Asignatura: Inteligencia Artificial Aplicada al Control

Prácticas del Tema 1:
MODELADO, IDENTIFICACIÓN Y CONTROL

PRÁCTICA 1:
Mediante algún programa computacional de cálculo, identificar un sistema del que se conocen sus datos de entrada y salida. Estos datos se pueden obtener de experiencias, o generar a partir de los valores de una función, o buscarlos en internet. Un ejemplo sería tomar los datos de población de una determinada ciudad de una serie de años, para deducir un modelo que permita predecir la evolución en los próximos años, etc.
Se puede usar la herramienta cftool de Matlab, si está disponible, o dentro del plot existe una opción (Figure-> tools -> basic fitting), o cualquier otra herramienta de ajuste de datos (regresión, ajuste por mínimos cuadrados, …). Ver cuál de las aproximaciones disponibles da mejores resultados. Comentar los parámetros.

Sistema escogido : sistema que predice la natalidad media de España dado el año
Datos de entrada: valores de natalidad media en España desde 2002 a 2017 obtenidos del Instituto Nacional de Estadística
Estimar modelo que prediga la natalidad en los próximos años
Datos nacionales por 1000 habitantes:
http://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=1433

```
>> ejeX = (2002:1:2017)

ejeX =

  Columns 1 through 8

        2002         2003         2004         2005         2006         2007         2008         2009

  Columns 9 through 16

        2010         2011         2012         2013         2014         2015         2016         2017

>> ejey = (9.51 9.80 9.86 9.91 10.02 9.86 10.10 9.58 9.38 9.16 8.82 8.30 8.37 8.21 7.95 7.53)
 ejey = (9.51 9.80 9.86 9.91 10.02 9.86 10.10 9.58 9.38 9.16 8.82 8.30 8.37 8.21 7.95 7.53)
              ↑
Error: Invalid expression. Check for missing multiplication operator, missing or unbalanced delimiters,
or other syntax error. To construct matrices, use brackets instead of parentheses.

>> ejey = [9.51 9.80 9.86 9.91 10.02 9.86 10.10 9.58 9.38 9.16 8.82 8.30 8.37 8.21 7.95 7.53]

ejey =

  Columns 1 through 10

    9.5100    9.8000    9.8600    9.9100   10.0200    9.8600   10.1000    9.5800    9.3800    9.1600

  Columns 11 through 16

    8.8200    8.3000    8.3700    8.2100    7.9500    7.5300

>> plot(ejeX, ejey, green, 'ro--')
Undefined function or variable 'green'.

>> plot(ejeX, ejey,'r--')
>>
```

1. **Ajuste de la gráfica generada por la ec.matemática a la gráfica pintada según datos de entrada**
   (sobre la figura, File-> tools -> Basic Fitting)
   El número de dígitos seleccionados no afecta

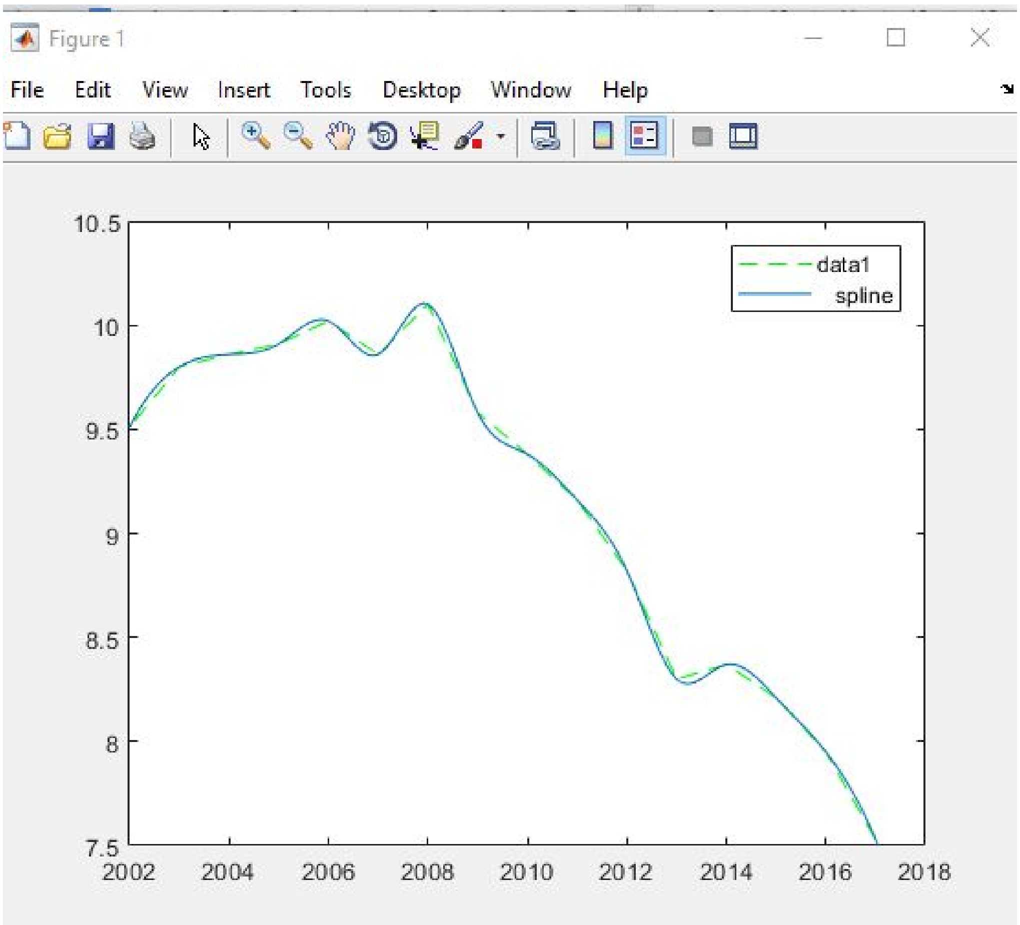
1 Búsqueda de la función matemática más ajustada a mis datos de entrada:

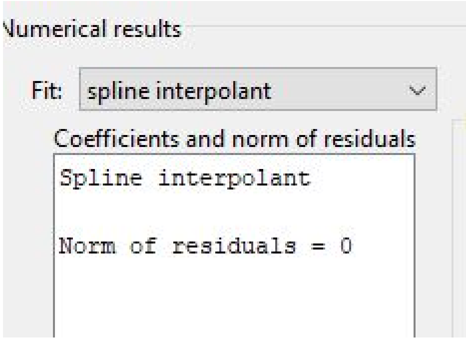
FORMA DE AJUSTE A LOS DATOS	ERROR(*residual)*
spline(ptos de control y los une) interpolant	0
shape-preserving interpolant	0
Lineal	1,469
Cuadrática	0,74519
Cúbica	**0,50288**
Polinomio de 4º Grado	0,50232
Polinomio de 5º Grado	**0,42846**

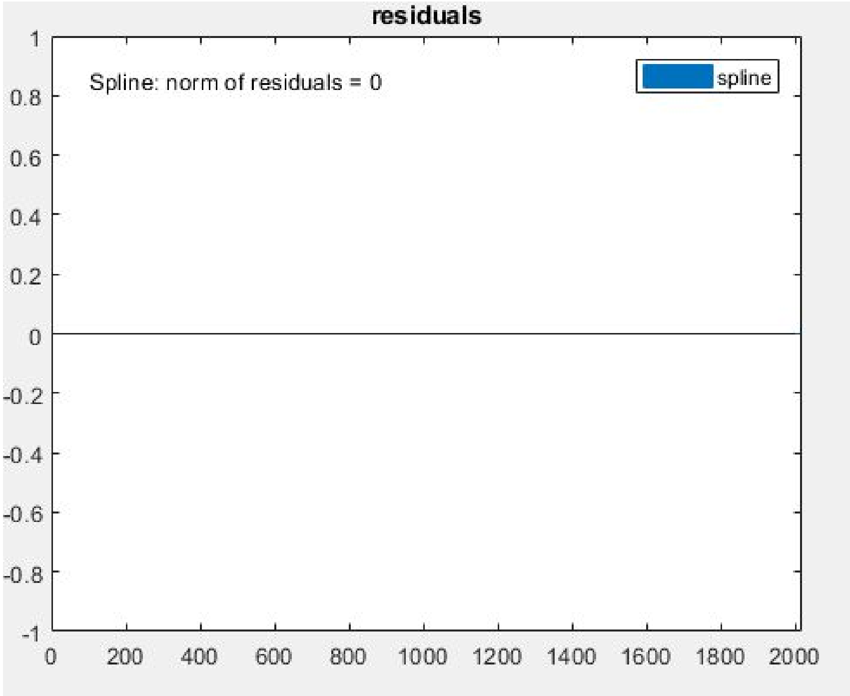
Polinomio de 6º grado	1,5288
Polinomio de 7º grado	1,7223
Polinomio de 8º grado	1.5288
Polinomio de 9º grado	0,50991
Polinomio de 10º grado	1,0665

Conclusiones

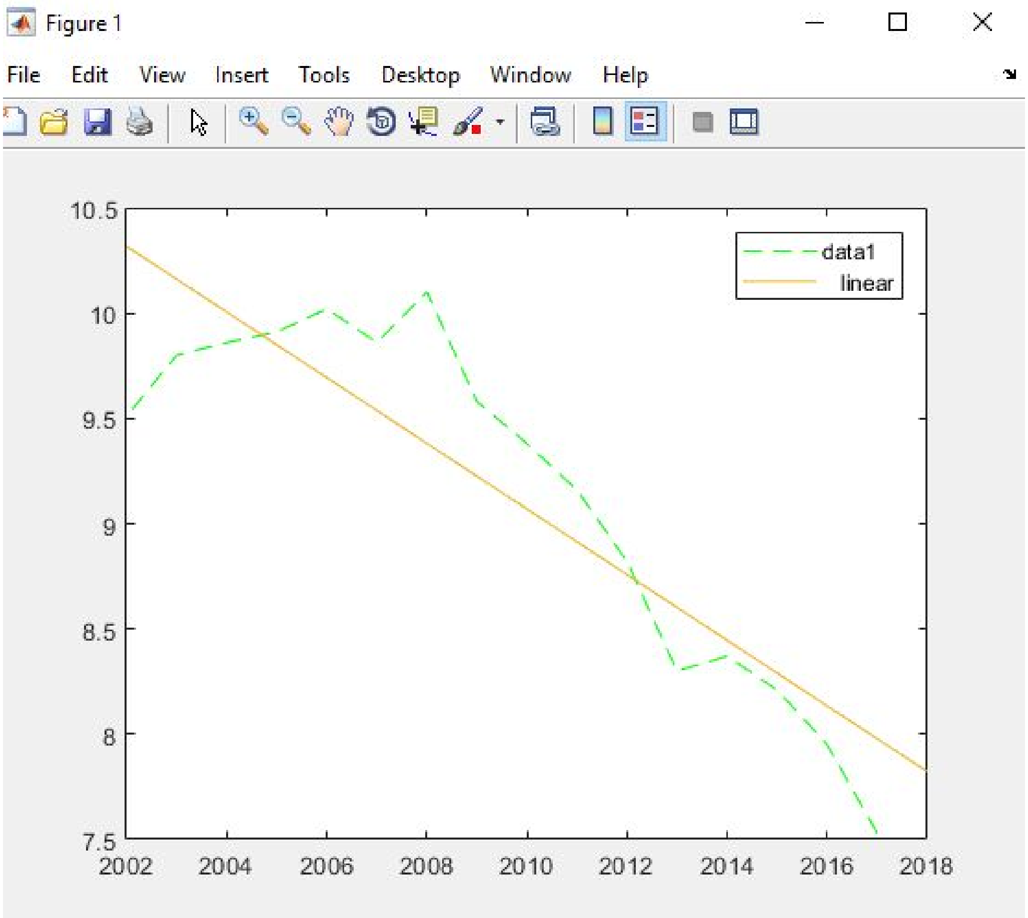
- **Spline interpolant** no me sirve porque se ajusta a los datos de entrada que le doy exactamente, solo une los puntos. Realiza un sobreajuste a esas entradas. Esto hace que el error sobre los ejemplos de entrada sea 0

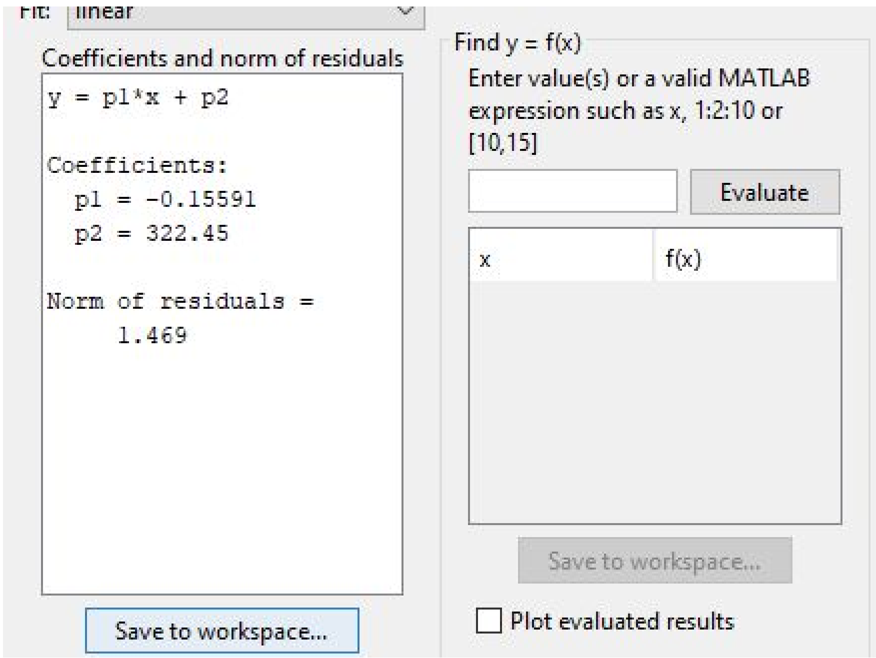






- **Shape-preserving interpolant :** como en el caso anterior el error residual sale 0 y se produce un ajuste exacto
- **Lineal**





- **Cuadrática:**
  El error es menor y es un ajuste más aproximado que el lineal

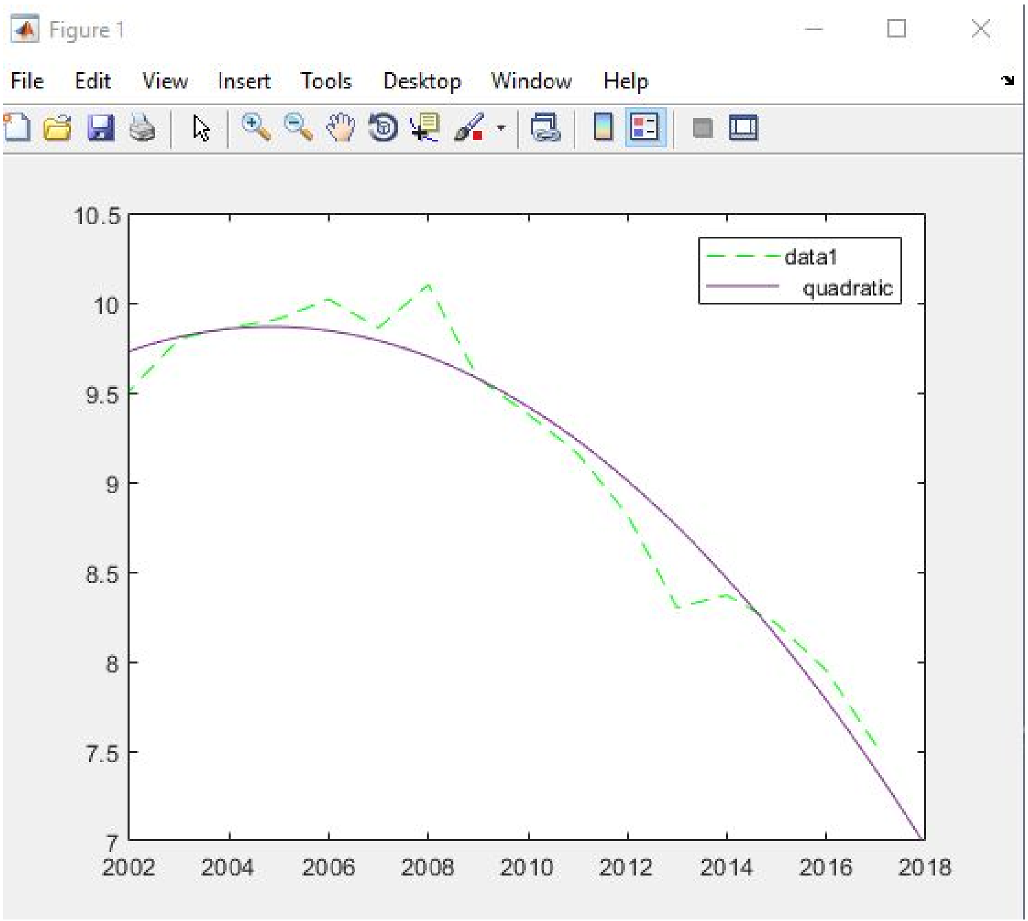
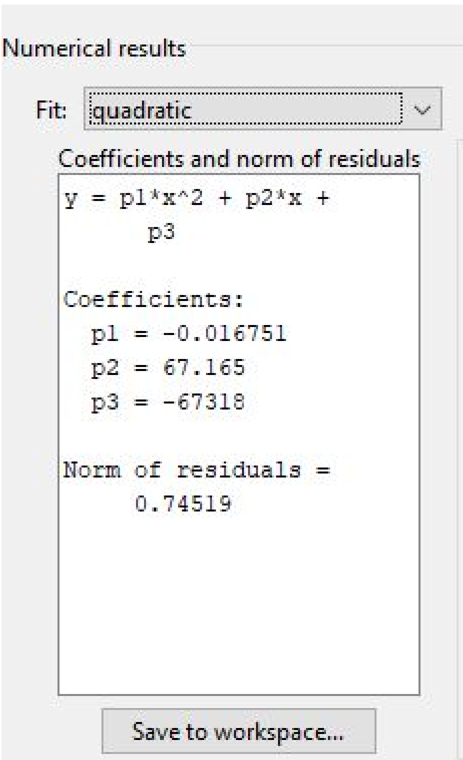


Figure 1
File Edit View Insert Tools Desktop Window Help
10.5
10
9.5
9
8.5
8
7.5
7
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
2016
2018
data1
quadratic


Numerical results
Fit: quadratic
Coefficients and norm of residuals
y = p1*x^2 + p2*x +
p3
Coefficients:
p1 = -0.016751
p2 = 67.165
p3 = -67318
Norm of residuals =
0.74519
Save to workspace...

- **Cúbica:**

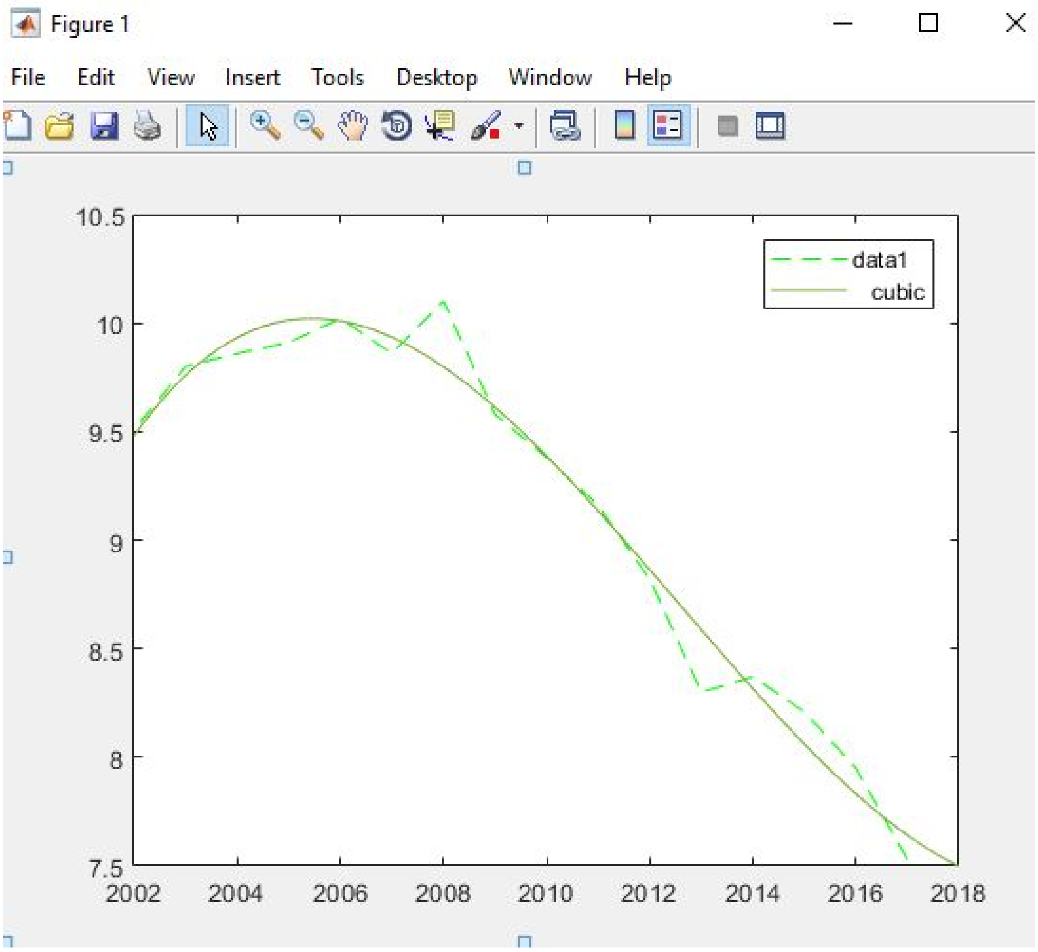
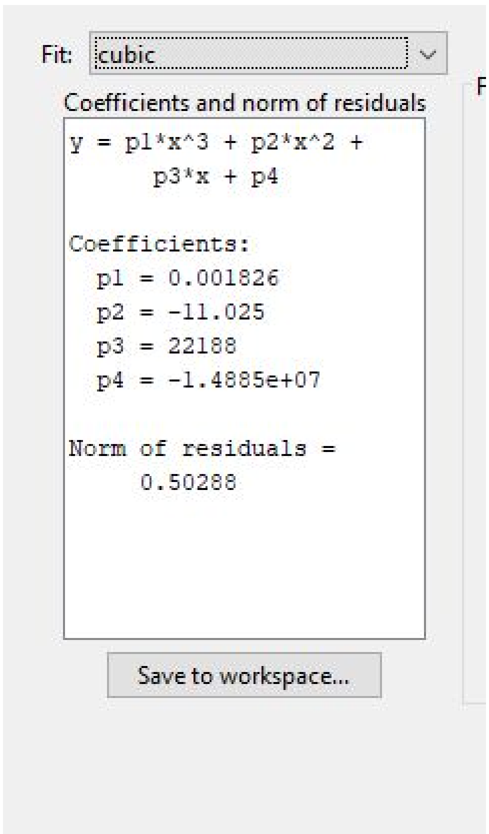
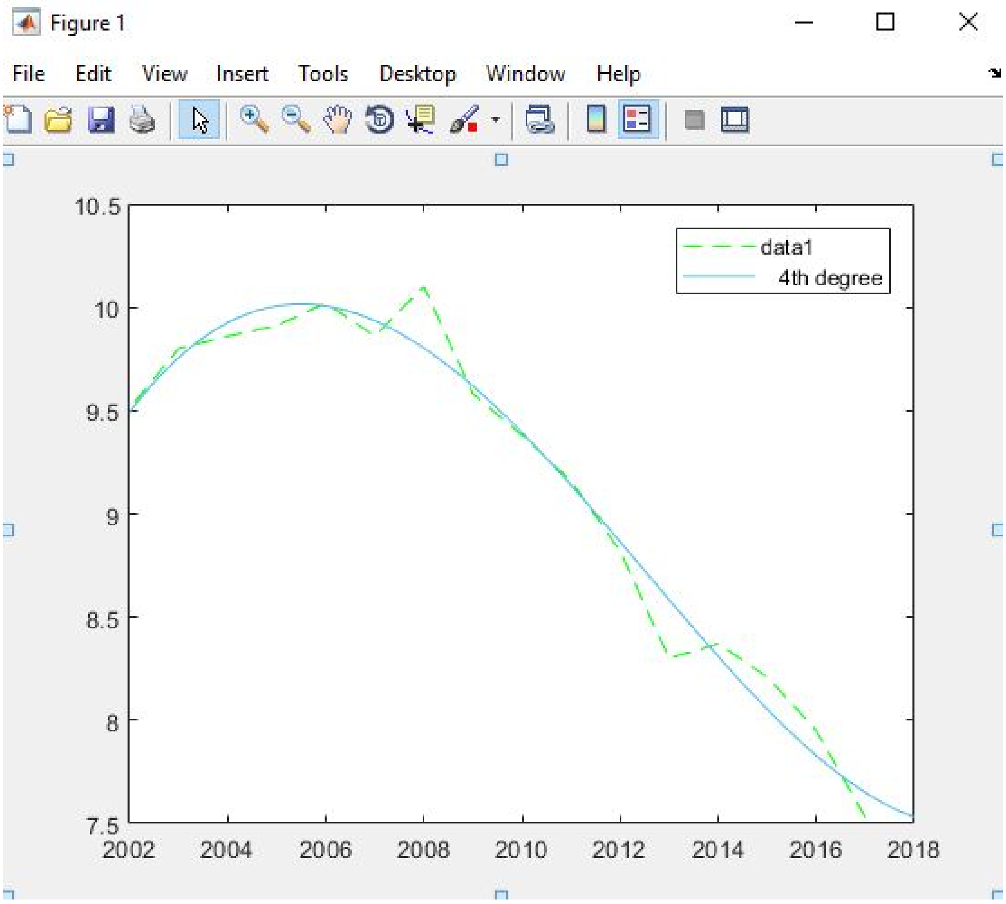


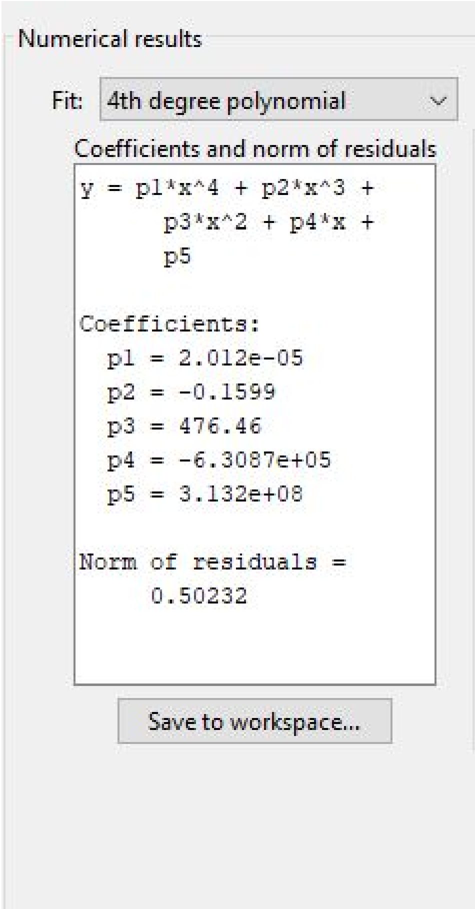
Figure 1
File Edit View Insert Tools Desktop Window Help
10.5
10
9.5
9
8.5
8
7.5
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
2016
2018
data1
cubic


Fit: cubic
Coefficients and norm of residuals
y = p1*x^3 + p2*x^2 +
p3*x + p4
Coefficients:
p1 = 0.001826
p2 = -11.025
p3 = 22188
p4 = -1.4885e+07
Norm of residuals =
0.50288
Save to workspace...

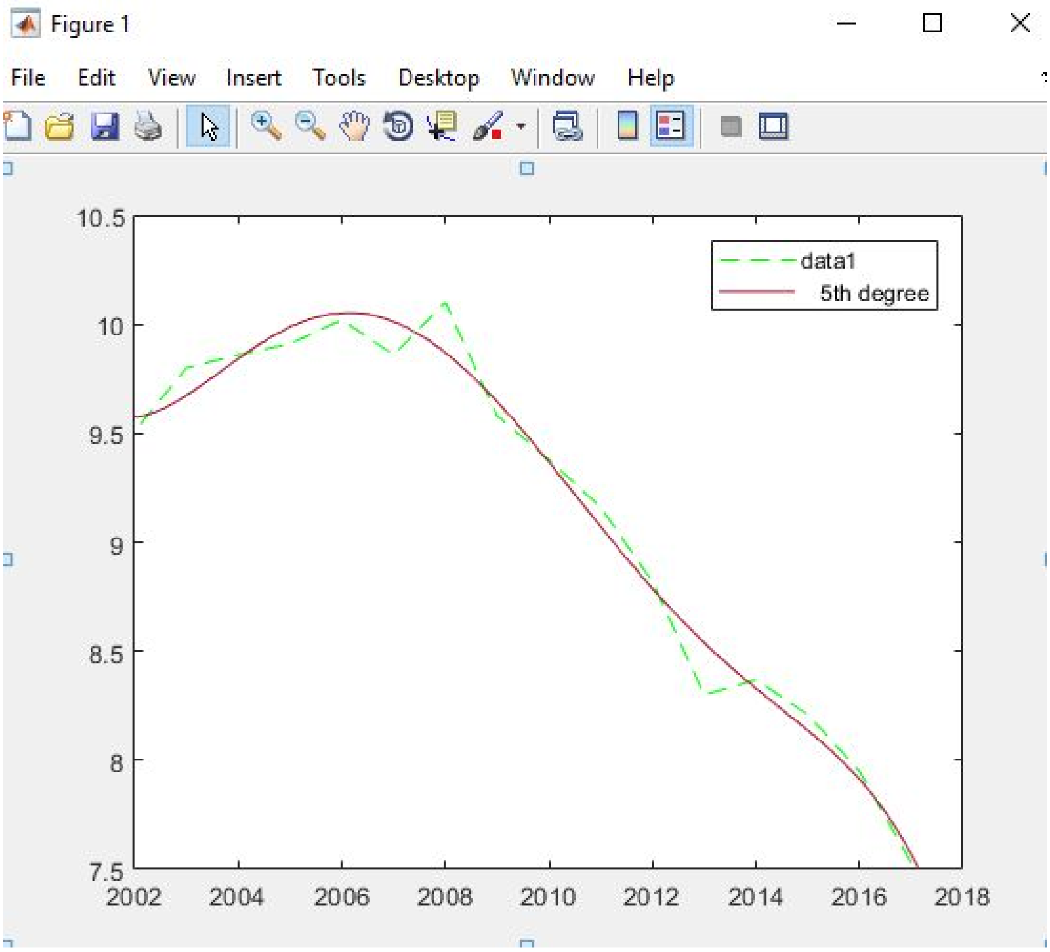
- **Polinomio de 4º grado:**



-



-Polinomio de 5º grado:



Numerical results

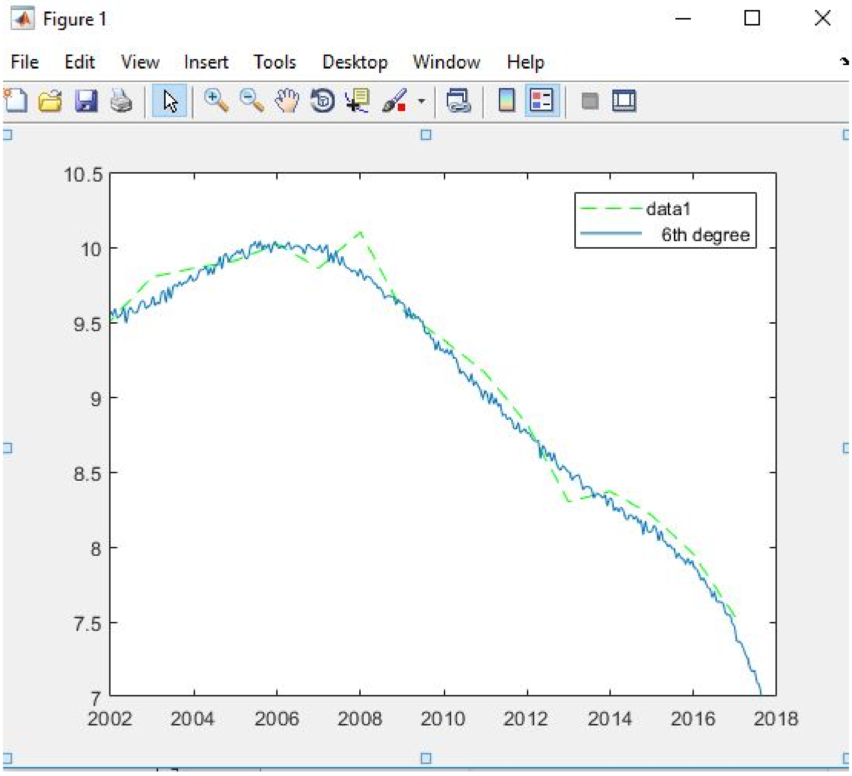
Fit: 5th degree polynomial

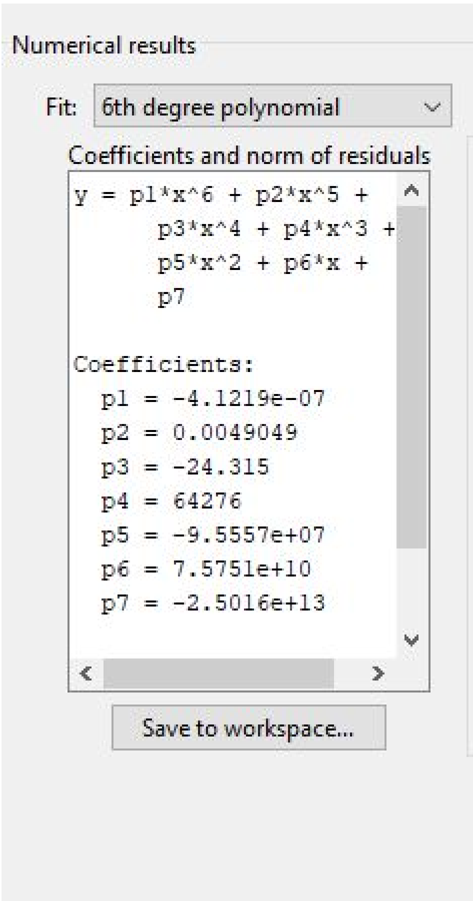
Coefficients and norm of residuals

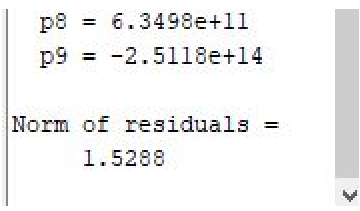
```
y = p1*x^5 + p2*x^4 +
      p3*x^3 + p4*x^2 +
      p5*x + p6

Coefficients:
  p1 = -5.8301e-05
  p2 = 0.5858
  p3 = -2354.4
  p4 = 4.7313e+06
  p5 = -4.7539e+09
  p6 = 1.9107e+12

Norm of residuals =
     0.42846
```

Save to workspace...

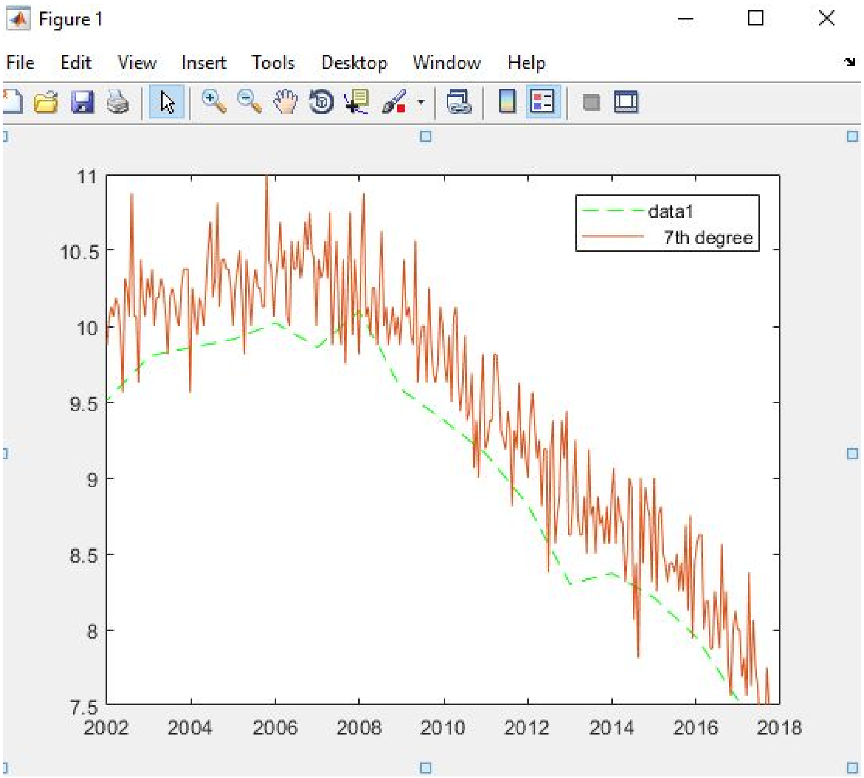
- **Polinomio de grado 6**

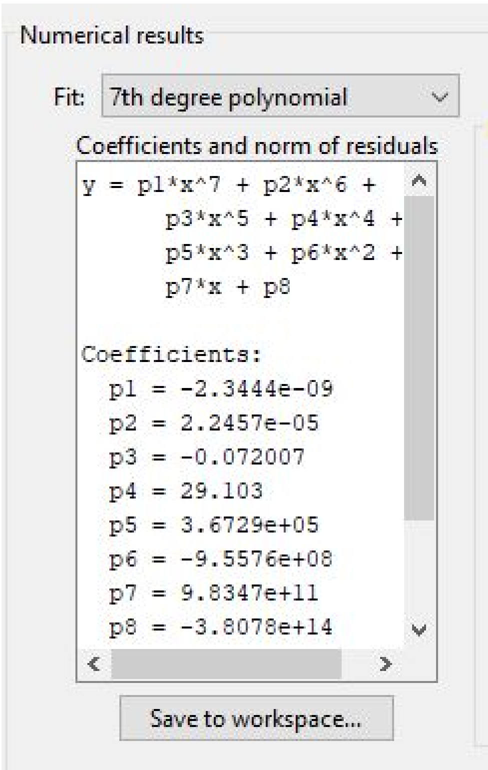






- **Polinomio de grado 7**

- 



- **Polinomio de grado 8**

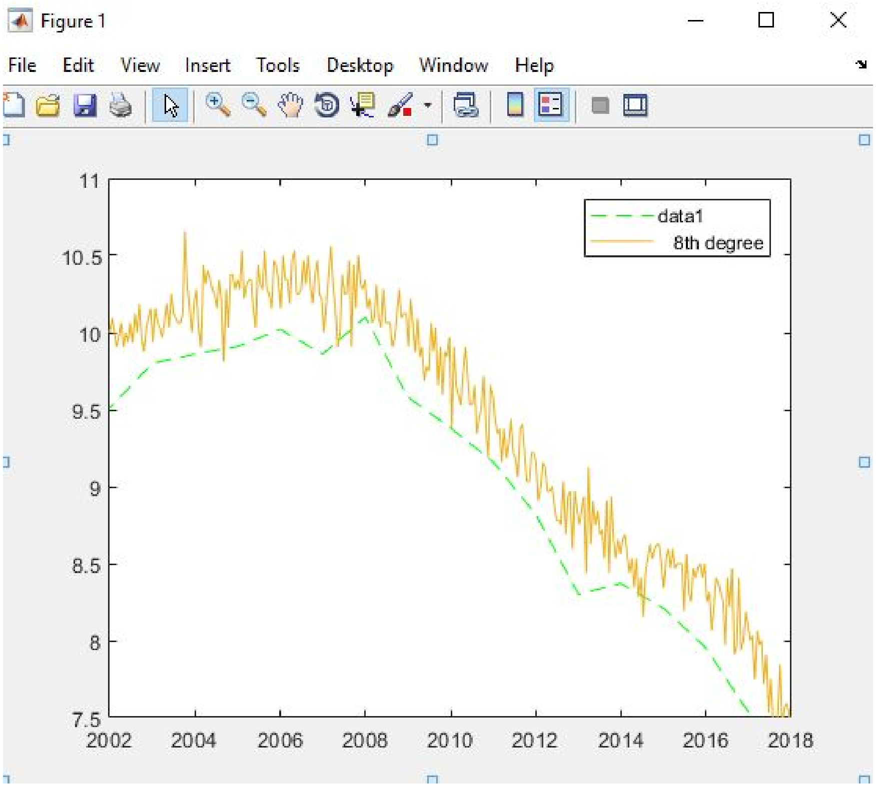
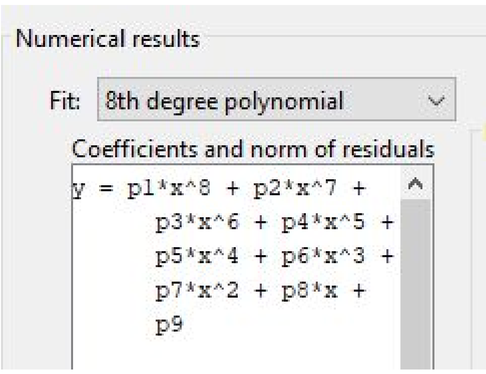
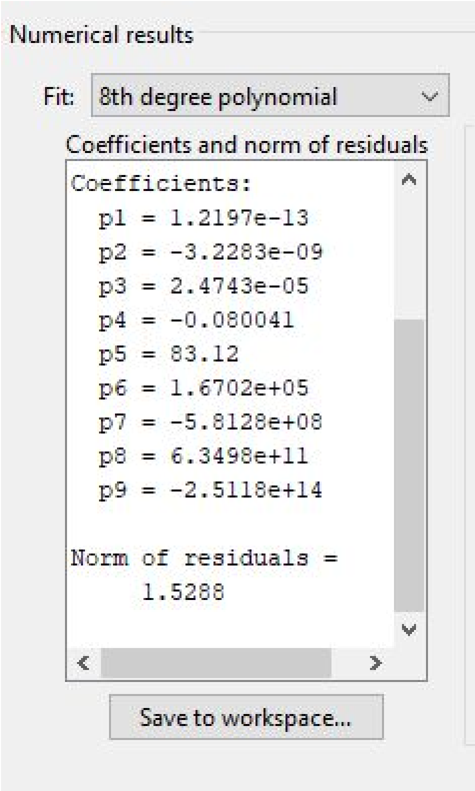
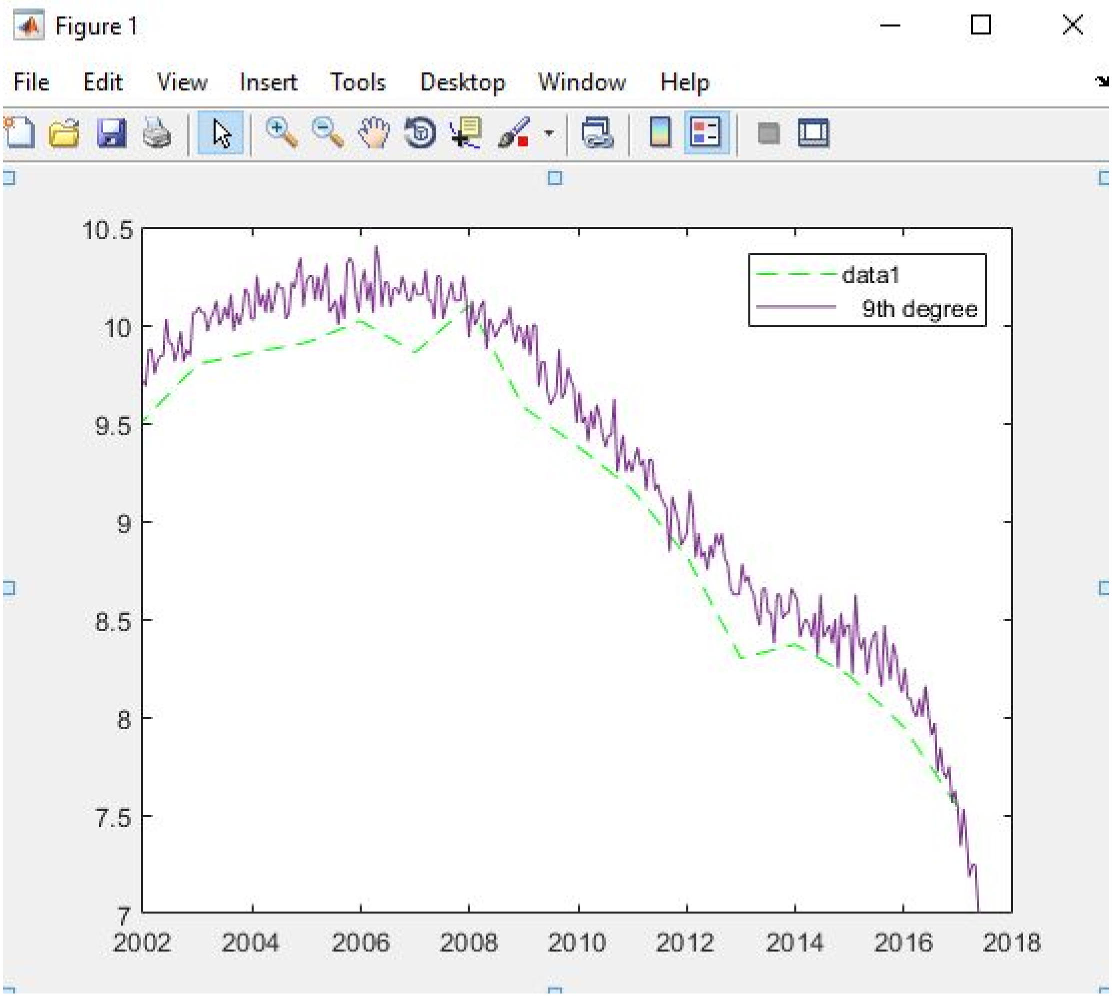


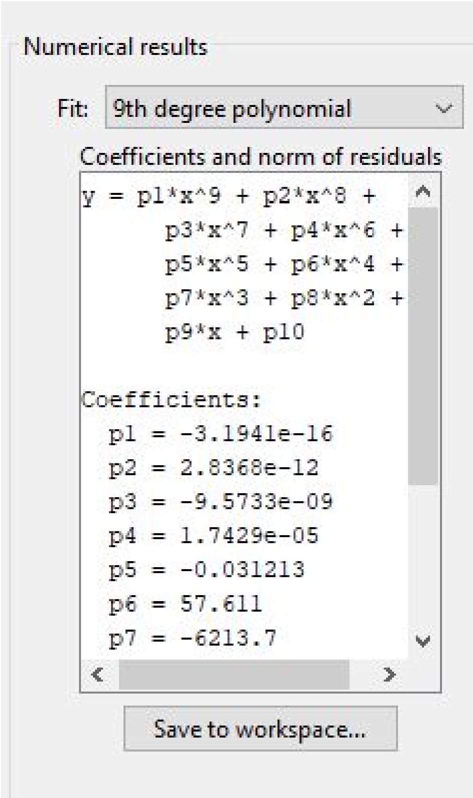
Figure 1
File Edit View Insert Tools Desktop Window Help
data1
8th degree
11
10.5
10
9.5
9
8.5
8
7.5
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
2016
2018

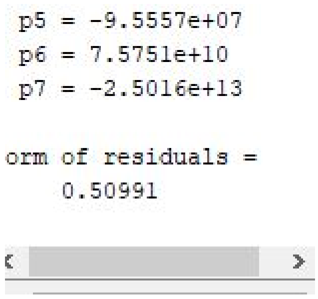

Numerical results
Fit: 8th degree polynomial
Coefficients and norm of residuals
y = p1*x^8 + p2*x^7 +
p3*x^6 + p4*x^5 +
p5*x^4 + p6*x^3 +
p7*x^2 + p8*x +
p9



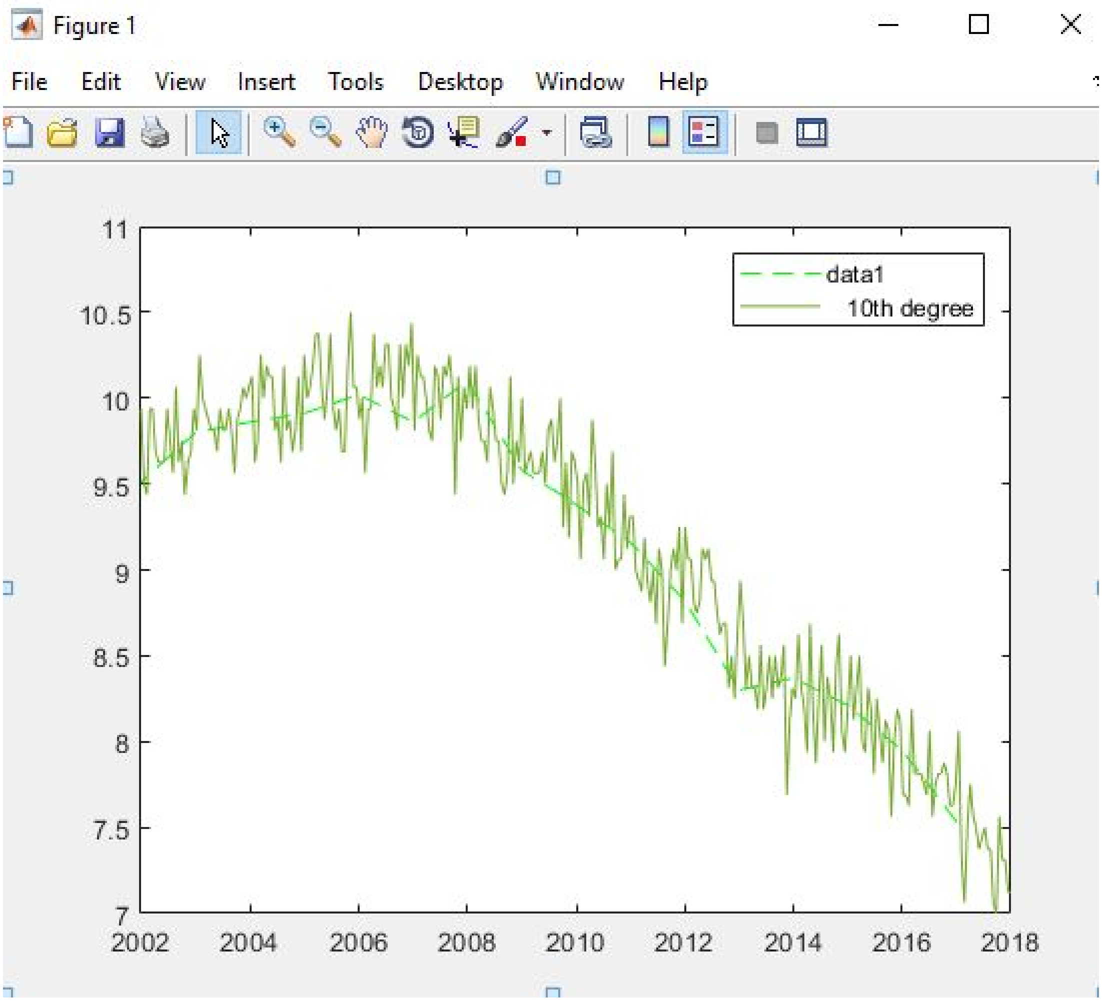
-Polinomio de grado 9







-Polinomio de grado 10



Numerical results

Fit: 10th degree polynomial

Coefficients and norm of residuals

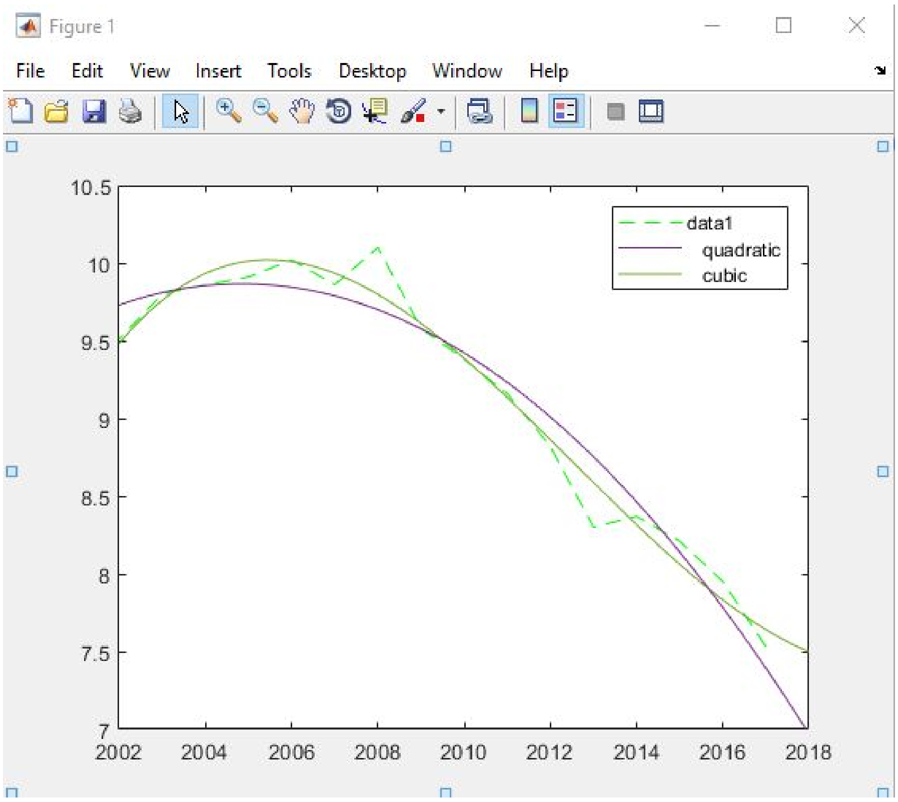
```
y = p1*x^10 + p2*x^9 +
      p3*x^8 + p4*x^7 +
      p5*x^6 + p6*x^5 +
      p7*x^4 + p8*x^3 +
      p9*x^2 + p10*x +
      p11

Coefficients:
  p1 = -3.2447e-19
  p2 = 2.8154e-15
  p3 = -6.7947e-12
  p4 = -5.776e-09
  p5 = 3.8185e-05
  p6 = 0.01169
```

Save to workspace...

```
  p7 = -171.64
  p8 = 54659
  p9 = 5.1379e+08
  p10 = -7.6529e+11
  p11 = 3.3604e+14

Norm of residuals =
     1.0665
```

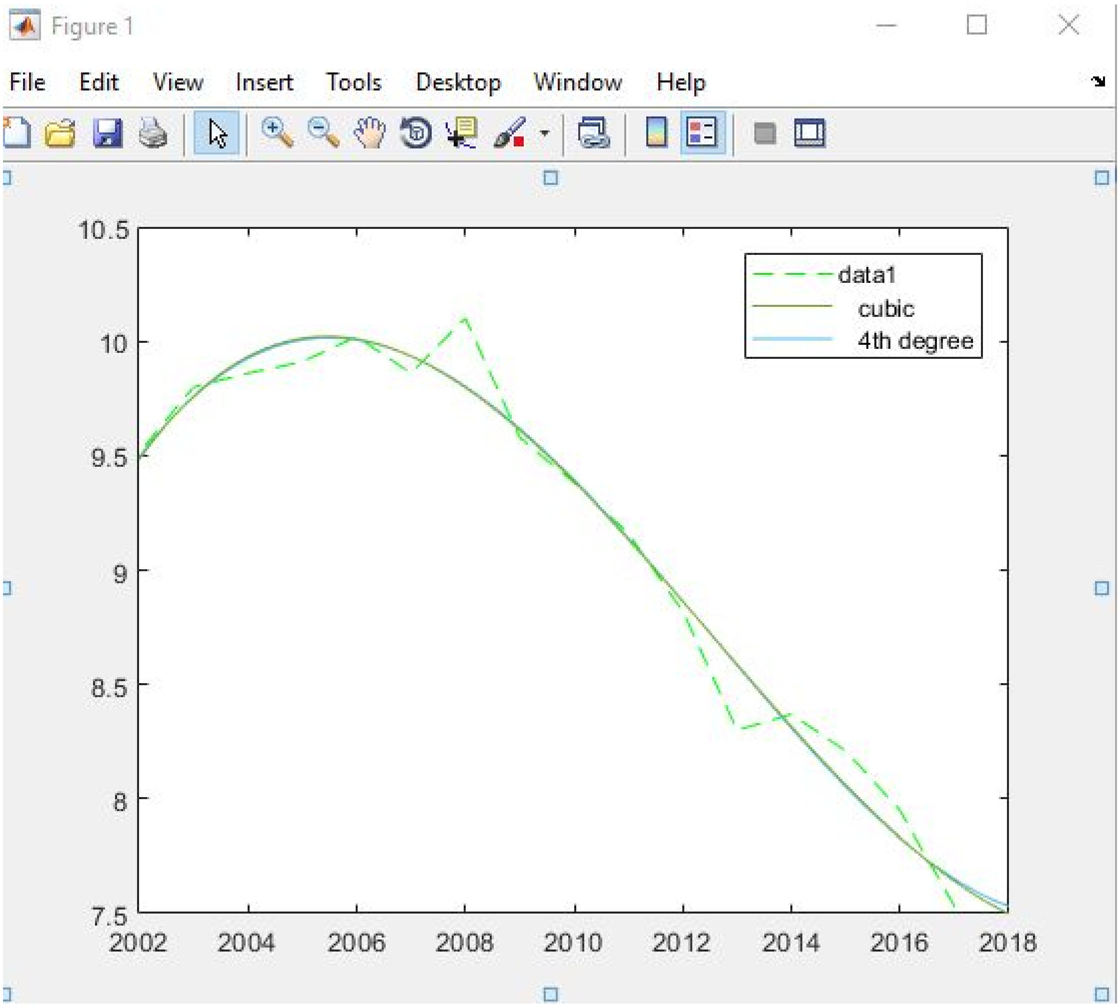
Save to workspace...

Comparación cúbica - cuadrática:



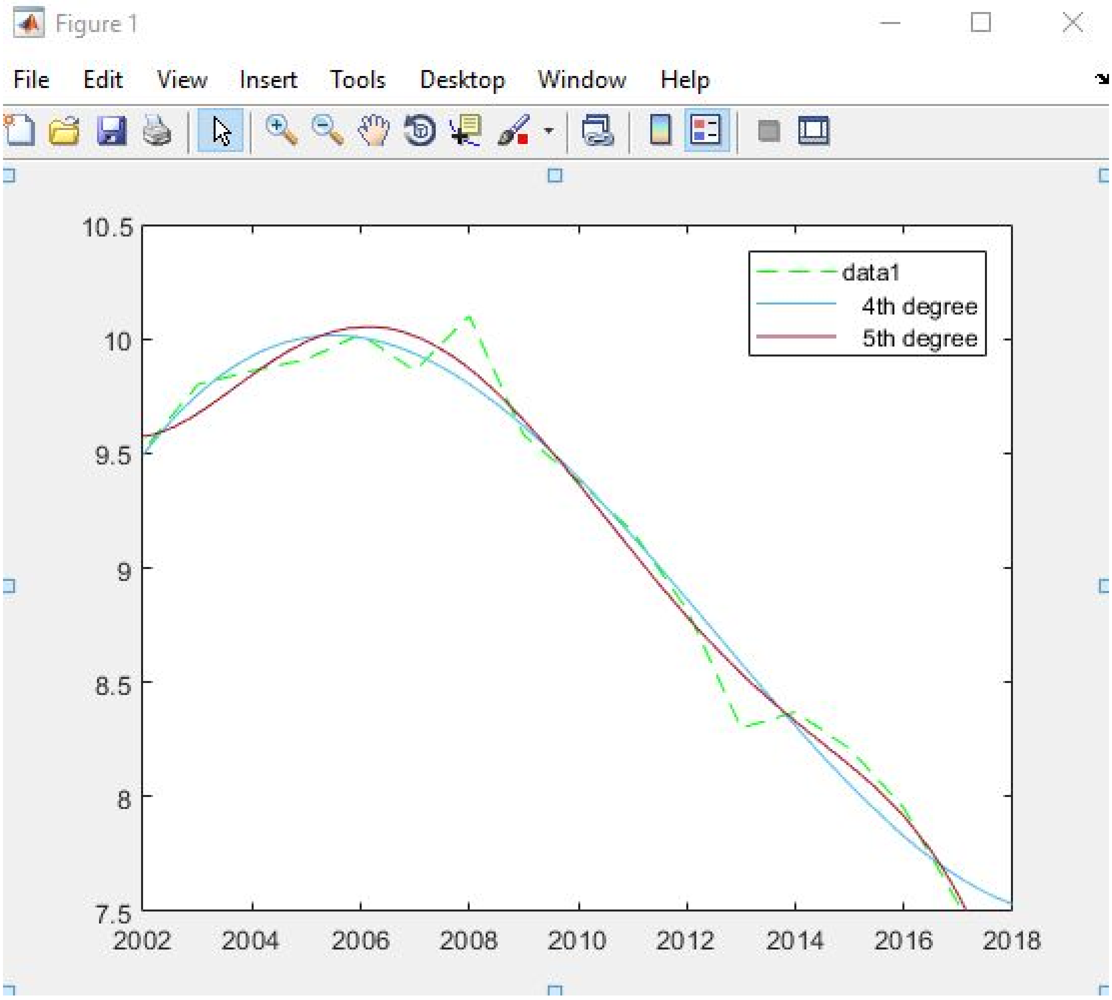
La cúbica se adapta un poco mejor

Comparación Cúbica - grado 4



Se ajustan prácticamente igual y por tanto escogeríamos de estas dos la de grado 3 que implica menor coste en complejidad y tiempo

Comparación ec. grado 4 - ec. grado 5



La error residual con un polinomio de grado 5 sí es más notable con respecto a la de grado 3 o 4

A partir de grado 5 en adelante la representación gráfica presenta muchos picos y ruido
Con cftool:

- Exponencial: no se ajusta nada a los datos
- Siguiendo distribución de Fourier pero a partir de 4 parámetros

La que mejor se ajusta es el polinomio de grado 5