
www.topoedu.es

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



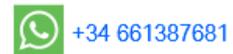
Facebook



Twitter



Google+



+34 661387681



LinkedIn

Hojas técnicas de cálculo:

Transformación bidimensional conforme (4 parámetros)

Solución mediante mínimos cuadrados. Versión 2

Versión 1. Febrero de 2015



	Contenido
Descripción del funcionamiento	3
Resolución del ejemplo	4
Notas	6



Transformación bidimensional conforme (4 parámetros)

Solución mediante mínimos cuadrados. Versión 2

Descripción del funcionamiento

Este libro de cálculo contiene una hoja de trabajo llamada 4p MMCC_v2 (versión 2, de las disponibles actualmente en www.topoedu.es para este tipo de conversión).

La ecuación del sistema es:

$$\begin{aligned} ax - by + c &= X + vx \\ bx + ay + d &= Y + vy \end{aligned}$$

Esta hoja de cálculo muestra el proceso de resolución de una transformación bidimensional conforme (transformación de 4 parámetros) a través del método de mínimos cuadrados, en un único proceso de ajuste. En ella se utilizan 3 puntos de control. La hoja es capaz de transformar 4 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.

Transformación bidimensional conforme (transformación de 4 parámetros)
Solución mediante mínimos cuadrados: Uso de tres puntos de control
www.topoedu.es Así de simple, así de sencillo...

Configuración

Formato XY:	XY
Formato angular:	Centesimal
Factor conver.:	200,0000

Formulación:

$$\begin{aligned} ax - by + c &= X + vx \\ bx + ay + d &= Y + vy \end{aligned}$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{b}{a}\right) \quad X = x(\text{Scos}\theta) - y(\text{Ssen}\theta) + Tx$$

$$S = \frac{a}{\text{cos}\theta} \quad Y = x(\text{Ssen}\theta) + y(\text{Scos}\theta) + Ty$$

Datos iniciales

	Pto. control	1	Sistema inicial		Sistema destino	
			x	y	X	Y
	2		16546,306	16220,259	42513,815	55705,000
	3		16605,104	16226,960	42517,780	55764,027
	4		16607,661	16207,844	42537,068	55763,105
	Ptos. a convertir	5	16573,148	16203,347		
		6	16575,387	16187,712		
		7	16562,922	16186,435		
		8	16547,903	16204,624		

Parámetros transformación

	Desviación	t-value
a	0,179776776	0,0003 644,4997753
b	0,983511435	0,0003 3525,888675
c=Tx	55491,98279	6,4708 8575,718726
d=Ty	36515,48866	6,4708 5643,095527
θ	88,49025	So
S	0,999807198	0,014216 0,000202

Puntos transformados y precisión

Punto	X	Y	Sx	Sy
1	42513,814	55704,996	0,014	0,014
2	42517,794	55764,029	0,010	0,010
3	42537,055	55763,107	0,011	0,011
4	42535,273	55728,355	0,010	0,010
5	42551,053	55727,746	0,012	0,012

Otras plantillas de cálculo ¡Hazte profesional y destaca!
Hazte con ellas sólo en www.topoedu.es/calculo.php

- Conversión de datum utilizando rejilla NTV2 (incluida)
- Conversión de datum utilizando parámetros de transformación
- Conversión de coordenadas geográficas a geocéntricas
- Conversión de coordenadas Geográficas a UTM y viceversa (base)
- Ajuste planimétrico de poligonal cerrada mediante mínimos cuadrados
- Ajuste altimétrico de poligonal cerrada mediante mínimos cuadrados
- Intersección inversa por mínimos cuadrados
- Intersección directa por mínimos cuadrados
- Bisección inversa por mínimos cuadrados
- Transformación de 4 parámetros por resolución simple del sistema
- Transformación de 4 parámetros por mínimos cuadrados, sin control
- Transformación de 4 parámetros por mínimos cuadrados, considerando los puntos de control
- Transformación de 6 parámetros por resolución simple del sistema
- Transformación de 6 parámetros por mínimos cuadrados, sin control
- Transformación de 6 parámetros por mínimos cuadrados, considerando los puntos de control
- Transformación de 7 parámetros por resolución simple del sistema
- Transformación de 7 parámetros por mínimos cuadrados, considerando los puntos de control
- Transformación de 8 parámetros por resolución simple del sistema
- Transformación de 8 parámetros por mínimos cuadrados, considerando los puntos de control
- Transformación de 8 parámetros por mínimos cuadrados, considerando los puntos de control y los puntos de ajuste

¡Y muchas otras más que saldrán próximamente! Estimación de...

Fig. 1. Captura parcial de la hoja de cálculo



Resolución del ejemplo

Esta hoja se acompaña con un ejemplo ya resuelto.

Supongamos que ya tenemos las coordenadas de los puntos de control insertadas en las celdas E14 a E16, para la X, y F14 a F16, para la Y. Del mismo modo, hemos insertado las coordenadas de estos puntos de control, expresadas en el sistema destino, en las celdas G14 a G16, para la X, y H14 a H16, para la Y.

Datos iniciales					
		Sistema inicial		Sistema destino	
		x	y	X	Y
Pto. control	1	16546,306	16220,259	42513,815	55705,000
Pto. control	2	16605,104	16226,960	42517,780	55764,027
Ptos. a convertir	3	16607,661	16207,844	42537,068	55763,105
	4	16573,148	16203,347		
	5	16575,387	16187,712		
	6	16562,922	16186,435		
	7	16547,903	16204,624		

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

Configuración	
Formato XY:	XY
Formato angular:	Centesimal
Factor conver.:	200,0000

Hecho esto, automáticamente la hoja de cálculo procesa todos los datos mostrando varios resultados:

1. Por un lado, los parámetros de transformación $a, b, c, y d$ junto a sus estadísticos desviación estándar y t-value. Estos datos aparecen en las celdas C23 a C26, D23 a D26, y E23 a E26 respectivamente. Así mismo, y para complementar los parámetros de conversión, también se expresa el ángulo de rotación, celda C27, y el factor de escala, celda C28. En el mismo bloque de datos también podemos ver los estadísticos del ajuste del sistema; la desviación estándar (S_0), en la celda D28, y la varianza de referencia, en la celda E28.

Parámetros transformación	Desviación	t-value
a	0,179776776	0,0003 644,4997753
b	0,983511435	0,0003 3525,888675
c=Tx	55491,98279	6,4708 8575,718726
d=Ty	36515,48866	6,4708 5643,095527
θ	88,49025	S_0 Ref. Varianza
S	0,999807198	0,014216 0,000202

2. Los puntos transformados, expresados en el nuevo sistema, y acompañados de sus incertidumbres posicionales (celdas H24 a H30, para la X, I24 a I30, para la Y, J24 a J30, para la S_x , y K24 a K30, para la S_y).



Puntos transformados y precisión				
Punto	X	Y	Sx	Sy
1	42513,814	55704,996	0,014	0,014
2	42517,794	55764,029	0,010	0,010
3	42537,055	55763,107	0,011	0,011
4	42535,273	55728,355	0,010	0,010
5	42551,053	55727,746	0,012	0,012
6	42550,068	55715,257	0,014	0,014
7	42529,478	55703,756	0,014	0,014

3. Un croquis gráfico, con una representación de la distribución de los puntos en ambos sistemas:



4. Finalmente, todas las matrices de cálculo, junto al desarrollo matemático:

Proceso de cálculo											
J. Dim 6x4				K. Dim 6x1				V. Dim 6x1			
16546,306	-16220,259	1	0	42513,82				-0,001			
16220,259	16546,306	0	1	55705,00				-0,004			
16605,104	-16226,960	1	0	42517,78				0,014			
16226,960	16605,104	0	1	55764,03				0,002			
16607,661	-16207,844	1	0	42537,06788				-0,013			
16207,844	16607,661	0	1	55763,10469				0,002			
Qxx. Dim 6x4				X. Dim 4x1							
0,000384979	-1,77097E-14	-6,385396415	-6,24372318	0,179776776							
1,77097E-14	0,000384979	6,243723176	-6,38539642	0,983511435							
-6,385396415	6,243723177	207173,7127	-9,5304E-06	55491,98279							
-6,243723177	-6,385396415	9,53036E-06	207173,7127	36515,48866							
J. Puntos a transformar				Tranformados							
16546,306	-16220,259	1	0	42513,81413							
16220,259	16546,306	0	1	55704,99569							
16605,104	-16226,960	1	0	42517,79413							
16226,960	16605,104	0	1	55764,02888							
16607,661	-16207,844	1	0	42537,05463							
16207,844	16607,661	0	1	55763,10711							
16573,148	-16203,347	1	0	42535,27284							
16203,347	16573,148	0	1	55728,35472							
16575,387	-16187,712	1	0	42551,05256							
16187,712	16575,387	0	1	55727,74599							
16562,922	-16186,435	1	0	42550,06759							
16186,435	16562,922	0	1	55715,25695							
16547,903	-16204,624	1	0	42529,47843							
16204,624	16547,903	0	1	55703,75555							



Qii. Dim 14x14

0,01387305	2,97425E-08	0,003197525	#iNUM!	#iNUM!	0,005440205	0,01031059	0,006980289	0,0098496	0,00985472	0,01014605	0,013607636	0,006963203
#iNUM!	0,01387305	0,005440205	0,003197525	#iNUM!	#iNUM!	#iNUM!	0,010310591	#iNUM!	0,00984956	0,0116477	#iNUM!	0,013607636
0,003197525	0,005440205	0,010023833	6,59207E-08	0,009560712	#iNUM!	0,00616875	#iNUM!	0,0055543	#iNUM!	#iNUM!	0,001443839	0,002391734
#iNUM!	0,003197525	#iNUM!	0,010023833	0,005440205	0,009560712	0,00361193	0,006168746	0,0061116	0,00555431	0,00343703	#iNUM!	0,001443839
#iNUM!	#iNUM!	0,009560712	0,005440205	0,010548861	5,36459E-08	0,00759914	#iNUM!	0,0086165	#iNUM!	#iNUM!	0,00385437	#iNUM!
0,005440205	#iNUM!	#iNUM!	0,009560712	#iNUM!	0,010548861	0,00597314	0,007599137	0,0077307	0,00861651	0,00739097	0,007362513	0,00385437
0,010310591	#iNUM!	0,006168746	0,003611926	0,007599137	0,005973142	0,00992316	5,63484E-08	0,0106969	0,00432244	0,00233254	0,011087095	#iNUM!
0,006980289	0,010310591	#iNUM!	0,006168746	#iNUM!	0,007599137	#iNUM!	0,009923156	#iNUM!	0,01069694	0,01134578	0,00554893	0,011087095
0,009849563	#iNUM!	0,005554313	0,006111573	0,008616514	0,007730729	0,01069694	#iNUM!	0,0122389	5,1432E-08	#iNUM!	0,011529432	#iNUM!
0,009854719	0,009849563	#iNUM!	0,005554313	#iNUM!	0,008616514	0,00432244	0,010696944	#iNUM!	0,01223889	0,01278572	0,008942186	0,011529432
0,011647701	#iNUM!	0,003437027	0,005555866	0,007390974	0,008489676	0,01134578	#iNUM!	0,0127857	0,00535062	6,4478E-08	0,01309914	#iNUM!
0,010146046	0,011647701	#iNUM!	0,003437027	#iNUM!	0,007390974	0,00233254	0,011345782	#iNUM!	0,01278572	0,01376136	0,008394453	0,01309914
0,013607636	#iNUM!	0,001443839	#iNUM!	0,00385437	0,007362513	0,0110871	0,00554893	0,0115294	0,00894219	0,00839445	0,014038973	2,73268E-08
0,006963203	0,013607636	0,002391734	0,001443839	#iNUM!	0,00385437	#iNUM!	0,011087095	#iNUM!	0,01152943	0,01309914	#iNUM!	0,014038973

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).