SISTEMA DE TRANSFORMACION DE SISTEMAS GEODÉSICOS

MODELO MOLODENSKY-BADEKAS

La transformación de tres sistemas de coordenadas conformes, se aplica en procesos de reducir datos de mediciones GNSS a otro sistema [1], en este caso se reduce a la trasformación de mediciones tridimensionales a un sistema local.

Este modelo permite transformar coordenadas referidas al sistema global a coordenadas locales, con lo cual se puede trabajar en cartografía que se encuentra referida a un sistema local utilizando mediciones efectuadas en un sistema global. Se debe tener la precaución que las redes son consistentes entre si y considerar que el factor de escala es igual en todas las direcciones.

El modelo elimina la alta correlación que existe entre los parámetros mediante la reducción de los puntos idénticos a su centro de gravedad. La ecuación de transformación está dada por [2,3]:

$$\begin{vmatrix} X_L \\ Y_L \\ Z_L \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} X_G \\ Y_G \\ Z_G \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1+S & -Rz & Ry \\ Rz & 1+S & -Rx \\ -Ry & Rx & 1+S \end{vmatrix} \begin{vmatrix} Xg - \overline{Xg} \\ Yg - \overline{Yg} \\ Zg - \overline{Zg} \end{vmatrix}$$

X_L, Y_L, Z_L = Coordenadas Locales Obtenidas por transformación

$\triangle X$, $\triangle Y$, $\triangle Z$ = Traslaciones en el sistema

1+S = Factor de escala

R_x, R_y, R_z = Rotaciones de los ejes en el sistema

$\begin{matrix} Xgi - \overline{Xg} \\ Ygi - \overline{Yg} \\ Zgi - \overline{Zg} \end{matrix}$ = Coordenadas Globales menos su centro de gravedad (coordenadas promedio en el sistema global)

$\overline{Xg} = \frac{1}{n}\sum_1^n Xig$ = coordenada promedio en el sistema global (X_{gp})

$\overline{Yg} = \frac{1}{n}\sum_1^n Yig$ = coordenada promedio en el sistema global (Y_{gp})

$\overline{Zg} = \frac{1}{n}\sum_1^n Zig$ = coordenada promedio en el sistema global (Z_{gp})

Obteniendo las ecuaciones del sistema de matrices, se pueden calcular las coordenadas transformadas del sistema global al sistema local:

X_{Li} = Xgp +△X+(1+S)*(Xgi-Xgp) –Rz*((Ygi-Ygp) +Ry*(Zgi-Zgp)

Y_{Li} = Ygp +△Y + Rz*(Xgi-Xgp) +(1+S)*(Ygi-Ygp) – Rx*(Zgi-Zgp)

Z_{Li} = Zgp + △Z – Ry*(Xig – Xgp) + Rx*(Ygi –Ygp) + (1+S)*(Zgi-Zgp)

Agrupando las variables a calcular tenemos:

Xgi-Xgp = X'

Ygi-Ygp = Y'

Zgi – Zgp = Z'

$$\begin{matrix} X_l \\ Y_l = \\ Z_l \end{matrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & Z' & -Y' & X' \\ 0 & 1 & 0 & -Z' & 0 & X' & Z' \\ 0 & 0 & 0 & Y' & -X' & 0 & Z' \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \\ Rx \\ Ry \\ Rz \\ S \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} Xgp \\ Ygp \\ Zgp \end{vmatrix}$$

En el caso de tener n puntos comunes en ambos sistemas geodésicos para transformar, las Ecuaciones de Condiciones quedan de la siguiente forma:

$$\begin{vmatrix} X_{l1} \\ Y_{l1} \\ Z_{l1} \\ X_{l2} \\ Y_{l2} \\ Z_{l2} \\ \\ \\ X_{ln} \\ Y_{ln} \\ Z_{ln} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & Z'1 & -Y'1 & X'1 \\ 0 & 1 & 0 & -Z'1 & 0 & X'1 & Y'1 \\ 0 & 0 & 1 & Y'1 & -X'1 & 0 & Z'1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & Z'2 & -Y'2 & X'2 \\ 0 & 1 & 0 & -Z'2 & 0 & X'2 & Y'2 \\ 0 & 0 & 1 & Y'2 & -X'2 & 0 & Z'2 \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ 1 & 0 & 0 & 0 & Z'n & -Y'n & X'n \\ 0 & 1 & 0 & -Z'n & 0 & X'n & Y'n \\ 0 & 0 & 1 & Y'n & -X'n & 0 & Z'n \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \\ Rx \\ Ry \\ Rz \\ S \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} X_{gp} \\ Y_{Gp} \\ Z_{gp} \\ X_{gp} \\ Y_{gp} \\ Z_{Gp} \\ \\ \\ X_{gp} \\ Y_{Gp} \\ X_{Gp} \end{vmatrix}$$

La solución matricial queda de la siguiente Forma.

$$A * X = L + v$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & Z'1 & -Y'1 & X'1 \\ 0 & 1 & 0 & -Z'1 & 0 & X'1 & Y'1 \\ 0 & 0 & 1 & Y'1 & -X'1 & 0 & Z'1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & Z'2 & -Y'2 & X'2 \\ 0 & 1 & 0 & -Z'2 & 0 & X'2 & Y'2 \\ 0 & 0 & 1 & Y'2 & -X'2 & 0 & Z'2 \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ 1 & 0 & 0 & 0 & Z'n & -Y'n & X'n \\ 0 & 1 & 0 & -Z'n & 0 & X'n & Y'n \\ 0 & 0 & 1 & Y'n & -X'n & 0 & Z'n \end{vmatrix}$$ = Matriz A

$$\begin{vmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \\ Rx \\ Ry \\ Rz \\ S \end{vmatrix}$$ = Matriz de parámetros de Transformación

$$\begin{vmatrix} X_{gp} \\ Y_{Gp} \\ Z_{gp} \\ X_{gp} \\ Y_{gp} \\ Z_{Gp} \\ \\ \\ X_{gp} \\ Y_{Gp} \\ X_{Gp} \end{vmatrix}$$ = Matriz de coordenadas promedios del sistema a transformar

$$\begin{vmatrix} vx1 \\ vy1 \\ vz1 \\ vx2 \\ vy2 \\ vz2 \\ \\ \\ vxn \\ vyn \\ vzn \end{vmatrix}$$ = matriz de valores residuales

Matriz L:

$$\begin{vmatrix} Lx1 \\ Ly1 \\ Lz1 \\ Lx2 \\ Ly2 \\ Lz2 \\ \\ \\ \\ Lxn \\ Lyn \\ Lzn \end{vmatrix} = \begin{bmatrix} Xl1 - Xg1 \\ Yl1 - Yg1 \\ Zl1 - Zg1 \\ Xl2 - Xg2 \\ Yl2 - Yg2 \\ Zl3 - Zg3 \\ \\ \\ \\ Xln - Xgn \\ Yln - Ygn \\ Zln - Zgn \end{bmatrix}$$

La matriz L queda conformada mediante la diferencia existente entre las coordenadas del sistema local menos las coordenadas en el sistema global.

La solución matricial queda determinada por:

(A^t*A) = Matriz de ecuaciones normales

$(A^t*A)^{-1}$ = Matriz Covarianza

$\{ [inv (A^t*A)] * A^t \} * L = X$, Matriz resultados de los parámetros de transformación ajustados

Los valores residuales son:

$A* X - L = v$

Precisión y Exactitud del ajuste, de los parámetros obtenidos y de las coordenadas transformadas

1.- La precisión del ajuste queda definido por:

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{v^t * v}{\Gamma}}$$

Γ = grados de libertad del ajuste

Γ = Número de ecuaciones totales – Número de ecuaciones mínimas

2.- La matriz dispersión del vector X de los parámetros de transformación queda definida por:

$\sigma_0^2 * [(A^t * A)^{-1}]$ = Matriz dispersión del vector X, genera la varianza de los valores ajustados de la matriz X [1]

En la matriz $(A^t * A)^{-1}$, se considera la matriz diagonal, la que al multiplicarse por σ_0^2, determina la varianza de los parámetros ajustados.[1].

3.- La Exactitud de las coordenadas locales originales respecto a sus transformadas queda definida por:

$$\sqrt{Dif\Delta X^2 + Dif\Delta Y^2 + Dif\Delta Z^2}$$

Referencias Bibliográficas

[1] Wolf Paul R. and Ghilani Charles, “Adjustment Computations”, Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, Inc, New York, 1997

[2] Ramirez Manuel y Serpas Juan G., Transformación de Datum”, Uniciencia 21, pp 105-115, 2004, Escuela de topografía, catastro y geodesia, Universidad Nacional, mramire@una.ac.cr, jserpa@una.ac.cr.

[3] Hoar Gregory J. “Topografía por satélites”, Magnavox , Magnavox Advanced, products and Systems Company, California, 1983.

APLICACIÓN

Se utilizarán 21 puntos de la zona a estudiar. Los parámetros de transformación a obtener corresponden a los que permitirán pasar mediciones en el sistema Global GPS a un sistema local referido al Astro Hito XXII. En ambos sistemas se han calculado sus coordenadas geocéntricas X, Y, Z.

Como datos de entrada en cada punto se conocían sus coordenadas geodésicas en ambos sistemas, sus cotas ortométrica y elipsoidales.

El método de transformación corresponde al de Molodesnky-Badekas

Datum Local						WGS-84	
MC= 69°							
	x	y	z		X	Y	Z
E-B	1433915.957	3627329.372	5029832.619		1433843.366	3627139.568	5029744.602
1	1434962.475	3627709.926	5029261.89		1434888.946	3627519.41	5029174.652
2	1436709.472	3632162.525	5025636.303		1436636.064	3631972.308	5025548.84
3	1430795.77	3634804.688	5025462.404		1430721.796	3634615.213	5025374.571
4	1427132.374	3636654.359	5025172.943		1427058.239	3636464.408	5025085.501
5	1426928.412	3638476.986	5023909.482		1426854.561	3638286.599	5023822.281
6	1419745.343	3643283.471	5022462.413		1419671.261	3643092.843	5022375.459
7	1411836.574	3647098.751	5021943.83		1411762.291	3646908.437	5021856.71
8	1409079.22	3650884.624	5020010.537		1409005.097	3650694.152	5019923.498
9	1404691.779	3656837.332	5016880.877		1404617.641	3656646.977	5016793.778
12	1384719.449	3669402.55	5013324.622		1384645.046	3669211.851	5013237.861
13	1374407.264	3673329.43	5013488.959		1374333.035	3673139.181	5013401.816
15	1363542.7	3682754.978	5009477.176		1363468.787	3682564.67	5009390.007
17	1349764.408	3694656.239	5004344.021		1349690.785	3694465.827	5004256.868
18	1346210.22	3697761.231	5003052.887		1346135.508	3697572.184	5002965.028
20	1338074.687	3700779.315	5003113.713		1338000.15	3700589.436	5003026.452
21	1330017.168	3703667.279	5003078.035		1329942.595	3703477.119	5002990.937
22	1325704.579	3705279.012	5003140.358		1325629.721	3705087.91	5003054.022
A -P- D	1434956.846	3627712.15	5029262.901		1434883.546	3627521.998	5029175.338
Y- C	1415086.002	3652535.882	5017145.914		1415012.323	3652345.864	5017058.441
M-A	1374417.13	3673297.198	5013508.463		1374343.099	3673106.479	5013421.608

Las coordenadas promedio en el sistema global (WGS-84) son:

	Xgp	Ygp	Zgp
Promedio	1391865.02	3662264.14	5016096.68

Diferencias entre cada una de las coordenadas del sistema global y su valor promedio. Con estos valores se forma la Matriz A

Puntos	**Xi-Xgp**	**Yi-Ygp**	**Zi-Zgpp**
E-B	39979.37283	-33451.97606	12998.01816
1	41024.95232	-33072.13434	12428.06727
2	42772.07113	-28619.23632	8802.25544
3	36857.80283	-25976.33163	8627.986683
4	33194.24574	-24127.13657	8338.916237
5	32990.56763	-22304.94572	7075.696493
6	25807.26765	-17498.70128	5628.875197
7	17898.29778	-13683.1073	5110.125945
8	15141.10348	-9897.392118	3176.913985
9	10753.64808	-3944.567647	47.19321511
12	-9218.947152	8620.306258	-3508.723792
13	-19530.95775	12547.63634	-3344.767874
15	-30395.20601	21973.12584	-7356.577629
17	-44173.20867	33874.28228	-12489.71595
18	-47728.48536	36980.63956	-13781.55669
20	-55863.84347	39997.89173	-13720.13191
21	-63921.39771	42885.57432	-13755.64714
22	-68234.27241	44496.36512	-13692.56186
A -P- D	41019.55321	-33069.5466	12428.75328
Y- C	21148.33012	-8245.680747	311.8568533
M-A	-19520.89427	12514.9349	-3324.975903

A=

1	0	0	0	12998.01816	33451.97606	39979.37283
0	1	0	-12998.01816	0	39979.37283	-33451.97606
0	0	1	-33451.97606	-39979.37283	0	12998.01816
1	0	0	0	12428.06727	33072.13434	41024.95232
0	1	0	-12428.06727	0	41024.95232	-33072.13434
0	0	1	-33072.13434	-41024.95232	0	12428.06727
1	0	0	0	8802.25544	28619.23632	42772.07113
0	1	0	-8802.25544	0	42772.07113	-28619.23632
0	0	1	-28619.23632	-42772.07113	0	8802.25544
1	0	0	0	8627.986683	25976.33163	36857.80283
0	1	0	-8627.986683	0	36857.80283	-25976.33163
0	0	1	-25976.33163	-36857.80283	0	8627.986683
1	0	0	0	8338.916237	24127.13657	33194.24574
0	1	0	-8338.916237	0	33194.24574	-24127.13657
0	0	1	-24127.13657	-33194.24574	0	8338.916237
1	0	0	0	7075.696493	22304.94572	32990.56763
0	1	0	-7075.696493	0	32990.56763	-22304.94572
0	0	1	-22304.94572	-32990.56763	0	7075.696493
1	0	0	0	5628.875197	17498.70128	25807.26765
0	1	0	-5628.875197	0	25807.26765	-17498.70128
0	0	1	-17498.70128	-25807.26765	0	5628.875197
1	0	0	0	5110.125945	13683.1073	17898.29778
0	1	0	-5110.125945	0	17898.29778	-13683.1073
0	0	1	-13683.1073	-17898.29778	0	5110.125945
1	0	0	0	3176.913985	9897.392118	15141.10348
0	1	0	-3176.913985	0	15141.10348	-9897.392118
0	0	1	-9897.392118	-15141.10348	0	3176.913985
1	0	0	0	47.19321511	3944.567647	10753.64808
0	1	0	-47.19321511	0	10753.64808	-3944.567647
0	0	1	-3944.567647	-10753.64808	0	47.19321511
1	0	0	0	-3508.723792	-8620.306258	-9218.947152
0	1	0	8620.306258	0	-9218.947152	8620.306258
0	0	1	8620.306258	9218.947152	0	-3508.723792
1	0	0	0	-3344.767874	-12547.63634	-19530.95775
0	1	0	3344.767874	0	-19530.95775	12547.63634
0	0	1	12547.63634	19530.95775	0	-3344.767874
1	0	0	0	-7356.577629	-21973.12584	-30395.20601
0	1	0	7356.577629	0	-30395.20601	21973.12584
0	0	1	21973.12584	30395.20601	0	-7356.577629
1	0	0	0	-12489.71595	-33874.28228	-44173.20867
0	1	0	12489.71595	0	-44173.20867	33874.28228
0	0	1	33874.28228	44173.20867	0	-12489.71595
1	0	0	0	-13781.55669	-36980.63956	-47728.48536
0	1	0	13781.55669	0	-47728.48536	36980.63956
0	0	1	36980.63956	47728.48536	0	-13781.55669
1	0	0	0	-13720.13191	-39997.89173	-55863.84347
0	1	0	13720.13191	0	-55863.84347	39997.89173
0	0	1	39997.89173	55863.84347	0	-13720.13191
1	0	0	0	-13755.64714	-42885.57432	-63921.39771
0	1	0	13755.64714	0	-63921.39771	42885.57432
0	0	1	42885.57432	63921.39771	0	-13755.64714
1	0	0	0	-13692.56186	-44496.36512	-68234.27241
0	1	0	13692.56186	0	-68234.27241	44496.36512
0	0	1	44496.36512	68234.27241	0	-13692.56186
1	0	0	0	12428.75328	33069.5466	41019.55321
0	1	0	-12428.75328	0	41019.55321	-33069.5466
0	0	1	-33069.5466	-41019.55321	0	12428.75328
1	0	0	0	311.8568533	8245.680747	21148.33012
0	1	0	-311.8568533	0	21148.33012	-8245.680747
0	0	1	-8245.680747	-21148.33012	0	311.8568533
1	0	0	0	-3324.975903	-12514.9349	-19520.89427
0	1	0	3324.975903	0	-19520.89427	12514.9349
0	0	1	12514.9349	19520.89427	0	-3324.975903

Diferencias entre los valores de las coordenadas del sistema local y las coordenadas del sistema global. Con estos valores se puede formar la matriz **L**

L =

72.59082858
189.8040715
88.01701254
73.52913388
190.5155992
87.23820327
73.40786608
190.216579
87.46352951
73.97408277
189.4747483
87.83309583
74.13538186
189.9513406
87.44285166
73.85147898
190.3869844
87.20157975
74.08191845
190.6280063
86.95309365
74.28341079
190.3143502
87.11970559
74.12345392
190.4717515
87.03864411
74.13812307
190.3556878
87.09971698
74.40262746
190.6997766
86.76164346
74.22882773
190.2494808
87.14253813
73.91266668
190.3079391
87.16949292
73.62377063
190.4122583
87.15227389
74.71183643
189.0468935
87.85939822
74.53714079
189.8791223
87.26062298
74.57202345
190.1607551
87.09767415
74.85801375
191.1020273
86.33547254
73.29945494
190.1523805
87.56352937
73.67866976
190.0179402
87.47266107
74.03150192
190.7191612
86.85457382

$A^t * A$

21	0	0	0	1.39698E-08	-1.92449E-09	6.98492E-10
0	21	0	5111.582467	0	6.98492E-10	1.86265E-09
0	0	21	1.86265E-09	-2.03727E-10	0	1.39698E-08
0	5111.582467	1.86265E-09	17238892706	21342098009	-7258836182	44063406.33
1.39698E-08	0	-2.03727E-10	21342098009	31800923439	5250690430	8.53837E-06
-1.92449E-09	6.98492E-10	0	-7258836182	5250690430	45343942188	-2.81334E-05
6.98492E-10	1.86265E-09	1.39698E-08	44063406.33	8.53837E-06	-2.81334E-05	47160879898

$(A^t * A)^{-1}$

0.047619048	-4.01181E-16	-1.56276E-28	1.64818E-18	-1.19376E-18	4.04101E-19	-2.24521E-21
-4.01181E-16	0.047816194	7.69238E-17	-8.09938E-07	5.75983E-07	-1.96355E-07	7.56743E-10
-1.56276E-28	7.69238E-17	0.047619048	-3.16027E-19	2.25052E-19	-7.66512E-20	-1.38103E-20
1.64818E-18	-8.09938E-07	-3.16027E-19	3.32748E-09	-2.36632E-09	8.06689E-10	-3.10894E-12
-1.19376E-18	5.75983E-07	2.25052E-19	-2.36632E-09	1.71485E-09	-5.77384E-10	2.2109E-12
4.04101E-19	-1.96355E-07	-7.66512E-20	8.06689E-10	-5.77384E-10	2.18051E-10	-7.53707E-13
-2.24521E-21	7.56743E-10	-1.38103E-20	-3.10894E-12	2.2109E-12	-7.53707E-13	2.12069E-11

Matriz $[(A^t * A)^{-1}] * A^t * L$

Esta matriz permite calcular el vector X, que corresponde a los parámetros de transformación buscados

73.99867676	ΔX
190.2315377	ΔY
87.24177683	ΔZ
8.9255E-07	Rx
-6.23126E-06	Ry
-4.29751E-06	Rz
-4.83621E-06	S

. La precisión del ajuste queda definido por:

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{v^t * v}{\Gamma}}$$

Γ = grados de libertad del ajuste 63-9 = 54

A*X-L = v, valores residuales

Valores residuales (v)

0.99
0.41
-0.62
0.05
-0.31
0.17
0.21
-0.04
-0.02
-0.32
0.72
-0.43
-0.45
0.25
-0.06
-0.15
-0.20
0.19
-0.32
-0.43
0.41
-0.46
-0.10
0.20
-0.26
-0.26
0.27
-0.21
-0.15
0.21
-0.30
-0.46
0.45
-0.06
0.01
0.00
0.37
-0.05
-0.06
0.81
-0.14
-0.10
-0.24
1.22
-0.82
-0.01
0.41
-0.26
0.01
0.15
-0.15
-0.25
-0.78
0.59
0.28
0.05
-0.16
0.18
0.16
-0.11
0.14
-0.46
0.29

Precisión del ajuste es el siguiente:

σ_{0} = 0.413875511

$\sigma_0^2 * [(A^t * A)^{-1}]$ = Matriz dispersión del vector X, genera la varianza de los valores ajustados de la matriz X

σ_0^2 *

0.047619048						
	0.047816194					
		0.047619048				
			3.32748E-09			
				1.71485E-09		
					2.18051E-10	
						2.12069E-11
Dx	Dy	Dz	Rx	Ry	Rz	S

		Matriz de Dispersión	
73.99867676	Δ X	0.008156807	
190.2315377	Δ Y	0.008190576	
87.24177683	Δ Z	0.008156807	
8.9255E-07	Rx	5.69974E-10	
-6.23126E-06	Ry	2.93742E-10	
-4.29751E-06	Rz	3.73506E-11	
-4.83621E-06	S	3.6326E-12	

Errores obtenidos con los parámetros de transformación al comparar las coordenadas locales referidas al Astro Hito XXIII. Luego se puede considerar que con estos parámetros es posible aplicarlo a mediciones realizadas con georreceptores satelitales y llevar estas mediciones a valores locales con un error estimado de aproximadamente un metro.

Datum Local										
MC= 69°										
	x	y	z	xt	yt	zt	dx	dy	dz	Error
E-B	1433915.957	3627329.372	5029832.619	1433917.46	3627329.616	5029832.093	1.50	0.24	-0.53	1.61
1	1434962.475	3627709.926	5029261.89	1434963.04	3627709.454	5029262.149	0.57	-0.47	0.26	0.78
2	1436709.472	3632162.525	5025636.303	1436710.19	3632162.348	5025636.348	0.72	-0.18	0.04	0.74
3	1430795.77	3634804.688	5025462.404	1430795.90	3634805.278	5025462.042	0.13	0.59	-0.36	0.70
4	1427132.374	3636654.359	5025172.943	1427132.33	3636654.489	5025173.949	-0.05	0.13	1.01	1.02
5	1426928.412	3638476.986	5023909.482	1426928.66	3638476.682	5023909.728	0.24	-0.30	0.25	0.46
6	1419745.343	3643283.471	5022462.413	1419745.34	3643282.959	5022462.862	-0.01	-0.51	0.45	0.68
7	1411836.574	3647098.751	5021943.83	1411836.33	3647098.587	5021944.064	-0.24	-0.16	0.23	0.37
8	1409079.22	3650884.624	5020010.537	1409079.14	3650884.316	5020010.834	-0.08	-0.31	0.30	0.44
9	1404691.779	3656837.332	5016880.877	1404691.69	3656837.162	5016881.086	-0.09	-0.17	0.21	0.29
12	1384719.449	3669402.55	5013324.622	1384719.03	3669402.125	5013325.045	-0.42	-0.43	0.42	0.73
13	1374407.264	3673329.43	5013488.959	1374406.97	3673329.499	5013488.936	-0.29	0.07	-0.02	0.30
15	1363542.7	3682754.978	5009477.176	1363542.70	3682755.039	5009477.059	0.00	0.06	-0.12	0.13
17	1349764.408	3694656.239	5004344.021	1349764.67	3694656.259	5004343.835	0.26	0.02	-0.19	0.32
18	1346210.22	3697761.231	5003052.887	1346209.39	3697762.633	5003051.972	-0.83	1.40	-0.92	1.87
20	1338074.687	3700779.315	5003113.713	1338073.99	3700779.92	5003113.346	-0.69	0.60	-0.37	0.99
21	1330017.168	3703667.279	5003078.035	1330016.41	3703667.637	5003077.781	-0.76	0.36	-0.25	0.88
22	1325704.579	3705279.012	5003140.358	1325703.51	3705278.446	5003140.839	-1.07	-0.57	0.48	1.30
A -P- D	1434956.846	3627712.15	5029262.901	1434957.64	3627712.042	5029262.835	0.80	-0.11	-0.07	0.81
Y- C	1415086.002	3652535.882	5017145.914	1415086.41	3652536.004	5017145.815	0.41	0.12	-0.10	0.44
M-A	1374417.13	3673297.198	5013508.463	1374417.03	3673296.798	5013508.729	-0.10	-0.40	0.27	0.49