
www.topoedu.es

Los mejores recursos especializados en topografía y geodesia,
nunca vistos hasta ahora.



Facebook



Twitter



Google+



+34 661387681



LinkedIn

Hojas técnicas de cálculo:

Transformación bidimensional proyectiva (8 parámetros)

Solución mediante mínimos cuadrados.

Uso de la precisión de los puntos de control en el sistema inicial. Versión 3.

Versión 1. Febrero de 2015



	Contenido
Descripción del funcionamiento	3
Resolución del ejemplo	4
Notas	7



Transformación bidimensional proyectiva (8 parámetros)

Solución mediante mínimos cuadrados.

Uso de la precisión de los puntos de control en el sistema inicial. Versión 3.

Descripción del funcionamiento

Este libro de cálculo contiene una hoja de trabajo llamada 8p MMCC V3 (versión 3, de las disponibles actualmente en www.topoedu.es para este tipo de conversión).

La ecuación del sistema es:

$$X = \frac{a_1x + b_1y + c_1}{a_3x + b_3y + 1}$$

$$Y = \frac{a_2x + b_2y + c_2}{a_3x + b_3y + 1}$$

Esta hoja de cálculo muestra el proceso de resolución de una transformación bidimensional proyectiva (transformación de 8 parámetros) a través del método de mínimos cuadrados, en un proceso iterativo. En ella se utilizan hasta 6 puntos de control y sus precisiones en el sistema inicial. La hoja es capaz de transformar 2 puntos adicionales. Como resultado se muestran las coordenadas más probables de todos los puntos del sistema inicial expresados en el nuevo sistema. Además, también se calculan las incertidumbres de estos nuevos puntos en el nuevo sistema.

Como opciones adicionales, esta hoja permite:

- Trabajar en el sistema sexagesimal o centesimal.
- Visualizar el formato de coordenadas en XYZ o ENZ.

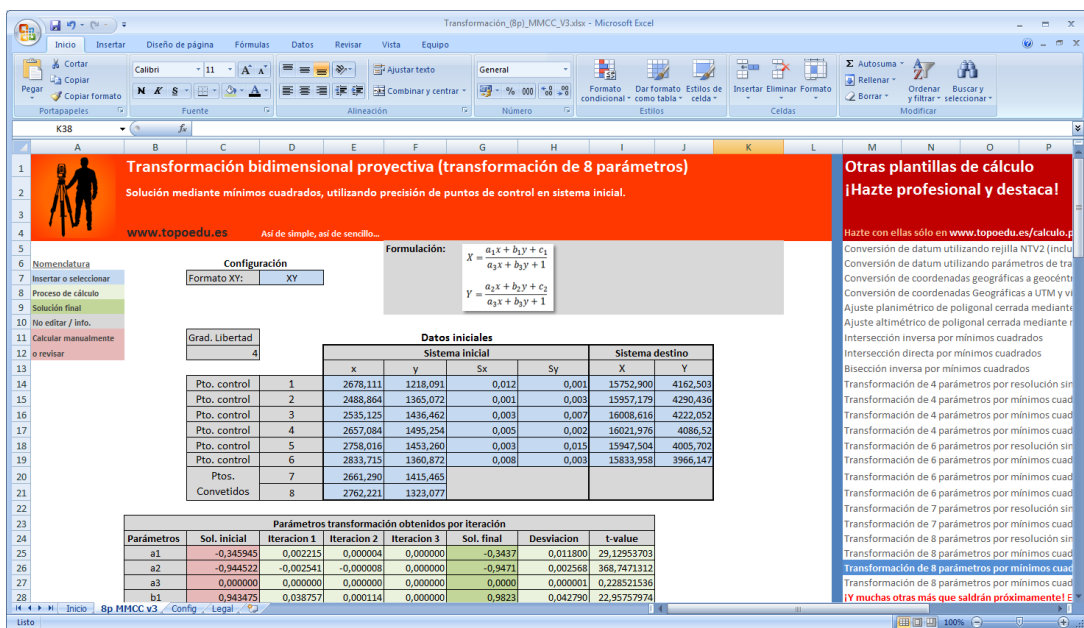


Fig. 1. Captura parcial de la hoja de cálculo



Resolución del ejemplo

Esta hoja se acompaña con un ejemplo ya resuelto.

Lo primero que ha de hacer es observar la nomenclatura de las celdas a través de la leyenda ubicada en vertical que encontrará a partir de la celda A6. Esta leyenda le informa sobre qué celdas debe modificar, y cuáles no debe modificar y, si fuera necesario, cuáles debe revisar.

Supongamos que ya tenemos las coordenadas de los puntos de control insertadas en las celdas E14 a E19, para la X, y F14 a F19, para la Y, y sus precisiones en las celdas G14 a G19, para la Sx, y H14 a H19, para la Sy. Del mismo modo, hemos insertado las coordenadas de estos puntos de control, expresadas en el sistema destino, en las celdas I14 a I19, para la X, y J14 a J19, para la Y. Las coordenadas de los puntos a convertir también las hemos insertado en sus celdas correspondientes (E20 a E21, y F20 a F21 respectivamente).

		Datos iniciales					
		Sistema inicial				Sistema destino	
		x	y	Sx	Sy	X	Y
Pto. control	1	2678,111	1218,091	0,012	0,001	15752,900	4162,503
Pto. control	2	2488,864	1365,072	0,001	0,003	15957,179	4290,436
Pto. control	3	2535,125	1436,462	0,003	0,007	16008,616	4222,052
Pto. control	4	2657,084	1495,254	0,005	0,002	16021,976	4086,52
Pto. control	5	2758,016	1453,260	0,003	0,015	15947,504	4005,702
Pto. control	6	2833,715	1360,872	0,008	0,003	15833,958	3966,147
Ptos. Convetidos	7	2661,290	1415,465				
	8	2762,221	1323,077				

Supongamos también que ha configurado los parámetros de la hoja; sistema angular Centesimal, y formato de coordenadas XY.

Configuración	
Formato XY:	XY

El método de mínimos cuadrados requiere una solución inicial a partir de la cual se van produciendo refinamientos sucesivos (iteraciones) hasta obtener la convergencia del sistema y, por tanto, la solución más probable.

1. Supongamos que conocemos la solución inicial, insertada en las celdas C25 a C32:

Parámetros	Sol. inicial
a1	-0,345945
a2	-0,944522
a3	0,000000
b1	0,943475
b2	-0,346028
b3	0,000000
c1	15528,470010
c2	7113,088258

NOTA: si no sabe cómo obtener la solución inicial consulte la metodología incluida en la hoja técnica de cálculo gratuita Transformación bidimensional proyectiva (8 parámetros), versión 1, disponible en www.topoedu.es.



- Al insertar los valores iniciales de los parámetros automáticamente se produce la primera iteración, obteniendo la corrección de la solución inicial en las celdas J72 a J79. Estas correcciones se presentan de forma ordenada, y preparada para su utilización, en las celdas L72 a L79.
- Seleccione por arrastre las celdas L72 a L79 y pulse la combinación de teclas Ctrl.+C. Con ello habrá copiado el contenido de estas celdas. A continuación, seleccione la celda D25 y haga clic en el botón derecho del mouse. Seleccione Pegado especial y Valores.

Parámetros transformación obtenidos por iteración								
Parámetros	Sol. inicial	Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3	Sol. final	Desviación	t-value	
a1	-0,345945	0,002215			-0,3437	0,011800	29,1301956	
a2	-0,944522	-0,002541			-0,9471	0,002568	368,7515941	
a3	0,000000	0,000000			0,0000	0,000001	0,228041465	
b1	0,943475	0,038757			0,9822	0,042789	22,9554326	
b2	-0,346028	0,007924			-0,3381	0,008380	40,34705074	
b3	0,000000	0,000002			0,0000	0,000002	0,893970256	
c1	15528,470010	-2,232146			15526,2379	2,139259	7257,763758	
c2	7113,088258	10,613157			7123,7014	14,678127	485,327672	
Estadísticos del ajuste								
							So	Varianza
							8,08959409	65,44153247

Automáticamente la hoja de cálculo vuelve a procesar todo el método de mínimos cuadrados, obteniéndose una nueva corrección. La correspondiente a la segunda iteración. Si analiza la hoja de cálculo verá que ésta no utiliza las coordenadas de la columna Sol. Inicial, sino las ubicadas en la columna Sol. Final. Estas son la suma de las iniciales y cada una de las correcciones establecidas en las columnas Iteración1, Iteración2,...

- Repita el paso #3 y copie los resultados en la columna Iteración 2.

Parámetros transformación por iteración								
Parámetros	Solución inicial	Iteración1	Iteración2	Iteración3	Solución final	Desviación	t-value	
a1	-0,3459448292	-0,010512	0,000012		-0,3564442	0,017368	19,91895102	
a2	-0,9445215615	-0,001648	0,000003		-0,9461668	0,002866	329,580598	
a3	-0,0000000109	-0,000001	0,000000		-0,0000007	0,000001	0,009378446	
b1	0,9434747032	0,005211	-0,000016		0,9486702	0,028884	32,66402048	
b2	-0,3460276031	0,002093	-0,000004		-0,3439390	0,006187	55,93175692	
b3	-0,0000000632	0,000000	0,000000		0,0000003	0,000002	0,037798005	
c1	15528,47000972	0,055463	0,000311		15528,525784	1,522494	10199,36648	
c2	7113,08825831	-3,870756	0,001964		7109,2194656	11,572027	614,6795421	
Estadísticos del ajuste								
							So	Varianza
							0,03706406	0,001373745

Fíjese en las correcciones que se han aplicado en la iteración #2. Como ve, son bastante más pequeñas que en la iteración anterior. Esta segunda iteración nos ha permitido ver que se produce una convergencia del sistema. Si revisa los datos de corrección de la matriz X verá que las correcciones para la tercera iteración son prácticamente despreciables (<0,0001). En este punto daremos por resuelta la transformación.

La columna Sol. Final (celdas G25 a G32) contiene el resultado final de los parámetros de transformación a_1 , a_2 , a_3 , b_1 , b_2 , b_3 , c_1 y c_2 junto a sus estadísticos desviación estándar y t-value.

Los estadísticos del ajuste, desviación estándar y varianza de referencia, los podemos consultar en las celdas J32 y K32:

Estadísticos del ajuste	
So	Varianza
8,08959409	65,44153261



Los puntos transformados, expresados en el nuevo sistema, y acompañados de sus incertidumbres posicionales, están disponibles en las celdas F36 a F43, para la X, G36 a G43, para la Y, H36 a H43, para la Sx, y I36 a I43, para la Sy.

SOLUCIÓN: Puntos transformados y precisión				
Punto	X	Y	Sx	Sy
1	15752,877	4162,504	0,087	0,008
2	15957,178	4290,433	0,008	0,023
3	16008,623	4222,031	0,016	0,027
4	16022,006	4086,523	0,029	0,016
5	15947,480	4005,719	0,021	0,025
6	15834,051	3966,141	0,041	0,024
7	15945,201	4110,132	0,014	0,015
8	15823,041	4046,733	0,039	0,020

También disponemos de un croquis gráfico, con una representación de la distribución de los puntos en ambos sistemas:



Finalmente, tenemos todas las matrices de cálculo, junto al desarrollo matemático correspondiente a la última iteración:

<table border="1"> <tbody> <tr><td>1214,283</td><td>0,937</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-42058053</td><td>-19124448</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>2669,738</td><td>1214,283</td><td>0,937</td><td>-1112735</td><td>-5054456,5</td></tr> <tr><td>1360,422</td><td>0,937</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-39573972</td><td>-21708503</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>2480,387</td><td>1360,422</td><td>0,937</td><td>-10641933</td><td>-5836801,3</td></tr> <tr><td>1431,337</td><td>0,936</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-40439063</td><td>-22913733</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>2526,080</td><td>1431,337</td><td>0,936</td><td>-10665193</td><td>-6043149</td></tr> <tr><td>1489,636</td><td>0,936</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-42413586</td><td>-23867926</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>2647,206</td><td>1489,636</td><td>0,936</td><td>-10617678</td><td>-6067673,3</td></tr> <tr><td>1447,362</td><td>0,936</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-43623955</td><td>-23891643</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>2747,361</td><td>1447,362</td><td>0,936</td><td>-11007560</td><td>-5800128,4</td></tr> <tr><td>1356,161</td><td>0,937</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>-44713857</td><td>-21473520</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>2823,305</td><td>1356,161</td><td>0,937</td><td>-10200005</td><td>-5378724,7</td></tr> </tbody> </table>	1214,283	0,937	0	0	0	-42058053	-19124448	0	0	2669,738	1214,283	0,937	-1112735	-5054456,5	1360,422	0,937	0	0	0	-39573972	-21708503	0	0	2480,387	1360,422	0,937	-10641933	-5836801,3	1431,337	0,936	0	0	0	-40439063	-22913733	0	0	2526,080	1431,337	0,936	-10665193	-6043149	1489,636	0,936	0	0	0	-42413586	-23867926	0	0	2647,206	1489,636	0,936	-10617678	-6067673,3	1447,362	0,936	0	0	0	-43623955	-23891643	0	0	2747,361	1447,362	0,936	-11007560	-5800128,4	1356,161	0,937	0	0	0	-44713857	-21473520	0	0	2823,305	1356,161	0,937	-10200005	-5378724,7	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">K. Dim 6x7</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,02279</td><td>-0,00057</td></tr> <tr><td>-0,00068</td><td>0,00289</td></tr> <tr><td>0,00747</td><td>-0,02082</td></tr> <tr><td>-0,03000</td><td>-0,00323</td></tr> <tr><td>0,02374</td><td>-0,01708</td></tr> <tr><td>-0,09272</td><td>-0,02645</td></tr> </tbody> </table>	K. Dim 6x7		0,02279	-0,00057	-0,00068	0,00289	0,00747	-0,02082	-0,03000	-0,00323	0,02374	-0,01708	-0,09272	-0,02645	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">V. Dim 6x1</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>-0,02279</td><td>0,00068</td></tr> <tr><td>-0,00289</td><td>0,00747</td></tr> <tr><td>0,02082</td><td>-0,03000</td></tr> <tr><td>-0,00323</td><td>-0,02374</td></tr> <tr><td>-0,01708</td><td>-0,09272</td></tr> <tr><td>-0,02645</td><td></td></tr> </tbody> </table>	V. Dim 6x1		-0,02279	0,00068	-0,00289	0,00747	0,02082	-0,03000	-0,00323	-0,02374	-0,01708	-0,09272	-0,02645		<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="12">W. Dim 12x12</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>6344,444</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1000000</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1000000</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>11111,1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>11111,1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>20408,16</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>40000</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>250000</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>11111,1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>4444,444</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>15625</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>11111,1</td></tr> </tbody> </table>	W. Dim 12x12												6344,444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11111,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11111,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20408,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11111,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4444,444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11111,1
1214,283	0,937	0	0	0	-42058053	-19124448																																																																																																																																																																																																																																																																									
0	0	2669,738	1214,283	0,937	-1112735	-5054456,5																																																																																																																																																																																																																																																																									
1360,422	0,937	0	0	0	-39573972	-21708503																																																																																																																																																																																																																																																																									
0	0	2480,387	1360,422	0,937	-10641933	-5836801,3																																																																																																																																																																																																																																																																									
1431,337	0,936	0	0	0	-40439063	-22913733																																																																																																																																																																																																																																																																									
0	0	2526,080	1431,337	0,936	-10665193	-6043149																																																																																																																																																																																																																																																																									
1489,636	0,936	0	0	0	-42413586	-23867926																																																																																																																																																																																																																																																																									
0	0	2647,206	1489,636	0,936	-10617678	-6067673,3																																																																																																																																																																																																																																																																									
1447,362	0,936	0	0	0	-43623955	-23891643																																																																																																																																																																																																																																																																									
0	0	2747,361	1447,362	0,936	-11007560	-5800128,4																																																																																																																																																																																																																																																																									
1356,161	0,937	0	0	0	-44713857	-21473520																																																																																																																																																																																																																																																																									
0	0	2823,305	1356,161	0,937	-10200005	-5378724,7																																																																																																																																																																																																																																																																									
K. Dim 6x7																																																																																																																																																																																																																																																																															
0,02279	-0,00057																																																																																																																																																																																																																																																																														
-0,00068	0,00289																																																																																																																																																																																																																																																																														
0,00747	-0,02082																																																																																																																																																																																																																																																																														
-0,03000	-0,00323																																																																																																																																																																																																																																																																														
0,02374	-0,01708																																																																																																																																																																																																																																																																														
-0,09272	-0,02645																																																																																																																																																																																																																																																																														
V. Dim 6x1																																																																																																																																																																																																																																																																															
-0,02279	0,00068																																																																																																																																																																																																																																																																														
-0,00289	0,00747																																																																																																																																																																																																																																																																														
0,02082	-0,03000																																																																																																																																																																																																																																																																														
-0,00323	-0,02374																																																																																																																																																																																																																																																																														
-0,01708	-0,09272																																																																																																																																																																																																																																																																														
-0,02645																																																																																																																																																																																																																																																																															
W. Dim 12x12																																																																																																																																																																																																																																																																															
6344,444	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	1000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	1000000	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0	11111,1	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0	0	11111,1	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0	0	0	20408,16	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0	0	0	0	40000	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0	0	0	0	0	250000	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0	0	0	0	0	0	11111,1	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	4444,444	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15625	0																																																																																																																																																																																																																																																																				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11111,1																																																																																																																																																																																																																																																																				
<table border="1"> <tbody> <tr><td>*****</td><td>-0,00030173</td><td>*****</td><td>*****</td><td>0,0021087</td><td>1,4866E-10</td><td>2,27E-10</td></tr> <tr><td>*****</td><td>-0,00131905</td><td>*****</td><td>*****</td><td>0,0093639</td><td>3,3435E-10</td><td>1,5732E-09</td></tr> <tr><td>*****</td><td>0,002893521</td><td>*****</td><td>*****</td><td>-0,476065</td><td>-2,239E-08</td><td>-7,318E-08</td></tr> <tr><td>*****</td><td>-1,49E-06</td><td>5,8382E-05</td><td>1,008E-07</td><td>-3,1E-07</td><td>-0,000398</td><td>-6,16E-12</td><td>-8,56E-11</td></tr> <tr><td>*****</td><td>5,443E-06</td><td>-0,0002467</td><td>-3,08E-07</td><td>1,07E-06</td><td>0,0016937</td><td>5,5463E-11</td><td>3,0746E-10</td></tr> <tr><td>*****</td><td>0,0008089</td><td>-0,4768649</td><td>-0,000398</td><td>0,001694</td><td>3,2829437</td><td>1,5537E-07</td><td>5,0306E-07</td></tr> <tr><td>*****</td><td>3,344E-10</td><td>-2,239E-08</td><td>-8,18E-12</td><td>5,93E-11</td><td>1,59E-07</td><td>1,045E-14</td><td>1,79E-14</td></tr> <tr><td>*****</td><td>1,573E-09</td><td>-7,318E-08</td><td>-8,56E-11</td><td>3,07E-10</td><td>5,03E-07</td><td>1,788E-14</td><td>8,8605E-14</td></tr> </tbody> </table>	*****	-0,00030173	*****	*****	0,0021087	1,4866E-10	2,27E-10	*****	-0,00131905	*****	*****	0,0093639	3,3435E-10	1,5732E-09	*****	0,002893521	*****	*****	-0,476065	-2,239E-08	-7,318E-08	*****	-1,49E-06	5,8382E-05	1,008E-07	-3,1E-07	-0,000398	-6,16E-12	-8,56E-11	*****	5,443E-06	-0,0002467	-3,08E-07	1,07E-06	0,0016937	5,5463E-11	3,0746E-10	*****	0,0008089	-0,4768649	-0,000398	0,001694	3,2829437	1,5537E-07	5,0306E-07	*****	3,344E-10	-2,239E-08	-8,18E-12	5,93E-11	1,59E-07	1,045E-14	1,79E-14	*****	1,573E-09	-7,318E-08	-8,56E-11	3,07E-10	5,03E-07	1,788E-14	8,8605E-14	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">X. Dim 6x7</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>a1</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>b1</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>c1</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>a2</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>b2</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>c2</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>a3</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>b3</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>c3</td><td>0,00000</td></tr> </tbody> </table>	X. Dim 6x7		a1	0,00000	b1	0,00000	c1	0,00000	a2	0,00000	b2	0,00000	c2	0,00000	a3	0,00000	b3	0,00000	c3	0,00000	<table border="1"> <thead> <tr><th colspan="2">Corrección para copiar</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>a1</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>a2</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>a3</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>b1</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>b2</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>b3</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>c1</td><td>0,00000</td></tr> <tr><td>c2</td><td>-0,00003</td></tr> </tbody> </table>	Corrección para copiar		a1	0,00000	a2	0,00000	a3	0,00000	b1	0,00000	b2	0,00000	b3	0,00000	c1	0,00000	c2	-0,00003																																																																																																																																																																										
*****	-0,00030173	*****	*****	0,0021087	1,4866E-10	2,27E-10																																																																																																																																																																																																																																																																									
*****	-0,00131905	*****	*****	0,0093639	3,3435E-10	1,5732E-09																																																																																																																																																																																																																																																																									
*****	0,002893521	*****	*****	-0,476065	-2,239E-08	-7,318E-08																																																																																																																																																																																																																																																																									
*****	-1,49E-06	5,8382E-05	1,008E-07	-3,1E-07	-0,000398	-6,16E-12	-8,56E-11																																																																																																																																																																																																																																																																								
*****	5,443E-06	-0,0002467	-3,08E-07	1,07E-06	0,0016937	5,5463E-11	3,0746E-10																																																																																																																																																																																																																																																																								
*****	0,0008089	-0,4768649	-0,000398	0,001694	3,2829437	1,5537E-07	5,0306E-07																																																																																																																																																																																																																																																																								
*****	3,344E-10	-2,239E-08	-8,18E-12	5,93E-11	1,59E-07	1,045E-14	1,79E-14																																																																																																																																																																																																																																																																								
*****	1,573E-09	-7,318E-08	-8,56E-11	3,07E-10	5,03E-07	1,788E-14	8,8605E-14																																																																																																																																																																																																																																																																								
X. Dim 6x7																																																																																																																																																																																																																																																																															
a1	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
b1	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
c1	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
a2	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
b2	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
c2	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
a3	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
b3	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
c3	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
Corrección para copiar																																																																																																																																																																																																																																																																															
a1	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
a2	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
a3	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
b1	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
b2	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
b3	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
c1	0,00000																																																																																																																																																																																																																																																																														
c2	-0,00003																																																																																																																																																																																																																																																																														
<table border="1"> <tbody> <tr><td>1214,28</td><td>1,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>*****</td><td>*****</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>2669,74</td><td>1214,28</td><td>1,00</td><td>-1112734,93</td><td>-5054456,50</td></tr> <tr><td>1360,42</td><td>1,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>*****</td><td>*****</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>2480,39</td><td>1360,42</td><td>1,00</td><td>*****</td><td>-5836801,33</td></tr> <tr><td>1431,34</td><td>1,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>*****</td><td>*****</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>2526,08</td><td>1431,34</td><td>1,00</td><td>-10665189,51</td><td>-6043149,36</td></tr> <tr><td>1489,70</td><td>1,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>*****</td><td>*****</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>2647,21</td><td>1489,70</td><td>1,00</td><td>*****</td><td>-6067673,27</td></tr> <tr><td>1447,36</td><td>1,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>*****</td><td>*****</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>2747,36</td><td>1447,36</td><td>1,00</td><td>*****</td><td>-5800128,41</td></tr> <tr><td>1356,16</td><td>1,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>*****</td><td>*****</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>2823,31</td><td>1356,16</td><td>1,00</td><td>*****</td><td>-5378724,73</td></tr> <tr><td>1410,45</td><td>1,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>*****</td><td>*****</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>2651,85</td><td>1410,45</td><td>1,00</td><td>*****</td><td>-5797194,72</td></tr> <tr><td>1318,62</td><td>1,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>*****</td><td>*****</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td><td>2752,32</td><td>1318,62</td><td>1,00</td><td>-11140330,98</td><td>-5338110,21</td></tr> </tbody> </table>	1214,28	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****	0,00	0,00	2669,74	1214,28	1,00	-1112734,93	-5054456,50	1360,42	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****	0,00	0,00	2480,39	1360,42	1,00	*****	-5836801,33	1431,34	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****	0,00	0,00	2526,08	1431,34	1,00	-10665189,51	-6043149,36	1489,70	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****	0,00	0,00	2647,21	1489,70	1,00	*****	-6067673,27	1447,36	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****	0,00	0,00	2747,36	1447,36	1,00	*****	-5800128,41	1356,16	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****	0,00	0,00	2823,31	1356,16	1,00	*****	-5378724,73	1410,45	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****	0,00	0,00	2651,85	1410,45	1,00	*****	-5797194,72	1318,62	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****	0,00	0,00	2752,32	1318,62	1,00	-11140330,98	-5338110,21																																																																																																																																																															
1214,28	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****																																																																																																																																																																																																																																																																									
0,00	0,00	2669,74	1214,28	1,00	-1112734,93	-5054456,50																																																																																																																																																																																																																																																																									
1360,42	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****																																																																																																																																																																																																																																																																									
0,00	0,00	2480,39	1360,42	1,00	*****	-5836801,33																																																																																																																																																																																																																																																																									
1431,34	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****																																																																																																																																																																																																																																																																									
0,00	0,00	2526,08	1431,34	1,00	-10665189,51	-6043149,36																																																																																																																																																																																																																																																																									
1489,70	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****																																																																																																																																																																																																																																																																									
0,00	0,00	2647,21	1489,70	1,00	*****	-6067673,27																																																																																																																																																																																																																																																																									
1447,36	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****																																																																																																																																																																																																																																																																									
0,00	0,00	2747,36	1447,36	1,00	*****	-5800128,41																																																																																																																																																																																																																																																																									
1356,16	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****																																																																																																																																																																																																																																																																									
0,00	0,00	2823,31	1356,16	1,00	*****	-5378724,73																																																																																																																																																																																																																																																																									
1410,45	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****																																																																																																																																																																																																																																																																									
0,00	0,00	2651,85	1410,45	1,00	*****	-5797194,72																																																																																																																																																																																																																																																																									
1318,62	1,00	0,00	0,00	0,00	*****	*****																																																																																																																																																																																																																																																																									
0,00	0,00	2752,32	1318,62	1,00	-11140330,98	-5338110,21																																																																																																																																																																																																																																																																									



Qui. Dim. 16x16															
0,087453298	#NUM!	0,00563618	#NUM!	#NUM!	0,0386967	0,02041869	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0,03122533	0,007793	0,004095	0,02605	0,047581	0,033779
#NUM!	0,00808	0,00065762	0,001142	#NUM!	0,0009418	0,00149714	#NUM!	0,0018458	#NUM!	#NUM!	0,001264	0,001726	0,004235	#NUM!	0,00557
0,005636188	0,0006576	0,00796993	#NUM!	0,005011	#NUM!	#NUM!	0,00159278	#NUM!	0,003904	0,00457393	#NUM!	0,004737	#NUM!	0,00572	#NUM!
#NUM!	0,001142	#NUM!	0,0234405	0,006503	0,0160052	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0,01318913	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0,008466	#NUM!
#NUM!	#NUM!	0,00501101	0,0065032	0,015793	0,0098427	0,01912321	#NUM!	0,0066615	#NUM!	#NUM!	0,007772	0,00413	0,004611	#NUM!	0,008818
0,03869672	0,0009418	#NUM!	0,0160052	0,009843	0,0271356	0,01938853	0,01088378	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0,01768	0,010564	0,017666
0,020418694	0,0014971	#NUM!	#NUM!	0,019123	0,0193885	0,02863861	#NUM!	0,0133393	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0,008995	0,013387	#NUM!	0,016879
#NUM!	#NUM!	0,00159278	#NUM!	#NUM!	0,0108838	#NUM!	0,0158541	0,004381	0,013287	#NUM!	0,002522	0,00399	0,013019	#NUM!	0,006854
#NUM!	0,0018458	#NUM!	#NUM!	0,006662	#NUM!	0,01333932	0,00438104	0,0211679	0,009974	0,02346005	#NUM!	0,016858	#NUM!	0,018805	#NUM!
#NUM!	#NUM!	0,0039035	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0,01328689	0,0099735	0,024749	0,01584192	0,016514	0,008041	#NUM!	#NUM!	#NUM!
0,031225334	#NUM!	0,00457393	0,0131891	#NUM!	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0,02346	0,015842	0,04130046	0,012112	0,01989	#NUM!	0,037735	#NUM!
0,007793335	0,0012637	#NUM!	#NUM!	0,007772	#NUM!	#NUM!	0,00252191	#NUM!	0,016514	0,0121125	0,023814	#NUM!	0,0038	0,009695	0,01609
0,00409479	0,0017261	0,00473668	#NUM!	0,00413	#NUM!	0,00899469	0,00399042	0,0168578	0,008041	0,01988998	#NUM!	0,013875	#NUM!	0,016888	#NUM!
0,02604974	0,0042353	#NUM!	#NUM!	0,004611	0,0176804	0,01338714	0,01301928	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0,0038	#NUM!	0,015062	0,003833	0,014597
0,047580921	#NUM!	0,00572031	0,0084658	#NUM!	0,0105636	#NUM!	#NUM!	0,0188051	#NUM!	0,03779453	0,009695	0,016888	0,003833	0,038712	0,009554
0,033778685	0,0055703	#NUM!	#NUM!	0,008818	0,0178663	0,01687875	0,00685382	#NUM!	#NUM!	#NUM!	0,01609	#NUM!	0,014597	0,009554	0,020348

Notas

Si usted es docente, y este artículo le ha ayudado a complementar explicaciones y ejercicios de clase para sus alumnos, por favor, sea comprensivo con los trabajos de investigación y cite al autor de este documento y a su web de referencia (www.topoedu.es).