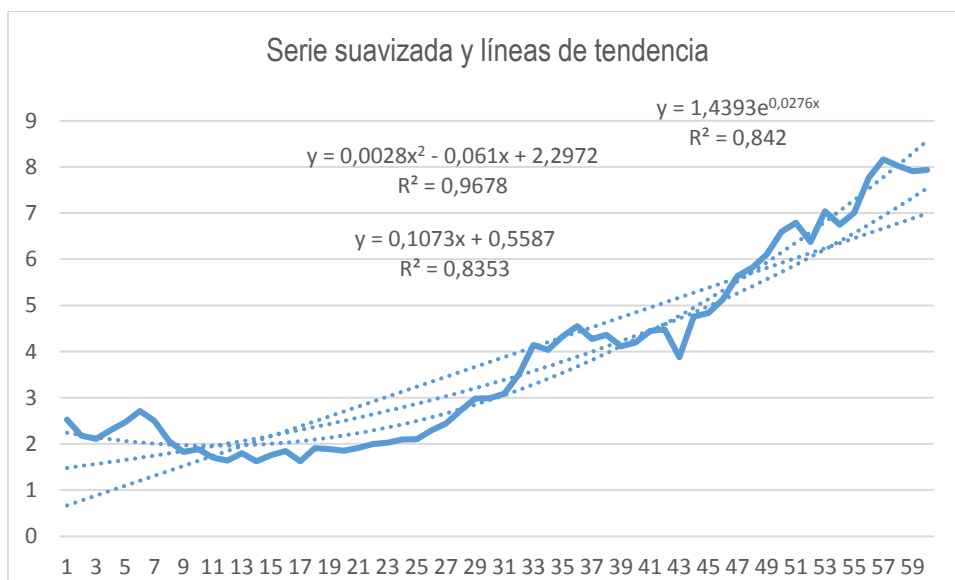
**Gráfico 18: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Abertis infraestructuras, S.A.)**



### 2.2.2. International consolidat. Airlines group

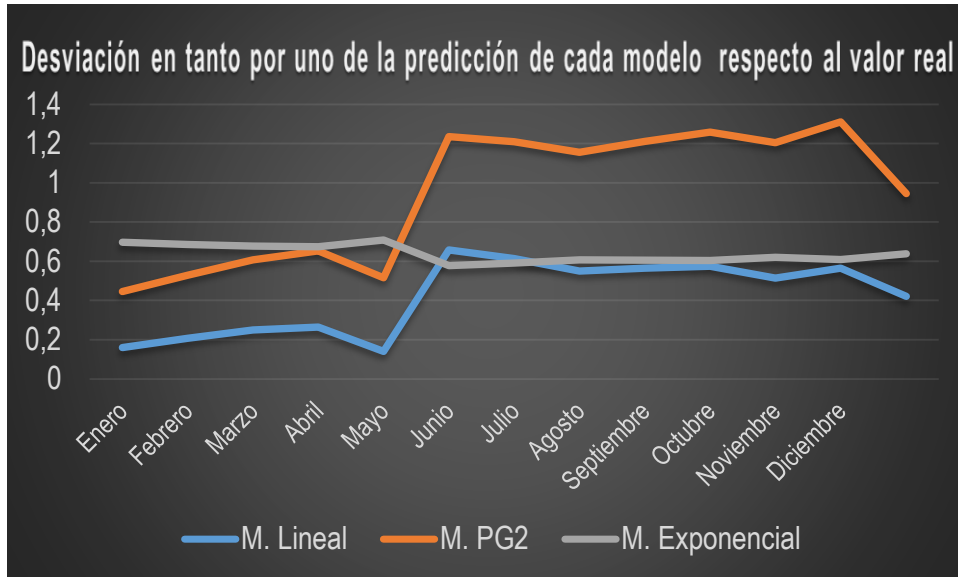
Con un valor de capitalización de casi once mil millones de euros, el segundo más alto, International consolidation presenta el crecimiento más dinámico, con una tendencia claramente alcista a pesar de sus pronunciados y puntuales bajos.

**Gráfico 19: serie suavizada y líneas de tendencia (International consolidat. Airlines group, S.A.)**



Los modelos que ofrecieron una mayor bondad en esta ocasión fueron el polinómico de grado 2, el lineal y el exponencial. Una vez más, el modelo de menor bondad (con un 0,8353), el lineal, fue quien ofreció una predicción más fiable, con un error medio del 42,18%.

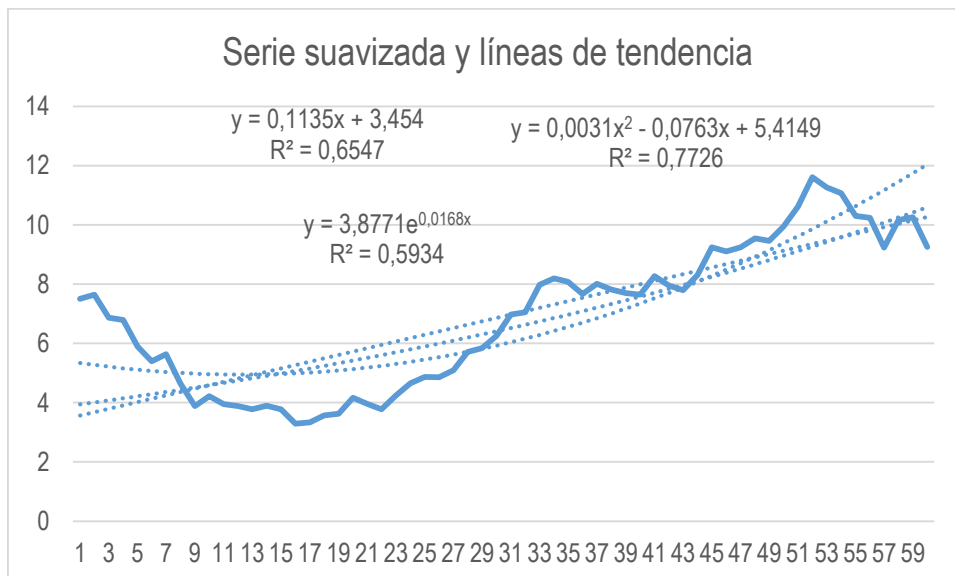
**Gráfico 20: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (International consolidat. Airlines group, S.A.)**



### 2.2.3. Mediaset España comunicación, S.A.

Posicionada en el tercer lugar, con un valor de capitalización de  $3,754 \times 10^9$ €, Mediaset ha sido la empresa que peor rendimiento les ha ofrecido a sus accionistas especuladores, obteniendo un máximo de solo 18 puntos por encima de su valor inicial y un mínimo de más de 60 puntos por debajo.

**Gráfico 21: serie suavizada y líneas de tendencia (Mediaset España comunicación, S.A.)**



Los modelos empleados fueron los mismos que los usados en la empresa precedente: el lineal, el exponencial y el polinómico de grado 2. Nuevamente, el modelo que mejor se adaptó fue el lineal, esta vez con un error medio mucho más tolerable, del 12,5%.

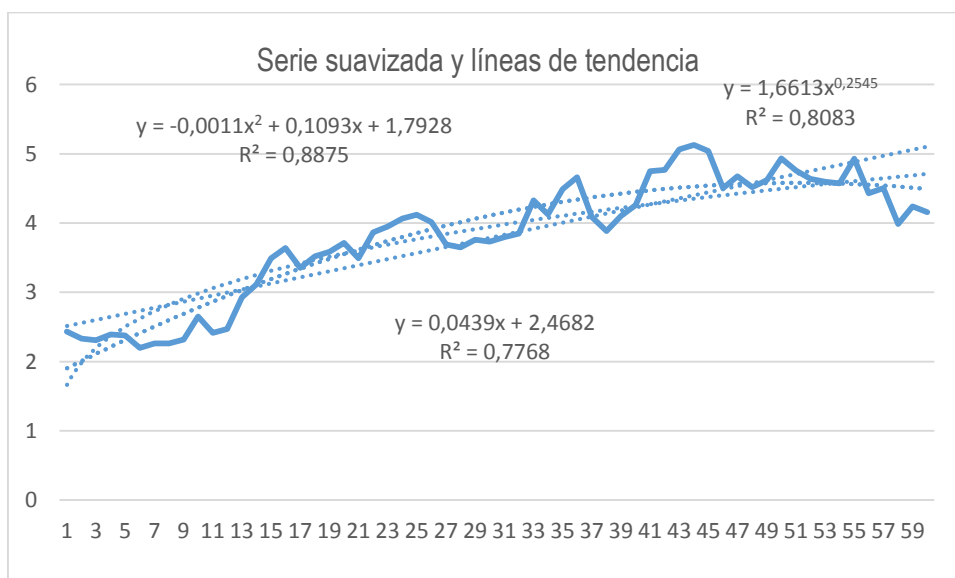
**Gráfico 22: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Mediaset España comunicación, S.A.)**



#### 2.2.4. Prosegur CIA de seguridad, S.A.

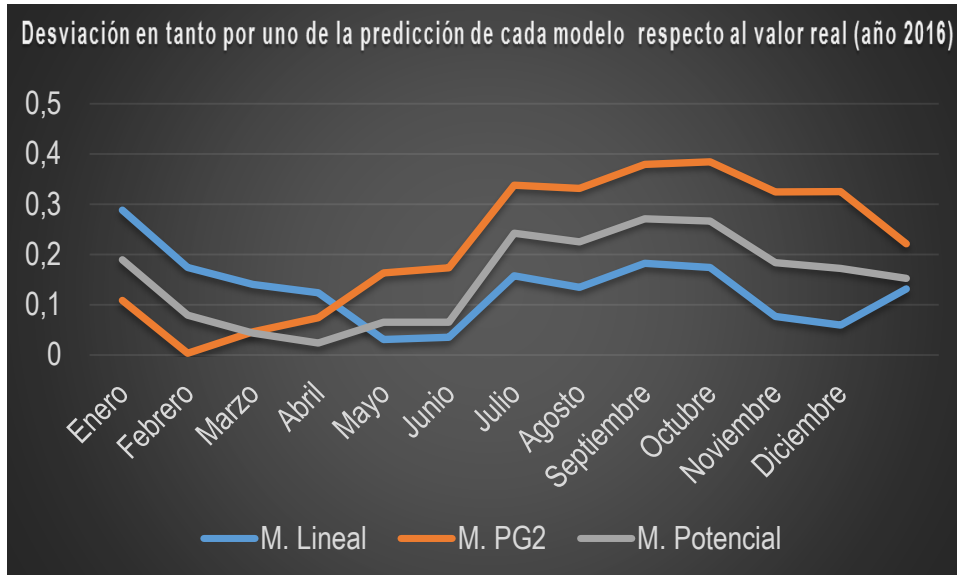
Con una diferencia de menos de 80 millones de € con su predecesora, Prosegur es la cuarta empresa de la muestra sectorial tomada. Es la segunda empresa que más se ha revalorizado proporcionalmente hablando, pese a que en términos de euros por acción los cambios no parezcan muy significativos.

**Gráfico 23: serie suavizada y líneas de tendencia (Prosegur CIA de seguridad, S.A.)**



En esta ocasión, los modelos elegidos fueron el polinómico de grado 2, el potencial y el lineal. Nuevamente, fue este último el modelo que mejor se adaptó a la realidad, con un error de solo un 13,14% y la bondad más baja de los tres modelos elegidos.

**Gráfico 24: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Prosegur CIA de seguridad, S.A.)**

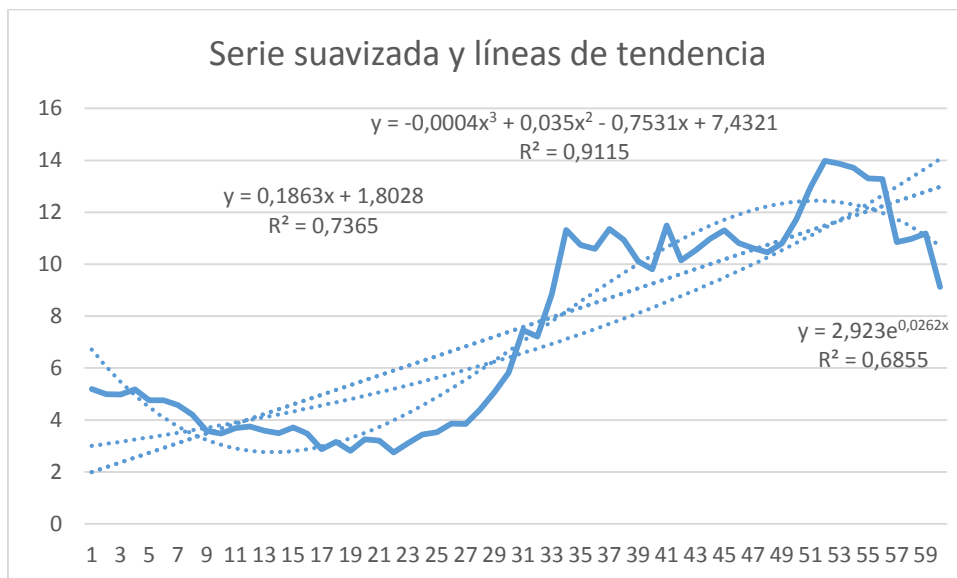


### 2.2.5. A3Media corporación de medios de comunicación, S.A.

A3Media es la última empresa elegida para este sector. Es la segunda empresa que presenta el crecimiento más abrupto e irregular, después de International consolidation airlines group, cayendo a lo largo del periodo más de 50 puntos por debajo de su valor inicial y creciendo más de 100 por encima del mismo.

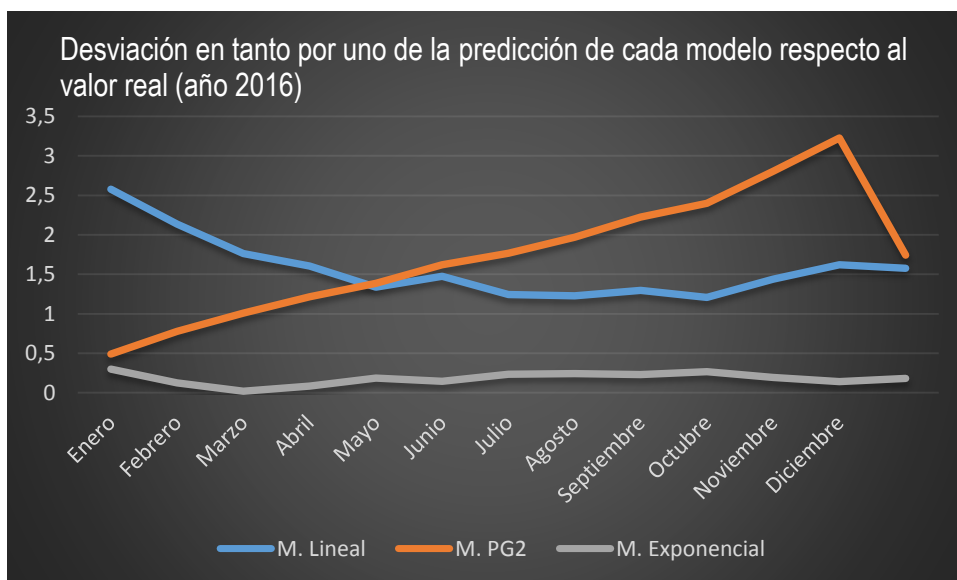


**Gráfico 25: serie suavizada y líneas de tendencia (A3Media corporación de medios de comunicación, S.A.)**



Los modelos empleados en esta ocasión fueron el polinómico de grado 3, el lineal y el exponencial. En este caso, al igual que en la mayoría de empresas estudiadas, el modelo más fiel vuelve a ser el que ofrece una bondad menor, el exponencial. El error medio ascendió a 18,04%.

**Gráfico 26: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (A3Media corporación de medios de comunicación, S.A.)**



### 2.3. TECNOLOGÍA Y COMUNICACIONES

Por último, estudiaremos el sector “tecnología y comunicaciones”. En este caso, dado el reducido número de empresas que cumplían con las condiciones exigidas para su estudio, solo hemos

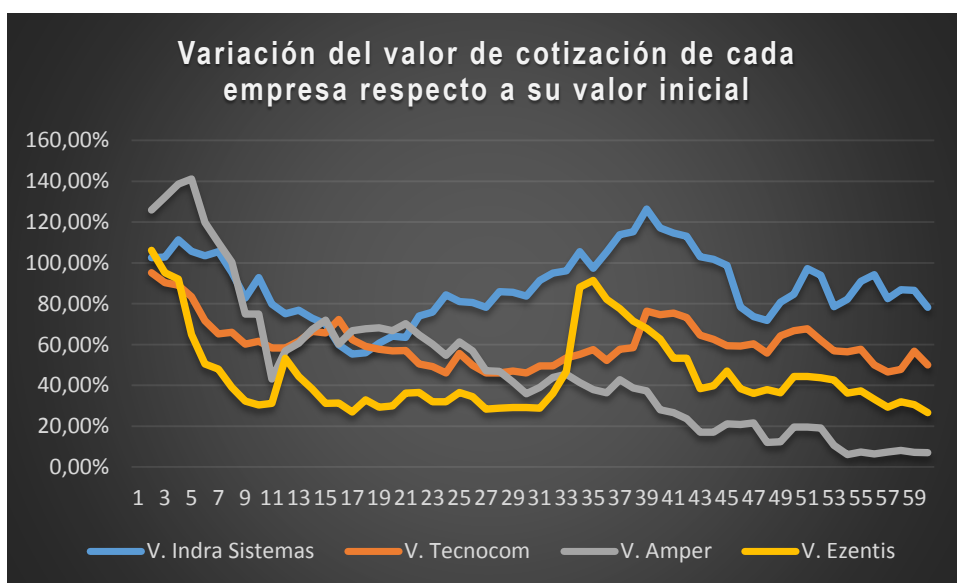
podido seleccionar cuatro. Dichas empresas y sus respectivos valores de capitalización a fecha del 2016, son las siguientes:

**Tabla 9: empresas elegidas del sector “tecnología y comunicaciones” y sus respectivos valores de capitalización en el año 2016 (en miles de euros)**

INDRA SISTEMAS. S.A.	1.708.620
TECNOCOM.TELECOMUNICACIONES Y ENERGIA.S.	315.106
AMPER. S.A.	159.739
GRUPO EZENTIS. S.A.	122.541

Como se puede apreciar, el valor de capitalización de las empresas elegidas es bastante inferior al de las estudiadas anteriormente. No obstante, a excepción de la primera, todas tienen un valor de capitalización similar. A continuación, estudiaremos el desarrollo de estas cuatro empresas a lo largo de los años.

**Gráfico 27: variación del valor de cotización de cada empresa respecto a su valor inicial (tecnología y comunicaciones)**



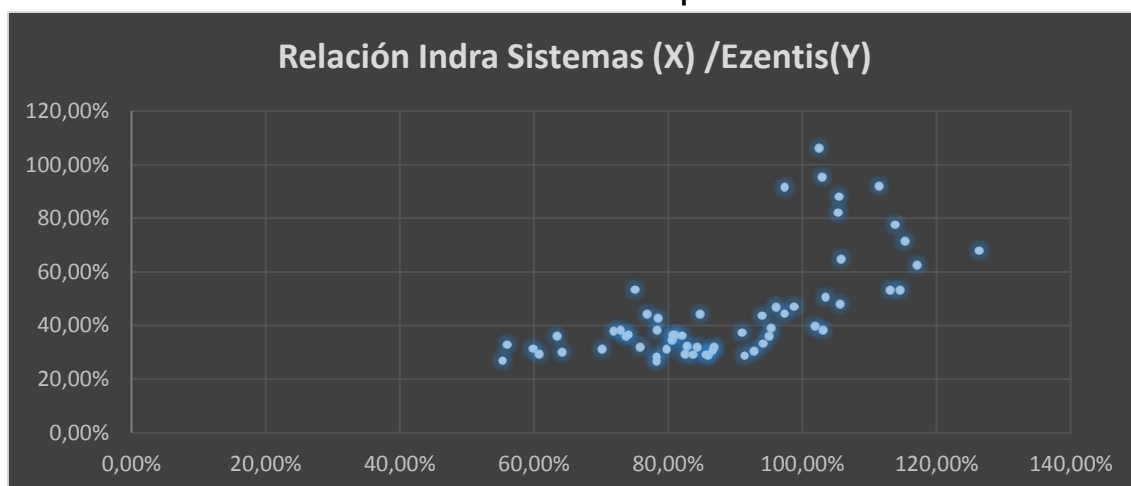
Aunque a primera vista parece haber una correlación positiva generalizada entre las cuatro empresas, se puede apreciar que el grado de ésta es bastante inferior a las de los otros sectores analizados previamente. La matriz de correlaciones corrobora nuestras estimaciones informales, reflejando una correlación positiva entre todas las empresas, si bien de un grado muy bajo. Por otra parte, este sector presenta una tendencia claramente bajista.

**Tabla 10: matriz de correlaciones de la evolución de las diferentes empresas (tecnología y comunicaciones)**

	V. Indra Sistemas	V. TecnoCom	V. Amper	V. Ezentis
V. Indra Sistemas	1			
V. TecnoCom	0.229147403	1		
V. Amper	0.40803979	0.929998128	1	
V. Ezentis	0.08972787	0.680333149	0.647025798	1

Cabe resaltar el bajo grado de correlación entre la mayor y la menor de las empresas, lo cual queda patente en el gráfico de dispersión formado por los valores de cotización de ambas empresas.

**Gráfico 28: relación Indra Sistemas/ Red Eléctrica Corporación**

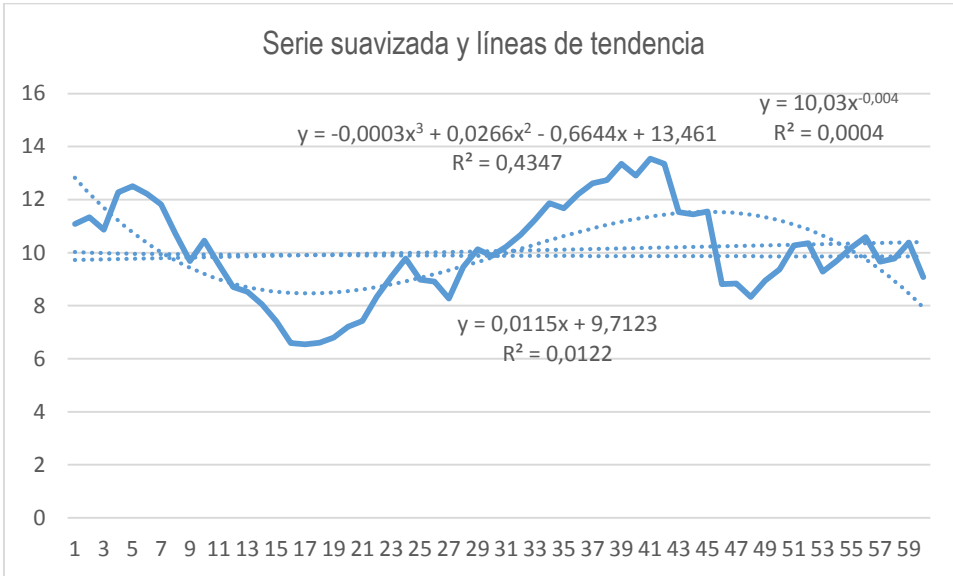


Una vez introducido el sector, procedemos al análisis individualizado.

### 2.3.1. Indra sistemas, S.A.

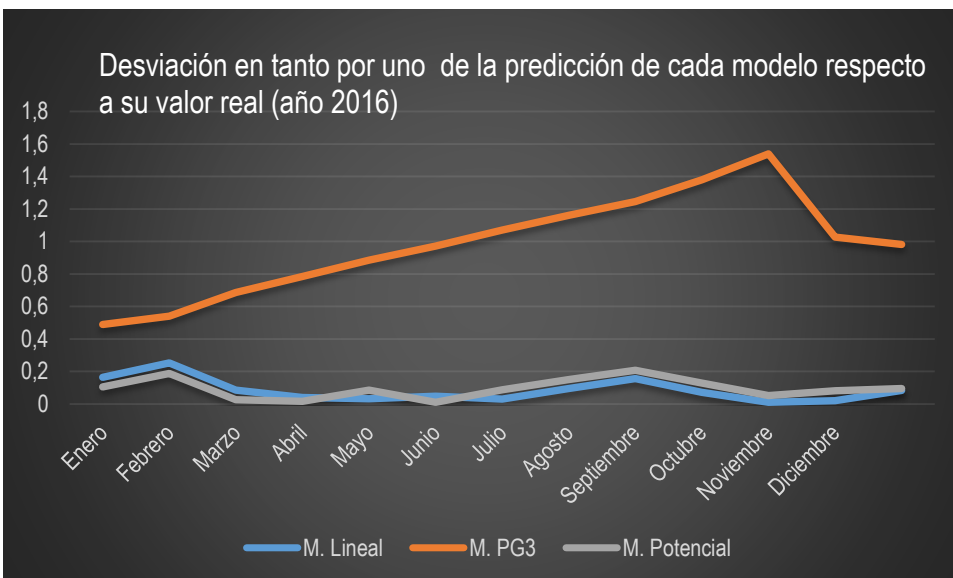
Con un valor de capitalización de casi  $2 \times 10^9$ €, Indra sistemas, S.A. encabeza nuestra selección de empresas. En este caso, ha sido la empresa con mejor evolución del sector, con un máximo de hasta 26 puntos por encima del valor inicial y cerrando el lustro 22 puntos por debajo del mismo. No obstante, como apreciamos en el siguiente gráfico, se trata de la empresa que mayores problemas nos ha dado a la hora de modelizarla de las vistas hasta ahora.

**Gráfico 29: serie suavizada y líneas de tendencia (Indra sistemas, S.A.)**



Al generar las líneas de tendencia confirmamos que nos encontramos con una serie que no sigue un patrón nada claro, siendo la bondad de todos los modelos empleados bastante reducida. En este caso, escogimos el modelo polinómico de grado 3, el lineal y el potencial. Tras realizar las simulaciones pertinentes, concluimos que el modelo cuya predicción mejor se adaptó a la realidad fue el lineal, con un error medio de 8,39% y una bondad de solo 0,0122.

**Gráfico 30: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Indra sistemas, S.A.)**

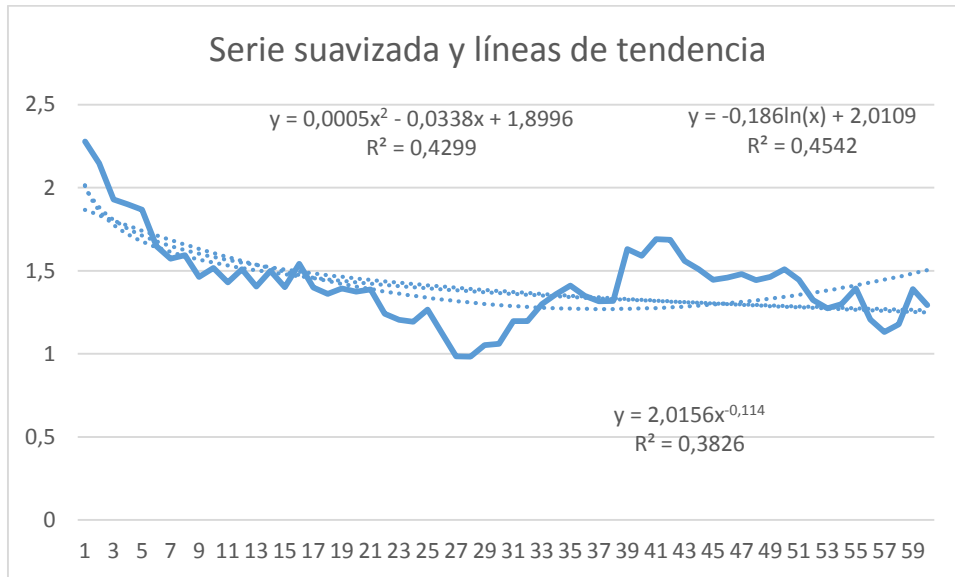


### 2.3.2. TecnoCom telecomunicaciones y energía, S.A.

Con un valor de capitalización de 315 millones de euros, TecnoCom es la segunda empresa de mayor valor bursátil del sector. A pesar de no ser la que peor suerte ha corrido de las empresas

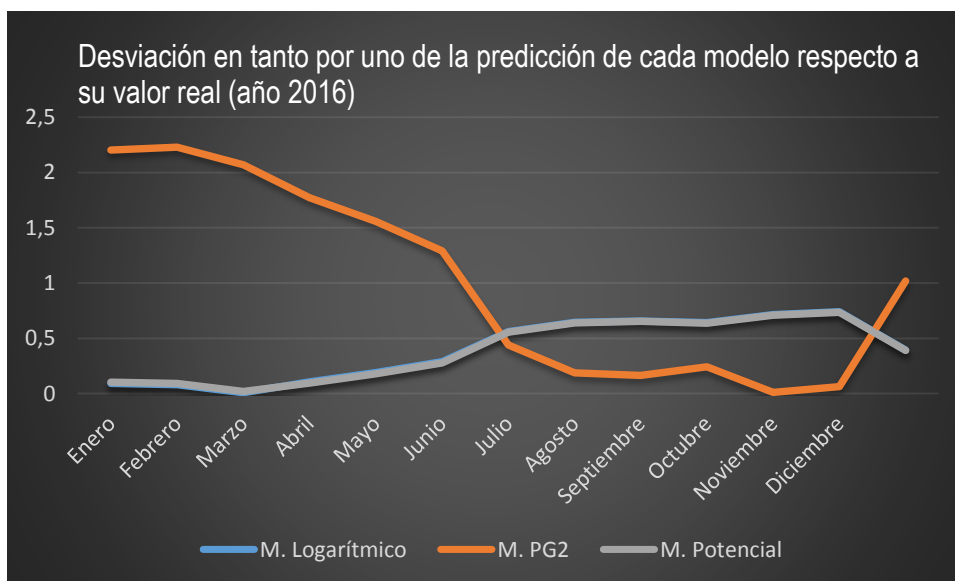
de su sector, ha cerrado el lustro estudiado con un valor de cotización unitario 50 puntos por debajo del inicial.

**Gráfico 31: serie suavizada y líneas de tendencia (Tecnocom telecomunicaciones y energía, S.A.)**



Las líneas de tendencia nos sugieren como modelos con mayor bondad el polinómico de grado 2, el logarítmico y el potencial. Tras generar las predicciones y realizar el análisis comparativo, concluimos que el mejor modelo es el potencial, con un error medio de 39,16% y la bondad más baja, seguido por el modelo logarítmico, el cual casi se superpone a éste con un error medio de 39,40%. Cabe señalar que a pesar de que el error medio de todos los modelos es considerablemente alto, los errores mensuales muestran una gran diferencia entre sí, yendo en el mismo modelo del 1,025% al 220,46%.

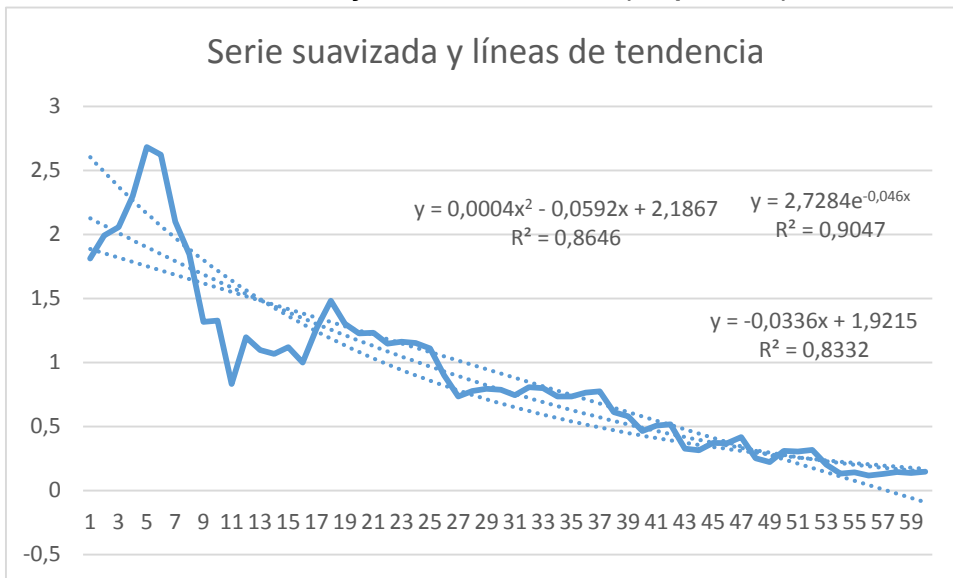
**Gráfico 32: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Tecnocom comunicaciones y energía, S.A.)**



### 2.3.3. Amper, S.A.

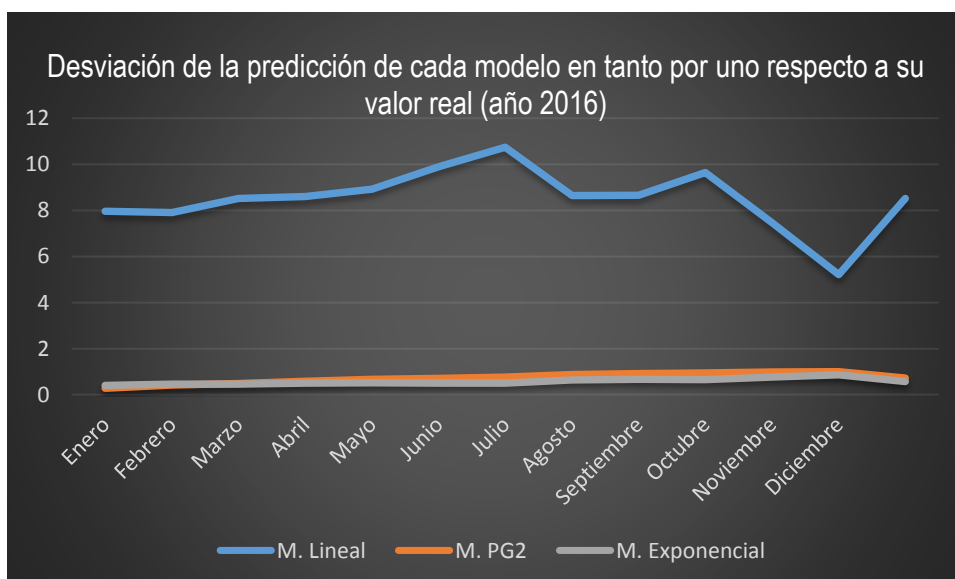
Con un valor de capitalización de  $1,59739 \times 10^9 \text{€}$ , Amper ha tenido el peor desarrollo de su sector, con una tendencia bajista tan radical que podría significar la próxima desaparición de la empresa. A primera vista, el gráfico sugiere que sigue un desarrollo exponencial negativo, lo que nos confirman las líneas de tendencia.

**Gráfico 33: serie suavizada y líneas de tendencia (Amper, S.A.)**



En este caso los modelos empleados fueron el polinómico de grado 2, el lineal y el exponencial, siendo la predicción de este último la que mejor se adaptó a la evolución real, con un error medio del 57,53%. Cabe señalar que éste es uno de los pocos casos estudiados en los que el modelo con la mayor bondad produce la predicción más fiable.

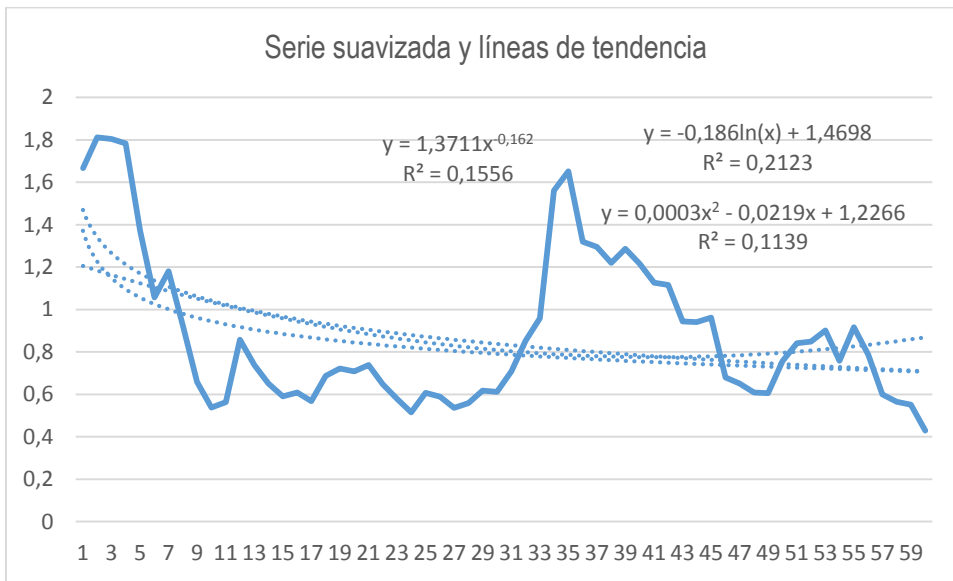
**Gráfico 34: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Amper, S.A.)**



### 2.3.4. Grupo ezentis, S.A.

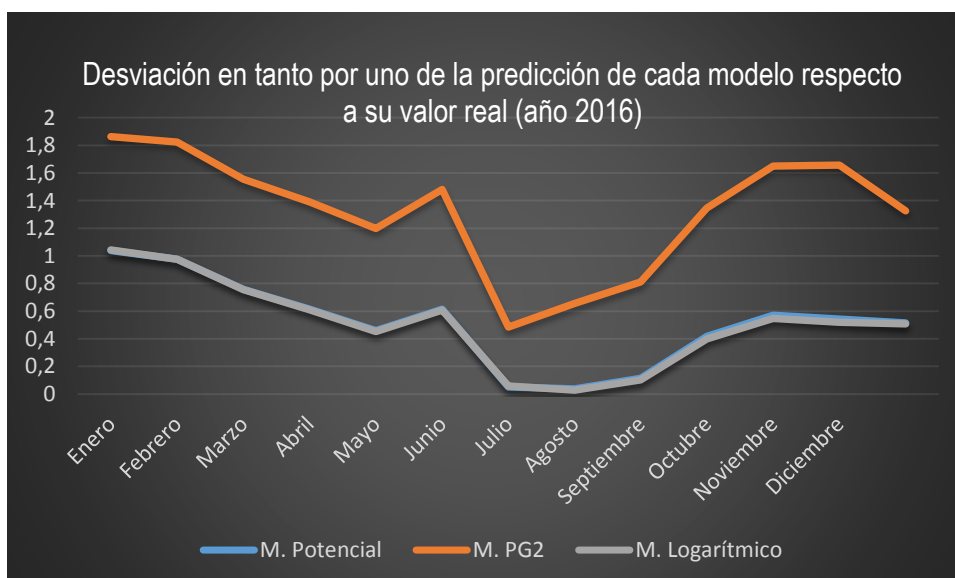
Con un valor bursátil de 122 millones de euros, Grupo ezentis, S.A. es la última empresa que analizaremos. Como podemos apreciar en el gráfico de su evolución, las acciones de esta empresa han sido uno de los instrumentos de patrimonio más volátiles y difíciles de modelizar que hemos estudiado.

**Gráfico 35: serie suavizada y líneas de tendencia (Grupo ezentis, S.A.)**



Hemos escogido el modelo potencial, el polinómico de grado 2 y el logarítmico, siendo este último el que ofrecía una mayor bondad.

**Gráfico 36: desviación en tanto por uno de la predicción de cada modelo (Grupo ezentis, S.A.)**



### 3. CONCLUSIONES

El estudio sectorial e individualizado nos reportó una ingente cantidad de datos, los cuales hemos sintetizado en la siguiente tabla:

**Tabla 11: resumen de los resultados de la modelización**

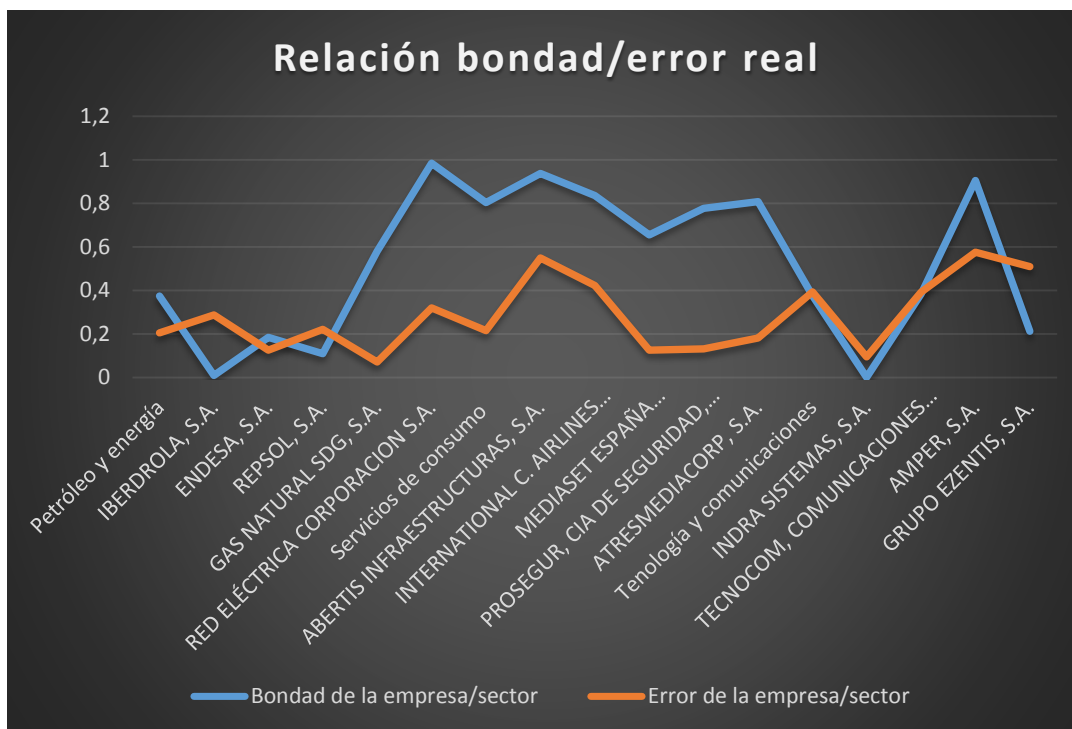
Empresa	Modelo nº1	Modelo nº2	Modelo nº3	Modelo óptimo	Bondad M.O.	Error individual y de sector
<u>Petróleo y energía</u>					0.3731	<b>20.4914%</b>
IBERDROLA, S.A.	PG3	Exponencial	Potencial	Potencial	0.0085	28.6643%
ENDESA, S.A.	PG3	Exponencial	Lineal	Lineal	0.1839	12.5855%
REPSOL, S.A.	PG3	Logarítmico	Lineal	Lineal	0.1094	22.1298%
GAS NATURAL SDG, S.A.	PG3	Lineal	Exponencial	Exponencial	0.5797	7.1217%
RED ELÉCTRICA CORPORACION S.A.	Lineal	PG2	Exponencial	PG2	0.984	31.9558%
<u>Servicios de consumo</u>					0.80246	<b>28.1561%</b>
ABERTIS INFRAESTRUCTURAS, S.A.	Lineal	PG3	Exponencial	Lineal	0.9372	54.9066%
INTERNATIONAL C. AIRLINES GROUP	Lineal	PG2	Exponencial	Lineal	0.8353	42.1830%
MEDIASET ESPAÑA COMUNICACIÓN, S	Lineal	PG2	Exponencial	Lineal	0.6547	12.5027%
PROSEGUR, CIA DE SEGURIDAD, S.A.	Lineal	PG2	Potencial	Lineal	0.7768	13.1437%
ATRESMEDIACORP, S.A.	Lineal	PG2	Potencial	Potencial	0.8083	18.0445%
<u>Tecnología y comunicaciones</u>					0.375	<b>39.2609%</b>
INDRA SISTEMAS, S.A.	Lineal	PG3	Potencial	Potencial	0.0004	9.49%
TECNOCOM, COMUNICACIONES Y TEC	Lineal	PG2	Potencial	Potencial	0.3826	39.17%
AMPER, S.A.	Lineal	PG2	Exponencial	Exponencial	0.9047	57.53%
GRUPO EZENTIS, S.A.	Potencial	PG2	Logarítmico	Logarítmico	0.2123	50.86%

Como podemos apreciar, los modelos polinómicos fueron usados repetidamente dada la alta bondad que ofrecían. Pese a ello, eran modelos demasiados complejos que no reflejaban fielmente el comportamiento del mercado, razón por la cual solo fueron elegidos como el modelo óptimo en una ocasión. Por el contrario, el modelo que realizó la mejor predicción un mayor número de veces fue el más simple y el que por lo general ofrecía una bondad menor: el lineal.

Esto junto con el siguiente gráfico en el que se muestra la relación bondad/error real de los modelos empleados, nos lleva a nuestra primera conclusión relevante: la bondad teórica de un modelo, rara vez refleja su precisión real.

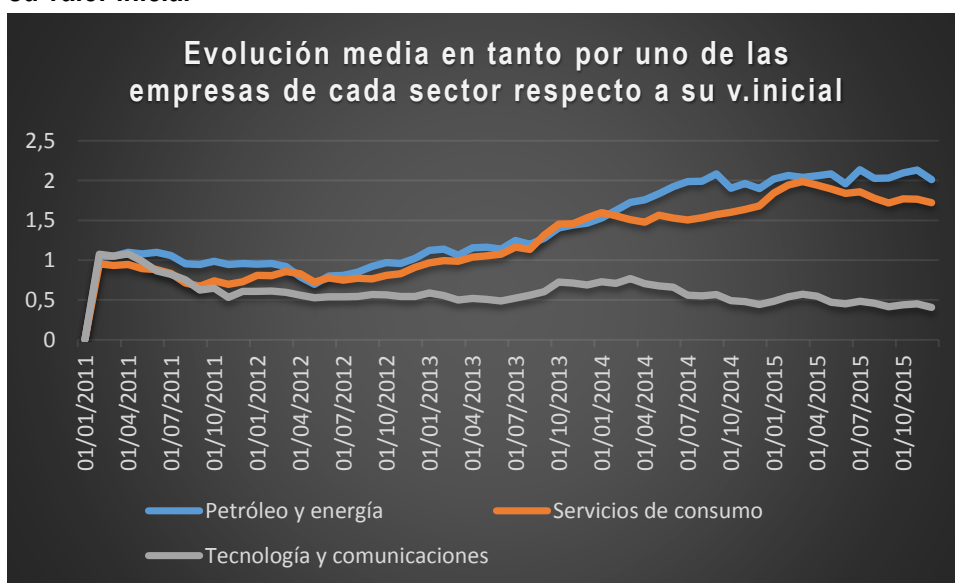


**Gráfico 37: relación bondad/error real de cada empresa y sector**



Además, una vez analizamos cada sector internamente, obtuvimos la evolución media de las acciones de las empresas de cada sector con el objetivo de comparar la evolución de los tres sectores entre sí, resultando de este proceso la siguiente gráfica:

**Gráfico 38: evolución media en tanto por uno de las empresas de cada sector respecto a su valor inicial**



A simple vista se aprecia que los sectores “petróleo y energía” y “servicios de consumo” guardan una fuerte correlación positiva, mientras que el comportamiento de “tecnología y comunicaciones” difiere mucho del de sus predecesores. Una vez obtenemos la matriz de correlación, confirmamos nuestras deducciones: mientras que “petróleo y energía” y “servicios de consumo” están unidos por una correlación positiva casi perfecta, “servicios de consumo” muestra una correlación baja y negativa con los otros dos sectores.

**Tabla 12: matriz de correlación intersectorial**

	Petróleo y energía	Servicios de consumo	Tecnología y comunicaciones
Petróleo y energía	1		
Servicios de consumo	0.963113306	1	
Tecnología y comunicaciones	-0.341086986	-0.331144656	1

Por lo tanto, finalizamos nuestro trabajo concluyendo que dos de los tres sectores escogidos están íntimamente relacionados, que por lo general las empresas de menor valor (dentro de las punteras) de un sector en auge crecen a mayor ritmo que las dominantes y que la bondad teórica de los modelos predictivos demasiado complejos no suele reflejar su precisión real.

## 4. BIBLIOGRAFÍA

### 4.1. Métodos

- <http://compraraccionesdebolsa.com/tecnicas-de-trading-con-medias-moviles/>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Media\\_m%C3%B3vil](https://es.wikipedia.org/wiki/Media_m%C3%B3vil)
- <http://www.finanzas.com/noticias/mercados/bolsas/20140930/sabes-como-utilizar-medias-2766363.html>
- <http://www5.uva.es/estadmed/datos/series/series1.htm>

### 4.2. Fuentes de datos

- <http://www.bolsamadrid.es/esp/asp/Empresas/Empresas.aspx>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/IBE.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/XPBRA.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/ELE.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/REP.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>

- <https://es.finance.yahoo.com/quote/GAS.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/AENA.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/ABE.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/IAG.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/TL5.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/PSG.MC/history?period1=1293840000&period2=1451520000&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>
- <https://es.finance.yahoo.com/quote/IDR.MC/history?period1=1293836400&period2=1451516400&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo>