

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA,
GEODESIA Y CARTOGRAFÍA
TITULACIÓN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA GEODÉSICA Y
CARTOGRAFÍA
Especialidad: Adquisición y Tratamiento de Datos Geomáticos

PROYECTO FIN DE MÁSTER

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA LA
EVALUACIÓN A PRIORI DE UNA RED DE CONTROL
DIMENSIONAL



Madrid, Junio de 2012

Alumno: Ignacio Burgos Escribano

Tutores: Jesús Velasco Gómez

Juan Francisco Prieto Morín

Cotutor: César Castro Gómez

*Gracias a todos los que me han
prestado su ayuda o han colaborado
en algún momento en la realización
de este proyecto.*

Resumen

Se ha desarrollado una herramienta informática con el fin de simular la observación de redes de control dimensional, bien por técnicas clásicas o GNSS. El objetivo de dicha simulación es conocer, *a priori*, la precisión arrojada por una red en función de su geometría, de las características del instrumental empleado y la metodología de observación llevada a cabo. De este modo se pretende, basándose en estos datos, poder actuar convenientemente para optimizar en la mayor medida posible su diseño.

Abstract

A specific software tool has been developed pretending to simulate measurements in control networks. Both classical and GNSS types of measurements can be simulated. The objective is to have an *a priori* knowledge of a specific network precision, given from its geometry, the instrumental features employed and methodologies followed for the observation. Thereby, it is intended to act in the correct way for design optimization, basing adopted decisions in simulation results.

Tabla de contenido

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Capítulo 1: Introducción..... | 1 |
| 1.1. | Consideraciones Generales..... | 1 |
| 1.2. | Objetivos | 1 |
| 1.3. | Alcance..... | 1 |
| 1.3. | Antecedentes | 2 |
| 2. | Capítulo 2: Diseño de Redes y Detección de Deformaciones | 3 |
| 2.1. | Consideraciones Generales Sobre el Diseño | 3 |
| 2.2. | Órdenes de Diseño | 3 |
| 2.2.1. | Diseño de orden cero..... | 3 |
| 2.2.2. | Diseño de primer orden | 4 |
| 2.2.3. | Diseño de segundo orden | 4 |
| 2.2.4. | Diseño de tercer orden..... | 5 |
| 2.3. | Criterios de Precisión | 6 |
| 2.3.1. | Elipse estándar relativa..... | 7 |
| 2.3.2. | Transformaciones | 8 |
| 2.4. | Criterio de Fiabilidad | 9 |
| 2.5. | Detección de Deformaciones..... | 9 |
| 2.6. | Métodos de Diseño de Observaciones de Control en Ingeniería..... | 11 |
| 2.6.1. | Diseño directo (o analítico)..... | 13 |
| 2.6.2. | Diseño indirecto (con análisis previo)..... | 13 |
| 3. | Capítulo 3: Simulación de Redes Geodésicas | 15 |
| 3.1. | Definición de Simulación..... | 15 |
| 3.2. | Generación de Números Pseudoaleatorios | 15 |
| 3.2.1. | Multiply-with-carry | 16 |
| 3.3. | Consideraciones Generales Sobre la Simulación de Redes Geodésicas..... | 17 |
| 3.4. | Observaciones Clásicas | 17 |
| 3.4.1. | Modelo matemático..... | 18 |

| | | |
|---|--|----|
| 3.4.2. | Modelo estocástico..... | 19 |
| 3.4.3. | Simulación de observaciones | 20 |
| 3.5. | Observaciones GNSS | 21 |
| 3.5.1. | Modelo matemático..... | 21 |
| 3.5.2. | Modelo estocástico..... | 21 |
| 3.5.3. | Simulación de observaciones | 22 |
| 3.6. | Asignación de pesos | 22 |
| 4. | Capítulo 4. Aplicación..... | 23 |
| 4.1. | Red de Control Planimétrico de la Presa de “La Tajera” | 23 |
| 4.1.1. | Introducción | 23 |
| 4.1.2. | Diseño de la red..... | 24 |
| 4.1.3. | Instrumental..... | 25 |
| 4.1.4. | Simulación de la red..... | 26 |
| 4.1.5. | Análisis de resultados..... | 30 |
| 4.2. | Red de Orden Inferior (ROI) de Menorca | 33 |
| 4.2.1. | Introducción | 33 |
| 4.2.2. | Instrumental..... | 33 |
| 4.2.3. | Simulación..... | 34 |
| 4.2.4. | Análisis de resultados..... | 38 |
| 5. | Capítulo 5. Conclusiones..... | 41 |
| 6. | Capítulo 6. Planificación Temporal y Estudio Económico | 42 |
| 7. | Capítulo 7. Bibliografía..... | 44 |
| ANEJOS..... | | 46 |
| Anejo I. Manual de Usuario Básico de NetSim | | 46 |
| Manual de Usuario de NetSim | | 46 |
| Formulario principal..... | | 46 |
| Formularios Secundarios..... | | 46 |
| Cargar Ficheros | | 47 |

| | |
|---|-----|
| Fichero de Puntos..... | 47 |
| Observaciones | 48 |
| Red | 49 |
| Lista de Puntos | 49 |
| Lista de Observaciones | 50 |
| Representación Gráfica | 50 |
| Configuración..... | 51 |
| Precisiones | 51 |
| Cálculo | 51 |
| Salvar Red..... | 52 |
| Resultado de la Simulación..... | 53 |
| Anejo II. Entorno y Lenguaje de Programación Utilizados | 54 |
| Visual Studio..... | 54 |
| Visual C Sharp | 54 |
| Anejo III. Informes | 58 |
| Red de la Presa de La Tajera..... | 58 |
| Informe de la simulación con NetSim..... | 58 |
| Informe del ajuste con Geolab | 62 |
| Red ROI de Menorca | 77 |
| Informe de la simulación con NetSim..... | 77 |
| Informe del ajuste con Geolab | 82 |
| Anejo III. Presupuesto..... | 119 |

1. Capítulo 1: Introducción

1.1. Consideraciones Generales

Es una realidad que en la actualidad la mayor parte de redes topográficas se instauran sin considerar si la solución adoptada es la óptima. Este hecho se traduce generalmente en la sobreobservación de las mismas con el consiguiente incremento presupuestario. Por otro lado, es cada vez más frecuente que en los pliegos de prescripciones técnicas de este tipo de trabajos se exija una simulación previa que los justifique.

El propósito final de este proyecto es la creación de una herramienta que permita evaluar, *a priori*, los resultados de la observación topográfica de redes de control dimensional. Mediante dicho estudio se persiguen como objetivos tanto la optimización de las redes como la obtención de una base sobre la que apoyarse a la hora de justificar los trabajos a realizar para la instauración de una determinada red.

Dicha herramienta, a la que se hace constante referencia como es obvio a lo largo de este documento, ha sido bautizada como *NetSim*.

Para alcanzar este objetivo, será necesario analizar los fundamentos teóricos que influyen sobre el diseño de redes y las medidas de control así como las diferentes fuentes de error inherentes a las observaciones de campo.

1.2. Objetivos

En primer lugar se definen los siguientes objetivos de carácter académico o formativo:

- Aplicar y ampliar los conocimientos adquiridos en las diferentes materias de la titulación de Máster en Ingeniería Geodésica y Cartografía.
- Saber coordinar las técnicas y herramientas disponibles apropiadas en cada una de las fases del proyecto.

Los objetivos generales de carácter técnico son los siguientes:

- Dominar los fundamentos del diseño de redes y realización de medidas de control.
- Obtener una herramienta informática que facilite el diseño óptimo de redes topográficas.

1.3. Alcance

El trabajo que se ha realizado está enmarcado en el ámbito de actuación de la asignatura “Proyecto Fin de Máster” de la titulación de Máster en Ingeniería Geodésica y Cartografía que

se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía de la Universidad Politécnica de Madrid.

Así mismo, el presente proyecto se ha llevado a cabo en colaboración con la empresa CASSIDIAN, para la que el alumno ha trabajado en calidad de becario durante el presente curso.

Este proyecto se presenta como la prueba final que debe superar el educando para obtener el título de Máster en Ingeniería Geodésica y Cartografía dentro de la especialidad en Adquisición y Tratamiento de Datos Geomáticos.

La herramienta diseñada en este proyecto está enfocada a la simulación de observaciones topográficas bien por métodos clásicos o por técnicas de observación GNSS, pero no se considera su uso conjunto. Tampoco se tiene en cuenta la medida de ángulos cenitales, dado que la influencia que los factores físicos tienen sobre estas medidas suponen un incremento en la complejidad del modelo matemático. Si a esto se le une el hecho de que, en las redes de control, las altitudes son comúnmente transmitidas mediante nivelación geométrica de precisión o de alta precisión, se opta por no incluir este tipo de medidas.

1.3. Antecedentes

Hoy en día las técnicas de simulación por computación están al alcance de todos. Esta metodología es de uso extendido en la mayor parte de las ramas de la ingeniería en cuanto que, mediante la programación de modelos matemáticos, es posible corroborar o descartar una hipótesis sin tener que llevar a cabo el experimento de un modo físico, con el consiguiente ahorro económico.

Sin embargo, su aplicación en el diseño de redes para el control dimensional esta poco extendido, aún cuando existen programas comerciales, como *Microsearch GeoLab*, que incluyen entre sus funcionalidades el procesamiento de este tipo de cálculos.

2. Capítulo 2: Diseño de Redes y Detección de Deformaciones

2.1. Consideraciones Generales Sobre el Diseño

Una medida de control se diseña, mide y calcula con una determinada finalidad, o propósitos, que puede ser desde la determinación de parámetros geodésicos como contornos del geode y parámetros de rotación terrestre hasta la producción de mapas topográficos o el establecimiento de una nueva red de alcantarillado. Claramente los métodos y costes derivados de la medida variarán en función de la finalidad de la misma y, por tanto, su correcta elección será esencial en cada caso. Esta elección se conoce como diseño de la red y se debe diferenciar de la ejecución de la medida, que es una consecuencia de la misma. Tras la medida y cálculo es necesario examinar los resultados para conocer en qué medida los criterios de diseño han cumplido con las necesidades de la medida.

El primer paso en el diseño de una medida es la obtención de un informe donde conste claramente el objetivo de dicha medida. Cuanto más específico sea este informe más eficiente será el diseño que lleve a cabo. Los criterios específicos de la medida deben ser, por tanto, convenientemente establecidos.

Hace unos 120 años, el geodesta F.R. Helmert presentó la posibilidad de crear unas directrices para optimizar la localización de redes geodésicas en función del tipo y número de medidas que fueran posibles. Grafarend (1974) extendió esta idea e identificó cuatro órdenes de diseño.

Se debe distinguir entre diseño y optimización de redes. Una red de control en ingeniería civil debe ser diseñada para cumplir los requerimientos en un tiempo y con un coste razonables. La realización de este diseño es mucho más simple que la optimización del mismo, esto es, conseguir el mejor diseño en algún sentido. Para esto, es necesario definir una función objetivo que se maximizará o minimizará con constreñimientos. Esta función podrá ser simple o compuesta.

2.2. Órdenes de Diseño

2.2.1. Diseño de orden cero

Una red de control consiste en puntos y elementos que serán medidos en el espacio tridimensional. En el caso de aplicar una solución mínimo cuadrática con ecuaciones de condición, no es necesario definir un sistema de referencia de coordenadas antes de llevar a cabo los procesos de estimación. Las ecuaciones de condición expresan las relaciones geométricas entre elementos medidos.

Sin embargo, cuando se emplean ecuaciones de observación es necesario definir un marco de referencia adecuado.

Normalmente en ingeniería el marco de referencia es un triedro ortogonal local al que se refieren coordenadas cartesianas. Rara vez en las medidas de control en ingeniería se elige un sistema de referencia sobre el elipsoide.

La elección de una referencia para las coordenadas es sólo parte del diseño de orden cero. Además, es necesario considerar el datum para la expresión de las varianzas y covarianzas de las coordenadas. Este datum fue descrito por Baarda (1973) como la base de referencia de varianza nula. Por ejemplo, en el caso de una red de control plana con medida exclusivamente de ángulos, la matriz de diseño A tiene deficiencia de rango en las columnas. Esta deficiencia puede subsanarse fijando dos puntos mediante la adición de las correspondientes ecuaciones de constreñimiento a la matriz de diseño. En este caso, estos dos puntos formarían la referencia de varianza nula.

2.2.2. Diseño de primer orden

Si se conocen los pesos de las medidas, el problema será encontrar la adecuada configuración de puntos y elementos a medir de forma que se sigan los criterios de diseño. Generalmente en las medidas de control en ingeniería, la elección de la posición de los puntos esta estrictamente limitada por el terreno o elementos que pueden obstruir las medidas como edificios y árboles. Normalmente el número de estaciones es pequeño y sus localizaciones decididas por reconocimiento, por lo que el diseño de primer orden se limita a la elección de los elementos a medir. Cuando se pretenden utilizar ecuaciones de observación, esta elección determinará el coeficiente de la matriz A . Es por esto que a la matriz A normalmente se la conoce como matriz de diseño.

2.2.3. Diseño de segundo orden

Conocida la configuración, el siguiente problema es decidir los pesos de las medidas necesarios para cumplir el criterio del diseño. En la práctica, esto se traduce en la elección del instrumental, metodología y procedimientos de observación, como el número de series, etc. Cabe la posibilidad de que algunos elementos deban ser medidos con mayor precisión que otros o que algunas estaciones requieran un mayor número de series angulares que otras.

Es necesario tener claro la estrecha relación entre los diseños de primer y segundo orden. La inclusión de otro elemento a medir (diseño de primer orden) puede tener como consecuencia la disminución en la precisión de la medida de otros elementos y, por tanto, las modificaciones en el diseño de primer orden implicarán volver a considerar el diseño de segundo orden.

2.2.4. Diseño de tercer orden

En general, este problema se basa en cómo elegir puntos, elementos y medidas que mejoren una red de control ya existente. Para decidir sobre estas cuestiones es necesario fijarse en las propiedades estocásticas de las coordenadas de los puntos existentes así como la determinación de los errores sistemáticos presentes en los valores de dichas coordenadas. En ingeniería civil, el problema normalmente se presenta cuando una medida de control debe ser enlazada con la geodesia nacional como parte de las especificaciones del trabajo. Entonces, el problema se resuelve decidiendo la mejor manera de encajar la nueva red a la antigua de modo que la antigua red sea mejorada como conjunto.

Las propiedades estocásticas de las coordenadas pueden ser tenidas en cuenta en el encaje del nuevo trabajo solamente si se dispone de la matriz de covarianza de los puntos de la geodesia que se pretendan utilizar en el enlace. Las coordenadas estimadas y su matriz de covarianzas pueden usarse como valor *a priori* en la estimación de las coordenadas de los nuevos puntos. Uno de los posibles resultados de esta operación es que las coordenadas de las estaciones de enlace pueden verse modificadas como resultado de la estimación de las coordenadas de las nuevas estaciones. Esto introduce la anomalía de tener dos juegos de coordenadas para un mismo punto de la geodesia nacional: los valores *a priori* y los reestimados. En teoría, esta anomalía debería resolverse mediante la reestimación de las coordenadas y su matriz de covarianzas de todos los puntos de la red nacional, no solo de los puntos de enlace. Los efectos de la incorporación de una nueva medida a la antigua resultarán insignificantes a medida que nos alejemos de los puntos de enlace. Con este método en teoría se podría incorporar cualquier medida de forma rigurosa a la red nacional, pero los organismos oficiales son normalmente reticentes a su aplicación.

Para una red plana de control en ingeniería apoyada en la geodesia nacional, se puede calcular una transformación con matriz covarianza de (4×4) para las coordenadas de dos puntos de la red nacional para obtener una base con varianza de referencia nula para la nueva medida.

La discrepancia de escala entre las dos redes puede ser tratada incluyendo un sesgo en la escala seguido de un test de su valor estimado. La desventaja de esto es que todas las distancias medidas en la obra de ingeniería en cuestión deberán ser escaladas y, si la escala es muy grande, las dimensiones del diseño pueden verse excesivamente distorsionadas.

De un modo similar habrían de tenerse en cuenta las discrepancias en ángulos en caso de uso, por ejemplo, de un giroteodolito.

2.3. Criterios de Precisión

Uno de los principales propósitos del diseño de una red es alcanzar una determinada precisión en algunas o la totalidad de las coordenadas estimadas y, a veces, de las funciones de las coordenadas. La matriz de covarianza a posteriori $C_{\hat{x}}$ de las coordenadas estimadas viene dada por los criterios de precisión. Para redes sin un propósito específico normalmente se utiliza un tipo especial de matriz covarianza como matriz de criterio. Esta matriz es isótropa y homogénea, esto es, las elipses de error estándar resultantes para los puntos son círculos del mismo tamaño para todos los puntos en una red plana.

No suele ser necesaria la definición de una matriz covarianza de criterio para las medidas de control en ingeniería. Con frecuencia solo es necesario obtener la posición de unos cuantos puntos de la red con una determinada precisión. Otros puntos de la red existen solo para conseguir posicionar los puntos de interés, por lo que la precisión en su posición no es prioritaria.

Las elipses de error estándar o los elipsoides triaxiales, tomadas como regiones de confianza de los puntos seleccionados, son comúnmente utilizadas como criterio de precisión en el diseño de medidas de control para ingeniería, pero se ha demostrado que estas no son independientes con respecto a los cambios en la base de referencia de varianza-cero. La elipse estándar relativa es un importante indicador de la precisión relativa, pero solamente se mantienen sin variaciones respecto a una translación del datum.

Un punto y su elipse estándar relativa pueden derivarse de los elementos de la matriz covarianza a priori $C_{\hat{x}}$ de las coordenadas estimadas \hat{x} . Si el factor de varianza a priori σ_0^2 es la unidad, entonces

$$C_{\hat{x}} = (A^t Q_l^{-1} A)^{-1}$$

Donde $Q_l^{-1} = C_l^{-1}$, la matriz covarianza de las observaciones que se asume como conocida si $\sigma_0^2 = 1$. Además ser dependiente del datum, $C_{\hat{x}}$ puede transformarse para pasar de una base de referencia de varianza cero a otra mediante una transformación.

Las medidas de la precisión utilizadas en la optimización del diseño de redes son normalmente necesarias en cuanto que forman parte de la función objetivo. Este procedimiento es comúnmente seguido para el diseño de redes sin un propósito específico. Una de las medidas globales de precisión generalmente aplicada es la traza de la matriz covarianza. Esta es función del datum elegido para expresar las precisiones, por lo que la traza utilizada como medida global de la precisión es la que se deriva de las constricciones internas, esta es, la traza mínima de todas las matrices covarianza. Esta es una propiedad única e intrínseca de la red. La varianza media de las coordenadas de los puntos de la red es otra medida global de la precisión.

El determinante de la matriz covarianza de traza mínima es otra de las mediadas globales de precisión aplicable en estos casos. Es invariante respecto a translaciones del datum en redes de nivelación, no así para cambios de datum en redes de dos y tres dimensiones.

Otro valor individual que puede ser usado como indicador de la precisión global en una red es el mayor valor propio de la matriz covarianza. Su raíz cuadrada corresponde al semieje mayor más grande de las elipses (o elipsoides) de error de los puntos y, en consecuencia, puede ser interpretado como la peor precisión en la posición espacial de la red. La diferencia entre el mayor y el menor valor propio debe ser minimizada si se requiere una precisión homogénea para la red. Las matrices de criterios y las medidas globales de la precisión no son de vital importancia en el diseño de medidas de control para ingeniería.

2.3.1. Elipse estándar relativa

Las diferencias en las coordenadas para un par de puntos en una red plana horizontal vienen dadas por

$$\begin{bmatrix} \Delta E \\ \Delta N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ N_1 \\ E_2 \\ N_2 \end{bmatrix} \quad \text{o} \quad \Delta = B_y$$

Si la matriz de covarianza a priori $C_{\hat{x}}$ para todos los puntos de la red es dada, puede extraerse de ella la submatriz (4 x 4) relacionada con E_1, N_1, E_2 y N_2 .

$$C_y = \begin{bmatrix} \sigma_{E_1}^2 & \sigma_{E_1 N_1} & \sigma_{E_1 E_2} & \sigma_{E_1 N_2} \\ & \sigma_{N_1}^2 & \sigma_{N_1 E_2} & \sigma_{N_1 N_2} \\ & & \sigma_{E_2}^2 & \sigma_{E_2 N_2} \\ \text{simétrica} & & & \sigma_{N_2}^2 \end{bmatrix}$$

Aplicando la ley Gaussiana de propagación de varianzas aplicada a la primera expresión da la matriz de covarianzas de las diferencias de las coordenadas como

$$C_{\Delta} = \begin{bmatrix} \sigma_{\Delta E}^2 & \sigma_{\Delta E \Delta N} \\ \sigma_{\Delta N \Delta E} & \sigma_{\Delta N}^2 \end{bmatrix} = B C_y B^t$$

$$= \begin{bmatrix} \sigma_{E_1}^2 + \sigma_{E_2}^2 - 2\sigma_{E_1 E_2} & \sigma_{E_1 N_1} - \sigma_{E_1 N_2} - \sigma_{E_2 N_1} + \sigma_{E_2 N_2} \\ \text{simétrica} & \sigma_{N_1}^2 + \sigma_{N_2}^2 - 2\sigma_{N_1 N_2} \end{bmatrix}$$

Los cuatro elementos de C_{Δ} pueden ser utilizados de la misma forma que los correspondientes cuatro elementos de la matriz covarianza de 2x2 de las coordenadas planas de un punto para derivar las magnitudes de los ejes en una elipse y sus orientaciones relativas respecto de los ejes de coordenadas. Esta elipse es conocida como la elipse estándar relativa para el par de puntos cuyas coordenadas son (E_1, N_1) y (E_2, N_2) .

2.3.2. Transformaciones

La transformación de una matriz covarianza desde una base de referencia con varianza-cero a otra es descrita por Bardaa (1973). La derivación de las matrices de transformación está estrechamente relacionada con las propiedades de las matrices inversas generalizadas. A continuación se indican algunas propiedades relevantes de las matrices de transformación.

Supondremos una red de control horizontal consistente en n puntos con $2n$ incógnitas a estimar. Si solo se midieran ángulos horizontales, el defecto del datum vendrá dado por: 2 traslaciones, 1 rotación y 1 escala. Las ecuaciones de constricción, asociadas a las ecuaciones de observación, dan lugar a una matriz de coeficientes de las ecuaciones normal y no singular, que era singular antes de la aplicación de los constreñimientos. La inversa de esta matriz contiene una submatriz que es la matriz covarianza de los parámetros estimados

$$C_{\hat{x}} = (A^t Q_l^{-1} A)^+$$

Asumiendo $\sigma_0^2 = 1$ y suponiendo la disposición de \hat{x} y $C_{\hat{x}}$, derivadas de una selección aleatoria del conjunto de constreñimientos mínimos, esto es, $C_{\hat{x}}$ es conocida y está basada en una base de referencia de varianza nula arbitraria, llamaremos C_i a esta particularización de $C_{\hat{x}}$. Entonces se demuestra, por ejemplo, que el resto de matrices covarianza de la red pueden ser encontradas a partir de C_i por

$$C = (I - BB^-)C_i(I - BB^-)^t$$

Donde

$$B = \begin{bmatrix} x_1 & -y_1 & 1 & 0 \\ y_1 & x_1 & 0 & 1 \\ x_2 & -y_2 & 1 & 0 \\ y_2 & x_2 & 0 & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_n & -y_n & 1 & 0 \\ y_n & x_n & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Para una red plana, y siendo (x_n, y_n) las coordenadas del n -ésimo punto.

La inversa B^- es una matriz inversa generalizada, de dimensiones $(4 \times 2n)$, derivada de B . Existe un infinito conjunto de posibles inversas, dando cada una de ellas la correspondiente C . Escogiendo una matriz B^- en particular a la que llamamos B_j^- , la correspondiente S_j se define por

$$S_j = (I - BB_j^-)$$

Y por tanto

$$C_j = S_j C_i S_j^t$$

La cual es una transformación de C_i , la matriz covarianza conocida pero aleatoria.

2.4. Criterio de Fiabilidad

La fiabilidad interna de una red de control es la habilidad de permitir la detección de errores sistemáticos mediante test de hipótesis hechos con un determinado nivel de confianza $(1 - \alpha)$ y potencia $(1 - \beta)$. Diversos test aplican correcciones mínimo cuadráticas. Estos test comúnmente contrastan una hipótesis nula sin tener otra hipótesis alternativa específica. Una hipótesis alternativa específica normalmente es difícil de formular dado que normalmente no existe un conocimiento previo acerca de la naturaleza de los errores.

En el diseño de una red de medida, es posible postular un error de medida sistemático de forma específica (o conjunto de ellos) y después observar como los errores pueden ser detectados o no en función de los valores de α y β . Esto se puede llevar a cabo porque la matriz cofactor de las correcciones pueden ser obtenidas *a priori*. En la estimación usando ecuaciones de observación, $Q_{\hat{v}}$ es una función de la matriz de diseño A y la matriz cofactor *a priori* Q_l de los valores medidos. Si $\sigma_0^2 = 1$, entonces $Q_l = C_l$ y $Q_{\hat{v}} = C_{\hat{v}}$ pueden ser obtenidos *a priori*.

Aunque el diseño puede llevarse a cabo desde el principio asumiendo un error en la medida, al realizar el test tras la medida, usando las correcciones estimadas por mínimos cuadrados, el rechazo de la hipótesis nula no tendrá necesariamente que significar que la causa de dicha refutación sea un error en únicamente esa medida.

La fiabilidad externa de una red está relacionada con el efecto de los errores no detectados en los parámetros estimados y en las funciones de los mismos. Para medidas de control en ingeniería, la fiabilidad externa es un valor más útil que la interna, pero es necesario algún indicador del mayor error no detectado para unos α y β dados en la consideración de la fiabilidad externa.

2.5. Detección de Deformaciones

La detección de deformaciones es un tema al que se le ha prestado bastante atención por parte de geodestas y topógrafos en los últimos años.

La palabra “época” es frecuentemente utilizada en la medida de deformaciones. Aunque la palabra tenga el significado secundario de “periodo de tiempo”, aquí se usa con su significado primario y científico de “el principio de una era, o de un periodo de tiempo”. Por tanto al hablar de una medida habrá que referirse a un lugar determinado en una época determinada. Es común que las medidas sean realizadas a una velocidad mayor a la que se producen las deformaciones y que estas medidas tengan lugar en una época. En esta asunción subyace el problema tratado en

esta sección. Cuando esta asunción no es válida, el tiempo debe aparecer en el modelo como un cuarto parámetro.

Aunque el término deformación significa estrictamente el cambio de forma, la detección de cambios en la escala, rotaciones y desplazamientos también deben de ser incluidos. La medida de la deformación en un objeto normalmente significa la determinación de cambios en las coordenadas de puntos sobre el objeto como resultado de la medida realizada en dos o más épocas. Desafortunadamente, el uso de “coordenadas de puntos” introduce problemas asociados con la forma en que dichas coordenadas son definidas. La conveniencia del uso de coordenadas como parámetros a estimar a partir de medidas y la matriz de pesos de estas medidas tiene una desventaja en el estudio de deformaciones debido a que las coordenadas son dependientes de un datum y la elección de un marco de referencia o datum fijo debe realizarse con sumo cuidado. Si las estaciones de medida alrededor y próximas al objeto estudiado pueden ser construidas o establecidas de forma que su posición sea estable a lo largo del periodo de medida de la deformación, entonces dichas estaciones podrán ser utilizadas para la definición del datum de las coordenadas. Este tipo de red se conoce como *red de monitorizado absoluto*. Si no se puede identificar un conjunto estable de puntos, la red es una *red de monitorizado relativo*.

Debe quedar claro que el diseño de una red de control se facilita enormemente si se conoce de antemano la deformación que se va a producir. Esta información se obtiene de un estudio de las propiedades físicas del objeto. El progreso en el diseño eficiente de redes de monitorización provendrá de la integración de las medidas de control con modelos predictivos y tomas de datos in situ.

En ausencia de datos fiables sobre el posible comportamiento de los puntos sobre y alrededor del objeto, es necesario en primera instancia asumir que todos los puntos están sujetos a deformación por lo que se plantea una red de monitorizado relativo. El rango de deficiencia de las ecuaciones normales significa que las coordenadas estimadas para cada época están sesgadas. El procedimiento de cálculo para la estimación de estas coordenadas sesgadas podría ser la obtención de una apropiada aproximación de las ecuaciones normales deficientes de rango para obtener la solución de traza mínima dada por una matriz regular inversa, o el uso de una base de referencia de varianza cero arbitraria seguida por una transformación de las coordenadas y su matriz de covarianzas siguiendo el criterio de traza mínima. El cálculo de pseudoinversas es ineficiente y normalmente difícil por lo que cualquiera de los dos métodos anteriores es preferible para la evaluación de coordenadas.

La propiedad sesgada de las coordenadas que han sido estimadas mediante una matriz inversa generalizada, incluyendo el uso de la pseudoinversa para obtener la solución con mínima traza, está relacionada con la ausencia de propiedades físicas de dichas coordenadas.

Por tanto, estas no pueden ser usadas para describir una deformación, que es un fenómeno físico, en ningún sentido. De cualquier modo, las coordenadas referidas a dos puntos fijos en una red plana son insesgadas, dado que al describir la posición relativa de puntos respecto de un datum físico tienen un significado físico. Se han desarrollado dos aproximaciones a la solución del problema que surge al trabajar con coordenadas en las redes de monitorizado relativo. La primera, se realizan test independientes del datum usando las coordenadas sesgadas para determinar qué grupo de puntos (si existe) ha mantenido la propiedad de la forma entre épocas. Una vez se ha identificado un grupo a un nivel de confianza determinado, puede ser utilizado como datum para definir las coordenadas no sesgadas de otros puntos, obteniendo una red de monitorizado absoluto.

En la segunda aproximación, se buscan las cantidades invariantes respecto al datum en lugar de coordenadas. Las medidas correctas son insesgadas respecto de la elección del datum. Si las estaciones de la red de monitorizado pueden ser seleccionadas en tanto en cuanto las medidas corregidas y su matriz de covarianzas contengan toda la información necesaria para la detección de la deformación, entonces esta solución será apropiada. La aplicación de este método suele implicar un conocimiento previo de la deformación. Por ejemplo, si se requirieran cambios en las distancias entre pares de puntos, y estas distancias pueden ser medidas o deducidas de las medidas, entonces las diferencias en las medidas corregidas de cada época son estimadores insesgados apropiados. De todos modos, en general el uso de medidas corregidas de este modo tiene una aplicación limitada.

2.6. Métodos de Diseño de Observaciones de Control en Ingeniería

Es posible identificar dos posibles aproximaciones al diseño de una medida. En el primer método, se busca la solución matemática directa al problema del diseño de primer y segundo orden. En el segundo método, se propone una configuración y conjunto de varianzas para las medidas basada en el conocimiento y la experiencia. La red es entonces examinada para ver en qué medida se alcanzan los criterios de diseño. Tras esto se efectúan los cambios pertinentes y se vuelve a analizar la red para determinar en qué medida los cambios realizados han resultado en una mejor aproximación al criterio de diseño. De este modo, se continúan introduciendo modificaciones hasta que el diseño de red obtenido coincide con el criterio de diseño dentro de un margen aceptable de error.

Como se ha mencionado, el primer método hace referencia a un diseño directo o analítico y el segundo a uno indirecto, o diseño pre-análisis. Ashkenazi (1970) da una aproximación sobre el uso de un método para el diseño de redes al que se refiere como simulación por ordenador. Este método es la base de la mayor parte de los métodos indirectos. La metodología indirecta no es óptima en el sentido matemático dado que no es posible obtener la mejor solución a través de

la maximización (o minimización) de una función objetivo bajo restricciones o condicionantes. A pesar de esto, se trata de un método muy flexible que permite al diseñador concebir una red aceptable, contrastada contra varios criterios distintos en función del propósito de la misma.

El diseño incluye la selección u obtención de una adecuada formulación de correcciones y reducciones para poder transformar los valores medidos en sus correspondientes valores en un espacio abstracto, y la correcta formulación del modelo funcional. El modelo estocástico está normalmente basado en la asunción de que las medidas son una muestra de variables aleatorias independientes y normalmente distribuidas. Para la evaluación de funciones de estos elementos normalmente se utiliza la estimación por mínimos cuadrados.

En general, deben resolverse los cuatro órdenes de diseño tratados anteriormente. Además, existe la necesidad de evaluar el grado con el que las medidas y sus correcciones y reducciones cumplen con el conjunto del diseño, incluyendo los modelos funcional y estocástico. Esto es el estudio de calidad de conformidad (Alberda, 1980). El grado con el que este estudio pueda realizarse es en sí mismo una componente del diseño. Algunas veces es conocido como análisis a posteriori, dado que las conclusiones sobre las medidas y su conformidad con el diseño están basadas en evidencias empíricas de los valores medidos así como en el procesamiento mínimo cuadrático de estos datos. La fiabilidad es una medida de la habilidad de la red diseñada para detectar la falta de conformidad con el modelo funcional o el estocástico y, en algunos casos, para llamar la atención sobre los inadecuados modelos funcionales. El criterio de fiabilidad puede ser definido en la etapa de diseño para asegurar la posibilidad de realizar las comprobaciones de calidad de conformidad que se consideren razonables.

Otros criterios de diseño comunes son la precisión, el coste y, en el caso de redes diseñadas para el control de deformaciones, la sensibilidad. El coste es el más complicado de analizar en términos específicos ya que cada organización que lleve a cabo una medida tendrá su propia forma de presupuestar. En general, cuantas más medidas sean realizadas y más precisas y fiables deban ser, mayor será el coste. En cualquier caso, la mayor parte del presupuesto será absorbida por el desplazamiento del personal y equipo de medida hasta el lugar de trabajo, de modo que otros costes derivados del número y precisión de las observaciones resulten insignificantes. La inclusión del coste en una función objetivo para su empleo en el diseño indirecto es muy complicada. El presupuestado de varios diseños aceptables realizados mediante el método indirecto permite establecer un criterio de costes; se seleccionará el menos costoso de entre todos los diseños que cumplan con los criterios de precisión, fiabilidad y sensibilidad. Los medios utilizados para el cálculo y la cualificación para las correcciones, reducciones, estimaciones, análisis y presentación de los datos deben ser también costeados y pueden ser un factor significativo si no se dispone de los medios adecuados y, por tanto, deben ser adquiridos.

2.6.1. Diseño directo (o analítico)

Los métodos que logran el valor máximo o mínimo de una función objetivo generalmente aplican algoritmos de programación lineal o no lineal. Los problemas del primer y segundo orden de diseño son:

Dado $C_{\hat{x}}$, encontrar A y C_l

Y algunas veces la C_l obtenida no es factible porque contiene varianzas muy pequeñas o, en algún caso, negativas. Cross & Fagir (1983) resolvieron este problema evitando la necesidad de especificar una matriz de criterios completa $C_{\hat{x}}$ y aplicando un constreñimiento a las varianzas de las medidas de modo que estas se mantengan entre unos límites razonables. El método utiliza algoritmos de programación lineal para maximizar una función objetivo que es la suma de las varianzas de las medidas. El criterio de precisión es definido en términos de las varianzas de funciones específicas de las coordenadas. Estas funciones pueden ser obtenidas directamente de los requisitos de la medida. Este procedimiento solo ha sido aplicado para cumplir únicamente los criterios de precisión; aunque también se sugieren formas de incorporar criterios presupuestarios. El método ha sido aplicado con éxito al diseño de redes de una y dos dimensiones para alcanzar con un determinado criterio de precisión y proporcionar observaciones factibles que satisfagan dicho criterio. La fiabilidad del diseño resultante en este proceso no se considera. Fagir (1984) utiliza las funciones de covarianza y criterios de precisión en el diseño directo de redes de una y dos dimensiones.

Los métodos directos generalmente no dan al diseñador la libertad de elección de diferentes tipos de criterio como puede ocurrir en las medidas de control en ingeniería donde comúnmente sólo se requieren uno o dos valores de precisión, y la sensibilidad y fiabilidad son normalmente importantes. La inclusión de estos criterios en una única función objetivo no es un procedimiento simple.

2.6.2. Diseño indirecto (con análisis previo)

Este método hace uso de gráficos interactivos hechos mediante ordenador conjuntamente con algoritmos de estimación secuencial para ecuaciones de observación.

Una nueva red es ideada utilizando coordenadas aproximadas de las posibles estaciones obtenidas a partir de cartografía de la zona. Es posible asumir inicialmente que todos los elementos con capacidad de ser medidos pueden realmente medirse. Las desviaciones estándar de las medidas son asignadas en función de los equipos disponibles y la metodología de observación. La nueva red tendrá por tanto una matriz covarianza a priori dada por:

$$C_{\hat{x}} = (A^t C_l^{-1} A)^{-1}$$

Asumiendo que no existen defectos de configuración y que los constreñimientos aplicados son los adecuados. La geometría de la red y los puntos y sus elipses relativas pueden ser representados en unos gráficos en pantalla. Esta representación es muy útil y proporciona una sencilla interpretación de la precisión relativa de la posición de los puntos respecto de la base de referencia de varianza cero elegida. Los datos de precisión relacionados en función de las coordenadas pueden ser calculados y mostrados, si fuera necesario, de forma conjunta con los datos relacionados con las elipses. Si se encuentra que la configuración inicial y la medida de las varianzas se sitúan por debajo o por encima de los criterios de precisión se deberán realizar los cambios pertinentes.

Los elementos a medir pueden ser eliminados o incluidos. Cualquier cambio implicará la revisión de la matriz de covarianzas $C_{\hat{x}}$, proceso relativamente rápido. Para una red plana de, digamos, veinte puntos, la matriz de covarianzas puede mantenerse almacenada. La configuración corregida y las elipses son mostradas de nuevo. El diseñador comenzará rápidamente a apreciar los efectos de la adición o eliminación de elementos y podrá desarrollar un conocimiento intuitivo de la importancia relativa entre distintos elementos para la precisión del posicionamiento. Mephan & Krakiwsky (1984) dan una descripción del diseño de redes asistido por computación. Las elipses en los planos XZ y YZ (siendo Z el eje vertical) también son mostradas por pantalla.

En conclusión, los métodos indirectos iterativos ofrecen la posibilidad de diseñar redes de control en ingeniería con un propósito específico de una forma más eficiente que la simple intuición, siendo la experiencia del diseñador un factor fundamental en el proceso de diseño.

3. Capítulo 3: Simulación de Redes Geodésicas

3.1. Definición de Simulación

Se ha empezado a utilizar la palabra simulación sin haber dado previamente una definición de ella. Por consiguiente, antes de proseguir con la discusión de este tema, sería conveniente describir algunas de las definiciones más aceptadas y difundidas de la palabra simulación. Thomas H. Naylor la define así:

“Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo”. (Naylor, 1966)

La definición anterior está en un sentido muy amplio, pues puede incluir desde una maqueta, hasta un sofisticado programa de ordenador. En sentido más estricto, Maisel & Gnugnoli, definen simulación como:

“Simulación es una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Estos experimentos involucran ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos, sociales, biológicos, físicos o químicos a través de largos periodos de tiempo”. (Maisel & Gnugnoli, 1972)

Otros estudiosos del tema como Robert E. Shannon, definen simulación como:

“Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computerizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema”. (Shannon, 1975)

3.2. Generación de Números Pseudoaleatorios

Se llama números pseudoaleatorios a una sucesión determinística de números en el intervalo $[0, 1]$ que tiene las mismas propiedades estadísticas que una sucesión de números aleatorios. Una forma general de obtener números pseudoaleatorios es partir de una semilla de p números y aplicar una función d .

Los números pseudoaleatorios son necesarios cuando se pone en práctica un modelo de simulación, para obtener observaciones aleatorias a partir de distribuciones de probabilidad.

Los números aleatorios generados en un inicio por una computadora casi siempre son números enteros.

En sentido estricto, los números generados por una computadora no se deben llamar números aleatorios porque son predecibles y se pueden reproducir, dado el generador que se use. Por ello en ocasiones se les llama números pseudoaleatorios.

No obstante, el punto importante es que, de forma satisfactoria, hacen las veces de los números aleatorios en la simulación si el método que se usa para generarlos es válido.

El procedimiento usado por una computadora para generarlos se llama generador de números aleatorios.

Un generador de números aleatorios es un algoritmo que produce secuencias de números que siguen una distribución de probabilidad específica y tienen la apariencia de aleatoriedad.

La referencia a secuencias de números aleatorios significa que el algoritmo produce muchos números aleatorios en serie.

La secuencia de números generados debe cumplir con las 2 hipótesis siguientes:

- 1) Distribución Uniforme
- 2) Independencia (no correlacionados)

Además son importantes los siguientes aspectos:

- a) Las subsecuencias también deben cumplir 1) y 2)
- b) Deben ser secuencias largas y sin huecos (densas)
- c) Algoritmos rápidos y que no ocupen mucha memoria.

Los números aleatorios se pueden dividir en dos categorías principales:

- Números aleatorios enteros.
Es una observación aleatoria de una distribución uniforme discretizada en el intervalo $n, n+1 \dots$. Por lo general, $n = 0$ ó 1 donde estos son valores convenientes para la mayoría de las aplicaciones.
- Números aleatorios uniformes.
Es una observación aleatoria a partir de una distribución uniforme (continua) en un intervalo $[a, b]$.

3.2.1. Multiply-with-carry

Durante el desarrollo de esta herramienta se comprobó que el generador de números pseudoaleatorios que incorpora Visual Studio 2010 no proporcionaba unos resultados válidos para esta aplicación. Por este motivo, se optó por implementar el método inventado por Marsaglia & Zaman (1991) multiply-with-carry para la generación de números enteros aleatorios. Este método está basado en la selección inicial de un conjunto, de dos a varios miles,

de números aleatorios que actuarán como semilla. Las principales ventajas de este método son que tan sólo invoca simples operaciones aritméticas con números enteros, proporcionando la generación rápida de secuencias de números aleatorios con periodos muy amplios, en un rango de 2^{60} a $2^{2000000}$.

3.3. Consideraciones Generales Sobre la Simulación de Redes Geodésicas

Tomando como referencia las definiciones citadas en el apartado anterior, la simulación de redes geodésicas puede ser descrita como la generación, apoyándose en técnicas de computación, de un modelo matemático que represente las relaciones geométricas entre los vértices de la red. Gracias a este modelo, será posible prever su comportamiento y evaluar las estrategias a seguir para dar con la mejor solución desde un punto de vista o criterio adoptado con antelación.

Para conseguir que el modelo simulado se ajuste de forma lo fehaciente a la realidad posible, se hace necesario entrar a considerar los términos que influyen sobre las relaciones entre puntos citadas en la definición anterior. Estas, en la vida real, vienen dadas como observaciones de campo, en función de cuya índole se deberán hacer las correspondientes consideraciones, de las que se trata en los subsecuentes puntos.

3.4. Observaciones Clásicas

En el ámbito de la topografía y la geodesia, con observaciones clásicas se hace referencia a todas aquellas observaciones obtenidas por técnicas no espaciales, es decir, la medición de ángulos, distancias y desniveles mediante teodolitos, estación total, nivel, etc.

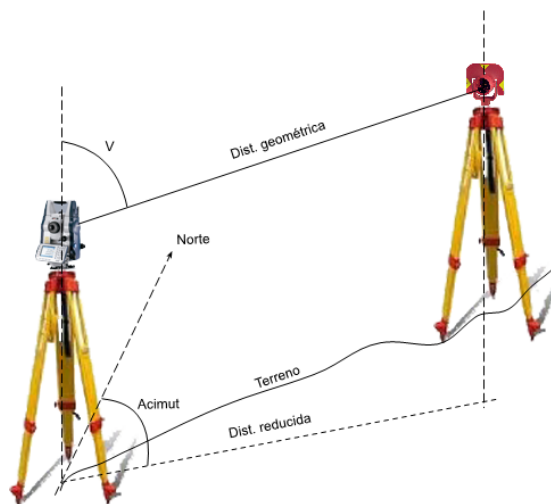


Gráfico de observación con Estación Total

Dado que en la herramienta objeto de este proyecto tan sólo se consideran observaciones de ángulos acimutales y de distancias, no se entrará a considerar detalles del resto de posibles observables.

3.4.1. Modelo matemático

- Ecuación de azimut:

La ecuación para el azimut del punto A al punto B es:

$$\theta_A^B = \text{atan} \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A}$$

y su linealización

$$\hat{\theta}_A^B = \theta_A^B + \frac{\partial \theta}{\partial X_A} dX_A + \frac{\partial \theta}{\partial Y_A} dY_A + \frac{\partial \theta}{\partial X_B} dX_B + \frac{\partial \theta}{\partial Y_B} dY_B$$

$$\hat{\theta}_A^B = \theta_A^B - \frac{Y_B - Y_A}{(D_A^B)^2} dX_A + \frac{X_B - X_A}{(D_A^B)^2} dY_A + \frac{Y_B - Y_A}{(D_A^B)^2} dX_B - \frac{X_B - X_A}{(D_A^B)^2} dY_B$$

de modo que su inclusión en la matriz de diseño quedará

$$\begin{bmatrix} \Delta X_A & \Delta Y_A & \Delta X_B & \Delta Y_B & \cdots & \Delta X_n & \Delta Y_n \\ -\frac{Y_B - Y_A}{(D_A^B)^2} & \frac{X_B - X_A}{(D_A^B)^2} & \frac{Y_B - Y_A}{(D_A^B)^2} & -\frac{X_B - X_A}{(D_A^B)^2} & \cdots & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

- Ecuación de distancia en el plano:

La ecuación para la distancia en el plano XY del punto A al punto B es:

$$D_A^B = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2}$$

y su linealización

$$\hat{D}_A^B = D_A^B + \frac{\partial D}{\partial X_A} dX_A + \frac{\partial D}{\partial Y_A} dY_A + \frac{\partial D}{\partial X_B} dX_B + \frac{\partial D}{\partial Y_B} dY_B$$

$$\hat{D}_A^B = D_A^B - \frac{X_B - X_A}{D_A^B} dX_A - \frac{Y_B - Y_A}{D_A^B} dY_A + \frac{X_B - X_A}{D_A^B} dX_B + \frac{Y_B - Y_A}{D_A^B} dY_B$$

de modo que su inclusión en la matriz de diseño quedaría

$$\begin{bmatrix} \Delta X_A & \Delta Y_A & \Delta X_B & \Delta Y_B & \cdots & \Delta X_n & \Delta Y_n \\ -\frac{X_B - X_A}{D_A^B} & -\frac{Y_B - Y_A}{D_A^B} & \frac{X_B - X_A}{D_A^B} & \frac{Y_B - Y_A}{D_A^B} & \cdots & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

3.4.2. Modelo estocástico

- Cálculo de la desviación estándar para una medida angular:

En el caso de observaciones angulares, los errores considerados por la herramienta programada son los siguientes:

- Error de centrado en el punto de estación.
- Error de centrado en el punto visado.
- Error instrumental en la medición de ángulos (desviación típica del instrumento)
- Error en la apreciación angular.

En función de estos, la desviación estándar para una determinada medida se calculará como la composición cuadrática del error de dirección, que es función de la distancia y los errores en el centrado, el error instrumental en la medición de ángulos y el error en la apreciación angular.

$$\sigma_{\text{ángulo}} = \sqrt{e_d^2 + e_m^2 + e_a^2}$$

Donde e_d es el error de dirección, e_m es el error instrumental en la medición de ángulos y e_a es el error en la apreciación angular.

- Cálculo de la desviación estándar para una medida de distancia:

Para las observaciones de distancia se consideran los siguientes errores:

- Error de centrado en el punto de estación.
- Error de centrado en el punto visado.
- Error instrumental en la medición de distancias (desviación típica del instrumento).
Este valor se divide en una parte constante a y otra parte escalar b , de modo que suele venir expresado en la forma $\pm(a + D \cdot b \text{ ppm})$, donde D representa la distancia medida.

En función de los anteriores parámetros, la desviación estándar para una determinada medida se calculará como la composición cuadrática de los errores de centrado y la desviación típica del instrumento.

$$\sigma_{\text{distancia}} = \sqrt{e_i^2 + e_t^2 + a^2 + (D + b \text{ ppm})^2}$$

Donde e_i es el error de centrado de la estación, e_t es el error de centrado del prisma, a y b son los parámetros de la precisión del distanciómetro y D es la distancia medida.

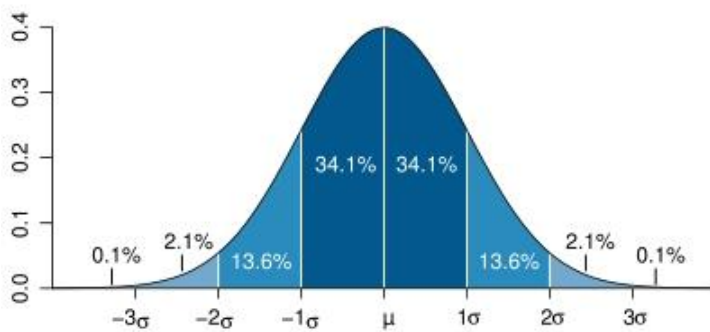
3.4.3. Simulación de observaciones

La observación de azimut se simula en función de la ecuación mostrada en el apartado 3.4.1. A la magnitud obtenida se le añade un valor generado aleatoriamente y perteneciente a una distribución normal centrada en el origen y de desviación estándar la calculada según lo especificado en el apartado 3.4.2.

En cuanto a la observación de distancia, en primera instancia se calcula la distancia geométrica entre los dos puntos. Con esta distancia como base, se calcula la desviación estándar según lo especificado en el apartado 3.4.2., añadiéndole su correspondiente valor aleatorio del mismo modo que a las magnitudes angulares. Por último, se reducirá el valor obtenido

anteriormente al plano XY para ajustarse al modelo planteado.

De este modo se fuerza a que el conjunto de observaciones siga una distribución normal, que representada en un histograma de frecuencias se ajusta a la campana de Gauss.



Representación de la Campana de Gauss

3.5.Observaciones GNSS

En el ámbito de las redes geodésicas, con observaciones GNSS se hace referencia a vectores obtenidos entre dos receptores GNSS mediante los métodos diferenciales estático, o estático rápido.

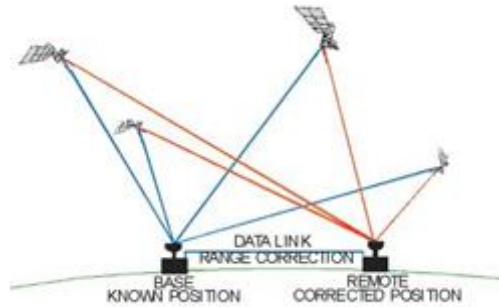


Gráfico de posicionamiento GNSS diferencial

(fuente: <http://arstechnica.com>)

3.5.1. Modelo matemático

La ecuación de observación para la baselínea, desde el punto A hasta el punto B, obtenida mediante observaciones de esta índole es:

$$X_B = X_A + \Delta X_{AB} + v_{X_{AB}}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB} + v_{Y_{AB}}$$

$$Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB} + v_{Z_{AB}}$$

de modo que su inclusión en la matriz de diseño quedará

$$\begin{bmatrix} \Delta X_A & \Delta Y_A & \Delta Z_A & \Delta X_B & \Delta Y_B & \Delta Z_B & \cdots & \Delta X_n & \Delta Y_n & \Delta Z_n \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

3.5.2. Modelo estocástico

Las componentes de un vector GNSS tienen correlación entre ellas. Estas relaciones vienen expresadas en la matriz varianza-covarianza de 3x3, simétrica respecto de su diagonal principal por lo que se suele dar en forma de matriz diagonal superior.

La desviación estándar de un vector GNSS viene dado, como en el caso de las distancias, dividido en una parte constante a y otra parte escalar b , de modo que se expresa en la forma $\pm(a + D \cdot b \text{ ppm})$, donde D representa la distancia medida (módulo del vector). Los valores que conforman esta expresión dependerán de la metodología de observación, siendo el caso más común para la observación de redes geodésicas el método estático $\pm(2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$.

3.5.3. Simulación de observaciones

Las observaciones en este caso se simulan según lo especificado en el apartado 3.5.1.

Con el módulo del vector como distancia base, se calcula la desviación estándar según lo especificado en el apartado 3.5.2., calculando su correspondiente valor aleatorio dentro de la distribución normal.

Por último, a cada componente del vector se le añade este valor aleatorio. Esta forma de simular puede que no sea la más veraz posible, dado que como es bien sabido, la precisión de las técnicas GNSS es mucho peor en altimetría que en planimetría. El problema es que para cuantificar esta relación es necesario conocer las condiciones bajo las que se realizó la observación en particular (geometría de la constelación, tiempo de observación, etc.), lo cual no es viable.

3.6. Asignación de pesos

Cuando se realizan medidas en campo, normalmente deben ajustarse a un conjunto de condiciones geométricas dadas y, cuando no, las medidas son ajustadas forzando a cumplir ese criterio geométrico. Para un conjunto de observaciones incorreladas, una medida con alta precisión, y pequeña varianza por tanto, implica una buena observación, y en el ajuste recibirá una pequeña porción de la corrección total. Análogamente, una medida con baja precisión, indicada por una gran varianza, implica una observación con un error grande, por lo que recibirá una mayor parte de las correcciones.

El peso de una observación es una medida relativa de su calidad respecto a otras medidas. Los pesos (o ponderaciones) se usan para controlar el tamaño de las correcciones aplicadas a las medidas en el ajuste. Cuanto más precisa es una observación, más alto debe ser su peso; en otras palabras, a menor varianza, mayor peso. De este análisis se deduce intuitivamente que los pesos son inversamente proporcionales a las varianzas y, por tanto, las correcciones deberán ser inversamente proporcionales a los pesos.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en el caso de las observaciones GNSS las componentes de los vectores están correlacionadas entre sí. En la práctica, estas matrices de correlación se obtienen del propio cálculo de vectores, lo que traducido a una simulación, implicaría la reproducción de las condiciones de observación, con lo que esto conlleva en un sistema tan complejo. Por este motivo, no se consideran tales correlaciones, de modo que la matriz de pesos para un conjunto de observaciones GNSS pasa a ser totalmente diagonal.

4. Capítulo 4. Aplicación

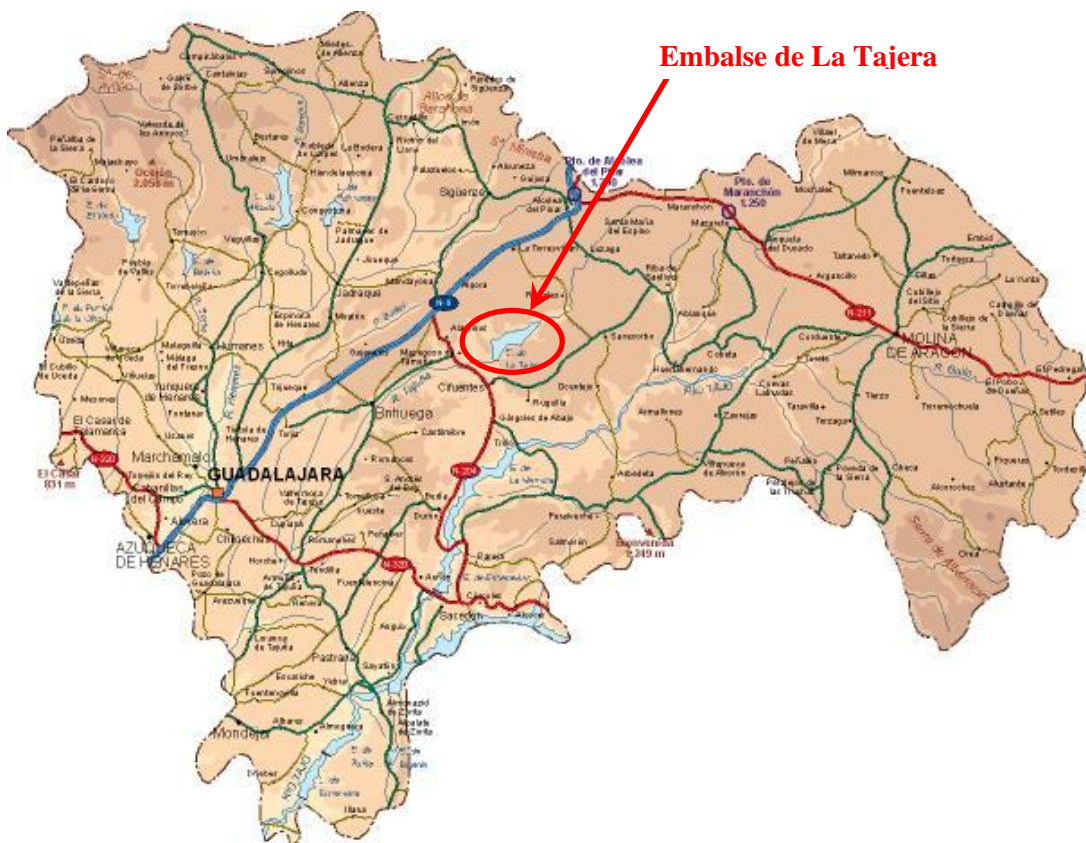
En este apartado se lleva a cabo un recorrido por la herramienta desarrollada. Para ello se han tomado como base ejemplos de redes reales y observaciones de las mismas.

4.1. Red de Control Planimétrico de la Presa de “La Tajera”¹

En este ejemplo, se realiza una simulación de la observación de la infraestructura geodésica de control de la presa de La Tajera, tal y como se llevó a cabo en la campaña de 1993.

4.1.1. Introducción

Esta presa está localizada en la provincia de Guadalajara, más concretamente en el municipio de Cifuentes. En la imagen bajo estas líneas se muestra su localización relativa a la provincia.



Mapa a escala 1:1.000.000 de la provincia de Guadalajara

(Fuente: <http://www.mapasvectoriales.com>)

¹ Todos los datos necesarios, tanto para la redacción de este documento como para la simulación de la red de forma fehaciente han sido extraídos de la presentación ppt que José Luis Valbuena Durán realizó sobre el trabajo. Así mismo, algunas de las imágenes mostradas en el presente apartado pertenecen a dicho documento.

Se trata de una estructura de bóveda delgada y doble curvatura que, tal y como se muestra en la siguiente imagen, tiene 220 metros de coronación y 54 metros de altura sobre cauce. El volumen máximo total de embalse es de setenta hectómetros cúbicos.

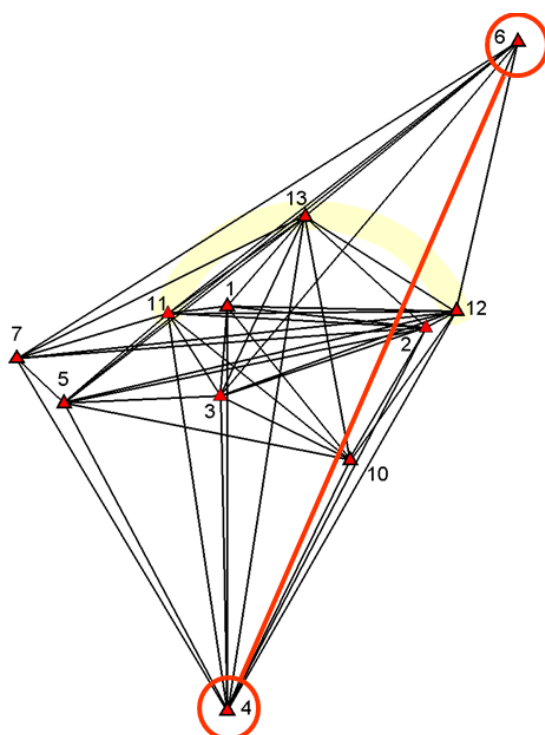


Imagen de la presa de La Tajera (Fuente: presentación ppt de Valbuena, JL)

El trabajo se realizó mediante un convenio de colaboración científica establecido entre la empresa y el Instituto de Astronomía y Geodesia (IAG), centro mixto del CSIC y la UCM, hoy desaparecido.

La responsabilidad del diseño, construcción y observación de la red, así como de la redacción de la memoria, fue de José Luis Valbuena Durán (especialista del CSIC, destinado en el IAG); la del cálculo y ajuste, del IAG.

4.1.2. Diseño de la red



En este apartado se comentarán los aspectos relevantes de la red desde el punto de vista del diseño.

Planimétricamente se usaron los hitos H4 y H6, que establecen el lado más largo de la red. La distancia entre ambos se midió repetidamente, en días y condiciones diferentes, para obtener una distancia patrón.

Gráfico de la red de control de la presa de La Tajera (Fuente: presentación ppt de Valbuena, JL)

En cuanto al sistema de referencia, se aplicará el plano local definido en 2010 para su recálculo, dado que en 1993 se calculó en coordenadas geodésicas, algo poco adecuado para obtener los vectores de deformación en una estructura. Por tanto, el sistema se define según:

- Acimut entre hitos de estribo H11 – H12: 100 gon.
- Ordenada del hito de estribo H11: 1500 m.
- Abscisa del hito de centro de coronación H13: 500 m
- Distancia geométrica fija H4 – H6: 383,38256 m (patrón 1993)

Tras un ajuste planimétrico previo se obtuvieron:

- Coordenadas del fijo H4:
 - o X = 456,225 m.
 - o Y = 1292,366 m.
- Acimut analítico a H6: 26,2251 gon

Estos serán los datos que se utilicen para introducir los constreñimientos necesarios en la simulación.

4.1.3. Instrumental

En 1993, la planimetría de la red se observó con un KERN MEKOMETER ME-5000 cuya precisión nominal es de $\pm(0,2 \text{ mm} + 0,2 \text{ ppm})$.

La señalización se llevó a cabo mediante hitos de hormigón armado con plataforma cuadrada de 1,5 x 1,5 m. En la coronación de los pilares, de 1,20 m de altura, se instaló el sistema de autocentrado radial GEOCONTROL (y con centrado de bola). Sobre esta señalización, se utilizaron basadas KERN ajustadas de repetitividad de centrado $\varepsilon < 0,1 \text{ mm}$.

Es preciso ser conscientes de que estas precisiones son las nominales del instrumental y, al realizar las mediciones en campo, las condiciones varían de modo que no se alcanzan dichos valores. Teniendo esto en cuenta, las precisiones que se utilizarán en este ejemplo serán las siguientes:

- o KERN MEKOMETER ME-5000: $\pm(0,4 \text{ mm} + 0,4 \text{ ppm})$
- o Basadas KERN sobre pilar con centrado forzado: $\varepsilon < 0,2 \text{ mm}$



*Imagen extraída del KERN
MEKOMETER ME-5000*

(Fuente: <http://www.fgi.fi>)

4.1.4. Simulación de la red

Según lo especificado en las secciones anteriores, se procedió a la simulación de la red. Los datos de partida necesarios para este fin son:

- Coordenadas aproximadas de los vértices de la red.

| Punto | X Local (m) | Y Local (m) | Altura (m) |
|-------|-------------|-------------|------------|
| 1 | 458.7446 | 1443.8010 | 952.8730 |
| 2 | 562.0710 | 1431.6553 | 956.5087 |
| 3 | 453.9362 | 1396.4699 | 947.9053 |
| 4 | 456.2250 | 1232.3660 | 943.8908 |
| 5 | 372.6293 | 1394.1559 | 977.8473 |
| 6 | 611.9190 | 1580.3117 | 984.8191 |
| 7 | 348.2128 | 1416.5643 | 984.5740 |
| 10 | 521.8705 | 1362.7294 | 929.1219 |
| 11 | 428.4216 | 1440.0320 | 965.8920 |
| 12 | 578.6116 | 1440.0069 | 965.8935 |
| 13 | 499.9769 | 1489.1396 | 965.4018 |

- Observaciones realizadas:

La primera observación corresponde al acimut, que forma parte del sistema de referencia.

| Estación | Visado | Tipo |
|----------|--------|------|
| 4 | 6 | AH |
| 1 | 10 | D |
| 1 | 11 | D |
| 1 | 12 | D |
| 1 | 2 | D |
| 1 | 3 | D |
| 1 | 4 | D |
| 10 | 4 | D |
| 10 | 5 | D |
| 11 | 10 | D |
| 11 | 4 | D |
| 11 | 5 | D |
| 12 | 10 | D |
| 12 | 11 | D |
| 12 | 3 | D |
| 12 | 4 | D |
| 12 | 5 | D |
| 13 | 10 | D |
| 13 | 11 | D |
| 13 | 12 | D |
| 13 | 2 | D |
| 13 | 3 | D |
| 13 | 4 | D |
| 13 | 5 | D |
| 13 | 6 | D |
| 13 | 7 | D |

| Estación | Visado | Tipo |
|----------|--------|------|
| 2 | 10 | D |
| 2 | 11 | D |
| 2 | 12 | D |
| 2 | 4 | D |
| 2 | 5 | D |
| 3 | 10 | D |
| 3 | 11 | D |
| 3 | 2 | D |
| 3 | 4 | D |
| 3 | 5 | D |
| 6 | 11 | D |
| 6 | 12 | D |
| 6 | 3 | D |
| 6 | 4 | D |
| 6 | 5 | D |
| 6 | 7 | D |
| 7 | 11 | D |
| 7 | 12 | D |
| 7 | 2 | D |
| 7 | 5 | D |

- Precisiones del instrumental: como ya se ha mencionado antes.
 - o KERN MEKOMETER ME-5000: $\pm(0,4 \text{ mm} + 0,4 \text{ ppm})$
 - o Basadas KERN sobre pilar con centrado forzado: $\varepsilon < 0,2 \text{ mm}$

Estos datos serán introducidos en el programa como se muestra a continuación.

La siguiente imagen muestra el formulario secundario para la simulación de redes clásicas.

The screenshot shows the 'Clásica 0' software interface. It features a menu bar with 'Archivo', 'Gráfico', and 'Configuración'. Below the menu bar are two tables and a button.

Tabla de Puntos

| | Estatus | Id | Este | Norte | Altura |
|-------------------------------------|---------|----|----------|-----------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 000 | 1 | 458,7446 | 1443,801 | 952,873 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 000 | 2 | 562,071 | 1431,6553 | 956,5087 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 000 | 3 | 453,9362 | 1396,4699 | 947,9053 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 110 | 4 | 456,225 | 1232,366 | 943,8908 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 000 | 5 | 372,6293 | 1394,1559 | 977,8473 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 000 | 6 | 611,919 | 1580,3117 | 984,8191 |

Tabla de Observaciones

| | De | A | Ángulo H. | Distancia |
|---|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ▶ | 4 | 6 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 1 | 10 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 11 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 12 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 2 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 3 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 4 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 10 | 4 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 10 | 5 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 11 | 10 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 11 | 4 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 11 | 5 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 12 | 10 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

A 'Simular' button is located on the right side of the interface.

Formulario de Red Clásica de NetSim

Se pueden observar dos tablas. La primera, localizada en la parte superior del formulario, corresponde a los puntos de la red. En la primera columna se localizan los checkbox con los que incluir o excluir puntos del cálculo; en la segunda, se visualiza el estatus de cada punto, o lo que es lo mismo, como se comportarán sus coordenadas dentro del ajuste mínimo cuadrático. El "1" significa que la coordenada está fija y, por tanto, su correspondiente diferencial no será incluido en la matriz de diseño. El "0" por el contrario, significa que la coordenada está libre de cara al ajuste.

En este tipo de redes, tan sólo se procesa la planimetría, por lo que el estatus de la altura será fijo independientemente de lo que se escriba en su estatus. Sin embargo, la altura de cada punto juega su papel en la simulación de las distancias, más concretamente, en el cálculo de la desviación típica de cada medida de esta índole. Este hecho será más relevante cuanto mayor

sean los desniveles entre puntos y, por tanto, mayor la diferencia entre la distancia geométrica, que es la que se observa, y la reducida, con la que se calcula en última instancia.

El resto de columnas corresponden a las coordenadas locales Este, Norte y Altura de la red. La herramienta no permite introducir otro tipo de coordenadas en este tipo de redes.

Aplicando esto al ejemplo que se está tratando, fijaremos sólo las coordenadas del punto 4.

La segunda tabla, situada inmediatamente debajo de la anterior, muestra las observaciones que se van a simular en el cálculo. Cuando se carga un fichero de puntos, automáticamente se muestran todas las posibles observaciones entre los vértices activos de la tabla de puntos. Al añadir o eliminar un vértice activo la tabla de observaciones se actualizará automáticamente.

La observación angular del punto 4 al 6 forma parte de las constricciones del sistema. Al no considerarse la posibilidad de introducir acimuts fijos en el sistema, la única opción que queda es su inclusión como una observación de muy alta precisión. De este modo el punto 6, pese a ser flotante, se encontrará tan fuertemente constreñido por esta observación que su variación en la dirección perpendicular a la definida por los puntos 4 y 6 será prácticamente nula.

La selección de observaciones se realiza, al igual que con los puntos, mediante los checkbox dispuestos a tal efecto.

Existe la posibilidad de visualizar un gráfico con los elementos seleccionados. Esto se realiza mediante el botón “Gráfico” situado en el menú superior.

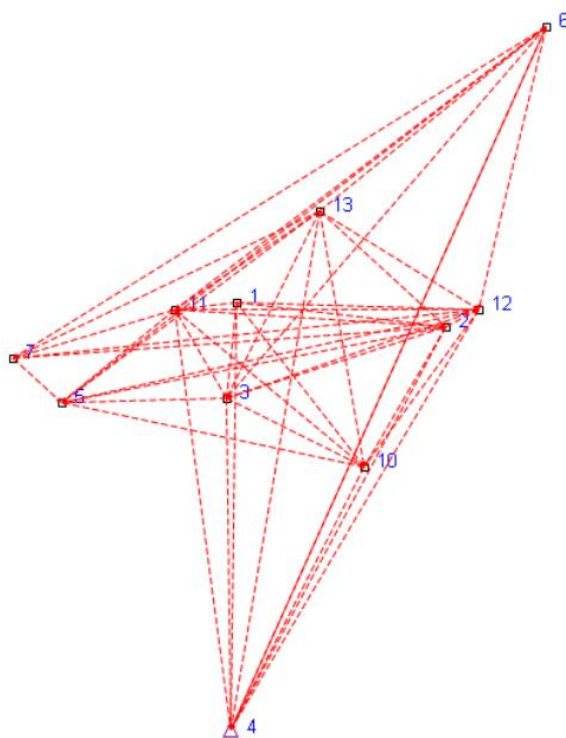


Gráfico de red del programa NetSim

El siguiente paso a realizar será la configuración del instrumental, además de otros parámetros secundarios del cálculo. Para ello, se selecciona la opción “Configuración” del menú superior.

Comenzando por la parte superior, el primer parámetro a configurar es la tolerancia de la red. Este se refiere a la tolerancia máxima que se desea alcanzar. Al procesar el cálculo, el criterio aplicado para dar este por concluido será que ningún semieje mayor de las elipses de error sobre los vértices de la red este por encima que este valor.

En este caso, dado que no se conoce a priori este dato, se introdujo un valor de 10 mm. Al ser un valor bastante más elevado que la precisión que cabría esperar del instrumental utilizado, probablemente limitará el cálculo a una sola serie de observaciones.

El siguiente grupo corresponde a los errores de centrado, tanto sobre el punto de estación como en el punto visado.

Siguiendo con este orden, se encuentra el grupo de errores para las observaciones angulares.

Diálogo de Configuración de NetSim

Solo se consideran el error nominal del instrumento en la medida y el error en la apreciación angular, ya que este puede ser, en ciertas ocasiones, mayor que el nominal.

Diálogo de Configuración de NetSim

Por último, en esta ventana es posible configurar las precisiones de distancias y, en el caso de que la red fuera observada por técnicas espaciales, la precisión de los vectores GNSS. Cuando se accede a este diálogo desde un formulario de redes clásicas, este último elemento aparece

desactivado y, análogamente, si se accede desde un formulario de redes GNSS, las precisiones angulares y de distancia serán las que aparezcan desactivadas.

La siguiente pestaña, denominada “Cálculo”, permite configurar una serie de parámetros como el nivel de confianza de las elipses de error, el número máximo de series con el que el programa iterará si no se cumple el criterio mencionado anteriormente, las posiciones decimales según el tipo de magnitud y la exageración de las elipses de error.

Una vez completados estos pasos, restará pulsar el botón “Simular” para procesar la pertinente simulación. Mientras se realiza dicho procesamiento, se mostrará una barra de progreso con información sobre las distintas fases del cálculo. Tras completarse, aparece un nuevo cuadro de diálogo para guardar el informe en formato .HTML que puede consultarse en su totalidad en el (Anejo III).

4.1.5. Análisis de resultados

En este apartado se realiza una comparación de los resultados obtenidos mediante el cálculo de la observación real con el software Microsearch GeoLab y los proporcionados por la simulación de la observación.

En la siguiente figura se visualizan los valores obtenidos para las elipses de error (al 95%) al realizar la simulación de la red.

| ELIPSES DE ERROR SOBRE LOS VÉRTICES DE LA RED | | | | |
|---|----------|-----------|-----------|-------------------|
| | | | | Unidades: m, grad |
| ESTATUS | ESTACIÓN | EJE MAYOR | EJE MENOR | ORIENTACIÓN |
| 000 | 1 | 0,00193 | 0,00107 | 194,624825 |
| 000 | 2 | 0,00200 | 0,00105 | 164,911089 |
| 000 | 3 | 0,00182 | 0,00088 | 185,70594 |
| 110 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 000 | 5 | 0,00250 | 0,00141 | 140,683632 |
| 000 | 6 | 0,00122 | 0,00105 | 173,214544 |
| 000 | 7 | 0,00287 | 0,00156 | 128,160746 |
| 000 | 10 | 0,00187 | 0,00092 | 182,752956 |
| 000 | 11 | 0,00174 | 0,00106 | 186,898109 |
| 000 | 12 | 0,00188 | 0,00100 | 172,932562 |
| 000 | 13 | 0,00199 | 0,00085 | 180,97754 |

Extracto del informe de NetSim.

El máximo valor se localiza en el punto 7 de la red. Esto es lo que cabría esperar dado que se trata de un vértice de borde de figura y, por tanto, los errores deben de acumularse en el mayor medida que en el resto de vértices de la red.

A continuación se muestran los resultados arrojados por el cálculo de la red mediante el software GeoLab (El informe completo se puede consultar en el Anejo III). Para el cálculo de la

red se deben tener en cuenta que las distancias con las que se parte están reducidas al plano del punto 4. Por este motivo y debido a que el programa no puede procesar la red en coordenadas locales, se definió una proyección estereográfica tangente al elipsoide WGS84 (World Geodetic System 1984) en el punto 4 y con factor de escala en el origen igual a la unidad.

```

=====
                          Red Tunel de Pajares
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS 84          UNITS: m,GRAD Page 0014
=====
2-D and 1-D Station Confidence Regions (95.000 and 95.000 percent):
STATION      MAJOR SEMI-AXIS  AZ      MINOR SEMI-AXIS      VERTICAL
-----
1            0.0014  95            0.0008                0.0000
10           0.0014 104            0.0007                0.0000
11           0.0013 106            0.0008                0.0000
12           0.0013 112            0.0008                0.0000
13           0.0014 109            0.0006                0.0000
2            0.0015 122            0.0008                0.0000
3            0.0014 104            0.0007                0.0000
5            0.0019 144            0.0010                0.0000
6            0.0008  24            0.0000                0.0000
7            0.0023 153            0.0011                0.0000
=====

```

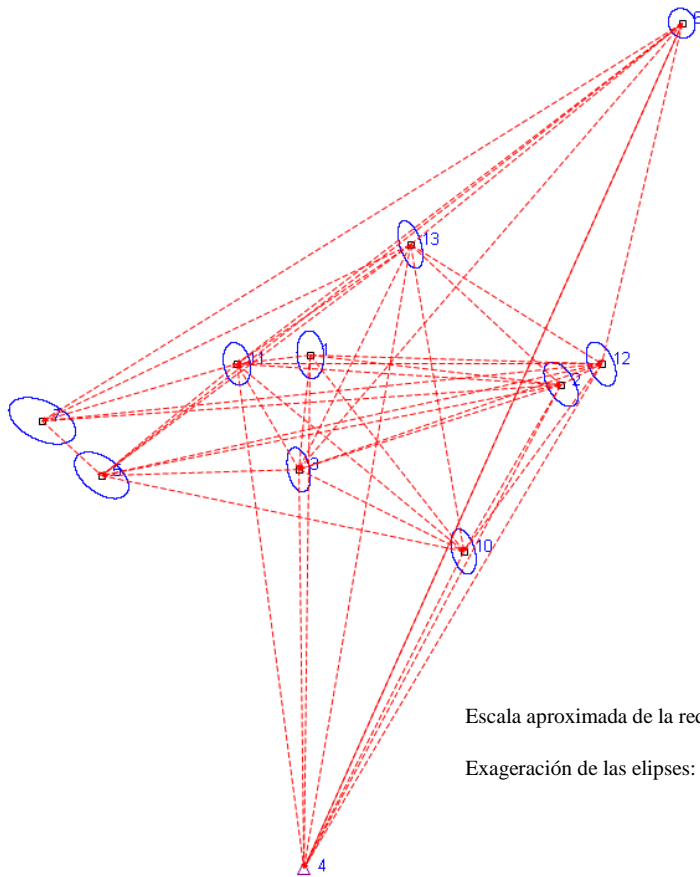
Extracto del informe de GeoLab.

Al igual que en la simulación, el valor más elevado se localiza sobre el punto 7.

El resto de valores se sitúan entre uno y dos milímetros, siendo un poco más elevados en la simulación que en cálculo real. Esto puede ser debido a alguno de los defectos que tiene el programa de simulación en cuanto a la definición del modelo estocástico de las observaciones. Por ejemplo, el acimut que se introduce como constreñimiento, se comporta de una forma mucho más veraz en GeoLab que en NetSim, dado que en este último no existe la opción de eliminar los errores de estacionamiento para esta medida en concreto. Esta puede ser una causa que explique las diferencias entre ambos ajustes, no obstante, es solo una de las posibles teorías.

En la siguiente página se muestran juntos los gráficos de ambas aplicaciones, incluyendo las correspondientes elipses de error.

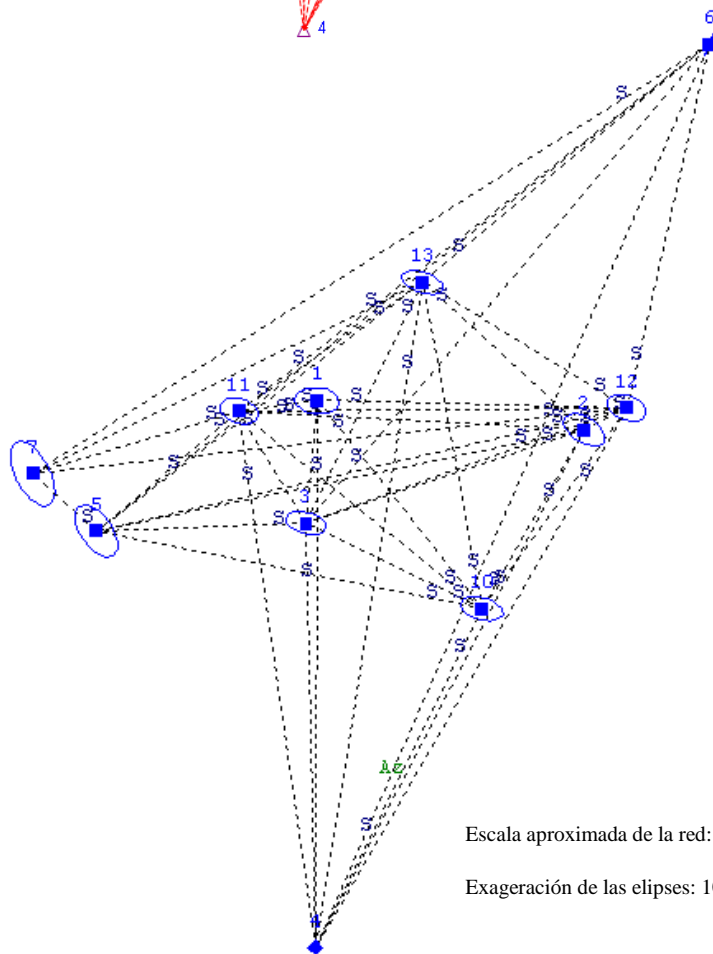
Siguiendo con la teoría anterior se puede observar que, en el ajuste con GeoLab, el error el punto 6 es nulo en la dirección transversal a la definida por la observación 4-6, mientras que en la simulación generada por NetSim no es así.



De arriba a abajo: gráfico realizado por NetSim y gráfico realizado por GeoLab

Escala aproximada de la red: 1: 2.410

Exageración de las elipses: 10.000



Escala aproximada de la red: 1: 2.410

Exageración de las elipses: 10.000

4.2. Red de Orden Inferior (ROI) de Menorca

4.2.1. Introducción

Hay que recordar que la Red Geodésica Española se inició en el año 1852 por la Comisión del Mapa de España, estando constituida por tres órdenes de triángulos según la dimensión de sus lados (redes de primero, segundo y tercer orden). Su construcción y total observación requirió casi un siglo, pudiendo considerarse finalizados los trabajos geodésicos en la década de los treinta del actual siglo. En los años 70, el IGN inició la reconstrucción de esta Red, perdida casi en su totalidad por diversas causas tales como la guerra civil y los desarrollos urbanos e industriales. Para ello se aprobó un plan de reconstrucción que iniciado en 1982 vio su final en 1992, quedando la nueva Red Geodésica, constituida por una Red de Primer Orden, RPO, con unos seiscientos ochenta vértices, conformando una malla continua sobre todo el territorio nacional, y una Red de Orden Inferior (ROI) integrada por unos 11.000 vértices.

La Red de Orden Inferior (ROI) está ajustada en ETRS89 sobre las coordenadas de REGENTE utilizando observables GPS en algunos casos (Cataluña, Navarra, Baleares y otros vértices por toda España) y observables clásicos angulares (en la mayoría de la red). Las elipses de error resultantes de este ajuste figuran en las respectivas reseñas de los vértices, al lado de las coordenadas ETRS89, siendo muy variable, aunque con una media de 8 cm de precisión relativa.

4.2.2. Instrumental

La observación y cálculo de esta red aún a técnicas clásicas y espaciales. No obstante, para este ejemplo sólo se utilizarán las observaciones GNSS realizadas con un TRIMBLE 4000 cuya precisión nominal es de $\pm(10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$.

La precisión en el estacionamiento sobre pilares ROI, lo cuales carecen de centrado forzado, se estima en 0,5 mm.



Imagen del Trimble 4000

(Fuente: <http://webpages.fc.ul.pt>)

4.2.3. Simulación

En este caso, los datos de partida son los siguientes:

- Coordenadas de los vértices de la red:

Para este tipo de redes, existe la posibilidad de introducir las coordenadas cartesianas o geodésicas. En este último caso, las coordenadas en el hemisferio Norte y al Este del meridiano origen deberán ser consideradas positivas y, por tanto, deberán incluir el signo menos delante si se encuentran en el hemisferio Sur y/o al Oeste del meridiano origen. El programa trabaja en cartesianas sobre el WGS84 en cualquier caso, para lo cual realiza la correspondiente conversión si es necesario.

| Punto | Latitud (deg) | Longitud (deg) | Altitud (m) |
|-------|----------------|----------------|-------------|
| 61800 | 40 01 09.44558 | 03 47 54.44221 | 128.409 |
| 61810 | 40 00 21.31968 | 03 51 51.40501 | 99.809 |
| 61812 | 40 02 35.82518 | 03 51 45.84001 | 165.409 |
| 61843 | 40 03 03.84168 | 03 57 19.94411 | 254.709 |
| 61872 | 40 02 49.64688 | 04 03 31.89331 | 189.509 |
| 61885 | 40 05 19.98580 | 04 05 31.73336 | 137.800 |
| 61894 | 40 03 58.24268 | 04 08 33.13071 | 171.709 |
| 61910 | 40 00 32.50830 | 04 11 00.57221 | 150.500 |
| 64605 | 39 55 21.52644 | 03 49 27.20020 | 63.064 |
| 64616 | 39 56 35.66534 | 03 49 58.65980 | 86.364 |
| 64635 | 39 55 47.18094 | 03 54 35.35250 | 111.264 |
| 64638 | 39 58 07.78824 | 03 54 01.43230 | 138.464 |
| 64640 | 39 59 56.51224 | 03 55 21.67580 | 180.164 |
| 64648 | 39 58 05.56084 | 03 57 55.89030 | 163.664 |
| 64666 | 39 56 41.90784 | 04 01 44.32150 | 172.864 |
| 64669 | 39 59 39.22524 | 04 00 15.56900 | 323.664 |
| 64685 | 39 55 08.76554 | 04 04 56.44250 | 185.864 |
| 64692 | 39 52 39.37714 | 04 06 05.43270 | 124.564 |
| 64699 | 39 59 05.95504 | 04 06 47.72740 | 409.964 |
| 64703 | 39 53 07.85455 | 04 09 38.19419 | 166.060 |
| 64711 | 39 51 28.13935 | 04 10 04.30409 | 117.260 |
| 64715 | 39 55 37.46545 | 04 10 56.30774 | 203.560 |
| 64722 | 39 52 50.99435 | 04 13 14.18879 | 158.960 |
| 64735 | 39 55 04.33835 | 04 15 41.22549 | 143.760 |
| 64738 | 39 58 37.56175 | 04 14 02.18439 | 130.560 |
| 64749 | 39 59 48.57915 | 04 16 05.90589 | 62.860 |
| 64752 | 39 52 31.82805 | 04 19 23.92419 | 126.760 |
| 67339 | 39 49 29.74126 | 04 15 03.63268 | 121.472 |

- Observaciones realizadas:

| De | A | Tipo |
|-------|-------|------|
| 64635 | 64605 | GPS |
| 64666 | 64635 | GPS |
| 61885 | 61843 | GPS |
| 64749 | 64738 | GPS |
| 61800 | 64605 | GPS |
| 64666 | 64640 | GPS |
| 61800 | 64640 | GPS |
| 64640 | 61843 | GPS |
| 64735 | 64749 | GPS |
| 64752 | 64749 | GPS |
| 64752 | 64735 | GPS |
| 61810 | 64640 | GPS |
| 64640 | 61810 | GPS |
| 61810 | 64605 | GPS |
| 61800 | 61810 | GPS |
| 64638 | 64635 | GPS |
| 64635 | 64638 | GPS |
| 64666 | 64638 | GPS |
| 64638 | 64640 | GPS |
| 64638 | 61810 | GPS |
| 64638 | 64605 | GPS |
| 64715 | 64752 | GPS |
| 64715 | 64752 | GPS |
| 64715 | 64738 | GPS |
| 64715 | 64749 | GPS |
| 64715 | 64735 | GPS |
| 64715 | 64666 | GPS |
| 64666 | 61872 | GPS |
| 61885 | 61872 | GPS |
| 61872 | 61843 | GPS |
| 64605 | 64616 | GPS |
| 64616 | 64635 | GPS |
| 61800 | 64616 | GPS |
| 64616 | 61810 | GPS |
| 64616 | 64638 | GPS |

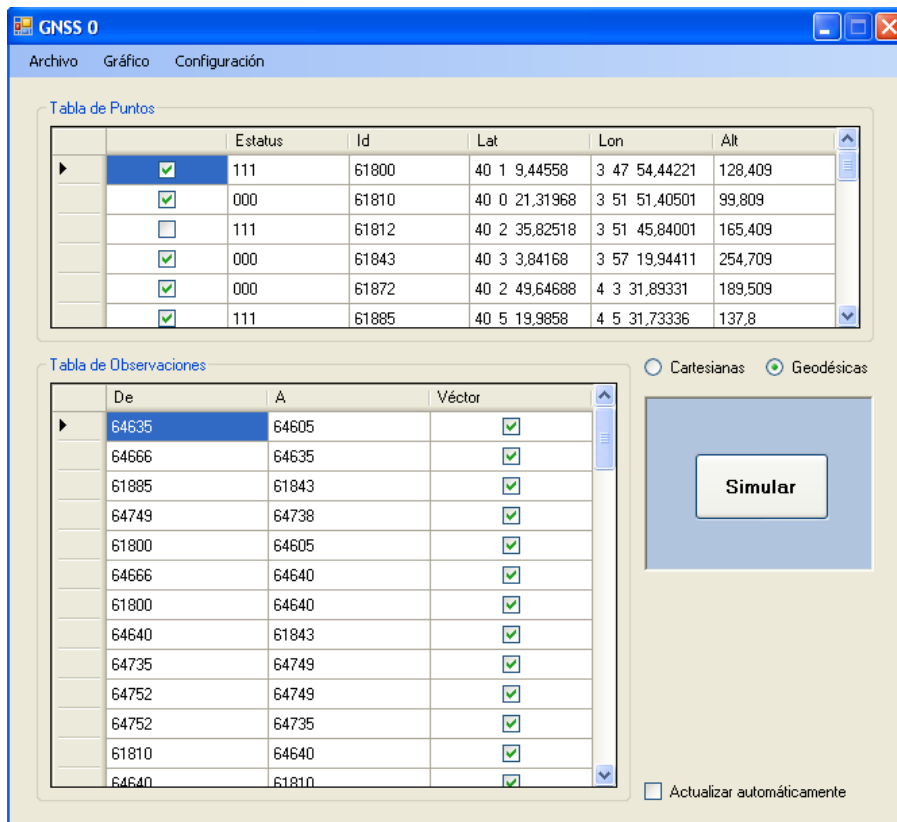
| De | A | Tipo |
|-------|-------|------|
| 64635 | 64648 | GPS |
| 64666 | 64648 | GPS |
| 64648 | 64640 | GPS |
| 64648 | 61810 | GPS |
| 64648 | 64638 | GPS |
| 64666 | 64685 | GPS |
| 64666 | 64703 | GPS |
| 64703 | 64685 | GPS |
| 64703 | 64711 | GPS |
| 64715 | 64703 | GPS |
| 64752 | 64722 | GPS |
| 64715 | 64722 | GPS |
| 64715 | 64722 | GPS |
| 64722 | 64711 | GPS |
| 64722 | 64703 | GPS |
| 64685 | 64699 | GPS |
| 64699 | 64703 | GPS |
| 64699 | 64738 | GPS |
| 64699 | 64749 | GPS |
| 64715 | 64699 | GPS |
| 64699 | 61872 | GPS |
| 64699 | 61872 | GPS |
| 61885 | 64699 | GPS |
| 64752 | 67339 | GPS |
| 64715 | 67339 | GPS |
| 67339 | 64722 | GPS |
| 67339 | 64722 | GPS |
| 67339 | 64711 | GPS |
| 67339 | 64703 | GPS |
| 64666 | 64692 | GPS |
| 64715 | 64692 | GPS |
| 64692 | 64703 | GPS |
| 64692 | 64722 | GPS |
| 64749 | 61910 | GPS |
| 61910 | 64699 | GPS |

- Precisiones del instrumental:

- TRIMBLE 4000: $\pm(10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$
- Basadas sobre pilar sin centrado forzado: $\varepsilon < 0,5 \text{ mm}$

Estos datos son introducidos en el programa como se muestra a continuación.

Bajo estas líneas se puede ver el formulario secundario para simulación de redes GNSS con los correspondientes ficheros de puntos y observaciones ya cargados.



Formulario de Redes GNSS de NetSim

Tras cargar el fichero de puntos, se eliminan los vértices 61812, 64669 y 61894 dado que no han sido observados en la campaña GPS. El software mostrará un aviso en caso de detectar algún vértice activo en estas condiciones cuando se pulse el botón de simular.

En cuanto a las constricciones del sistema, se establecen como fijos los puntos 61800, 61885, 64666 y 64715. Estos son los cuatro vértices del conjunto que pertenecen a la red REGENTE, que es sobre la que se apoya la ROI.

Una vez introducidos estos cambios en la tabla de puntos, se puede visualizar el gráfico de la red que se va a simular. La visualización de la red resulta de gran utilidad, ya que permite una mejor y más rápida concepción de la geometría de la red y de su observación, facilitando, por ejemplo, la identificación de posibles defectos de redundancia en algún vértice.

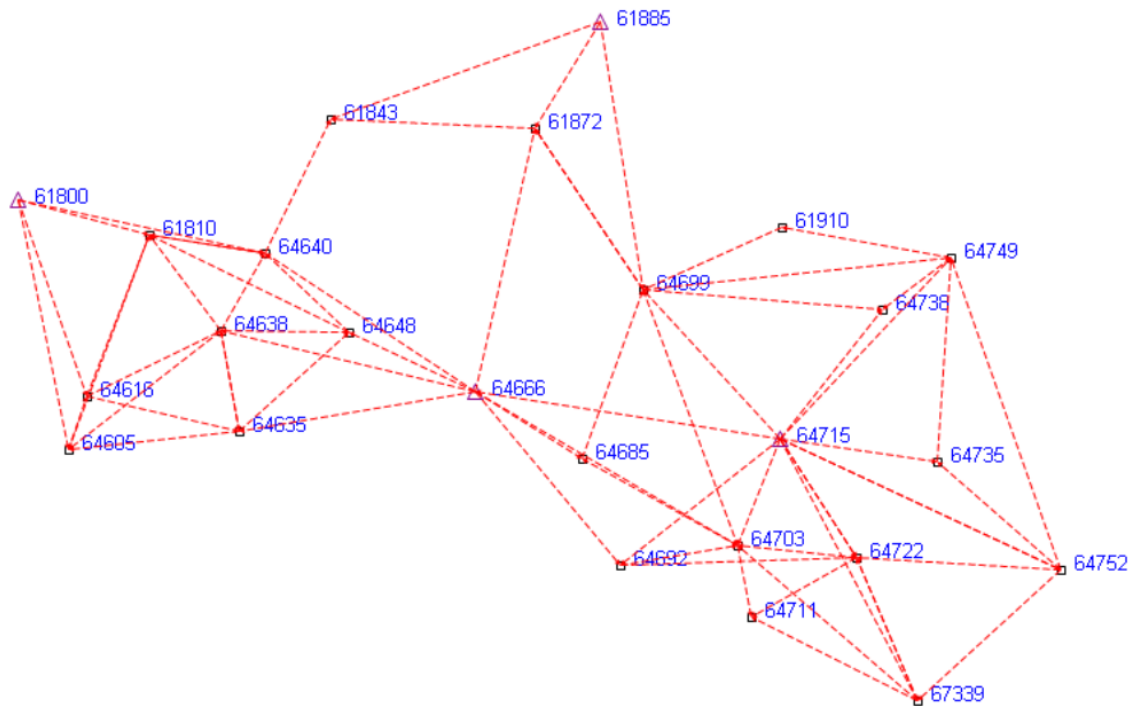


Gráfico de la ROI de Menorca del programa NetSim

En el diálogo de configuración, se introducen los parámetros referentes a las precisiones de manera análoga a lo explicado en el ejemplo anterior.

La tolerancia de la red se establece en 8 centímetros dado que es la precisión, a nivel general, de la ROI.

En los errores de centrado se introducen los valores estimados de 0,5 milímetros, como ya se ha indicado anteriormente.

Por último, se introduce la precisión nominal del instrumento utilizado para la toma de datos.

La explicación sobre la pestaña “Cálculo” se omite en este ejemplo ya que se considera que no aporta nada nuevo.

Diálogo de configuración de NetSim.

4.2.4. Análisis de resultados

En este apartado se realiza una comparación de los resultados obtenidos mediante el cálculo de la observación real con el software Microsearch GeoLab y los proporcionados por la simulación de la observación.

En la siguiente figura se visualizan los valores obtenidos para las elipses de error (al 95%) al realizar la simulación de la red.

| ELIPSES DE ERROR SOBRE LOS VÉRTICES DE LA RED | | | | | |
|---|----------|--------------|--------------|-------------|----------------------|
| | | | | | Unidades: m, grad |
| ESTATUS | ESTACIÓN | EJE MAYOR | EJE MENOR | ORIENTACIÓN | ALTURA |
| 111 | 61800 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 000 | 61810 | 0,02282 | 0,02282 | 0 | 0,03228 |
| 000 | 61843 | 0,03378 | 0,03378 | 0 | 0,04777 |
| 000 | 61872 | 0,02519 | 0,02519 | 0 | 0,03562 |
| 111 | 61885 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 000 | 61910 | 0,03831 | 0,03831 | 0 | 0,05418 |
| 000 | 64605 | 0,02762 | 0,02762 | 0 | 0,03906 |
| 000 | 64616 | 0,02615 | 0,02615 | 0 | 0,03699 |
| 000 | 64635 | 0,02535 | 0,02535 | 0 | 0,03585 |
| 000 | 64638 | 0,02297 | 0,02297 | 0 | 0,03249 |
| 000 | 64640 | 0,02258 | 0,02258 | 0 | 0,03194 |
| 000 | 64648 | 0,02441 | 0,02441 | 0 | 0,03452 |
| 111 | 64666 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 000 | 64685 | 0,02756 | 0,02756 | 0 | 0,03897 |
| 000 | 64692 | 0,02723 | 0,02723 | 0 | 0,03851 |
| 000 | 64699 | 0,02302 | 0,02302 | 0 | 0,03255 |
| 000 | 64703 | 0,02019 | 0,02019 | 0 | 0,02855 |
| 000 | 64711 | 0,0279 | 0,0279 | 0 | 0,03945 |
| 111 | 64715 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 000 | 64722 | 0,0204 | 0,0204 | 0 | 0,02884 |
| 000 | 64735 | 0,03093 | 0,03093 | 0 | 0,04375 |
| 000 | 64738 | 0,03001 | 0,03001 | 0 | 0,04244 |
| 000 | 64749 | 0,02806 | 0,02806 | 0 | 0,03968 |
| 000 | 64752 | 0,02813 | 0,02813 | 0 | 0,03978 |
| 000 | 67339 | 0,02652 | 0,02652 | 0 | 0,03751 |

Extracto del informe de NetSim.

El máximo valor, próximo a los 4 centímetros, se localiza en el punto 61910 de la red. Si se vuelve al gráfico de la red mostrado anteriormente, se puede ver que este punto es el único cuya observación consta de tan solo dos vectores. Dicho esto, se antoja lógico que sea este vértice el peor en cuanto a precisión.

A continuación se muestran los resultados arrojados por el cálculo de la red mediante el software GeoLab (El informe completo se puede consultar en el Anejo III). El cálculo se ha realizado sobre el elipsoide WGS84.

```

=====
                          Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0                WGS84                UNITS: m,GRAD Page 0034
=====
2-D and 1-D Station Confidence Regions (95.000 and 95.000 percent):
STATION          MAJOR SEMI-AXIS  AZ          MINOR SEMI-AXIS          VERTICAL
-----
061810           0.013 176           0.013           0.011
061843           0.019 179           0.019           0.015
061872           0.014 180           0.014           0.011
061910           0.021 178           0.021           0.017
064605           0.015 171           0.015           0.012
064616           0.015 166           0.015           0.012
064635           0.015 146           0.015           0.012
064638           0.013 170           0.013           0.010
064640           0.013 5            0.013           0.010
064648           0.014 167           0.014           0.011
064685           0.015 11            0.015           0.012
064692           0.015 23            0.015           0.012
064699           0.013 2             0.013           0.010
064703           0.011 14            0.011           0.009
064711           0.015 33            0.015           0.012
064722           0.011 16            0.011           0.009
064735           0.017 93            0.017           0.014
064738           0.017 178           0.017           0.013
064749           0.016 179           0.016           0.012
064752           0.016 40            0.016           0.013
067339           0.015 33            0.015           0.012

```

Extracto del informe de Geolab.

El máximo valor de un semieje mayor de las elipses de error se sitúa igualmente sobre el vértice 61910.

Comparativamente, los semiejes mayores de las elipses son mayores en la simulación que en el cálculo real en una proporción cercana al doble. Esto indica que las varianzas estimadas para las observaciones simuladas son muy pesimistas y, por tanto, el modelo simulado no se ajusta con toda la fidelidad deseada al que se dio durante la observación real.

Por otro lado, analizando los gráficos arrojados por ambos procesos y comparándolos, se intuye la analogía entre las proporciones de las elipses de error. De este hecho se puede extraer como conclusión, que el modelo estocástico simulado si es correcto en cuanto a la distribución de errores, propia de un ajuste mínimo cuadrático, se refiere.

En la siguiente página se muestran los gráficos mencionados.

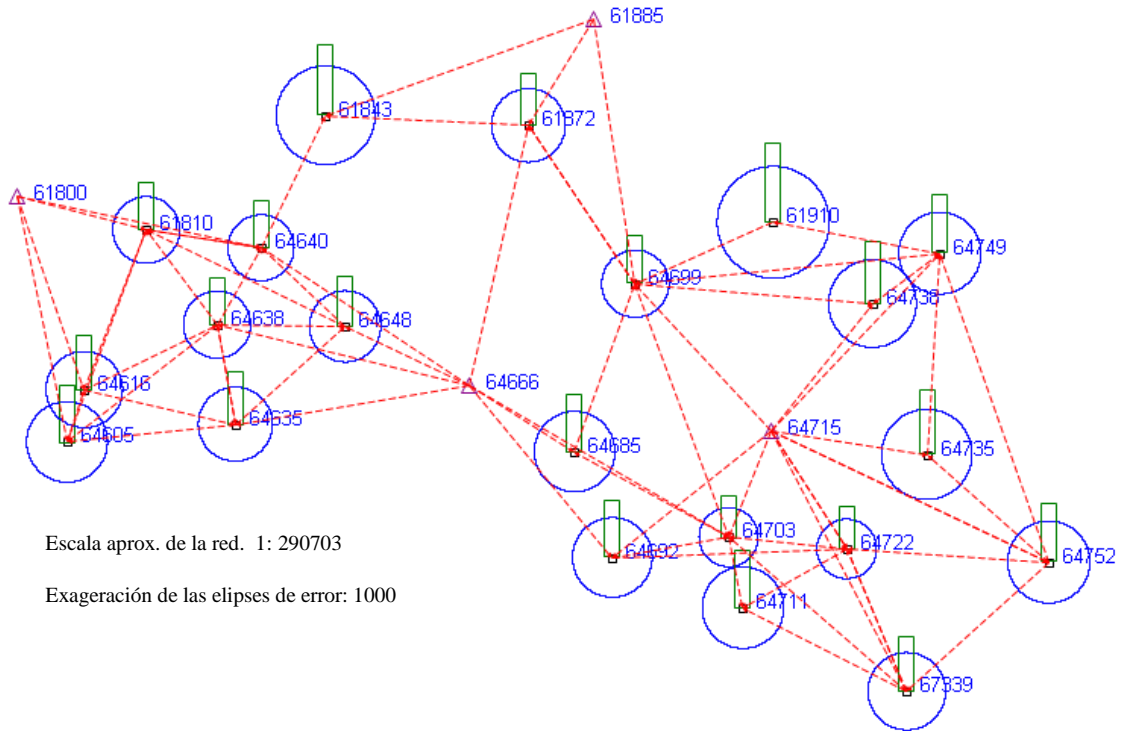


Gráfico resultante de la simulación con NetSim.

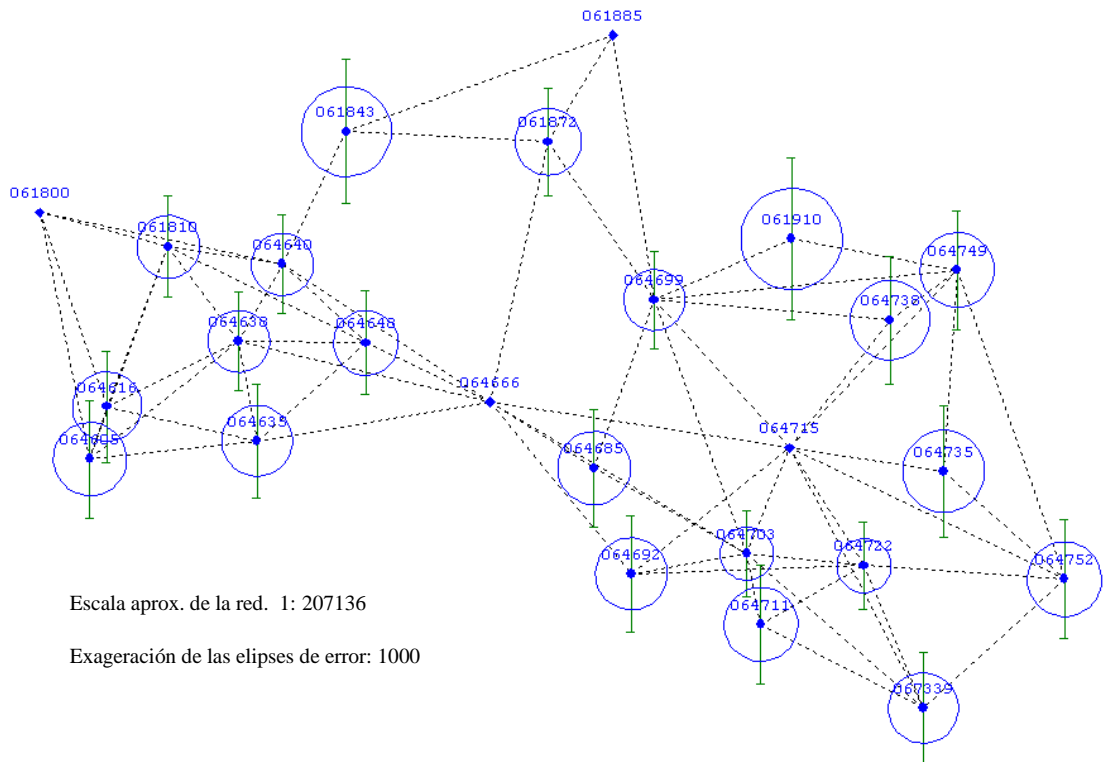


Gráfico resultante del cálculo con GeoLab.

Nota aclaratoria: Las imágenes son capturas de pantalla deformadas por lo que obviamente las escalas que figuran no se ajustan al dibujo.

5. Capítulo 5. Conclusiones

Como corolario al proceso de desarrollo de la herramienta de simulación de redes objeto de este proyecto y de su comparación con observaciones reales, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La simulación de redes clásicas, con observables de ángulos, distancias, o ambas, se ajusta con bastante fidelidad a la observación real. Como futuribles sería interesante la inclusión de observaciones verticales para el cálculo de redes en tres dimensiones.
- Los errores obtenidos en la simulación de redes GNSS no se ajustan de forma veraz a la observación real. Por tanto, la simulación no resulta fiable para tomar decisiones en cuanto a la precisión final de la red. No obstante, dado que la distribución de errores obtenida sí es fidedigna, la herramienta tiene su aplicación en cuanto puede desenmascarar posibles defectos de redundancia en la observación de la red.

En esta línea, podría ser útil la realización de un estudio estadístico para obtener un criterio genérico que permita simular las covarianzas entre las componentes de un vector GNSS.

- El desarrollo de software requiere de una fase de diseño en la que se definan lo más precisamente posible los objetivos. En el caso de la programación orientada a objetos, es importante el conocimiento a priori de las clases, sus atributos, propiedades y métodos, los flujos de datos, etc.

Debido a la limitación temporal de este proyecto, se fijaron unos objetivos mínimos que se fueron ampliando en función de su consecución. Esto ha implicado modificaciones que quizás no supongan la solución más óptima al problema.

- Todo automatismo debe ir acompañado de un control de calidad posterior y una comprobación por parte del usuario. Son herramientas para ahorrar tiempo, no para confiar en ellas ciegamente.
- Por último, la importancia de la informática hoy en día hace que mínimos conocimientos en programación sean indispensables para el ingeniero, especialmente, los que trabajen la geomática.

6. Capítulo 6. Planificación Temporal y Estudio Económico

La planificación de este tipo de proyectos es realmente complicada, por la dificultad que entraña el estimar la duración de los procesos y la complejidad de los algoritmos, y más teniendo en cuenta que *a priori*, no sabemos si seremos capaces de llevarlos a cabo.

No obstante la planificación se realiza y se cambia sobre la marcha adaptándose a los grandes cambios que se van presentando. Para ello se ha empleado el programa MS Project 2007.

Los recursos empleados han sido un Máster en Ingeniería Geodésica y Cartografía, un programador, las amortizaciones de software y hardware, en este caso la licencia del programa Microsoft Visual Studio 2010 y un ordenador portátil. Y, por último, los gastos indirectos que se han considerado como una tarea más que se realiza a lo largo de todo el proyecto.

| | |
|---|-----------|
| Máster en Ingeniería Geodésica y Cartografía | 60,00 €/h |
| Programador | 35,00 €/h |
| Software. Licencia Microsoft Visual Studio 2010 | 0,70 €/h |
| Hardware. Ordenador portátil | 0,10 €/h |
| Gastos indirectos | 1,50 €/h |

Se realizó la estructura de descomposición del trabajo y se asignaron los recursos a cada tarea. También se llevó a cabo la estimación de la duración de cada tarea, factor muy variable que hay que ir actualizando.

A continuación se acompaña el diagrama de Gantt completo, incluyendo nombre de la tarea, duración, costo y recursos asignados. En este diagrama se muestran también las tareas críticas y holguras.

Finalmente se incluye un resumen del presupuesto considerando un 19% de Gastos generales y Beneficio industrial y el 18% de IVA.

Resumen del presupuesto

| Capítulo | Resumen | Importe |
|-----------------|------------------------------|----------------|
| 1 | Redes Clásicas | 19.460,00€ |
| 2 | Redes GNSS | 9.340,80€ |
| 3 | Gráficos | 1.193,60€ |
| 4 | Configuración | 3.892,00€ |
| 6 | Obtención y Grabado de Datos | 1.193,60€ |
| 7 | Informe HTML | 1.492,00€ |
| 8 | Otros-Modificados | 15.568,00€ |

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL 52.140,00€

19% G.G + B.I 9.906,60€

18% I.V.A 9.385,20€

TOTAL PRESUPUESTO GENERAL 71.431,80€

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SETENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y UN EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

Fdo. Ignacio Burgos Escribano

7. Capítulo 7. Bibliografía

Alberda, J. (1980). A review of analysis techniques for engineering survey control schemes. *Industrial and Engineering Survey Conference*. London.

Ashkenazi, V. (1970). Adjustment of control networks for precise engineering surveys. *Chartered Surveyor* .

Baarda, W. (1973). S-transformations and Criterion Matrices-Neth. *Geod. Coram., Publ. on Geodesy New Series* .

Cooper, M. (1987). *Control Surveys in Civil Engineering*. London: The City University London. Departmen of Civil Engineering.

Coss, R. (2003). *Simulación. Un enfoque práctico*. México, D.F.: EDITORIAL LIMUSA, S.A.

Cross, P., & Fagir, A. (1983). *Procedures for the first and second order design of vertical control networks*. Proc. Survey Control networks.

Fagir, A. (1984). *Covariance matrices Their structure and application to the optimal design of geodetic networks*. London: North East London Polytechnic (United Kingdom).

García, L. M. (2008). *NÚMEROS PSEUDOALEATORIOS*. Piedras Negras, Coahuila; México: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE Piedras Negras.

Grafarend, E. (1974). Optimization of geodetic networks. *Bolletino di geodesia a science affini* .

Maisel, H., & Gnugnoli, G. (1972). *Simulation of discrete stochastic systems*. Chicago: Science Research Associates .

Marsaglia, G., & Zaman, A. (1991). A New Class of Random Number Generators. In G. Marsaglia, & A. Zaman, *The Annals of Applied Probability, Vol. 1, No. 3* (pp. 462-480). Michigan: Institute of Mathematical Statistics.

Mephan, M., & Krakiwsky, E. (1984). *A computer aided network design and adjustment system*. Ottawa, CANADA: Canadian Institute of Surveying and Mapping.

Naylor, T. H. (1966). *Computer simulation techniques*. New York: John Wiley and Sons, Inc.

Shannon, R. E. (1975). *Systems simulation: The art and science*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall .

Teunissen, P. (2000). *Adjustment Theory; an introduction*. Delft: Delft University of Technology. Faculty of Civil Engineering and Geosciences. Department of Mathematical Geodesy and Positioning.

Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (1997). *ADJUSTMENT COMPUTATIONS. STATISTICS and LEAST SQUARES in SURVEYING and GIS*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

ANEJOS

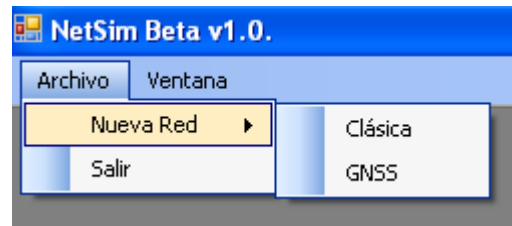
Anejo I. Manual de Usuario Básico de NetSim

Manual de Usuario de NetSim

Formulario principal

La ventana principal aparece completamente vacía excepto en la parte superior donde se localiza un menú con dos opciones:

- **Archivo:** desde este menú podemos acceder a los formularios para simular redes observadas por técnicas clásicas o GNSS mediante las opciones **Clásica** y **GNSS** respectivamente.

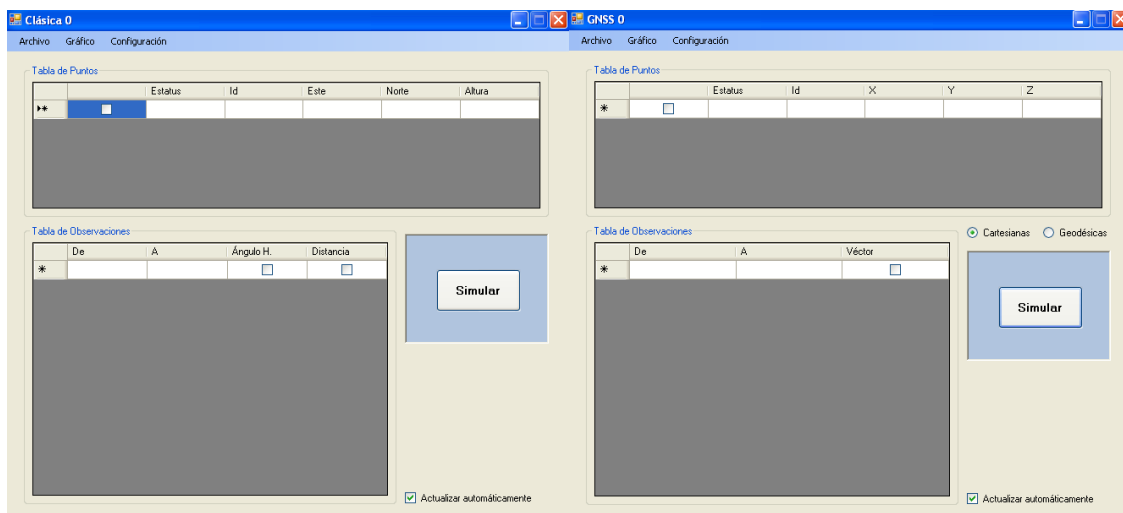


La opción **Salir** cierra el programa.

- **Ventana:** desde este menú se pueden disponer los formularios secundarios que se encuentren abiertos en disposición de **Cascada**, **Mosaico Vertical** y **Mosaico Horizontal**.

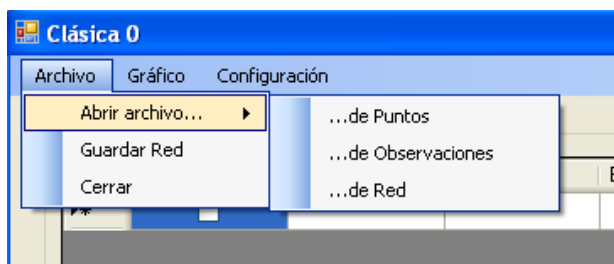
Formularios Secundarios

La apariencia de los formularios secundarios es la que se muestra bajo estas líneas:



Cargar Ficheros

Los ficheros correspondientes se pueden abrir desde el menú archivo del formulario secundario. En todos los casos el programa mostrará un cuadro de diálogo donde el usuario podrá navegar por los directorios y seleccionar el archivo deseado.



Fichero de Puntos

- Para las redes Clásicas:

Los ficheros de puntos deben tener la configuración que se muestra a continuación. De izquierda a derecha los campos son: ESTATUS, IDENTIFICADOR, ESTE, NORTE, ALTURA.

La separación entre campos pueden ser espacios o tabulaciones.

El separador decimal debe ser el punto, no siendo considerados separadores para los miles.

Las líneas que comienzan con el carácter “/” son consideradas comentarios.

La columna con el parámetro ESTATUS puede ser omitida.

```

/******
/* Coordenadas Red La Tajera
/* Atencion: Sistema de Coordenadas locales
/******
000      1      458.7446      1443.8010      952.8730
000      2      562.0710      1431.6553      956.5087
000      3      453.9362      1396.4699      947.9053
110      4      456.2250      1232.3660      943.8908
000      5      372.6293      1394.1559      977.8473
000      6      611.9190      1580.3117      984.8191
000      7      348.2128      1416.5643      984.5740
000     10      521.8705      1362.7294      929.1219
000     11      428.4216      1440.0320      965.8920
000     12      578.6116      1440.0069      965.8935
000     13      499.9769      1489.1396      | 965.4018

```

- Para las redes GNSS:

Los ficheros de coordenadas pueden contener coordenadas cartesianas XYZ, con un formato similar al de coordenadas ENU mostrado sobre estas líneas; o bien geodésicas, cuyo formato

sería: ESTATUS, IDENTIFICADOR, GRADOS_LAT, MINUTOS_LAT, SEGUNDOS_LAT, GRADOS_LON, MINUTOS_LON, SEGUNDOS_LON, ALTURA.

Las latitudes son consideradas positivas en el hemisferio Norte y negativas en el Sur.

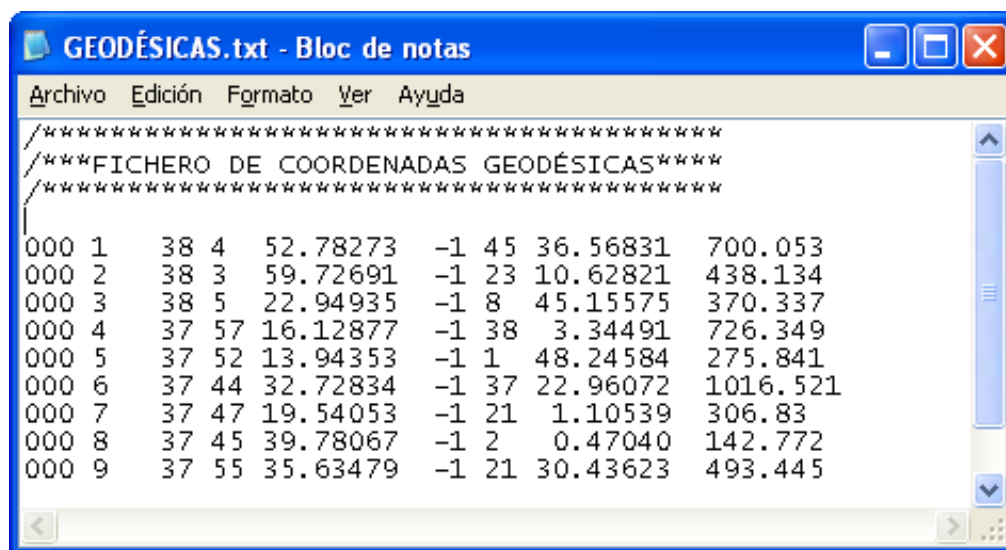
Las longitudes son consideradas positivas hacia el Este y negativas hacia el Oeste.

La separación entre campos pueden ser espacios o tabulaciones.

El separador decimal debe ser el punto, no siendo considerados separadores para los miles.

Las líneas que comienzan con el carácter “/” son consideradas comentarios.

La columna con el parámetro ESTATUS puede ser omitida.

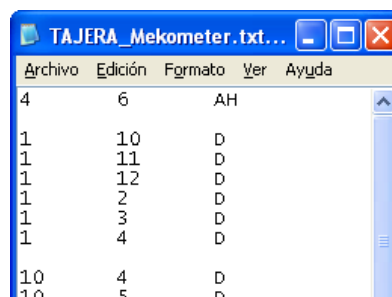


Observaciones

Los ficheros de observaciones tienen una configuración muy simple: ESTACION, PUNTERIA, TIPO DE MEDIDA.

La etiqueta del tipo de medida debe ser:

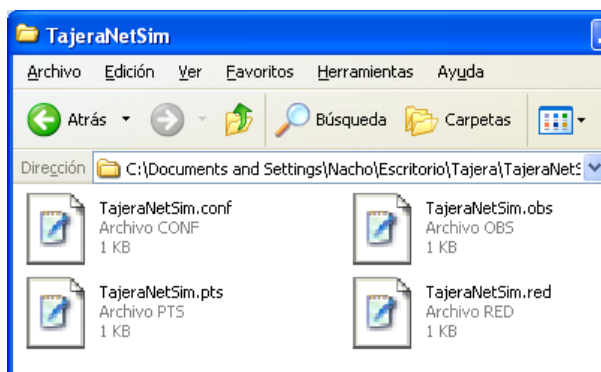
- AH: para medidas acimutales.
- D: para medidas de distancia.
- GPS: para medidas de vectores tridimensionales GNSS.



La separación entre campos pueden ser espacios o tabulaciones.

Las líneas que comienzan con el carácter “/” son consideradas comentarios.

Red



Para cargar una red previamente guardada tan sólo se debe abrir el archivo .RED que genera el programa NetSim. Los ficheros de puntos, observaciones y configuración deben estar localizados en el mismo directorio, tal y como el programa los guarda.

Lista de Puntos

En la tabla de puntos el usuario puede incluir o excluir un punto de la red mediante el checkbox de la primera columna. Al activar o desactivar un punto, la *Tabla de Observaciones* se actualiza automáticamente, mostrando las posibles observaciones entre los puntos activos de la *Tabla de Puntos*. Esta última opción puede deshabilitarse mediante el checkbox **Actualizar automáticamente** situado en la esquina inferior izquierda de la tabla de observaciones.

En la segunda columna se muestra el estatus del punto. Los tres números corresponden a las tres coordenadas (Este, Norte y Altura en el ejemplo) que, en caso de ser cero, entrarán en el ajuste como un parámetro libre y, si es uno, se considerarán un constreñimiento.

En el formulario de redes GNSS existe la opción de transformar de coordenadas cartesianas a geodésicas y viceversa mediante los dos botones situados en la parte inferior derecha de la tabla a tal efecto.

Nota: en las redes Clásicas solo se calculan planimétricamente, por lo que la altura siempre será fija, aunque su estatus sea cero.

| | | Estatus | Id | Este | Norte | Altura |
|-------------------------------------|--|---------|----|----------|-----------|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 000 | 1 | 458,7446 | 1443,801 | 952,873 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 000 | 2 | 562,071 | 1431,6553 | 956,5087 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 000 | 3 | 453,9362 | 1396,4699 | 947,9053 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 110 | 4 | 456,225 | 1232,366 | 943,8908 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 000 | 5 | 372,6293 | 1394,1559 | 977,8473 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 000 | 6 | 611,919 | 1580,3117 | 984,8191 |

Lista de Observaciones

En esta tabla se muestran las posibles observaciones entre vértices de la red. Mediante el checkbox correspondiente a cada visual y tipo de observación, el usuario puede incluir o excluir una determinada observación de la simulación

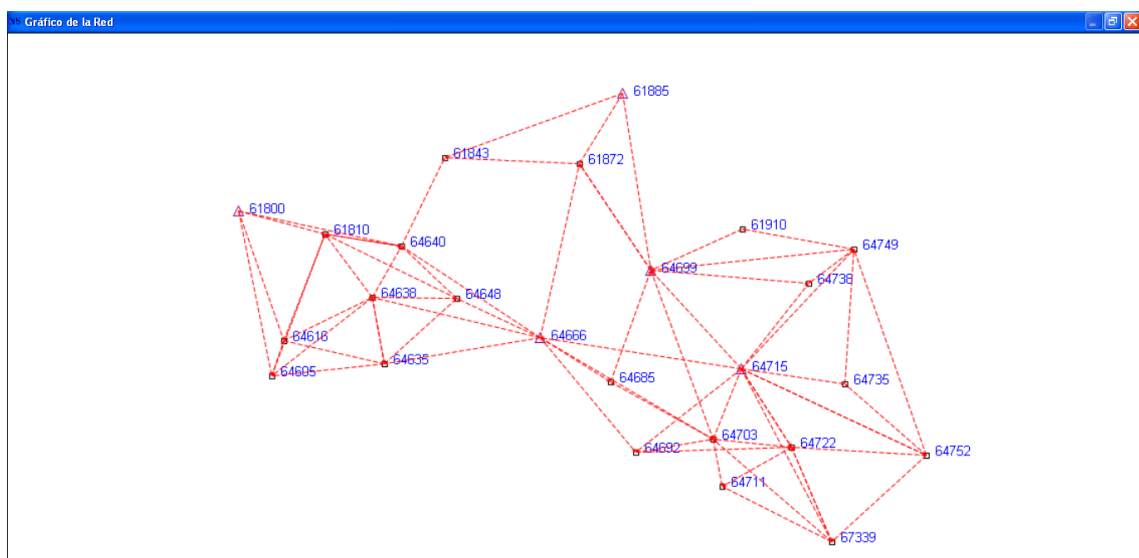
| | De | A | Ángulo H. | Distancia |
|---|----|----|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ▶ | 4 | 6 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | 1 | 10 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 11 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 12 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 2 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 3 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 1 | 4 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 10 | 4 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 10 | 5 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 11 | 10 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 11 | 4 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 11 | 5 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | 12 | 10 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

Representación Gráfica

Muestra un gráfico de la red donde los vértices fijos vienen representados por triángulos morados y los libres por cuadrados azules con su identificador alfanumérico sobre la esquina superior derecha del mismo. Las observaciones se representan por líneas intermitentes de color rojo.

Sólo se muestran los puntos y observaciones activos en las tablas correspondientes.

No se muestran observaciones entre puntos cuyas coordenadas están fijas.



Configuración

Seleccionando la opción **Configuración** se muestra un nuevo diálogo con la información de precisiones y otros parámetros del cálculo.

Precisiones

En la pestaña de **Precisiones** se pueden configurar los parámetros relativos a las precisiones instrumentales. En el caso de las redes clásicas (ejemplo de la izquierda), la precisión para medidas GNSS aparece desactivada. Del mismo modo, para las redes GNSS, las precisiones angulares y de medida de distancias aparecen desactivadas.

Cálculo

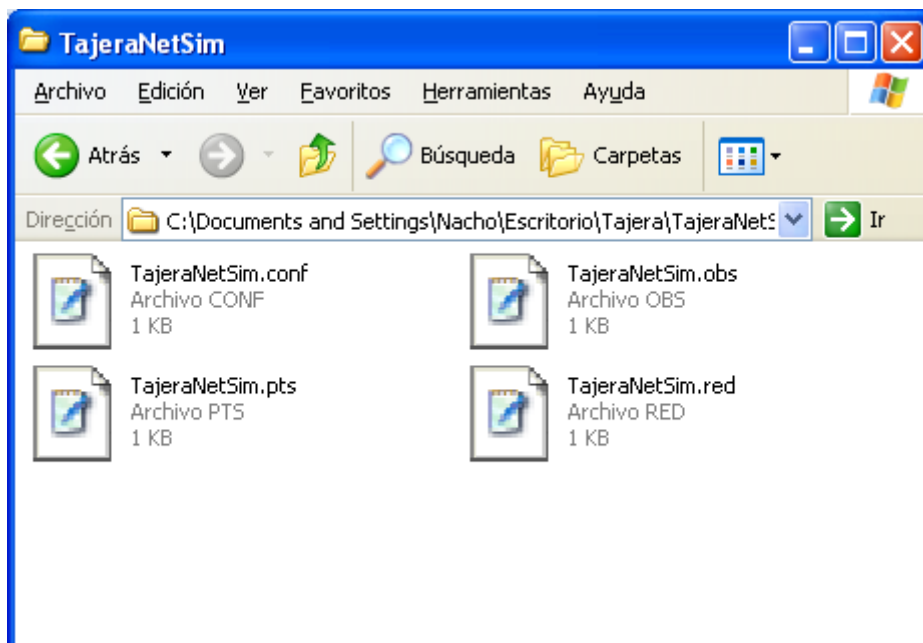
En la pestaña de **Cálculo** se pueden configurar los siguientes parámetros:

- Nivel de confianza de las elipses de error.
- Máximo número de series.
- Posiciones decimales para las magnitudes lineales y angulares.
- Exageración de las elipses de error.

Para salir de la ventana de configuración salvando los cambios se deberá pulsar el botón **Aceptar**. En caso contrario, con el botón **Cancelar** no se guardará ninguna modificación.

Salvar Red

En el menú **Archivo/Salvar Red** de los formularios secundarios el usuario puede salvar la configuración actual con la que esté trabajando. NetSim creará un nuevo directorio con cuatro ficheros ASCII que contendrán la información sobre puntos, observaciones y configuración.

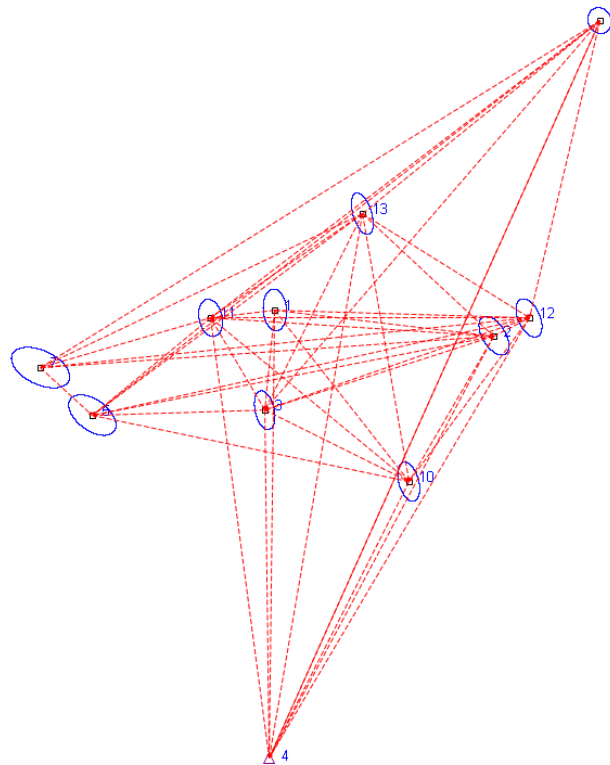


Resultado de la Simulación

Pulsando el botón **Simular**, se generará un informe en formato HTML incluyendo la siguiente información:

- Gráfico de la red con las elipses de error en cada punto.
- Resumen del ajuste: ecuaciones, parámetros, etc.
- Resumen de opciones: con los datos de la configuración.
- Listado de coordenadas de los vértices de la red.
- Listado de los semiejes de error de las elipses sobre los puntos de la red.
- Listado de observaciones simuladas.

Nota: junto con el archivo en formato HTML se genera una imagen en formato JPG. Para visualizar la imagen dentro del informe es necesario que ambos se encuentren en el mismo directorio. De igual modo, la visualización del informe depende de una hoja de estilo incluida en programa. Si se desea exportar el informe a otro terminal, se recomienda su impresión en formato PDF.



Anejo II. Entorno y Lenguaje de Programación Utilizados

Visual Studio

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Soporta varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET, aunque actualmente se han desarrollado las extensiones necesarias para muchos otros.

Visual Studio permite a los desarrolladores crear aplicaciones, sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET (a partir de la versión .NET 2002). Así se pueden crear aplicaciones que se intercomunican entre estaciones de trabajo, páginas web y dispositivos móviles.

Visual Studio 2010 es la versión más reciente de esta herramienta, acompañada por .NET Framework 4.0. La fecha del lanzamiento de la versión final fue el 12 de abril de 2010.

Hasta ahora, uno de los mayores logros de la versión 2010 de Visual Studio ha sido el de incluir las herramientas para desarrollo de aplicaciones para Windows 7, tales como herramientas para el desarrollo de las características de Windows 7 (System.Windows.Shell) y la Ribbon Preview para WPF.

Entre sus más destacables características, se encuentran la capacidad para utilizar múltiples monitores, así como la posibilidad de desacoplar las ventanas de su sitio original y acoplarlas en otros sitios de la interfaz de trabajo.

Además ofrece la posibilidad de crear aplicaciones para muchas plataformas de Microsoft, como Windows, Azure, Windows Phone 7 o Sharepoint. Microsoft ha sido sensible a la nueva tendencia de las pantallas táctiles y con este Visual Studio 2010 también es posible desarrollar aplicativos para pantallas multitáctiles.

Visual C Sharp

A continuación enumeramos las principales características que definen al lenguaje de programación C#. Algunas de estas características no son propias del lenguaje, sino de la plataforma .NET, aunque se listan aquí ya que tienen una implicación directa en el lenguaje.

- **Sencillez de uso**

C# elimina muchos elementos añadidos por otros lenguajes y que facilitan su uso comprensión, como por ejemplo ficheros de cabecera, o ficheros fuentes IDL1 .12. Es por ello que se dice que C# es autocontenido. Además, no se incorporan al lenguaje elementos poco

útiles, como por ejemplo macros, herencia múltiple u operadores diferentes al operador de acceso a métodos (operador punto) para acceder a miembros de espacios de nombres.

- **Modernidad**

Al ser C# un lenguaje de última generación, incorpora elementos que se ha demostrado a lo largo del tiempo que son muy útiles para el programador, como tipos decimales o booleanos, un tipo básico *string*, así como una instrucción que permita recorrer colecciones con facilidad (instrucción *foreach*). Estos elementos hay que simularlos en otros lenguajes como C++ o Java.

- **Orientado a objetos**

C# como lenguaje de última generación, y de propósito general, es orientado a objetos. C# no permite la inclusión de funciones ni variables globales que no estén incluidos en una definición de tipos, por lo que la orientación a objetos es más pura y clara que en otros lenguajes como C++. Además, C# soporta todas las características del paradigma de la programación orientada a objetos, como son la *encapsulación*, la *herencia* y el *polimorfismo*

- **Orientado a componentes**

La propia sintaxis de C# incluye elementos propios del diseño de componentes que otros lenguajes tienen que simular. La sintaxis de C# incluye por ejemplo formas de definir *propiedades*, *eventos* o *atributos*.

- **Recolección de basura**

Como ya se comentó, todo lenguaje incluido en la plataforma .NET tiene a su disposición el recolector de basura del CLR. Esto implica que no es necesario incluir instrucciones de destrucción de objetos en el lenguaje.

- **Seguridad de tipos**

C# incluye mecanismos de control de acceso a tipos de datos, lo que garantiza que no se produzcan errores difíciles de detectar como un acceso a memoria de ningún objeto, por ejemplo. Para ello, el lenguaje provee de una serie de normas de sintaxis, como por ejemplo no realizar conversiones entre tipos que no sean compatibles. Además, no se pueden usar variables no inicializadas previamente, y en el acceso a tablas se hace una comprobación de rangos para que no se excedan ninguno de los índices de la misma. Se puede controlar así mismo los desbordamientos en operaciones aritméticas, produciéndose excepciones cuando se produzcan.

- **Instrucciones seguras**

Para evitar errores comunes como se producían programando en otros lenguajes, en C# se han impuesto una serie de restricciones en el uso de instrucciones de control más comunes. Por ejemplo, la evaluación de toda condición ha de ser una expresión condicional y no aritmética, como ocurría por ejemplo en C o en C++. Así se evitan errores por confusión del operador igualdad con el de asignación. Otra restricción que se impone en la instrucción de selección *switch*, imponiendo que toda selectora de la instrucción finalice con una instrucción *break* o *goto* que indique cuál es la siguiente acción a realizar.

- **Unificación de tipos**

En C# todos los tipos derivan de una superclase común llamada *System.Object*, por lo que automáticamente heredarán todos los miembros definidos en esta clase. Es decir, son *objetos*. A diferencia de Java, en C# esta característica también se aplica para los tipos básicos.

- **Extensión de los operadores básicos**

Para facilitar la legibilidad de código y conseguir que los nuevos tipos de datos que se definan a través de las estructuras estén al mismo nivel que los elementos predefinidos en el lenguaje, al igual que C++ pero a diferencia de Java, C# permite redefinir el significado de la mayoría de los operadores (incluidos el de la conversión) cuando se apliquen a diferentes tipos de objetos.

Las redefiniciones de operadores se hacen de manera inteligente, de modo que a partir de una única definición de los operadores ++ y - el compilador puede deducir automáticamente cómo ejecutarlos de manera prefija y postfija.

Definiendo operadores simples como la suma, el compilador deduce como aplicar la versión de asignación compuesta (+=). Además, para asegurar la consistencia, el compilador exige que los operadores con opuesto (como por ejemplo el operador igualdad == y su opuesto !=) siempre se redefinan por parejas.

- **Extensión de modificadores**

C# ofrece, a través de los *atributos*, la posibilidad de añadir a los metadatos del módulo resultante de la compilación de cualquier fuente información adicional a la generada por el compilador que luego podrá ser consultada en tiempo de ejecución a través de la biblioteca de reflexión de .NET.

- **Eficiente**

En C#, todo el código incluye numerosas restricciones para garantizar su seguridad, no permitiendo el uso de punteros. Sin embargo, y a diferencia de Java, existen modificadores para

saltarse esta restricción, pudiendo manipular objetos a través de punteros. Para ello basta identificar regiones de código con el identificador *unsafe*, y podrán usarse en ellas punteros de forma similar a como se hace en C++. Esta característica puede resultar de utilidad en situaciones en las que se necesite gran velocidad de procesamiento

- **Compatible**

Para facilitar la migración de programadores de C++ o Java a C#, no sólo se mantiene una sintaxis muy similar a la de los dos anteriores lenguajes, sino que el CLR también ofrece la posibilidad de acceder a código nativo escrito como funciones sueltas no orientadas a objetos, tales como las DLLs de la API de Win32.

Anejo III. Informes

Red de la Presa de La Tajera

Informe de la simulación con NetSim

Informe del ajuste con Geolab

```

=====
                        Red Presa de La Tajera
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS 84          UNITS: m,GRAD Page 0001
=====

```

Tue Jun 5 13:47:31 2012

```

Input   file:          C:\Archivos de programa\Microsearch\Caso5\NetSim\Proyec
TM\Mekometer93_2.iob
Output  file:          C:\Archivos de programa\Microsearch\Caso5\NetSim\Proyec
TM\Mekometer93_2.lst
Options file: C:\Archivos de programa\Microsearch\GeoLab\default.gpj

```

| PARAMETERS | | OBSERVATIONS | |
|----------------------|--------|--------------------|--------|
| Description | Number | Description | Number |
| No. of Stations | 11 | Directions | 0 |
| Coord Parameters | 20 | Distances | 43 |
| Free Latitudes | 10 | Azimuths | 1 |
| Free Longitudes | 10 | Vertical Angles | 0 |
| Free Heights | 0 | Zenithal Angles | 0 |
| Fixed Coordinates | 13 | Angles | 0 |
| Astro. Latitudes | 0 | Heights | 0 |
| Astro. Longitudes | 0 | Height Differences | 0 |
| Geoid Records | 0 | Auxiliary Params. | 0 |
| All Aux. Pars. | 0 | 2-D Coords. | 0 |
| Direction Pars. | 0 | 2-D Coord. Diffs. | 0 |
| Scale Parameters | 0 | 3-D Coords. | 0 |
| Constant Pars. | 0 | 3-D Coord. Diffs. | 0 |
| Rotation Pars. | 0 | | |
| Translation Pars. | 0 | | |
| | | | |
| | ----- | | ----- |
| Total Parameters | 20 | Total Observations | 44 |
| ----- | | | |
| Degrees of Freedom = | | 24 | |
| ----- | | | |

SUMMARY OF SELECTED OPTIONS

| OPTION | SELECTION |
|----------------------------------|------------------|
| Computation Mode | Adjustment |
| Maximum Iterations | 10 |
| Convergence Criterion | 0.00050 |
| Angular Misclosure Limit Factor | 0.00 |
| Linear Misclosure Limit Factor | 0.00 |
| Residual Rejection Criterion | Tau Max |
| Confidence Region Types | 1D 2D 3D Station |
| Variance Factor (VF) Known | Yes |
| Scale Covariance Matrix With VF | Yes |
| Scale Residual Variances With VF | No |
| Force Convergence in Max Iters | No |
| Distances Contribute To Heights | No |

=====
Red Tunel de Pajares

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS 84 UNITS: m,GRAD Page 0002

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Compute Full Inverse | Yes |
| Optimize Band Width | Yes |
| Generate Initial Coordinates | Yes |
| Re-Transform Obs After 1st Pass | Yes |
| Geoid Interpolation Method | Bi-Quadratic |

```

=====
                                Red Tunel de Pajares
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS 84          UNITS: m,GRAD Page 0003
=====

```

Misclosures (pass 1):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|-------------------------------|------|----|---------------|----------|----------|
| AZIM | 4 | 6 | 26 22 51.0000 | 0.0001 | 5603.572 |
| GROUP: Distancias ME5000 1993 | | | | | |
| DIST | 1 | 10 | 102.7579 | 0.0005 | -0.0083 |
| DIST | 1 | 11 | 30.5561 | 0.0005 | 0.0003 |
| DIST | 1 | 12 | 119.9307 | 0.0005 | 0.6985 |
| DIST | 1 | 3 | 47.5712 | 0.0005 | 0.0035 |
| DIST | 1 | 4 | 211.4502 | 0.0005 | -0.0002 |
| DIST | 10 | 4 | 145.9617 | 0.0005 | -0.0030 |
| DIST | 10 | 5 | 152.5302 | 0.0005 | -0.0161 |
| DIST | 11 | 10 | 121.2884 | 0.0005 | -0.0102 |
| DIST | 11 | 4 | 209.5213 | 0.0005 | -0.0024 |
| DIST | 11 | 5 | 72.2281 | 0.0005 | 0.0035 |
| DIST | 12 | 10 | 95.8671 | 0.0005 | 0.2889 |
| DIST | 12 | 11 | 150.1931 | 0.0005 | 0.6943 |
| DIST | 12 | 3 | 132.0601 | 0.0005 | 0.6037 |
| DIST | 12 | 4 | 241.0259 | 0.0005 | 0.2150 |
| DIST | 12 | 5 | 211.0272 | 0.0005 | 0.6422 |
| DIST | 13 | 10 | 128.3018 | 0.0005 | -0.0097 |
| DIST | 13 | 11 | 86.7916 | 0.0005 | -0.0061 |
| DIST | 13 | 12 | 92.7267 | 0.0005 | 0.6731 |
| DIST | 13 | 2 | 84.6252 | 0.0005 | -0.0077 |
| DIST | 13 | 3 | 103.4828 | 0.0005 | -0.0061 |
| DIST | 13 | 4 | 260.4830 | 0.0005 | -0.0086 |
| DIST | 13 | 5 | 158.8714 | 0.0005 | -0.0025 |
| DIST | 13 | 6 | 144.3670 | 0.0005 | 0.0054 |
| DIST | 13 | 7 | 168.2305 | 0.0005 | -0.0059 |
| DIST | 2 | 10 | 79.7906 | 0.0005 | 0.0020 |
| DIST | 2 | 11 | 133.9177 | 0.0005 | -0.0061 |
| DIST | 2 | 12 | 18.5260 | 0.0005 | 0.5584 |
| DIST | 2 | 4 | 225.6555 | 0.0005 | -0.0018 |
| DIST | 2 | 5 | 193.1236 | 0.0005 | -0.0061 |
| DIST | 3 | 10 | 75.8637 | 0.0005 | -0.0120 |
| DIST | 3 | 11 | 50.4834 | 0.0005 | 0.0007 |
| DIST | 3 | 2 | 113.7199 | 0.0005 | -0.0047 |
| DIST | 3 | 4 | 164.1224 | 0.0005 | -0.0025 |
| DIST | 3 | 5 | 81.3414 | 0.0005 | -0.0016 |
| DIST | 6 | 11 | 230.9771 | 0.0005 | -0.0016 |
| DIST | 6 | 12 | 144.2024 | 0.0005 | 0.0000 |

| | | | | | |
|------|---|----|----------|--------|---------|
| DIST | 6 | 3 | 242.3968 | 0.0005 | 0.0003 |
| DIST | 6 | 4 | 381.1913 | 0.0005 | -0.0000 |
| DIST | 6 | 5 | 303.1718 | 0.0005 | 0.0007 |
| DIST | 6 | 7 | 310.4130 | 0.0005 | -0.0033 |
| DIST | 7 | 11 | 83.5703 | 0.0005 | 0.0012 |
| DIST | 7 | 12 | 231.5902 | 0.0005 | 0.6755 |
| DIST | 7 | 5 | 33.1299 | 0.0005 | 0.0107 |

=====

Red Tunel de Pajares

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS 84 UNITS: m,GRAD Page 0004

=====

Solution (pass 1):

| NAME | TYPE | OLD VALUE | CORRECTION | UPDATED VALUE |
|------|------|------------------|---------------|------------------|
| 1 | ELAT | N 0 00 47.006264 | 0 0 0.000723 | N 0 00 47.006987 |
| 1 | ELON | E 0 00 14.835503 | 0 0 -0.060278 | E 0 00 14.775224 |
| 10 | ELAT | N 0 00 44.366791 | 0 0 0.018780 | N 0 00 44.385571 |
| 10 | ELON | E 0 00 16.876953 | 0 0 -0.036828 | E 0 00 16.840125 |
| 11 | ELAT | N 0 00 46.883555 | 0 0 -0.007907 | N 0 00 46.875648 |
| 11 | ELON | E 0 00 13.854877 | 0 0 -0.059203 | E 0 00 13.795674 |
| 12 | ELAT | N 0 00 46.877466 | 0 0 0.040586 | N 0 00 46.918052 |
| 12 | ELON | E 0 00 18.734473 | 0 0 -0.081571 | E 0 00 18.652902 |
| 13 | ELAT | N 0 00 48.482366 | 0 0 0.012806 | N 0 00 48.495172 |
| 13 | ELON | E 0 00 16.168929 | 0 0 -0.073081 | E 0 00 16.095847 |
| 2 | ELAT | N 0 00 46.610833 | 0 0 0.030324 | N 0 00 46.641157 |
| 2 | ELON | E 0 00 18.177011 | 0 0 -0.056641 | E 0 00 18.120371 |
| 3 | ELAT | N 0 00 45.465291 | 0 0 -0.000557 | N 0 00 45.464734 |
| 3 | ELON | E 0 00 14.680002 | 0 0 -0.046798 | E 0 00 14.633204 |
| 5 | ELAT | N 0 00 45.389953 | 0 0 -0.023641 | N 0 00 45.366312 |
| 5 | ELON | E 0 00 12.050590 | 0 0 -0.046211 | E 0 00 12.004379 |
| 6 | ELAT | N 0 00 51.450684 | 0 0 0.044641 | N 0 00 51.495325 |
| 6 | ELON | E 0 00 19.789063 | 0 0 -0.099033 | E 0 00 19.690030 |
| 7 | ELAT | N 0 00 46.119510 | 0 0 -0.031029 | N 0 00 46.088482 |
| 7 | ELON | E 0 00 11.260976 | 0 0 -0.052462 | E 0 00 11.208514 |


```

=====
                                Red Tunel de Pajares
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS 84          UNITS: m,GRAD Page 0005
=====

```

Misclosures (pass 2):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|-------------------------------|------|----|---------------|----------|--------|
| AZIM | 4 | 6 | 26 22 51.0000 | 0.0001 | 0.1563 |
| GROUP: Distancias ME5000 1993 | | | | | |
| DIST | 1 | 10 | 102.7579 | 0.0005 | 0.0036 |
| DIST | 1 | 11 | 30.5561 | 0.0005 | 0.0011 |
| DIST | 1 | 12 | 119.9307 | 0.0005 | 0.0063 |
| DIST | 1 | 3 | 47.5712 | 0.0005 | 0.0024 |
| DIST | 1 | 4 | 211.4502 | 0.0005 | 0.0080 |
| DIST | 10 | 4 | 145.9617 | 0.0005 | 0.0056 |
| DIST | 10 | 5 | 152.5302 | 0.0005 | 0.0052 |
| DIST | 11 | 10 | 121.2884 | 0.0005 | 0.0052 |
| DIST | 11 | 4 | 209.5213 | 0.0005 | 0.0080 |
| DIST | 11 | 5 | 72.2281 | 0.0005 | 0.0029 |
| DIST | 12 | 10 | 95.8671 | 0.0005 | 0.0115 |
| DIST | 12 | 11 | 150.1931 | 0.0005 | 0.0081 |
| DIST | 12 | 3 | 132.0601 | 0.0005 | 0.0098 |
| DIST | 12 | 4 | 241.0259 | 0.0005 | 0.0165 |
| DIST | 12 | 5 | 211.0272 | 0.0005 | 0.0115 |
| DIST | 13 | 10 | 128.3018 | 0.0005 | 0.0059 |
| DIST | 13 | 11 | 86.7916 | 0.0005 | 0.0035 |
| DIST | 13 | 12 | 92.7267 | 0.0005 | 0.0016 |
| DIST | 13 | 2 | 84.6252 | 0.0005 | 0.0031 |
| DIST | 13 | 3 | 103.4828 | 0.0005 | 0.0038 |
| DIST | 13 | 4 | 260.4830 | 0.0005 | 0.0096 |
| DIST | 13 | 5 | 158.8714 | 0.0005 | 0.0069 |
| DIST | 13 | 6 | 144.3670 | 0.0005 | 0.0062 |
| DIST | 13 | 7 | 168.2305 | 0.0005 | 0.0064 |
| DIST | 2 | 10 | 79.7906 | 0.0005 | 0.0028 |
| DIST | 2 | 11 | 133.9177 | 0.0005 | 0.0047 |
| DIST | 2 | 12 | 18.5260 | 0.0005 | 0.0076 |
| DIST | 2 | 4 | 225.6555 | 0.0005 | 0.0080 |
| DIST | 2 | 5 | 193.1236 | 0.0005 | 0.0067 |
| DIST | 3 | 10 | 75.8637 | 0.0005 | 0.0029 |
| DIST | 3 | 11 | 50.4834 | 0.0005 | 0.0017 |
| DIST | 3 | 2 | 113.7199 | 0.0005 | 0.0037 |
| DIST | 3 | 4 | 164.1224 | 0.0005 | 0.0070 |
| DIST | 3 | 5 | 81.3414 | 0.0005 | 0.0035 |
| DIST | 6 | 11 | 230.9771 | 0.0005 | 0.0091 |
| DIST | 6 | 12 | 144.2024 | 0.0005 | 0.0003 |

| | | | | | |
|------|---|----|----------|--------|--------|
| DIST | 6 | 3 | 242.3968 | 0.0005 | 0.0098 |
| DIST | 6 | 4 | 381.1913 | 0.0005 | 0.0155 |
| DIST | 6 | 5 | 303.1718 | 0.0005 | 0.0109 |
| DIST | 6 | 7 | 310.4130 | 0.0005 | 0.0114 |
| DIST | 7 | 11 | 83.5703 | 0.0005 | 0.0038 |
| DIST | 7 | 12 | 231.5902 | 0.0005 | 0.0116 |
| DIST | 7 | 5 | 33.1299 | 0.0005 | 0.0010 |

=====
 Red Tunel de Pajares

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS 84 UNITS: m,GRAD Page 0006
 =====

Misclosures (pass 3):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|-------------------------------|-------|-------|---------------|----------|---------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| AZIM | 4 | 6 | 26 22 51.0000 | 0.0001 | -0.0000 |
| GROUP: Distancias ME5000 1993 | | | | | |
| DIST | 1 | 10 | 102.7579 | 0.0005 | -0.0004 |
| DIST | 1 | 11 | 30.5561 | 0.0005 | -0.0004 |
| DIST | 1 | 12 | 119.9307 | 0.0005 | -0.0001 |
| DIST | 1 | 3 | 47.5712 | 0.0005 | 0.0005 |
| DIST | 1 | 4 | 211.4502 | 0.0005 | -0.0002 |
| DIST | 10 | 4 | 145.9617 | 0.0005 | 0.0006 |
| DIST | 10 | 5 | 152.5302 | 0.0005 | -0.0003 |
| DIST | 11 | 10 | 121.2884 | 0.0005 | 0.0004 |
| DIST | 11 | 4 | 209.5213 | 0.0005 | -0.0001 |
| DIST | 11 | 5 | 72.2281 | 0.0005 | -0.0000 |
| DIST | 12 | 10 | 95.8671 | 0.0005 | 0.0001 |
| DIST | 12 | 11 | 150.1931 | 0.0005 | 0.0001 |
| DIST | 12 | 3 | 132.0601 | 0.0005 | 0.0002 |
| DIST | 12 | 4 | 241.0259 | 0.0005 | -0.0001 |
| DIST | 12 | 5 | 211.0272 | 0.0005 | -0.0004 |
| DIST | 13 | 10 | 128.3018 | 0.0005 | 0.0005 |
| DIST | 13 | 11 | 86.7916 | 0.0005 | 0.0001 |
| DIST | 13 | 12 | 92.7267 | 0.0005 | -0.0001 |
| DIST | 13 | 2 | 84.6252 | 0.0005 | -0.0001 |
| DIST | 13 | 3 | 103.4828 | 0.0005 | -0.0001 |
| DIST | 13 | 4 | 260.4830 | 0.0005 | -0.0004 |
| DIST | 13 | 5 | 158.8714 | 0.0005 | 0.0007 |
| DIST | 13 | 6 | 144.3670 | 0.0005 | 0.0006 |
| DIST | 13 | 7 | 168.2305 | 0.0005 | -0.0002 |
| DIST | 2 | 10 | 79.7906 | 0.0005 | 0.0000 |
| DIST | 2 | 11 | 133.9177 | 0.0005 | 0.0002 |
| DIST | 2 | 12 | 18.5260 | 0.0005 | 0.0007 |
| DIST | 2 | 4 | 225.6555 | 0.0005 | 0.0002 |

| | | | | | |
|------|---|----|----------|--------|---------|
| DIST | 2 | 5 | 193.1236 | 0.0005 | 0.0002 |
| DIST | 3 | 10 | 75.8637 | 0.0005 | -0.0000 |
| DIST | 3 | 11 | 50.4834 | 0.0005 | -0.0001 |
| DIST | 3 | 2 | 113.7199 | 0.0005 | 0.0002 |
| DIST | 3 | 4 | 164.1224 | 0.0005 | 0.0005 |
| DIST | 3 | 5 | 81.3414 | 0.0005 | 0.0005 |
| DIST | 6 | 11 | 230.9771 | 0.0005 | 0.0004 |
| DIST | 6 | 12 | 144.2024 | 0.0005 | 0.0003 |
| DIST | 6 | 3 | 242.3968 | 0.0005 | 0.0001 |
| DIST | 6 | 4 | 381.1913 | 0.0005 | -0.0006 |
| DIST | 6 | 5 | 303.1718 | 0.0005 | -0.0007 |
| DIST | 6 | 7 | 310.4130 | 0.0005 | -0.0002 |
| DIST | 7 | 11 | 83.5703 | 0.0005 | 0.0006 |
| DIST | 7 | 12 | 231.5902 | 0.0005 | -0.0002 |
| DIST | 7 | 5 | 33.1299 | 0.0005 | -0.0001 |

=====
 Red Tunel de Pajares
 Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS 84 UNITS: m,GRAD Page 0007
 =====

Adjusted NEO Coordinates:

| CODE | FFF | STATION | NORTHING STD DEV | EASTING STD DEV | O-HEIGHT STD DEV | MAPPROJ | |
|------|-----|---------|---------------------|--------------------|---------------------|------------------|---|
| NEO | 001 | 1 | 1443.8150 0.0003 | 456.8786 0.0006 | 0.0000 0.0000 | UTMNACH m | 0 |
| SFMC | | 1 | 1.0000000026 | 1.0000000000 | 0 0 | 0.000000 UTMNACH | |
| NEO | 001 | 10 | 1363.3022 0.0003 | 520.7285 0.0006 | 0.0000 0.0000 | UTMNACH m | 0 |
| SFMC | | 10 | 1.0000000034 | 1.0000000000 | 0 0 | 0.000000 UTMNACH | |
| NEO | 001 | 11 | 1439.7809 0.0003 | 426.5904 0.0005 | 0.0000 0.0000 | UTMNACH m | 0 |
| SFMC | | 11 | 1.0000000023 | 1.0000000000 | 0 0 | 0.000000 UTMNACH | |
| NEO | 001 | 12 | 1441.0773 0.0004 | 576.7780 0.0005 | 0.0039 0.0000 | UTMNACH m | 0 |
| SFMC | | 12 | 1.0000000041 | 0.9999999994 | 0 0 | 0.000000 UTMNACH | |
| NEO | 001 | 13 | 1489.5234 0.0003 | 497.7135 0.0006 | 0.0000 0.0000 | UTMNACH m | 0 |
| SFMC | | 13 | 1.0000000031 | 1.0000000000 | 0 0 | 0.000000 UTMNACH | |
| NEO | 001 | 2 | 1432.5804 0.0004 | 560.3147 0.0005 | 0.0000 0.0000 | UTMNACH m | 0 |
| SFMC | | 2 | 1.0000000039 | 1.0000000000 | 0 0 | 0.000000 UTMNACH | |
| NEO | 001 | 3 | 1396.4463 0.0003 | 452.4880 0.0005 | 0.0000 0.0000 | UTMNACH m | 0 |
| SFMC | | 3 | 1.0000000025 | 1.0000000000 | 0 0 | 0.000000 UTMNACH | |
| NEO | 111 | 4 | 1232.3660 | 456.2250 | 0.0000 | UTMNACH m | 0 |

| | | | | | |
|------|-------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| SFMC | 4 | 1.0000000026 | 1.0000000000 | 0 0 0.000000 | UTMNACH |
| NEO | 001 5 | 1393.4231 | 371.2023 | 0.0000 | UTMNACH m 0 |
| | | 0.0007 | 0.0006 | 0.0000 | |
| SFMC | 5 | 1.0000000017 | 1.0000000000 | 0 0 0.000000 | UTMNACH |
| NEO | 001 6 | 1581.6681 | 608.8502 | 0.0000 | UTMNACH m 0 |
| | | 0.0003 | 0.0001 | 0.0000 | |
| SFMC | 6 | 1.0000000046 | 1.0000000000 | 0 0 0.000000 | UTMNACH |
| NEO | 001 7 | 1415.6038 | 346.5932 | 0.0000 | UTMNACH m 0 |
| | | 0.0008 | 0.0006 | 0.0000 | |
| SFMC | 7 | 1.0000000015 | 1.0000000000 | 0 0 0.000000 | UTMNACH |

=====
 Red Tunel de Pajares
 Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS 84 UNITS: m,GRAD Page 0008
 =====

Adjusted XY Coordinates:

| CODE | FFF | STATION | X STD DEV | Y STD DEV | | |
|------|-----|---------|--------------|--------------|---|---|
| XY | 001 | 1 | 456.8786 | 1443.8150 | m | 0 |
| | | | 0.0003 | 0.0006 | | |
| XY | 001 | 10 | 520.7285 | 1363.3022 | m | 0 |
| | | | 0.0003 | 0.0006 | | |
| XY | 001 | 11 | 426.5904 | 1439.7809 | m | 0 |
| | | | 0.0003 | 0.0005 | | |
| XY | 001 | 12 | 576.7780 | 1441.0773 | m | 0 |
| | | | 0.0004 | 0.0005 | | |
| XY | 001 | 13 | 497.7135 | 1489.5234 | m | 0 |
| | | | 0.0003 | 0.0006 | | |
| XY | 001 | 2 | 560.3147 | 1432.5804 | m | 0 |
| | | | 0.0004 | 0.0005 | | |
| XY | 001 | 3 | 452.4880 | 1396.4463 | m | 0 |
| | | | 0.0003 | 0.0005 | | |
| XY | 111 | 4 | 456.2250 | 1232.3660 | m | 0 |
| | | | 0.0000 | 0.0000 | | |
| XY | 001 | 5 | 371.2023 | 1393.4231 | m | 0 |
| | | | 0.0007 | 0.0006 | | |
| XY | 001 | 6 | 608.8502 | 1581.6681 | m | 0 |
| | | | 0.0003 | 0.0001 | | |
| XY | 001 | 7 | 346.5932 | 1415.6038 | m | 0 |
| | | | 0.0008 | 0.0006 | | |

```

=====
                                Red Tunel de Pajares
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS 84          UNITS: m,GRAD Page 0009
=====

```

Adjusted PLO Coordinates:

| CODE | FFF | STATION | LATITUDE | | LONGITUDE | | O-HEIGHT | |
|------|-----|---------|----------|---------------|-----------|---------------|----------|-----|
| | | | STD | DEV | STD | DEV | STD | DEV |
| PLO | 001 | 1 | N | 0 0 47.006720 | E | 0 0 14.775159 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0003 | | 0.0006 | 0.0000 | |
| PLO | 001 | 10 | N | 0 0 44.385439 | E | 0 0 16.840021 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0003 | | 0.0006 | 0.0000 | |
| PLO | 001 | 11 | N | 0 0 46.875381 | E | 0 0 13.795657 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0003 | | 0.0005 | 0.0000 | |
| PLO | 001 | 12 | N | 0 0 46.917587 | E | 0 0 18.652626 | 0.0039 | m 0 |
| | | | | 0.0004 | | 0.0005 | 0.0000 | |
| PLO | 001 | 13 | N | 0 0 48.494861 | E | 0 0 16.095730 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0003 | | 0.0006 | 0.0000 | |
| PLO | 001 | 2 | N | 0 0 46.640953 | E | 0 0 18.120213 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0004 | | 0.0005 | 0.0000 | |
| PLO | 001 | 3 | N | 0 0 45.464524 | E | 0 0 14.633167 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0003 | | 0.0005 | 0.0000 | |
| PLO | 111 | 4 | N | 0 0 40.122511 | E | 0 0 14.754020 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0000 | | 0.0000 | 0.0000 | |
| PLO | 001 | 5 | N | 0 0 45.366097 | E | 0 0 12.004440 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0007 | | 0.0006 | 0.0000 | |
| PLO | 001 | 6 | N | 0 0 51.494846 | E | 0 0 19.689819 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0003 | | 0.0001 | 0.0000 | |
| PLO | 001 | 7 | N | 0 0 46.088240 | E | 0 0 11.208599 | 0.0000 | m 0 |
| | | | | 0.0008 | | 0.0006 | 0.0000 | |

=====
 Red Tunel de Pajares
 Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS 84 UNITS: m,GRAD Page 0010
 =====

Adjusted XYZ Coordinates:

| | CODE | FFF | STATION | X-COORDINATE STD DEV | Y-COORDINATE STD DEV | Z-COORDINATE STD DEV |
|---|------|-----|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 0 | XYZ | | 1 | 6378136.8191 0.0000 | 456.8786 0.0006 | 1443.8150 m 0.0003 |
| 0 | XYZ | | 10 | 6378136.8321 0.0000 | 520.7285 0.0006 | 1363.3022 m 0.0003 |
| 0 | XYZ | | 11 | 6378136.8221 0.0000 | 426.5904 0.0005 | 1439.7809 m 0.0003 |
| 0 | XYZ | | 12 | 6378136.8139 0.0000 | 576.7780 0.0005 | 1441.0773 m 0.0004 |
| 0 | XYZ | | 13 | 6378136.8055 0.0000 | 497.7135 0.0006 | 1489.5234 m 0.0003 |
| 0 | XYZ | | 2 | 6378136.8134 0.0000 | 560.3147 0.0005 | 1432.5804 m 0.0004 |
| 0 | XYZ | | 3 | 6378136.8300 0.0000 | 452.4880 0.0005 | 1396.4463 m 0.0003 |
| 0 | XYZ | | 4 | 6378136.8638 0.0000 | 456.2250 0.0000 | 1232.3660 m 0.0000 |
| 0 | XYZ | | 5 | 6378136.8360 0.0000 | 371.2023 0.0006 | 1393.4231 m 0.0007 |
| 0 | XYZ | | 6 | 6378136.7735 0.0000 | 608.8501 0.0001 | 1581.6681 m 0.0003 |
| 0 | XYZ | | 7 | 6378136.8324 0.0000 | 346.5932 0.0006 | 1415.6038 m 0.0008 |

```

=====
                                Red Tunel de Pajares
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS 84          UNITS: m,GRAD Page 0011
=====

```

Residuals (critical value = 3.136):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE | AT | FROM | TO | OBSERVATION STD DEV | RESIDUAL STD DEV | STD RES PPM |
|-------------------------------|----|------|----|-------------------------|---------------------|------------------|
| AZIM | | 4 | 6 | 26 22 51.0000 0.0001 | -0.0000 0.0000 | -0.0000 * |
| GROUP: Distancias ME5000 1993 | | | | | | |
| DIST | | 1 | 10 | 102.75793 0.0005 | -0.0004 0.0003 | -1.1390 3.69 |
| DIST | | 1 | 11 | 30.55607 0.0005 | -0.0004 0.0003 | -1.1610 12.27 |
| DIST | | 1 | 12 | 119.93068 0.0005 | -0.0001 0.0003 | -0.2743 0.75 |
| DIST | | 1 | 3 | 47.57118 0.0005 | 0.0005 0.0003 | 1.6074 11.15 |
| DIST | | 1 | 4 | 211.45020 0.0005 | -0.0002 0.0003 | -0.5569 0.88 |
| DIST | | 10 | 4 | 145.96170 0.0005 | 0.0006 0.0004 | 1.5247 3.79 |
| DIST | | 10 | 5 | 152.53019 0.0005 | -0.0003 0.0003 | -1.0710 2.18 |
| DIST | | 11 | 10 | 121.28837 0.0005 | 0.0004 0.0004 | 1.1412 3.36 |
| DIST | | 11 | 4 | 209.52133 0.0005 | -0.0001 0.0003 | -0.2716 0.40 |
| DIST | | 11 | 5 | 72.22806 0.0005 | -0.0000 0.0004 | -0.0238 0.12 |
| DIST | | 12 | 10 | 95.86706 0.0005 | 0.0001 0.0004 | 0.3204 1.18 |
| DIST | | 12 | 11 | 150.19309 0.0005 | 0.0001 0.0004 | 0.1704 0.45 |
| DIST | | 12 | 3 | 132.06015 0.0005 | 0.0002 0.0004 | 0.4587 1.36 |
| DIST | | 12 | 4 | 241.02591 0.0005 | -0.0001 0.0004 | -0.4071 0.60 |
| DIST | | 12 | 5 | 211.02715 0.0005 | -0.0004 0.0004 | -0.9482 1.83 |
| DIST | | 13 | 10 | 128.30178 0.0005 | 0.0005 0.0004 | 1.4608 4.10 |
| DIST | | 13 | 11 | 86.79156 0.0005 | 0.0001 0.0004 | 0.3514 1.58 |

| | | | | | |
|------|----|----|-----------|---------|---------|
| DIST | 13 | 12 | 92.72673 | -0.0001 | -0.3752 |
| | | | 0.0005 | 0.0003 | 1.27 |
| DIST | 13 | 2 | 84.62520 | -0.0001 | -0.2711 |
| | | | 0.0005 | 0.0003 | 0.94 |
| DIST | 13 | 3 | 103.48281 | -0.0001 | -0.1719 |
| | | | 0.0005 | 0.0004 | 0.62 |
| DIST | 13 | 4 | 260.48302 | -0.0004 | -0.9563 |
| | | | 0.0005 | 0.0004 | 1.44 |

=====

Red Tunel de Pajares

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS 84 UNITS: m,GRAD Page 0012

=====

Residuals (critical value = 3.136):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE | AT | FROM | TO | OBSERVATION STD DEV | RESIDUAL STD DEV | STD RES PPM |
|------|-------|-------|-------|------------------------|---------------------|----------------|
| ---- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| DIST | | 13 | 5 | 158.87139 | 0.0007 | 1.8516 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 4.35 |
| DIST | | 13 | 6 | 144.36703 | 0.0006 | 1.6353 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 4.41 |
| DIST | | 13 | 7 | 168.23048 | -0.0002 | -0.4642 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 1.00 |
| DIST | | 2 | 10 | 79.79063 | 0.0000 | 0.0140 |
| | | | | 0.0005 | 0.0003 | 0.06 |
| DIST | | 2 | 11 | 133.91774 | 0.0002 | 0.6237 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 1.71 |
| DIST | | 2 | 12 | 18.52597 | 0.0007 | 1.7343 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 36.85 |
| DIST | | 2 | 4 | 225.65547 | 0.0002 | 0.5815 |
| | | | | 0.0005 | 0.0003 | 0.89 |
| DIST | | 2 | 5 | 193.12363 | 0.0002 | 0.4163 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 0.84 |
| DIST | | 3 | 10 | 75.86374 | -0.0000 | -0.0765 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 0.36 |
| DIST | | 3 | 11 | 50.48344 | -0.0001 | -0.3228 |
| | | | | 0.0005 | 0.0003 | 2.21 |
| DIST | | 3 | 2 | 113.71995 | 0.0002 | 0.5377 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 1.79 |
| DIST | | 3 | 4 | 164.12235 | 0.0005 | 1.4965 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 3.35 |
| DIST | | 3 | 5 | 81.34143 | 0.0005 | 1.2712 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 5.73 |
| DIST | | 6 | 11 | 230.97709 | 0.0004 | 1.0105 |
| | | | | 0.0005 | 0.0004 | 1.68 |
| DIST | | 6 | 12 | 144.20238 | 0.0003 | 1.1928 |

| | | | | | |
|------|---|----|-----------|---------|---------|
| | | | 0.0005 | 0.0003 | 2.15 |
| DIST | 6 | 3 | 242.39682 | 0.0001 | 0.1614 |
| | | | 0.0005 | 0.0004 | 0.26 |
| DIST | 6 | 4 | 381.19135 | -0.0006 | -1.5131 |
| | | | 0.0005 | 0.0004 | 1.45 |
| DIST | 6 | 5 | 303.17176 | -0.0007 | -1.8020 |
| | | | 0.0005 | 0.0004 | 2.25 |
| DIST | 6 | 7 | 310.41298 | -0.0002 | -0.6594 |
| | | | 0.0005 | 0.0003 | 0.73 |
| DIST | 7 | 11 | 83.57026 | 0.0006 | 1.6178 |
| | | | 0.0005 | 0.0004 | 7.29 |
| DIST | 7 | 12 | 231.59025 | -0.0002 | -0.5945 |
| | | | 0.0005 | 0.0004 | 0.96 |
| DIST | 7 | 5 | 33.12994 | -0.0001 | -0.3621 |
| | | | 0.0005 | 0.0001 | 1.57 |

```

=====
                        Red Tunel de Pajares
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS 84          UNITS: m,GRAD Page 0013
=====

```

```

-----
|                                     |
|          S T A T I S T I C S      S U M M A R Y          |
|                                     |
|-----|

```

| | |
|-------------------------------|---------|
| Residual Critical Value Type | Tau Max |
| Residual Critical Value | 3.1360 |
| Number of Flagged Residuals | 0 |
| Convergence Criterion | 0.0005 |
| Final Iteration Counter Value | 3 |
| Confidence Level Used | 95.0000 |
| Estimated Variance Factor | 1.0000 |
| Number of Degrees of Freedom | 24 |

```

-----
|                                     |
|          Chi-Square Test on the Variance Factor:          |
|                                     |
|          6.0969e-01 < 1.0000 < 1.9353e+00 ?              |
|                                     |
|          THE TEST PASSES                                  |
|                                     |
|-----|

```

```

-----
| NOTE: All confidence regions were computed using the following factors: |
|-----|
|          Variance factor used          =          1.0000          |
|          1-D expansion factor          =          1.9600          |
|          2-D expansion factor          =          2.4477          |
|          3-D expansion factor          =          2.7955          |
|                                     |
|          Note that, for relative confidence regions, precisions are      |
|          computed from the ratio of the major semi-axis and the spatial   |
|          distance between the two stations.                               |
|                                     |
|-----|

```

```

=====
                                Red Tunel de Pajares
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS 84          UNITS: m,GRAD Page 0014
=====

2-D and 1-D Station Confidence Regions (95.000 and 95.000 percent):
STATION          MAJOR SEMI-AXIS  AZ          MINOR SEMI-AXIS          VERTICAL
-----
1                0.0014  95          0.0008                   0.0000
10               0.0014  104         0.0007                   0.0000
11               0.0013  106         0.0008                   0.0000
12               0.0013  112         0.0008                   0.0000
13               0.0014  109         0.0006                   0.0000
2                0.0015  122         0.0008                   0.0000
3                0.0014  104         0.0007                   0.0000
5                0.0019  144         0.0010                   0.0000
6                0.0008  24          0.0000                   0.0000
7                0.0023  153         0.0011                   0.0000
=====

```

```

=====
                                Red Tunel de Pajares
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS 84          UNITS: m,GRAD Page 0015
=====

3D Station Confidence Regions (95.000 percent):
STATION          MAJ-SEMI (AZ,VANG)    MED-SEMI (AZ,VANG)    MIN-SEMI (AZ,VANG)
-----
1                0.0017 ( 95,  0)     0.0009 (  5,  0)     0.0000 (  0,  90)
10               0.0016 (104,  0)     0.0008 ( 14,  0)     0.0000 (  0,  90)
11               0.0014 (106,  0)     0.0009 ( 16,  0)     0.0000 (  0,  90)
12               0.0015 (112,  0)     0.0009 ( 22,  0)     0.0000 (  0,  90)
13               0.0016 (109,  0)     0.0007 ( 19,  0)     0.0000 (  0,  90)
2                0.0017 (122,  0)     0.0009 ( 32,  0)     0.0000 (  0,  90)
3                0.0015 (104,  0)     0.0008 ( 14,  0)     0.0000 (  0,  90)
5                0.0022 (324,  0)     0.0011 ( 54,  0)     0.0000 (  0,  90)
6                0.0009 ( 24,  0)     0.0000 (114,  0)     0.0000 (  0,  90)
7                0.0026 (333,  0)     0.0012 ( 63,  0)     0.0000 (  0,  90)
=====

```

Tue Jun 5 13:47:32 2012

Red ROI de Menorca

Informe de la simulación con NetSim

Informe del ajuste con Geolab

```

=====
Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0001
=====

```

Tue Jun 5 18:06:16 2012

Input file: C:\...\ROIMenorca.iob

Output file: C:\...\ROIMenorca.lst

Options file: C:\Archivos de programa\Microsearch\GeoLab\default.gpj

```

-----
|          PARAMETERS          |          OBSERVATIONS          |
|-----|-----|-----|-----|
| Description | Number | Description | Number |
|-----|-----|-----|-----|
| No. of Stations | 25 | Directions | 0 |
| Coord Parameters | 63 | Distances | 0 |
| Free Latitudes | 21 | Azimuths | 0 |
| Free Longitudes | 21 | Vertical Angles | 0 |
| Free Heights | 21 | Zenithal Angles | 0 |
| Fixed Coordinates | 12 | Angles | 0 |
| Astro. Latitudes | 0 | Heights | 0 |
| Astro. Longitudes | 0 | Height Differences | 0 |
| Geoid Records | 0 | Auxiliary Params. | 0 |
| All Aux. Pars. | 0 | 2-D Coords. | 0 |
| Direction Pars. | 0 | 2-D Coord. Diffs. | 0 |
| Scale Parameters | 0 | 3-D Coords. | 0 |
| Constant Pars. | 0 | 3-D Coord. Diffs. | 204 |
| Rotation Pars. | 0 | | |
| Translation Pars. | 0 | | |
| | | | |
| | | | |
| Total Parameters | 63 | Total Observations | 204 |
|-----|-----|-----|-----|
| Degrees of Freedom = 141 |
|-----|-----|-----|-----|

```

SUMMARY OF SELECTED OPTIONS

| OPTION | SELECTION |
|----------------------------------|---------------|
| Computation Mode | Adjustment |
| Maximum Iterations | 10 |
| Convergence Criterion | 0.00050 |
| Angular Misclosure Limit Factor | 0.00 |
| Linear Misclosure Limit Factor | 0.00 |
| Residual Rejection Criterion | Tau Max |
| Confidence Region Types | 1D 2D Station |
| Variance Factor (VF) Known | Yes |
| Scale Covariance Matrix With VF | Yes |
| Scale Residual Variances With VF | No |
| Force Convergence in Max Iters | No |
| Distances Contribute To Heights | No |

=====

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0002

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Compute Full Inverse | Yes |
| Optimize Band Width | Yes |
| Generate Initial Coordinates | Yes |
| Re-Transform Obs After 1st Pass | Yes |
| Geoid Interpolation Method | Bi-Quadratic |

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0003
=====

Misclosures (pass 1):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

TYPE AT          FROM          TO          OBSERVATION STD.DEV.  MISC
-----
GROUP:  Solution 001 day 274 A          type 06
DXCT          064635          064605          963.149  0.011  0.146
DYCT          064635          064605          -7269.245  0.011  0.169
DZCT          064635          064605          -637.926  0.011  0.195
GROUP:  Solution 002 day 275 A          type 06
DXCT          064666          064635          1739.066  0.014  -0.164
DYCT          064666          064635          -10088.888  0.014  0.180
DZCT          064666          064635          -1333.833  0.014  0.053
GROUP:  Solution 003 day 273 A          type 06
DXCT          061885          061843          3603.618  0.016  -0.099
DYCT          061885          061843          -11429.034  0.016  -0.208
DZCT          061885          061843          -3137.996  0.016  -0.273
GROUP:  Solution 004 day 271 A          type 06
DXCT          064749          064738          1673.199  0.007  -0.163
DYCT          064749          064738          -2819.128  0.007  0.051
DZCT          064749          064738          -1634.798  0.007  0.028
GROUP:  Solution 005 day 274 A          type 06
DXCT          061800          064605          6682.011  0.015  0.018
DYCT          061800          064605          2650.902  0.015  0.356
DZCT          061800          064605          -8266.138  0.015  0.274
GROUP:  Solution 006 day 275 A          type 06
DXCT          064666          064640          -3211.513  0.014  0.015
DYCT          064666          064640          -9325.870  0.014  0.247
DZCT          064666          064640          4604.560  0.014  0.051
GROUP:  Solution 007 day 274 A          type 06
DXCT          061800          064640          768.310  0.014  0.024
DYCT          061800          064640          10683.182  0.014  0.239
DZCT          061800          064640          -1689.776  0.014  0.035
GROUP:  Solution 008 day 273 A          type 06
DXCT          064640          061843          -3842.820  0.010  -0.079
DYCT          064640          061843          2546.940  0.010  -0.462
DZCT          064640          061843          4472.816  0.010  -0.282
GROUP:  Solution 009 day 271 A          type 06
DXCT          064735          064749          -5720.218  0.012  0.148
DYCT          064735          064749          160.813  0.012  0.050
DZCT          064735          064749          6668.262  0.012  -0.187
GROUP:  Solution 010 day 271 A          type 06
DXCT          064752          064749          -8319.975  0.018  0.258

```

```

DYCT      064752      064749      -5339.982  0.018  0.252
DZCT      064752      064749      10287.875  0.018 -0.067
GROUP:    Solution 011 day 271 A                                type 06
DXCT      064752      064735      -2599.756  0.010  0.110
DYCT      064752      064735      -5500.796  0.010  0.202
DZCT      064752      064735      3619.614  0.010  0.120
GROUP:    Solution 012 day 275 A                                type 06
DXCT      061810      064640      213.464   0.009 -0.004

```

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0004

Misclosures (pass 1):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|---------|
| DYCT | 061810 | 064640 | 5013.420 | 0.009 | 0.307 |
| DZCT | 061810 | 064640 | -534.589 | 0.009 | 0.124 |
| GROUP: | Solution 014 day 274 A | | | | type 06 |
| DXCT | 061810 | 064605 | 6127.158 | 0.013 | -0.002 |
| DYCT | 061810 | 064605 | -3018.864 | 0.013 | 0.428 |
| DZCT | 061810 | 064605 | -7110.940 | 0.013 | 0.351 |
| GROUP: | Solution 015 day 274 A | | | | type 06 |
| DXCT | 061800 | 061810 | 554.861 | 0.009 | 0.013 |
| DYCT | 061800 | 061810 | 5669.772 | 0.009 | -0.077 |
| DZCT | 061800 | 061810 | -1155.195 | 0.009 | -0.080 |
| GROUP: | Solution 017 day 274 A | | | | type 06 |
| DXCT | 064635 | 064638 | -2702.669 | 0.008 | 0.082 |
| DYCT | 064635 | 064638 | -991.645 | 0.008 | 0.070 |
| DZCT | 064635 | 064638 | 3342.100 | 0.008 | 0.005 |
| GROUP: | Solution 018 day 275 A | | | | type 06 |
| DXCT | 064666 | 064638 | -963.611 | 0.015 | -0.074 |
| DYCT | 064666 | 064638 | -11080.548 | 0.015 | 0.265 |
| DZCT | 064666 | 064638 | 2008.275 | 0.015 | 0.050 |
| GROUP: | Solution 019 day 275 A | | | | type 06 |
| DXCT | 064638 | 064640 | -2247.869 | 0.008 | 0.057 |
| DYCT | 064638 | 064640 | 1754.672 | 0.008 | -0.011 |
| DZCT | 064638 | 064640 | 2596.318 | 0.008 | -0.031 |
| GROUP: | Solution 020 day 275 A | | | | type 06 |
| DXCT | 064638 | 061810 | -2461.347 | 0.009 | 0.075 |
| DYCT | 064638 | 061810 | -3258.744 | 0.009 | -0.322 |
| DZCT | 064638 | 061810 | 3130.911 | 0.009 | -0.159 |
| GROUP: | Solution 021 day 274 A | | | | type 06 |
| DXCT | 064638 | 064605 | 3665.800 | 0.012 | 0.083 |
| DYCT | 064638 | 064605 | -6277.592 | 0.012 | 0.090 |
| DZCT | 064638 | 064605 | -3980.054 | 0.012 | 0.217 |

```

GROUP:      Solution 022 day 270 A                                type 06
DXCT          064715      064752                2709.673  0.017  0.045
DYCT          064715      064752                12293.658 0.017 -0.312
DZCT          064715      064752                -4441.683 0.017 -0.023

GROUP:      Solution 022 day 271 B                                type 06
DXCT          064715      064752                2709.642  0.017  0.075
DYCT          064715      064752                12293.657 0.017 -0.311
DZCT          064715      064752                -4441.711 0.017  0.005

GROUP:      Solution 023 day 271 A                                type 06
DXCT          064715      064738                -3937.129 0.010  0.167
DYCT          064715      064738                 4134.538 0.010  0.000
DZCT          064715      064738                 4211.354 0.010 -0.022

GROUP:      Solution 024 day 271 A                                type 06
DXCT          064715      064749                -5610.338 0.014  0.339
DYCT          064715      064749                 6953.673 0.014 -0.057
DZCT          064715      064749                 5846.161 0.014 -0.058

```

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0                WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0005
=====

```

Misclosures (pass 1):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|--------|
| ----- | | | | | |
| GROUP: | Solution 025 day 271 A | | type 06 | | |
| DXCT | 064715 | 064735 | 109.881 | 0.010 | 0.190 |
| DYCT | 064715 | 064735 | 6792.862 | 0.010 | -0.110 |
| DZCT | 064715 | 064735 | -822.100 | 0.010 | 0.128 |
| GROUP: | Solution 026 day 272 A | | type 06 | | |
| DXCT | 064715 | 064666 | -357.766 | 0.017 | -0.025 |
| DYCT | 064715 | 064666 | -13165.356 | 0.017 | -0.038 |
| DZCT | 064715 | 064666 | 1504.360 | 0.017 | -0.026 |
| GROUP: | Solution 027 day 271 A | | type 06 | | |
| DXCT | 064666 | 061872 | -7439.637 | 0.015 | 0.345 |
| DYCT | 064666 | 061872 | 2032.596 | 0.015 | -0.286 |
| DZCT | 064666 | 061872 | 8700.133 | 0.015 | -0.095 |
| GROUP: | Solution 028 day 273 A | | type 06 | | |
| DXCT | 061885 | 061872 | 3218.244 | 0.009 | 0.380 |
| DYCT | 061885 | 061872 | -2617.487 | 0.009 | -0.300 |
| DZCT | 061885 | 061872 | -3515.263 | 0.009 | -0.114 |
| GROUP: | Solution 029 day 273 A | | type 06 | | |
| DXCT | 061872 | 061843 | 385.360 | 0.012 | -0.467 |
| DYCT | 061872 | 061843 | -8811.546 | 0.012 | 0.091 |
| DZCT | 061872 | 061843 | 377.258 | 0.012 | -0.151 |
| GROUP: | Solution 030 day 274 A | | type 06 | | |
| DXCT | 064605 | 064616 | -1496.557 | 0.007 | -0.005 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-----------|---------|--------|
| DYCT | 064605 | 064616 | 648.513 | 0.007 | -0.018 |
| DZCT | 064605 | 064616 | 1768.372 | 0.007 | -0.012 |
| GROUP: | Solution 031 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064616 | 064635 | 533.401 | 0.010 | -0.134 |
| DYCT | 064616 | 064635 | 6620.729 | 0.010 | -0.147 |
| DZCT | 064616 | 064635 | -1130.459 | 0.010 | -0.171 |
| GROUP: | Solution 032 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061800 | 064616 | 5185.488 | 0.012 | -0.021 |
| DYCT | 061800 | 064616 | 3299.426 | 0.012 | 0.328 |
| DZCT | 061800 | 064616 | -6497.766 | 0.012 | 0.262 |
| GROUP: | Solution 033 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064616 | 061810 | -4630.611 | 0.011 | 0.017 |
| DYCT | 064616 | 061810 | 2370.354 | 0.011 | -0.413 |
| DZCT | 064616 | 061810 | 5342.553 | 0.011 | -0.325 |
| GROUP: | Solution 034 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064616 | 064638 | -2169.239 | 0.010 | -0.082 |
| DYCT | 064616 | 064638 | 5629.072 | 0.010 | -0.065 |
| DZCT | 064616 | 064638 | 2211.678 | 0.010 | -0.203 |
| GROUP: | Solution 035 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064635 | 064648 | -3021.148 | 0.010 | 0.215 |
| DYCT | 064635 | 064648 | 4563.844 | 0.010 | -0.022 |
| DZCT | 064635 | 064648 | 3305.620 | 0.010 | 0.021 |
| GROUP: | Solution 036 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064648 | -1282.100 | 0.009 | 0.069 |

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0006

Misclosures (pass 1):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|--------|
| DYCT | 064666 | 064648 | -5525.033 | 0.009 | 0.147 |
| DZCT | 064666 | 064648 | 1971.758 | 0.009 | 0.103 |
| GROUP: | Solution 037 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064648 | 064640 | -1929.411 | 0.009 | -0.056 |
| DYCT | 064648 | 064640 | -3800.849 | 0.009 | 0.113 |
| DZCT | 064648 | 064640 | 2632.824 | 0.009 | -0.073 |
| GROUP: | Solution 038 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064648 | 061810 | -2142.858 | 0.013 | -0.069 |
| DYCT | 064648 | 061810 | -8814.250 | 0.013 | -0.212 |
| DZCT | 064648 | 061810 | 3167.398 | 0.013 | -0.182 |
| GROUP: | Solution 039 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064648 | 064638 | 318.480 | 0.009 | -0.134 |
| DYCT | 064648 | 064638 | -5555.513 | 0.009 | 0.116 |
| DZCT | 064648 | 064638 | 36.499 | 0.009 | -0.034 |

```

GROUP:      Solution 040 day 274 A                                type 06
DXCT          064666      064685                1526.657   0.009   0.037
DYCT          064666      064685                4681.676   0.009  -0.125
DZCT          064666      064685                -2194.565   0.009   0.004

GROUP:      Solution 041 day 274 A                                type 06
DXCT          064666      064703                3416.773   0.017  -0.185
DYCT          064666      064703                11528.108   0.017  -0.028
DZCT          064666      064703                -5068.128   0.017  -0.023

GROUP:      Solution 042 day 274 A                                type 06
DXCT          064703      064685                -1890.137   0.011   0.244
DYCT          064703      064685                -6846.432   0.011  -0.096
DZCT          064703      064685                 2873.573   0.011   0.018

GROUP:      Solution 043 day 272 A                                type 06
DXCT          064703      064711                 1883.939   0.007   0.061
DYCT          064703      064711                 759.329    0.007  -0.004
DZCT          064703      064711                -2391.781   0.007   0.097

GROUP:      Solution 044 day 272 A                                type 06
DXCT          064715      064703                 3058.968   0.009  -0.171
DYCT          064715      064703                -1637.260   0.009  -0.054
DZCT          064715      064703                -3563.794   0.009  -0.022

GROUP:      Solution 045 day 270 A                                type 06
DXCT          064752      064722                 301.306    0.012  -0.148
DYCT          064752      064722                -8788.222   0.012   0.164
DZCT          064752      064722                 474.299    0.012  -0.003

GROUP:      Solution 046 day 270 A                                type 06
DXCT          064715      064722                 3010.978   0.010  -0.102
DYCT          064715      064722                 3505.423   0.010  -0.135
DZCT          064715      064722                -3967.384   0.010  -0.025

GROUP:      Solution 046 day 272 B                                type 06
DXCT          064715      064722                 3010.991   0.010  -0.115
DYCT          064715      064722                 3505.434   0.010  -0.146
DZCT          064715      064722                -3967.416   0.010   0.006

```

=====

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0007

=====

Misclosures (pass 1):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------|----|-------------|----------|------|
|---------|------|----|-------------|----------|------|

```

GROUP:      Solution 047 day 272 A                                type 06
DXCT          064722      064711                 1931.936   0.009  -0.015
DYCT          064722      064711                -4383.347   0.009   0.070
DZCT          064722      064711                -1988.189   0.009   0.097

GROUP:      Solution 048 day 272 A                                type 06
DXCT          064722      064703                 48.000    0.009  -0.080

```

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-----------|---------|--------|
| DYCT | 064722 | 064703 | -5142.672 | 0.009 | 0.070 |
| DZCT | 064722 | 064703 | 403.599 | 0.009 | -0.006 |
| GROUP: | Solution 049 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064685 | 064699 | -4703.456 | 0.011 | 0.162 |
| DYCT | 064685 | 064699 | 2311.472 | 0.011 | 0.048 |
| DZCT | 064685 | 064699 | 5752.227 | 0.011 | -0.078 |
| GROUP: | Solution 050 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 064703 | 6593.562 | 0.015 | -0.375 |
| DYCT | 064699 | 064703 | 4534.961 | 0.015 | 0.047 |
| DZCT | 064699 | 064703 | -8625.781 | 0.015 | 0.042 |
| GROUP: | Solution 051 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 064738 | -402.535 | 0.014 | -0.037 |
| DYCT | 064699 | 064738 | 10306.796 | 0.014 | 0.065 |
| DZCT | 064699 | 064738 | -850.630 | 0.014 | 0.041 |
| GROUP: | Solution 052 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 064749 | -2075.744 | 0.017 | 0.135 |
| DYCT | 064699 | 064749 | 13125.908 | 0.017 | 0.031 |
| DZCT | 064699 | 064749 | 784.181 | 0.017 | -0.000 |
| GROUP: | Solution 053 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064699 | -3534.596 | 0.012 | 0.206 |
| DYCT | 064715 | 064699 | -6172.236 | 0.012 | -0.087 |
| DZCT | 064715 | 064699 | 5061.980 | 0.012 | -0.058 |
| GROUP: | Solution 054 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 061872 | -4262.845 | 0.012 | 0.152 |
| DYCT | 064699 | 061872 | -4960.547 | 0.012 | -0.214 |
| DZCT | 064699 | 061872 | 5142.498 | 0.012 | -0.047 |
| GROUP: | Solution 054 day 273 B | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 061872 | -4262.867 | 0.012 | 0.174 |
| DYCT | 064699 | 061872 | -4960.528 | 0.012 | -0.233 |
| DZCT | 064699 | 061872 | 5142.503 | 0.012 | -0.053 |
| GROUP: | Solution 055 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061885 | 064699 | 7481.097 | 0.015 | 0.220 |
| DYCT | 061885 | 064699 | 2343.038 | 0.015 | -0.064 |
| DZCT | 061885 | 064699 | -8657.787 | 0.015 | -0.041 |
| GROUP: | Solution 056 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064752 | 067339 | 4046.028 | 0.012 | 1.101 |
| DYCT | 064752 | 067339 | -5897.186 | 0.012 | -4.621 |
| DZCT | 064752 | 067339 | -4314.019 | 0.012 | -0.942 |
| GROUP: | Solution 057 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 067339 | 6755.702 | 0.017 | 1.145 |


```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0008
=====

```

Misclosures (pass 1):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE | AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|--------|----|------------------------|--------|-------------|----------|---------|
| ----- | | | | | | |
| DYCT | | 064715 | 067339 | 6396.473 | 0.017 | -4.933 |
| DZCT | | 064715 | 067339 | -8755.698 | 0.017 | -0.969 |
| GROUP: | | Solution 058 day 270 A | | | | type 06 |
| DXCT | | 067339 | 064722 | -3744.738 | 0.010 | -1.233 |
| DYCT | | 067339 | 064722 | -2891.043 | 0.010 | 4.791 |
| DZCT | | 067339 | 064722 | 4788.312 | 0.010 | 0.945 |
| GROUP: | | Solution 058 day 272 B | | | | type 06 |
| DXCT | | 067339 | 064722 | -3744.744 | 0.010 | -1.226 |
| DYCT | | 067339 | 064722 | -2891.058 | 0.010 | 4.806 |
| DZCT | | 067339 | 064722 | 4788.283 | 0.010 | 0.974 |
| GROUP: | | Solution 059 day 272 A | | | | type 06 |
| DXCT | | 067339 | 064711 | -1812.813 | 0.011 | -1.237 |
| DYCT | | 067339 | 064711 | -7274.415 | 0.011 | 4.886 |
| DZCT | | 067339 | 064711 | 2800.088 | 0.011 | 1.078 |
| GROUP: | | Solution 060 day 272 A | | | | type 06 |
| DXCT | | 067339 | 064703 | -3696.745 | 0.014 | -1.305 |
| DYCT | | 067339 | 064703 | -8033.736 | 0.014 | 4.883 |
| DZCT | | 067339 | 064703 | 5191.888 | 0.014 | 0.962 |
| GROUP: | | Solution 061 day 272 A | | | | type 06 |
| DXCT | | 064666 | 064692 | 4310.692 | 0.013 | 0.058 |
| DYCT | | 064666 | 064692 | 6524.049 | 0.013 | -0.192 |
| DZCT | | 064666 | 064692 | -5768.874 | 0.013 | 0.111 |
| GROUP: | | Solution 062 day 272 A | | | | type 06 |
| DXCT | | 064715 | 064692 | 3952.924 | 0.012 | 0.035 |
| DYCT | | 064715 | 064692 | -6641.308 | 0.012 | -0.229 |
| DZCT | | 064715 | 064692 | -4264.520 | 0.012 | 0.090 |
| GROUP: | | Solution 063 day 272 A | | | | type 06 |
| DXCT | | 064692 | 064703 | -893.927 | 0.009 | -0.236 |
| DYCT | | 064692 | 064703 | 5004.055 | 0.009 | 0.169 |
| DZCT | | 064692 | 064703 | 700.728 | 0.009 | -0.116 |
| GROUP: | | Solution 064 day 272 A | | | | type 06 |
| DXCT | | 064692 | 064722 | -941.932 | 0.014 | -0.150 |
| DYCT | | 064692 | 064722 | 10146.720 | 0.014 | 0.105 |
| DZCT | | 064692 | 064722 | 297.130 | 0.014 | -0.110 |
| GROUP: | | Solution 065 day 271 A | | | | type 06 |
| DXCT | | 064749 | 061910 | -267.557 | 0.011 | -0.417 |
| DYCT | | 064749 | 061910 | -7281.735 | 0.011 | -0.293 |
| DZCT | | 064749 | 061910 | 1094.283 | 0.011 | -0.055 |

```

GROUP:      Solution 066 day 271 A                                type 06
DXCT        061910      064699                2343.299  0.010  0.283
DYCT        061910      064699                -5844.186 0.010  0.276
DZCT        061910      064699                -1878.476 0.010  0.067
    
```

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0009
    
```

Solution (pass 1):

| NAME | TYPE | OLD VALUE | CORRECTION | UPDATED VALUE |
|--------|------|-------------------|---------------|-------------------|
| 061810 | ELAT | N 40 00 21.319680 | 0 0 0.002155 | N 40 00 21.321835 |
| 061810 | ELON | E 3 51 51.405010 | 0 0 0.002982 | E 3 51 51.407992 |
| 061810 | EHYT | 99.809 | 0.052 | 99.861 |
| 061843 | ELAT | N 40 03 3.841680 | 0 0 0.004233 | N 40 03 3.845913 |
| 061843 | ELON | E 3 57 19.944110 | 0 0 0.008684 | E 3 57 19.952794 |
| 061843 | EHYT | 254.709 | 0.243 | 254.952 |
| 061872 | ELAT | N 40 02 49.646880 | 0 0 0.009979 | N 40 02 49.656859 |
| 061872 | ELON | E 4 03 31.893310 | 0 0 0.013742 | E 4 03 31.907052 |
| 061872 | EHYT | 189.509 | -0.198 | 189.311 |
| 061910 | ELAT | N 40 00 32.508300 | 0 0 0.000808 | N 40 00 32.509108 |
| 061910 | ELON | E 4 11 0.572210 | 0 0 0.014572 | E 4 11 0.586782 |
| 061910 | EHYT | 150.500 | 0.159 | 150.659 |
| 064605 | ELAT | N 39 55 21.526440 | 0 0 -0.006114 | N 39 55 21.520326 |
| 064605 | ELON | E 3 49 27.200200 | 0 0 -0.014697 | E 3 49 27.185503 |
| 064605 | EHYT | 63.064 | -0.195 | 62.869 |
| 064616 | ELAT | N 39 56 35.665340 | 0 0 -0.005944 | N 39 56 35.659396 |
| 064616 | ELON | E 3 49 58.659800 | 0 0 -0.013911 | E 3 49 58.645889 |
| 064616 | EHYT | 86.364 | -0.178 | 86.186 |
| 064635 | ELAT | N 39 55 47.180940 | 0 0 -0.004552 | N 39 55 47.176388 |
| 064635 | ELON | E 3 54 35.352500 | 0 0 -0.008001 | E 3 54 35.344499 |
| 064635 | EHYT | 111.264 | 0.058 | 111.322 |
| 064638 | ELAT | N 39 58 7.788240 | 0 0 -0.002670 | N 39 58 7.785570 |
| 064638 | ELON | E 3 54 1.432300 | 0 0 -0.011010 | E 3 54 1.421290 |
| 064638 | EHYT | 138.464 | -0.003 | 138.461 |
| 064640 | ELAT | N 39 59 56.512240 | 0 0 -0.000461 | N 39 59 56.511779 |
| 064640 | ELON | E 3 55 21.675800 | 0 0 -0.010360 | E 3 55 21.665440 |
| 064640 | EHYT | 180.164 | -0.036 | 180.128 |
| 064648 | ELAT | N 39 58 5.560840 | 0 0 -0.000914 | N 39 58 5.559926 |
| 064648 | ELON | E 3 57 55.890300 | 0 0 -0.005856 | E 3 57 55.884444 |
| 064648 | EHYT | 163.664 | -0.122 | 163.542 |
| 064685 | ELAT | N 39 55 8.765540 | 0 0 0.000568 | N 39 55 8.766108 |
| 064685 | ELON | E 4 04 56.442500 | 0 0 0.005656 | E 4 04 56.448156 |
| 064685 | EHYT | 185.864 | -0.034 | 185.830 |
| 064692 | ELAT | N 39 52 39.377140 | 0 0 -0.001772 | N 39 52 39.375368 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|---|----|----|-----------|---|---|-----------|---|----|----|-----------|
| 064692 | ELON | E | 4 | 06 | 5.432700 | 0 | 0 | 0.009331 | E | 4 | 06 | 5.442031 |
| 064692 | EHYT | | | | 124.564 | | | -0.092 | | | | 124.472 |
| 064699 | ELAT | N | 39 | 59 | 5.955040 | 0 | 0 | 0.005628 | N | 39 | 59 | 5.960668 |
| 064699 | ELON | E | 4 | 06 | 47.727400 | 0 | 0 | 0.003964 | E | 4 | 06 | 47.731364 |
| 064699 | EHYT | | | | 409.964 | | | -0.116 | | | | 409.848 |
| 064703 | ELAT | N | 39 | 53 | 7.854550 | 0 | 0 | -0.003438 | N | 39 | 53 | 7.851112 |
| 064703 | ELON | E | 4 | 09 | 38.194190 | 0 | 0 | 0.001514 | E | 4 | 09 | 38.195704 |
| 064703 | EHYT | | | | 166.060 | | | 0.149 | | | | 166.209 |
| 064711 | ELAT | N | 39 | 51 | 28.139350 | 0 | 0 | -0.004664 | N | 39 | 51 | 28.134686 |
| 064711 | ELON | E | 4 | 10 | 4.304090 | 0 | 0 | 0.001940 | E | 4 | 10 | 4.306030 |
| 064711 | EHYT | | | | 117.260 | | | 0.034 | | | | 117.294 |
| 064722 | ELAT | N | 39 | 52 | 50.994350 | 0 | 0 | -0.002043 | N | 39 | 52 | 50.992307 |
| 064722 | ELON | E | 4 | 13 | 14.188790 | 0 | 0 | 0.005196 | E | 4 | 13 | 14.193986 |

=====

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0010

=====

Solution (pass 1):

| NAME | TYPE | OLD VALUE | CORRECTION | UPDATED VALUE |
|--------|------|-------------------|--------------|-------------------|
| 064722 | EHYT | 158.960 | 0.090 | 159.050 |
| 064735 | ELAT | N 39 55 4.338350 | 0 0 0.000534 | N 39 55 4.338884 |
| 064735 | ELON | E 4 15 41.225490 | 0 0 0.005063 | E 4 15 41.230553 |
| 064735 | EHYT | 143.760 | -0.209 | 143.551 |
| 064738 | ELAT | N 39 58 37.561750 | 0 0 0.004176 | N 39 58 37.565926 |
| 064738 | ELON | E 4 14 2.184390 | 0 0 0.000746 | E 4 14 2.185136 |
| 064738 | EHYT | 130.560 | -0.111 | 130.449 |
| 064749 | ELAT | N 39 59 48.579150 | 0 0 0.008337 | N 39 59 48.587487 |
| 064749 | ELON | E 4 16 5.905890 | 0 0 0.003409 | E 4 16 5.909299 |
| 064749 | EHYT | 62.860 | -0.212 | 62.648 |
| 064752 | ELAT | N 39 52 31.828050 | 0 0 0.000883 | N 39 52 31.828933 |
| 064752 | ELON | E 4 19 23.924190 | 0 0 0.013065 | E 4 19 23.937255 |
| 064752 | EHYT | 126.760 | -0.019 | 126.741 |
| 067339 | ELAT | N 39 49 29.741260 | 0 0 0.040042 | N 39 49 29.781302 |
| 067339 | ELON | E 4 15 3.632680 | 0 0 0.210355 | E 4 15 3.843035 |
| 067339 | EHYT | 121.472 | 0.034 | 121.506 |

=====
 Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
 Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0011
 =====

Misclosures (pass 2):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|--------|
| ----- | | | | | |
| GROUP: | Solution 001 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064635 | 064605 | 963.149 | 0.011 | -0.006 |
| DYCT | 064635 | 064605 | -7269.245 | 0.011 | -0.001 |
| DZCT | 064635 | 064605 | -637.926 | 0.011 | -0.004 |
| GROUP: | Solution 002 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064635 | 1739.066 | 0.014 | -0.017 |
| DYCT | 064666 | 064635 | -10088.888 | 0.014 | -0.001 |
| DZCT | 064666 | 064635 | -1333.833 | 0.014 | -0.018 |
| GROUP: | Solution 003 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061885 | 061843 | 3603.618 | 0.016 | -0.012 |
| DYCT | 061885 | 061843 | -11429.034 | 0.016 | 0.004 |
| DZCT | 061885 | 061843 | -3137.996 | 0.016 | -0.017 |
| GROUP: | Solution 004 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064749 | 064738 | 1673.199 | 0.007 | 0.001 |
| DYCT | 064749 | 064738 | -2819.128 | 0.007 | -0.000 |
| DZCT | 064749 | 064738 | -1634.798 | 0.007 | -0.006 |
| GROUP: | Solution 005 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061800 | 064605 | 6682.011 | 0.015 | 0.013 |
| DYCT | 061800 | 064605 | 2650.902 | 0.015 | 0.006 |
| DZCT | 061800 | 064605 | -8266.138 | 0.015 | 0.005 |
| GROUP: | Solution 006 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064640 | -3211.513 | 0.014 | 0.013 |
| DYCT | 064666 | 064640 | -9325.870 | 0.014 | 0.001 |
| DZCT | 064666 | 064640 | 4604.560 | 0.014 | 0.018 |
| GROUP: | Solution 007 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061800 | 064640 | 768.310 | 0.014 | 0.022 |
| DYCT | 061800 | 064640 | 10683.182 | 0.014 | -0.008 |
| DZCT | 061800 | 064640 | -1689.776 | 0.014 | 0.001 |
| GROUP: | Solution 008 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064640 | 061843 | -3842.820 | 0.010 | 0.009 |
| DYCT | 064640 | 061843 | 2546.940 | 0.010 | -0.003 |
| DZCT | 064640 | 061843 | 4472.816 | 0.010 | 0.008 |
| GROUP: | Solution 009 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064735 | 064749 | -5720.218 | 0.012 | -0.005 |
| DYCT | 064735 | 064749 | 160.813 | 0.012 | -0.000 |
| DZCT | 064735 | 064749 | 6668.262 | 0.012 | -0.005 |
| GROUP: | Solution 010 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064752 | 064749 | -8319.975 | 0.018 | -0.019 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-----------|---------|--------|
| DYCT | 064752 | 064749 | -5339.982 | 0.018 | 0.001 |
| DZCT | 064752 | 064749 | 10287.875 | 0.018 | -0.014 |
| GROUP: | Solution 011 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064752 | 064735 | -2599.756 | 0.010 | -0.014 |
| DYCT | 064752 | 064735 | -5500.796 | 0.010 | 0.002 |
| DZCT | 064752 | 064735 | 3619.614 | 0.010 | -0.010 |
| GROUP: | Solution 012 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061810 | 064640 | 213.464 | 0.009 | 0.002 |

=====

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0012

=====

Misclosures (pass 2):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|--------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| DYCT | 061810 | 064640 | 5013.420 | 0.009 | -0.010 |
| DZCT | 061810 | 064640 | -534.589 | 0.009 | 0.006 |
| GROUP: | Solution 014 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061810 | 064605 | 6127.158 | 0.013 | 0.000 |
| DYCT | 061810 | 064605 | -3018.864 | 0.013 | 0.007 |
| DZCT | 061810 | 064605 | -7110.940 | 0.013 | -0.003 |
| GROUP: | Solution 015 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061800 | 061810 | 554.861 | 0.009 | 0.005 |
| DYCT | 061800 | 061810 | 5669.772 | 0.009 | -0.007 |
| DZCT | 061800 | 061810 | -1155.195 | 0.009 | 0.004 |
| GROUP: | Solution 017 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064635 | 064638 | -2702.669 | 0.008 | 0.002 |
| DYCT | 064635 | 064638 | -991.645 | 0.008 | -0.007 |
| DZCT | 064635 | 064638 | 3342.100 | 0.008 | 0.011 |
| GROUP: | Solution 018 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064638 | -963.611 | 0.015 | -0.006 |
| DYCT | 064666 | 064638 | -11080.548 | 0.015 | 0.008 |
| DZCT | 064666 | 064638 | 2008.275 | 0.015 | -0.015 |
| GROUP: | Solution 019 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064638 | 064640 | -2247.869 | 0.008 | -0.013 |
| DYCT | 064638 | 064640 | 1754.672 | 0.008 | -0.000 |
| DZCT | 064638 | 064640 | 2596.318 | 0.008 | 0.000 |
| GROUP: | Solution 020 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064638 | 061810 | -2461.347 | 0.009 | -0.001 |
| DYCT | 064638 | 061810 | -3258.744 | 0.009 | 0.006 |
| DZCT | 064638 | 061810 | 3130.911 | 0.009 | -0.009 |
| GROUP: | Solution 021 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064638 | 064605 | 3665.800 | 0.012 | 0.010 |
| DYCT | 064638 | 064605 | -6277.592 | 0.012 | -0.003 |
| DZCT | 064638 | 064605 | -3980.054 | 0.012 | 0.013 |

```

GROUP:      Solution 022 day 270 A                                type 06
DXCT        064715      064752                2709.673   0.017  -0.011
DYCT        064715      064752                12293.658  0.017  -0.005
DZCT        064715      064752                -4441.683  0.017  -0.015

GROUP:      Solution 022 day 271 B                                type 06
DXCT        064715      064752                2709.642   0.017   0.020
DYCT        064715      064752                12293.657  0.017  -0.004
DZCT        064715      064752                -4441.711  0.017   0.013

GROUP:      Solution 023 day 271 A                                type 06
DXCT        064715      064738                -3937.129  0.010  -0.002
DYCT        064715      064738                 4134.538  0.010   0.006
DZCT        064715      064738                 4211.354  0.010   0.006

GROUP:      Solution 024 day 271 A                                type 06
DXCT        064715      064749                -5610.338  0.014   0.007
DYCT        064715      064749                 6953.673  0.014  -0.001
DZCT        064715      064749                 5846.161  0.014   0.003

```

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0                WGS84                UNITS: m,GRAD Page 0013
=====

```

Misclosures (pass 2):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|--------|
| ----- | | | | | |
| GROUP: | Solution 025 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064735 | 109.881 | 0.010 | 0.011 |
| DYCT | 064715 | 064735 | 6792.862 | 0.010 | -0.002 |
| DZCT | 064715 | 064735 | -822.100 | 0.010 | 0.007 |
| GROUP: | Solution 026 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064666 | -357.766 | 0.017 | -0.025 |
| DYCT | 064715 | 064666 | -13165.356 | 0.017 | -0.038 |
| DZCT | 064715 | 064666 | 1504.360 | 0.017 | -0.026 |
| GROUP: | Solution 027 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 061872 | -7439.637 | 0.015 | -0.027 |
| DYCT | 064666 | 061872 | 2032.596 | 0.015 | 0.014 |
| DZCT | 064666 | 061872 | 8700.133 | 0.015 | 0.013 |
| GROUP: | Solution 028 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061885 | 061872 | 3218.244 | 0.009 | 0.008 |
| DYCT | 061885 | 061872 | -2617.487 | 0.009 | -0.000 |
| DZCT | 061885 | 061872 | -3515.263 | 0.009 | -0.006 |
| GROUP: | Solution 029 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061872 | 061843 | 385.360 | 0.012 | -0.007 |
| DYCT | 061872 | 061843 | -8811.546 | 0.012 | 0.003 |
| DZCT | 061872 | 061843 | 377.258 | 0.012 | -0.003 |
| GROUP: | Solution 030 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064605 | 064616 | -1496.557 | 0.007 | 0.004 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-----------|---------|--------|
| DYCT | 064605 | 064616 | 648.513 | 0.007 | 0.002 |
| DZCT | 064605 | 064616 | 1768.372 | 0.007 | 0.003 |
| GROUP: | Solution 031 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064616 | 064635 | 533.401 | 0.010 | 0.010 |
| DYCT | 064616 | 064635 | 6620.729 | 0.010 | 0.003 |
| DZCT | 064616 | 064635 | -1130.459 | 0.010 | 0.013 |
| GROUP: | Solution 032 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061800 | 064616 | 5185.488 | 0.012 | -0.018 |
| DYCT | 061800 | 064616 | 3299.426 | 0.012 | -0.003 |
| DZCT | 061800 | 064616 | -6497.766 | 0.012 | 0.008 |
| GROUP: | Solution 033 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064616 | 061810 | -4630.611 | 0.011 | 0.006 |
| DYCT | 064616 | 061810 | 2370.354 | 0.011 | -0.012 |
| DZCT | 064616 | 061810 | 5342.553 | 0.011 | 0.014 |
| GROUP: | Solution 034 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064616 | 064638 | -2169.239 | 0.010 | -0.017 |
| DYCT | 064616 | 064638 | 5629.072 | 0.010 | 0.009 |
| DZCT | 064616 | 064638 | 2211.678 | 0.010 | -0.013 |
| GROUP: | Solution 035 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064635 | 064648 | -3021.148 | 0.010 | 0.002 |
| DYCT | 064635 | 064648 | 4563.844 | 0.010 | 0.014 |
| DZCT | 064635 | 064648 | 3305.620 | 0.010 | -0.009 |
| GROUP: | Solution 036 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064648 | -1282.100 | 0.009 | 0.003 |

=====
 Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
 Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0014
 =====

Misclosures (pass 2):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|--------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| DYCT | 064666 | 064648 | -5525.033 | 0.009 | 0.003 |
| DZCT | 064666 | 064648 | 1971.758 | 0.009 | 0.003 |
| GROUP: | Solution 037 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064648 | 064640 | -1929.411 | 0.009 | 0.008 |
| DYCT | 064648 | 064640 | -3800.849 | 0.009 | 0.010 |
| DZCT | 064648 | 064640 | 2632.824 | 0.009 | -0.007 |
| GROUP: | Solution 038 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064648 | 061810 | -2142.858 | 0.013 | -0.011 |
| DYCT | 064648 | 061810 | -8814.250 | 0.013 | 0.002 |
| DZCT | 064648 | 061810 | 3167.398 | 0.013 | 0.003 |
| GROUP: | Solution 039 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064648 | 064638 | 318.480 | 0.009 | -0.000 |
| DYCT | 064648 | 064638 | -5555.513 | 0.009 | 0.002 |
| DZCT | 064648 | 064638 | 36.499 | 0.009 | 0.001 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-----------|---------|--------|
| GROUP: | Solution 040 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064685 | 1526.657 | 0.009 | -0.010 |
| DYCT | 064666 | 064685 | 4681.676 | 0.009 | 0.006 |
| DZCT | 064666 | 064685 | -2194.565 | 0.009 | -0.004 |
| GROUP: | Solution 041 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064703 | 3416.773 | 0.017 | -0.006 |
| DYCT | 064666 | 064703 | 11528.108 | 0.017 | 0.021 |
| DZCT | 064666 | 064703 | -5068.128 | 0.017 | -0.009 |
| GROUP: | Solution 042 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064703 | 064685 | -1890.137 | 0.011 | 0.018 |
| DYCT | 064703 | 064685 | -6846.432 | 0.011 | -0.014 |
| DZCT | 064703 | 064685 | 2873.573 | 0.011 | -0.005 |
| GROUP: | Solution 043 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064703 | 064711 | 1883.939 | 0.007 | -0.004 |
| DYCT | 064703 | 064711 | 759.329 | 0.007 | 0.001 |
| DZCT | 064703 | 064711 | -2391.781 | 0.007 | -0.006 |
| GROUP: | Solution 044 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064703 | 3058.968 | 0.009 | 0.008 |
| DYCT | 064715 | 064703 | -1637.260 | 0.009 | -0.005 |
| DZCT | 064715 | 064703 | -3563.794 | 0.009 | -0.008 |
| GROUP: | Solution 045 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064752 | 064722 | 301.306 | 0.012 | 0.008 |
| DYCT | 064752 | 064722 | -8788.222 | 0.012 | -0.012 |
| DZCT | 064752 | 064722 | 474.299 | 0.012 | -0.002 |
| GROUP: | Solution 046 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064722 | 3010.978 | 0.010 | -0.002 |
| DYCT | 064715 | 064722 | 3505.423 | 0.010 | -0.004 |
| DZCT | 064715 | 064722 | -3967.384 | 0.010 | -0.016 |
| GROUP: | Solution 046 day 272 B | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064722 | 3010.991 | 0.010 | -0.014 |
| DYCT | 064715 | 064722 | 3505.434 | 0.010 | -0.015 |
| DZCT | 064715 | 064722 | -3967.416 | 0.010 | 0.015 |

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0015

Misclosures (pass 2):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------|----|-------------|----------|------|
| ----- | | | | | |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-----------|---------|--------|
| GROUP: | Solution 047 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064722 | 064711 | 1931.936 | 0.009 | -0.001 |
| DYCT | 064722 | 064711 | -4383.347 | 0.009 | -0.007 |
| DZCT | 064722 | 064711 | -1988.189 | 0.009 | -0.001 |
| GROUP: | Solution 048 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064722 | 064703 | 48.000 | 0.009 | -0.001 |

Diseño de una Herramienta para la Evaluación a Priori de una Red de Control Dimensional

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-----------|---------|--------|
| DYCT | 064722 | 064703 | -5142.672 | 0.009 | -0.012 |
| DZCT | 064722 | 064703 | 403.599 | 0.009 | -0.002 |
| GROUP: | Solution 049 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064685 | 064699 | -4703.456 | 0.011 | 0.003 |
| DYCT | 064685 | 064699 | 2311.472 | 0.011 | -0.004 |
| DZCT | 064685 | 064699 | 5752.227 | 0.011 | -0.011 |
| GROUP: | Solution 050 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 064703 | 6593.562 | 0.015 | 0.010 |
| DYCT | 064699 | 064703 | 4534.961 | 0.015 | 0.017 |
| DZCT | 064699 | 064703 | -8625.781 | 0.015 | -0.003 |
| GROUP: | Solution 051 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 064738 | -402.535 | 0.014 | 0.001 |
| DYCT | 064699 | 064738 | 10306.796 | 0.014 | -0.009 |
| DZCT | 064699 | 064738 | -850.630 | 0.014 | 0.009 |
| GROUP: | Solution 052 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 064749 | -2075.744 | 0.017 | 0.009 |
| DYCT | 064699 | 064749 | 13125.908 | 0.017 | 0.008 |
| DZCT | 064699 | 064749 | 784.181 | 0.017 | 0.002 |
| GROUP: | Solution 053 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064699 | -3534.596 | 0.012 | -0.001 |
| DYCT | 064715 | 064699 | -6172.236 | 0.012 | -0.007 |
| DZCT | 064715 | 064699 | 5061.980 | 0.012 | 0.001 |
| GROUP: | Solution 054 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 061872 | -4262.845 | 0.012 | -0.014 |
| DYCT | 064699 | 061872 | -4960.547 | 0.012 | 0.007 |
| DZCT | 064699 | 061872 | 5142.498 | 0.012 | 0.002 |
| GROUP: | Solution 054 day 273 B | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 061872 | -4262.867 | 0.012 | 0.009 |
| DYCT | 064699 | 061872 | -4960.528 | 0.012 | -0.012 |
| DZCT | 064699 | 061872 | 5142.503 | 0.012 | -0.003 |
| GROUP: | Solution 055 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061885 | 064699 | 7481.097 | 0.015 | 0.014 |
| DYCT | 061885 | 064699 | 2343.038 | 0.015 | 0.016 |
| DZCT | 061885 | 064699 | -8657.787 | 0.015 | 0.018 |
| GROUP: | Solution 056 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064752 | 067339 | 4046.028 | 0.012 | 0.023 |
| DYCT | 064752 | 067339 | -5897.186 | 0.012 | 0.004 |
| DZCT | 064752 | 067339 | -4314.019 | 0.012 | 0.020 |
| GROUP: | Solution 057 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 067339 | 6755.702 | 0.017 | 0.011 |

=====
 Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
 Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0016
 =====
 Misclosures (pass 2):
 NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | STD.DEV. | MISC |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|--------|
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| DYCT | 064715 | 067339 | 6396.473 | 0.017 | -0.001 |
| DZCT | 064715 | 067339 | -8755.698 | 0.017 | 0.001 |
| GROUP: | Solution 058 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 067339 | 064722 | -3744.738 | 0.010 | 0.001 |
| DYCT | 067339 | 064722 | -2891.043 | 0.010 | -0.010 |
| DZCT | 067339 | 064722 | 4788.312 | 0.010 | -0.016 |
| GROUP: | Solution 058 day 272 B | | | type 06 | |
| DXCT | 067339 | 064722 | -3744.744 | 0.010 | 0.008 |
| DYCT | 067339 | 064722 | -2891.058 | 0.010 | 0.005 |
| DZCT | 067339 | 064722 | 4788.283 | 0.010 | 0.013 |
| GROUP: | Solution 059 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 067339 | 064711 | -1812.813 | 0.011 | 0.011 |
| DYCT | 067339 | 064711 | -7274.415 | 0.011 | 0.009 |
| DZCT | 067339 | 064711 | 2800.088 | 0.011 | 0.018 |
| GROUP: | Solution 060 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 067339 | 064703 | -3696.745 | 0.014 | 0.007 |
| DYCT | 067339 | 064703 | -8033.736 | 0.014 | -0.000 |
| DZCT | 067339 | 064703 | 5191.888 | 0.014 | 0.006 |
| GROUP: | Solution 061 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064692 | 4310.692 | 0.013 | 0.007 |
| DYCT | 064666 | 064692 | 6524.049 | 0.013 | 0.026 |
| DZCT | 064666 | 064692 | -5768.874 | 0.013 | 0.010 |
| GROUP: | Solution 062 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064692 | 3952.924 | 0.012 | -0.016 |
| DYCT | 064715 | 064692 | -6641.308 | 0.012 | -0.011 |
| DZCT | 064715 | 064692 | -4264.520 | 0.012 | -0.010 |
| GROUP: | Solution 063 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064692 | 064703 | -893.927 | 0.009 | -0.005 |
| DYCT | 064692 | 064703 | 5004.055 | 0.009 | -0.001 |
| DZCT | 064692 | 064703 | 700.728 | 0.009 | -0.001 |
| GROUP: | Solution 064 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064692 | 064722 | -941.932 | 0.014 | 0.001 |
| DYCT | 064692 | 064722 | 10146.720 | 0.014 | 0.017 |
| DZCT | 064692 | 064722 | 297.130 | 0.014 | 0.000 |
| GROUP: | Solution 065 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064749 | 061910 | -267.557 | 0.011 | -0.004 |
| DYCT | 064749 | 061910 | -7281.735 | 0.011 | 0.003 |
| DZCT | 064749 | 061910 | 1094.283 | 0.011 | 0.005 |
| GROUP: | Solution 066 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061910 | 064699 | 2343.299 | 0.010 | -0.003 |
| DYCT | 061910 | 064699 | -5844.186 | 0.010 | 0.003 |
| DZCT | 061910 | 064699 | -1878.476 | 0.010 | 0.005 |

Diseño de una Herramienta para la Evaluación a Priori de una Red de Control Dimensional

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0017
=====

```

Adjusted PLH Coordinates:

| CODE | FFF | STATION | LATITUDE | LONGITUDE | ELIP-HEIGHT |
|------|-----|---------|------------------------------------|-----------|-------------|
| | | | STD DEV | STD DEV | STD DEV |
| PLH | 111 | 061800 | N 40 1 9.445580 E 3 47 54.442210 | 128.409 m | 0 |
| | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PLH | 000 | 061810 | N 40 0 21.321835 E 3 51 51.407992 | 99.861 m | 0 |
| | | | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| PLH | 000 | 061843 | N 40 3 3.845913 E 3 57 19.952794 | 254.952 m | 0 |
| | | | 0.008 | 0.008 | 0.008 |
| PLH | 000 | 061872 | N 40 2 49.656859 E 4 3 31.907052 | 189.311 m | 0 |
| | | | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| PLH | 111 | 061885 | N 40 5 19.985800 E 4 5 31.733360 | 137.800 m | 0 |
| | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PLH | 000 | 061910 | N 40 0 32.509108 E 4 11 0.586782 | 150.659 m | 0 |
| | | | 0.009 | 0.009 | 0.009 |
| PLH | 000 | 064605 | N 39 55 21.520326 E 3 49 27.185503 | 62.869 m | 0 |
| | | | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| PLH | 000 | 064616 | N 39 56 35.659396 E 3 49 58.645889 | 86.186 m | 0 |
| | | | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| PLH | 000 | 064635 | N 39 55 47.176388 E 3 54 35.344499 | 111.322 m | 0 |
| | | | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| PLH | 000 | 064638 | N 39 58 7.785570 E 3 54 1.421290 | 138.461 m | 0 |
| | | | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| PLH | 000 | 064640 | N 39 59 56.511779 E 3 55 21.665440 | 180.128 m | 0 |
| | | | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| PLH | 000 | 064648 | N 39 58 5.559926 E 3 57 55.884444 | 163.542 m | 0 |
| | | | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| PLH | 111 | 064666 | N 39 56 41.907840 E 4 1 44.321500 | 172.864 m | 0 |
| | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| PLH | 000 | 064685 | N 39 55 8.766108 E 4 4 56.448156 | 185.830 m | 0 |
| | | | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| PLH | 000 | 064692 | N 39 52 39.375368 E 4 6 5.442031 | 124.472 m | 0 |
| | | | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| PLH | 000 | 064699 | N 39 59 5.960668 E 4 6 47.731364 | 409.848 m | 0 |
| | | | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| PLH | 000 | 064703 | N 39 53 7.851112 E 4 9 38.195704 | 166.209 m | 0 |
| | | | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| PLH | 000 | 064711 | N 39 51 28.134686 E 4 10 4.306030 | 117.294 m | 0 |
| | | | 0.006 | 0.006 | 0.006 |
| PLH | 111 | 064715 | N 39 55 37.465450 E 4 10 56.307740 | 203.560 m | 0 |
| | | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| | | | |
|----------------|------------------------------------|-----------|---|
| PLH 000 064722 | N 39 52 50.992307 E 4 13 14.193986 | 159.050 m | 0 |
| | 0.005 0.005 0.005 | | |
| PLH 000 064735 | N 39 55 4.338884 E 4 15 41.230553 | 143.551 m | 0 |
| | 0.007 0.007 0.007 | | |
| PLH 000 064738 | N 39 58 37.565926 E 4 14 2.185136 | 130.449 m | 0 |
| | 0.007 0.007 0.007 | | |
| PLH 000 064749 | N 39 59 48.587487 E 4 16 5.909299 | 62.648 m | 0 |
| | 0.006 0.006 0.006 | | |

=====

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0018

=====

Adjusted PLH Coordinates:

| CODE FFF STATION | LATITUDE STD DEV | LONGITUDE STD DEV | ELIP-HEIGHT STD DEV |
|------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------|
| PLH 000 064752 | N 39 52 31.828933 E 4 19 23.937255 | 126.741 m | 0 |
| | 0.006 0.006 0.006 | | |
| PLH 000 067339 | N 39 49 29.781302 E 4 15 3.843035 | 121.506 m | 0 |
| | 0.006 0.006 0.006 | | |

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0019
=====
Adjusted XYZ Coordinates:

```

| CODE | FFF | STATION | X-COORDINATE STD DEV | Y-COORDINATE STD DEV | Z-COORDINATE STD DEV | |
|------|--------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---|
| XYZ | 061800 | | 4880683.641 0.000 | 324042.560 0.000 | 4079708.712 m 0.000 | 0 |
| XYZ | 061810 | | 4881238.507 0.005 | 329712.325 0.005 | 4078553.521 m 0.005 | 0 |
| XYZ | 061843 | | 4877609.162 0.008 | 337272.671 0.008 | 4082491.761 m 0.008 | 0 |
| XYZ | 061872 | | 4877223.809 0.006 | 346084.214 0.006 | 4082114.506 m 0.006 | 0 |
| XYZ | 061885 | | 4874005.556 0.000 | 348701.701 0.000 | 4085629.774 m 0.000 | 0 |
| XYZ | 061910 | | 4879143.372 0.009 | 356888.938 0.009 | 4078850.477 m 0.009 | 0 |
| XYZ | 064605 | | 4887365.665 0.006 | 326693.468 0.006 | 4071442.578 m 0.006 | 0 |
| XYZ | 064616 | | 4885869.112 0.006 | 327341.983 0.006 | 4073210.954 m 0.006 | 0 |
| XYZ | 064635 | | 4886402.522 0.006 | 333962.715 0.006 | 4072080.508 m 0.006 | 0 |
| XYZ | 064638 | | 4883699.855 0.005 | 332971.063 0.005 | 4075422.619 m 0.005 | 0 |
| XYZ | 064640 | | 4881451.973 0.005 | 334725.735 0.005 | 4078018.937 m 0.005 | 0 |
| XYZ | 064648 | | 4883381.376 0.006 | 338526.573 0.006 | 4075386.120 m 0.006 | 0 |
| XYZ | 064666 | | 4884663.473 0.000 | 344051.604 0.000 | 4073414.359 m 0.000 | 0 |
| XYZ | 064685 | | 4886190.121 0.006 | 348733.286 0.006 | 4071219.790 m 0.006 | 0 |
| XYZ | 064692 | | 4888974.172 0.006 | 350575.678 0.006 | 4067645.495 m 0.006 | 0 |
| XYZ | 064699 | | 4881486.668 0.005 | 351044.754 0.005 | 4076972.005 m 0.005 | 0 |
| XYZ | 064703 | | 4888080.240 0.005 | 355579.732 0.005 | 4068346.222 m 0.005 | 0 |
| XYZ | 064711 | | 4889964.176 0.006 | 356339.062 0.006 | 4065954.434 m 0.006 | 0 |
| XYZ | 064715 | | 4885021.265 0.000 | 357216.997 0.000 | 4071910.025 m 0.000 | 0 |

| | | | | | |
|-----|--------|-------------|------------|---------------|---|
| XYZ | 064722 | 4888032.241 | 360722.416 | 4067942.625 m | 0 |
| | | 0.005 | 0.005 | 0.005 | |
| XYZ | 064735 | 4885131.156 | 364009.857 | 4071087.931 m | 0 |
| | | 0.007 | 0.007 | 0.007 | |
| XYZ | 064738 | 4881084.133 | 361351.541 | 4076121.385 m | 0 |
| | | 0.007 | 0.007 | 0.007 | |
| XYZ | 064749 | 4879410.933 | 364170.669 | 4077756.189 m | 0 |
| | | 0.006 | 0.006 | 0.006 | |

=====

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0020

=====

Adjusted XYZ Coordinates:

| | | X-COORDINATE | Y-COORDINATE | Z-COORDINATE | |
|------------------|---------|--------------|--------------|---------------|------|
| CODE FFF STATION | STD DEV | STD DEV | STD DEV | STD DEV | |
| ---- | ---- | ----- | ----- | ----- | ---- |
| XYZ | 064752 | 4887730.927 | 369510.651 | 4067468.327 m | 0 |
| | | 0.006 | 0.006 | 0.006 | |
| XYZ | 067339 | 4891776.978 | 363613.469 | 4063154.328 m | 0 |
| | | 0.006 | 0.006 | 0.006 | |

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0021
=====

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

                                OBSERVATION RESIDUAL  STD RES
TYPE AT      FROM      TO          STD DEV  STD DEV   PPM
-----
GROUP:      Solution 001 day 274 A                                type 06
DXCT         064635     064605          963.14940 -0.006  -0.677
                                0.011   0.009   0.82
DYCT         064635     064605         -7269.24530 -0.001  -0.141
                                0.011   0.009   0.17
DZCT         064635     064605         -637.92580 -0.004  -0.456
                                0.011   0.009   0.55
GROUP:      Solution 002 day 275 A                                type 06
DXCT         064666     064635          1739.06580 -0.017  -1.351
                                0.014   0.012   1.63
DYCT         064666     064635        -10088.88800 -0.001  -0.045
                                0.014   0.012   0.05
DZCT         064666     064635        -1333.83330 -0.018  -1.415
                                0.014   0.012   1.71
GROUP:      Solution 003 day 273 A                                type 06
DXCT         061885     061843          3603.61760 -0.012  -0.840
                                0.016   0.014   0.96
DYCT         061885     061843        -11429.03370 0.004   0.283
                                0.016   0.014   0.32
DZCT         061885     061843        -3137.99610 -0.017  -1.209
                                0.016   0.014   1.38
GROUP:      Solution 004 day 271 A                                type 06
DXCT         064749     064738          1673.19940 0.001   0.182
                                0.007   0.004   0.21
DYCT         064749     064738        -2819.12810 -0.000  -0.042
                                0.007   0.004   0.05
DZCT         064749     064738        -1634.79840 -0.006  -1.325
                                0.007   0.004   1.53
GROUP:      Solution 005 day 274 A                                type 06
DXCT         061800     064605          6682.01150 0.013   0.971
                                0.015   0.013   1.16
DYCT         061800     064605          2650.90210 0.006   0.472
                                0.015   0.013   0.56
DZCT         061800     064605         -8266.13840 0.005   0.374
                                0.015   0.013   0.45
GROUP:      Solution 006 day 275 A                                type 06
DXCT         064666     064640         -3211.51320 0.013   0.995

```

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-------------|---------|-------|
| | | | 0.014 | 0.013 | 1.23 |
| DYCT | 064666 | 064640 | -9325.86950 | 0.001 | 0.041 |
| | | | 0.014 | 0.013 | 0.05 |
| DZCT | 064666 | 064640 | 4604.56050 | 0.018 | 1.308 |
| | | | 0.014 | 0.013 | 1.61 |
| GROUP: | Solution 007 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061800 | 064640 | 768.30970 | 0.022 | 1.669 |
| | | | 0.014 | 0.013 | 2.06 |

=====
 Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
 Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0022
 =====

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION STD DEV | RESIDUAL STD DEV | STD RES PPM |
|---------|------------------------|--------|------------------------|---------------------|----------------|
| DYCT | 061800 | 064640 | 10683.18230 | -0.008 | -0.588 |
| | | | 0.014 | 0.013 | 0.72 |
| DZCT | 061800 | 064640 | -1689.77570 | 0.001 | 0.078 |
| | | | 0.014 | 0.013 | 0.10 |
| GROUP: | Solution 008 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064640 | 061843 | -3842.82040 | 0.009 | 1.467 |
| | | | 0.010 | 0.006 | 1.43 |
| DYCT | 064640 | 061843 | 2546.93990 | -0.003 | -0.555 |
| | | | 0.010 | 0.006 | 0.54 |
| DZCT | 064640 | 061843 | 4472.81580 | 0.008 | 1.297 |
| | | | 0.010 | 0.006 | 1.26 |
| GROUP: | Solution 009 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064735 | 064749 | -5720.21810 | -0.005 | -0.495 |
| | | | 0.012 | 0.009 | 0.53 |
| DYCT | 064735 | 064749 | 160.81310 | -0.000 | -0.049 |
| | | | 0.012 | 0.009 | 0.05 |
| DZCT | 064735 | 064749 | 6668.26190 | -0.005 | -0.484 |
| | | | 0.012 | 0.009 | 0.51 |
| GROUP: | Solution 010 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064752 | 064749 | -8319.97480 | -0.019 | -1.144 |
| | | | 0.018 | 0.016 | 1.31 |
| DYCT | 064752 | 064749 | -5339.98230 | 0.001 | 0.066 |
| | | | 0.018 | 0.016 | 0.08 |
| DZCT | 064752 | 064749 | 10287.87530 | -0.014 | -0.863 |
| | | | 0.018 | 0.016 | 0.99 |
| GROUP: | Solution 011 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064752 | 064735 | -2599.75640 | -0.014 | -1.969 |
| | | | 0.010 | 0.007 | 2.04 |
| DYCT | 064752 | 064735 | -5500.79610 | 0.002 | 0.306 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-------------|---------|--------|
| | | | 0.010 | 0.007 | 0.32 |
| DZCT | 064752 | 064735 | 3619.61410 | -0.010 | -1.409 |
| | | | 0.010 | 0.007 | 1.46 |
| GROUP: | Solution 012 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061810 | 064640 | 213.46390 | 0.002 | 0.366 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 0.49 |
| DYCT | 061810 | 064640 | 5013.41970 | -0.010 | -1.498 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 1.99 |
| DZCT | 061810 | 064640 | -534.58910 | 0.006 | 0.832 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 1.11 |
| GROUP: | Solution 014 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061810 | 064605 | 6127.15820 | 0.000 | 0.029 |
| | | | 0.013 | 0.012 | 0.03 |
| DYCT | 061810 | 064605 | -3018.86390 | 0.007 | 0.627 |
| | | | 0.013 | 0.012 | 0.75 |
| DZCT | 061810 | 064605 | -7110.93950 | -0.003 | -0.243 |

=====
 Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
 Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0023
 =====

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | STD DEV | OBSERVATION RESIDUAL | STD DEV | PPM |
|---------|------------------------|--------|--------------|----------------------|---------|-----|
| | | | 0.013 | 0.012 | 0.29 | |
| GROUP: | Solution 015 day 274 A | | | type 06 | | |
| DXCT | 061800 | 061810 | 554.86050 | 0.005 | 0.688 | |
| | | | 0.009 | 0.008 | 0.89 | |
| DYCT | 061800 | 061810 | 5669.77160 | -0.007 | -0.907 | |
| | | | 0.009 | 0.008 | 1.17 | |
| DZCT | 061800 | 061810 | -1155.19540 | 0.004 | 0.568 | |
| | | | 0.009 | 0.008 | 0.73 | |
| GROUP: | Solution 017 day 274 A | | | type 06 | | |
| DXCT | 064635 | 064638 | -2702.66910 | 0.002 | 0.409 | |
| | | | 0.008 | 0.006 | 0.56 | |
| DYCT | 064635 | 064638 | -991.64510 | -0.007 | -1.117 | |
| | | | 0.008 | 0.006 | 1.54 | |
| DZCT | 064635 | 064638 | 3342.10020 | 0.011 | 1.774 | |
| | | | 0.008 | 0.006 | 2.45 | |
| GROUP: | Solution 018 day 275 A | | | type 06 | | |
| DXCT | 064666 | 064638 | -963.61150 | -0.006 | -0.441 | |
| | | | 0.015 | 0.014 | 0.54 | |
| DYCT | 064666 | 064638 | -11080.54820 | 0.008 | 0.556 | |
| | | | 0.015 | 0.014 | 0.69 | |
| DZCT | 064666 | 064638 | 2008.27460 | -0.015 | -1.043 | |

```

                                0.015  0.014  1.29
GROUP:   Solution 019 day 275 A                                type 06
DXCT     064638    064640    -2247.86910  -0.013  -2.287
                                0.008  0.006  3.40
DYCT     064638    064640    1754.67180  -0.000  -0.051
                                0.008  0.006  0.08
DZCT     064638    064640    2596.31750  0.000  0.086
                                0.008  0.006  0.13
GROUP:   Solution 020 day 275 A                                type 06
DXCT     064638    061810    -2461.34750  -0.001  -0.149
                                0.009  0.007  0.20
DYCT     064638    061810    -3258.74380  0.006  0.803
                                0.009  0.007  1.10
DZCT     064638    061810    3130.91100  -0.009  -1.350
                                0.009  0.007  1.84
GROUP:   Solution 021 day 274 A                                type 06
DXCT     064638    064605    3665.80010  0.010  0.973
                                0.012  0.010  1.19
DYCT     064638    064605    -6277.59180  -0.003  -0.281
                                0.012  0.010  0.34
DZCT     064638    064605    -3980.05380  0.013  1.273
                                0.012  0.010  1.56
GROUP:   Solution 022 day 270 A                                type 06
DXCT     064715    064752    2709.67270  -0.011  -0.661

```

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0024
=====

```

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE | AT | FROM | TO | STD DEV | OBSERVATION | RESIDUAL | STD RES |
|--------|----|------------------------|--------|-------------|-------------|----------|---------|
| | | | | 0.017 | 0.016 | 0.79 | |
| DYCT | | 064715 | 064752 | 12293.65850 | -0.005 | -0.326 | |
| | | | | 0.017 | 0.016 | 0.39 | |
| DZCT | | 064715 | 064752 | -4441.68280 | -0.015 | -0.916 | |
| | | | | 0.017 | 0.016 | 1.10 | |
| GROUP: | | Solution 022 day 271 B | | | type 06 | | |
| DXCT | | 064715 | 064752 | 2709.64230 | 0.020 | 1.244 | |
| | | | | 0.017 | 0.016 | 1.49 | |
| DYCT | | 064715 | 064752 | 12293.65710 | -0.004 | -0.238 | |
| | | | | 0.017 | 0.016 | 0.28 | |
| DZCT | | 064715 | 064752 | -4441.71050 | 0.013 | 0.820 | |
| | | | | 0.017 | 0.016 | 0.98 | |
| GROUP: | | Solution 023 day 271 A | | | type 06 | | |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|--------------|---------|--------|
| DXCT | 064715 | 064738 | -3937.12940 | -0.002 | -0.232 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 0.26 |
| DYCT | 064715 | 064738 | 4134.53810 | 0.006 | 0.717 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 0.80 |
| DZCT | 064715 | 064738 | 4211.35420 | 0.006 | 0.697 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 0.78 |
| GROUP: | Solution 024 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064749 | -5610.33830 | 0.007 | 0.542 |
| | | | 0.014 | 0.013 | 0.65 |
| DYCT | 064715 | 064749 | 6953.67270 | -0.001 | -0.048 |
| | | | 0.014 | 0.013 | 0.06 |
| DZCT | 064715 | 064749 | 5846.16100 | 0.003 | 0.215 |
| | | | 0.014 | 0.013 | 0.26 |
| GROUP: | Solution 025 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064735 | 109.88080 | 0.011 | 1.410 |
| | | | 0.010 | 0.007 | 1.54 |
| DYCT | 064715 | 064735 | 6792.86190 | -0.002 | -0.330 |
| | | | 0.010 | 0.007 | 0.36 |
| DZCT | 064715 | 064735 | -822.10030 | 0.007 | 0.893 |
| | | | 0.010 | 0.007 | 0.97 |
| GROUP: | Solution 026 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064666 | -357.76630 | -0.025 | -1.476 |
| | | | 0.017 | 0.017 | 1.90 |
| DYCT | 064715 | 064666 | -13165.35620 | -0.038 | -2.200 |
| | | | 0.017 | 0.017 | 2.83 |
| DZCT | 064715 | 064666 | 1504.35970 | -0.026 | -1.497 |
| | | | 0.017 | 0.017 | 1.93 |
| GROUP: | Solution 027 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 061872 | -7439.63660 | -0.027 | -1.931 |
| | | | 0.015 | 0.014 | 2.35 |
| DYCT | 064666 | 061872 | 2032.59600 | 0.014 | 0.998 |
| | | | 0.015 | 0.014 | 1.21 |

=====

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0025

=====

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| | | | OBSERVATION | RESIDUAL | STD RES |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|---------|
| TYPE AT | FROM | TO | STD DEV | STD DEV | PPM |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| DZCT | 064666 | 061872 | 8700.13310 | 0.013 | 0.952 |
| | | | 0.015 | 0.014 | 1.16 |
| GROUP: | Solution 028 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061885 | 061872 | 3218.24440 | 0.008 | 1.221 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 1.54 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-------------|---------|--------|
| DYCT | 061885 | 061872 | -2617.48680 | -0.000 | -0.037 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 0.05 |
| DZCT | 061885 | 061872 | -3515.26310 | -0.006 | -0.806 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 1.02 |
| GROUP: | Solution 029 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061872 | 061843 | 385.36030 | -0.007 | -0.813 |
| | | | 0.012 | 0.009 | 0.83 |
| DYCT | 061872 | 061843 | -8811.54570 | 0.003 | 0.339 |
| | | | 0.012 | 0.009 | 0.35 |
| DZCT | 061872 | 061843 | 377.25810 | -0.003 | -0.297 |
| | | | 0.012 | 0.009 | 0.30 |
| GROUP: | Solution 030 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064605 | 064616 | -1496.55750 | 0.004 | 0.874 |
| | | | 0.007 | 0.004 | 1.55 |
| DYCT | 064605 | 064616 | 648.51280 | 0.002 | 0.415 |
| | | | 0.007 | 0.004 | 0.73 |
| DZCT | 064605 | 064616 | 1768.37240 | 0.003 | 0.709 |
| | | | 0.007 | 0.004 | 1.25 |
| GROUP: | Solution 031 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064616 | 064635 | 533.40070 | 0.010 | 1.164 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 1.44 |
| DYCT | 064616 | 064635 | 6620.72860 | 0.003 | 0.407 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 0.50 |
| DZCT | 064616 | 064635 | -1130.45900 | 0.013 | 1.615 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 1.99 |
| GROUP: | Solution 032 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061800 | 064616 | 5185.48800 | -0.018 | -1.620 |
| | | | 0.012 | 0.011 | 1.96 |
| DYCT | 061800 | 064616 | 3299.42570 | -0.003 | -0.263 |
| | | | 0.012 | 0.011 | 0.32 |
| DZCT | 061800 | 064616 | -6497.76560 | 0.008 | 0.694 |
| | | | 0.012 | 0.011 | 0.84 |
| GROUP: | Solution 033 day 274 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064616 | 061810 | -4630.61070 | 0.006 | 0.650 |
| | | | 0.011 | 0.009 | 0.80 |
| DYCT | 064616 | 061810 | 2370.35380 | -0.012 | -1.300 |
| | | | 0.011 | 0.009 | 1.59 |
| DZCT | 064616 | 061810 | 5342.55300 | 0.014 | 1.526 |
| | | | 0.011 | 0.009 | 1.87 |
| GROUP: | Solution 034 day 274 A | | | type 06 | |

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0026
=====

```

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION STD DEV | RESIDUAL STD DEV | STD RES PPM |
|---------|------------------------|--------|------------------------|---------------------|----------------|
| DXCT | 064616 | 064638 | -2169.23910 0.010 | -0.017 0.008 | -2.076 2.66 |
| DYCT | 064616 | 064638 | 5629.07150 0.010 | 0.009 0.008 | 1.044 1.34 |
| DZCT | 064616 | 064638 | 2211.67830 0.010 | -0.013 0.008 | -1.563 2.00 |
| GROUP: | Solution 035 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064635 | 064648 | -3021.14820 0.010 | 0.002 0.008 | 0.229 0.28 |
| DYCT | 064635 | 064648 | 4563.84440 0.010 | 0.014 0.008 | 1.797 2.19 |
| DZCT | 064635 | 064648 | 3305.62050 0.010 | -0.009 0.008 | -1.156 1.42 |
| GROUP: | Solution 036 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064648 | -1282.10030 0.009 | 0.003 0.008 | 0.376 0.48 |
| DYCT | 064666 | 064648 | -5525.03340 0.009 | 0.003 0.008 | 0.427 0.54 |
| DZCT | 064666 | 064648 | 1971.75790 0.009 | 0.003 0.008 | 0.342 0.43 |
| GROUP: | Solution 037 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064648 | 064640 | -1929.41080 0.009 | 0.008 0.007 | 1.271 1.68 |
| DYCT | 064648 | 064640 | -3800.84910 0.009 | 0.010 0.007 | 1.559 2.05 |
| DZCT | 064648 | 064640 | 2632.82410 0.009 | -0.007 0.007 | -0.991 1.31 |
| GROUP: | Solution 038 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064648 | 061810 | -2142.85820 0.013 | -0.011 0.012 | -0.902 1.10 |
| DYCT | 064648 | 061810 | -8814.25030 0.013 | 0.002 0.012 | 0.156 0.19 |
| DZCT | 064648 | 061810 | 3167.39810 0.013 | 0.003 0.012 | 0.255 0.31 |
| GROUP: | Solution 039 day 275 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064648 | 064638 | 318.47990 0.009 | -0.000 0.007 | -0.015 0.02 |

```

DYCT      064648      064638      -5555.51280  0.002  0.337
              0.009  0.007  0.45
DZCT      064648      064638      36.49890  0.001  0.090
              0.009  0.007  0.12
GROUP:    Solution 040 day 274 A      type 06
DXCT      064666      064685      1526.65730 -0.010 -1.552
              0.009  0.006  1.82
DYCT      064666      064685      4681.67650  0.006  1.013
    
```

```

=====
Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0      WGS84      UNITS: m,GRAD Page 0027
=====
    
```

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION STD DEV | RESIDUAL STD DEV | STD RES PPM |
|---------|------------------------|--------|------------------------|---------------------|----------------|
| | | | 0.009 | 0.006 | 1.18 |
| DZCT | 064666 | 064685 | -2194.56480 | -0.004 | -0.665 |
| | | | 0.009 | 0.006 | 0.78 |
| GROUP: | Solution 041 day 274 A | | | | type 06 |
| DXCT | 064666 | 064703 | 3416.77290 | -0.006 | -0.360 |
| | | | 0.017 | 0.016 | 0.45 |
| DYCT | 064666 | 064703 | 11528.10820 | 0.021 | 1.278 |
| | | | 0.017 | 0.016 | 1.59 |
| DZCT | 064666 | 064703 | -5068.12820 | -0.009 | -0.543 |
| | | | 0.017 | 0.016 | 0.67 |
| GROUP: | Solution 042 day 274 A | | | | type 06 |
| DXCT | 064703 | 064685 | -1890.13740 | 0.018 | 2.045 |
| | | | 0.011 | 0.009 | 2.33 |
| DYCT | 064703 | 064685 | -6846.43230 | -0.014 | -1.576 |
| | | | 0.011 | 0.009 | 1.79 |
| DZCT | 064703 | 064685 | 2873.57260 | -0.005 | -0.528 |
| | | | 0.011 | 0.009 | 0.60 |
| GROUP: | Solution 043 day 272 A | | | | type 06 |
| DXCT | 064703 | 064711 | 1883.93940 | -0.004 | -0.792 |
| | | | 0.007 | 0.005 | 1.14 |
| DYCT | 064703 | 064711 | 759.32890 | 0.001 | 0.231 |
| | | | 0.007 | 0.005 | 0.33 |
| DZCT | 064703 | 064711 | -2391.78130 | -0.006 | -1.376 |
| | | | 0.007 | 0.005 | 1.99 |
| GROUP: | Solution 044 day 272 A | | | | type 06 |
| DXCT | 064715 | 064703 | 3058.96790 | 0.008 | 1.067 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 1.54 |
| DYCT | 064715 | 064703 | -1637.26000 | -0.005 | -0.674 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 0.97 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-------------|---------|--------|
| DZCT | 064715 | 064703 | -3563.79450 | -0.008 | -1.164 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 1.68 |
| GROUP: | Solution 045 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064752 | 064722 | 301.30620 | 0.008 | 0.789 |
| | | | 0.012 | 0.010 | 0.92 |
| DYCT | 064752 | 064722 | -8788.22230 | -0.012 | -1.188 |
| | | | 0.012 | 0.010 | 1.38 |
| DZCT | 064752 | 064722 | 474.29920 | -0.002 | -0.177 |
| | | | 0.012 | 0.010 | 0.21 |
| GROUP: | Solution 046 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064722 | 3010.97800 | -0.002 | -0.185 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 0.25 |
| DYCT | 064715 | 064722 | 3505.42280 | -0.004 | -0.479 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 0.65 |
| DZCT | 064715 | 064722 | -3967.38420 | -0.016 | -1.904 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 2.60 |

=====

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0028

=====

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | STD DEV | RESIDUAL | STD RES |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|---------|
| | | | | | PPM |
| ----- | | | | | |
| GROUP: | Solution 046 day 272 B | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064722 | 3010.99080 | -0.014 | -1.724 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 2.35 |
| DYCT | 064715 | 064722 | 3505.43400 | -0.015 | -1.826 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 2.49 |
| DZCT | 064715 | 064722 | -3967.41550 | 0.015 | 1.857 |
| | | | 0.010 | 0.008 | 2.54 |
| GROUP: | Solution 047 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064722 | 064711 | 1931.93600 | -0.001 | -0.165 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 0.21 |
| DYCT | 064722 | 064711 | -4383.34700 | -0.007 | -1.021 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 1.29 |
| DZCT | 064722 | 064711 | -1988.18900 | -0.001 | -0.206 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 0.26 |
| GROUP: | Solution 048 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064722 | 064703 | 48.00040 | -0.001 | -0.179 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 0.25 |
| DYCT | 064722 | 064703 | -5142.67190 | -0.012 | -1.625 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 2.28 |
| DZCT | 064722 | 064703 | 403.59880 | -0.002 | -0.224 |
| | | | 0.009 | 0.007 | 0.31 |

```

GROUP:      Solution 049 day 274 A                                type 06
DXCT        064685      064699      -4703.45570  0.003  0.315
              0.011  0.009  0.35
DYCT        064685      064699      2311.47160 -0.004 -0.453
              0.011  0.009  0.51
DZCT        064685      064699      5752.22670 -0.011 -1.302
              0.011  0.009  1.46

GROUP:      Solution 050 day 274 A                                type 06
DXCT        064699      064703      6593.56250  0.010  0.713
              0.015  0.014  0.85
DYCT        064699      064703      4534.96130  0.017  1.216
              0.015  0.014  1.45
DZCT        064699      064703      -8625.78080 -0.003 -0.183
              0.015  0.014  0.22

GROUP:      Solution 051 day 271 A                                type 06
DXCT        064699      064738      -402.53490  0.001  0.052
              0.014  0.012  0.06
DYCT        064699      064738      10306.79640 -0.009 -0.795
              0.014  0.012  0.91
DZCT        064699      064738      -850.63020  0.009  0.799
              0.014  0.012  0.91

GROUP:      Solution 052 day 271 A                                type 06
DXCT        064699      064749      -2075.74380  0.009  0.594
              0.017  0.016  0.70

```

```

=====
Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0029
=====

```

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION STD DEV | RESIDUAL STD DEV | STD RES PPM |
|---|--------|--------|------------------------|---------------------|----------------|
| DYCT | 064699 | 064749 | 13125.90770 | 0.008 | 0.482 |
| | | | 0.017 | 0.016 | 0.57 |
| DZCT | 064699 | 064749 | 784.18120 | 0.002 | 0.129 |
| | | | 0.017 | 0.016 | 0.15 |
| GROUP: Solution 053 day 271 A type 06 | | | | | |
| DXCT | 064715 | 064699 | -3534.59610 | -0.001 | -0.078 |
| | | | 0.012 | 0.011 | 0.10 |
| DYCT | 064715 | 064699 | -6172.23600 | -0.007 | -0.657 |
| | | | 0.012 | 0.011 | 0.83 |
| DZCT | 064715 | 064699 | 5061.97950 | 0.001 | 0.092 |
| | | | 0.012 | 0.011 | 0.12 |
| GROUP: Solution 054 day 271 A type 06 | | | | | |
| DXCT | 064699 | 061872 | -4262.84460 | -0.014 | -1.390 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-------------|---------|--------|
| | | | 0.012 | 0.010 | 1.67 |
| DYCT | 064699 | 061872 | -4960.54750 | 0.007 | 0.709 |
| | | | 0.012 | 0.010 | 0.85 |
| DZCT | 064699 | 061872 | 5142.49790 | 0.002 | 0.230 |
| | | | 0.012 | 0.010 | 0.28 |
| GROUP: | Solution 054 day 273 B | | | type 06 | |
| DXCT | 064699 | 061872 | -4262.86730 | 0.009 | 0.878 |
| | | | 0.012 | 0.010 | 1.05 |
| DYCT | 064699 | 061872 | -4960.52830 | -0.012 | -1.215 |
| | | | 0.012 | 0.010 | 1.46 |
| DZCT | 064699 | 061872 | 5142.50340 | -0.003 | -0.320 |
| | | | 0.012 | 0.010 | 0.38 |
| GROUP: | Solution 055 day 273 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061885 | 064699 | 7481.09740 | 0.014 | 0.963 |
| | | | 0.015 | 0.014 | 1.19 |
| DYCT | 061885 | 064699 | 2343.03780 | 0.016 | 1.081 |
| | | | 0.015 | 0.014 | 1.33 |
| DZCT | 061885 | 064699 | -8657.78660 | 0.018 | 1.234 |
| | | | 0.015 | 0.014 | 1.52 |
| GROUP: | Solution 056 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064752 | 067339 | 4046.02800 | 0.023 | 2.454 |
| | | | 0.012 | 0.009 | 2.75 |
| DYCT | 064752 | 067339 | -5897.18560 | 0.004 | 0.405 |
| | | | 0.012 | 0.009 | 0.45 |
| DZCT | 064752 | 067339 | -4314.01890 | 0.020 | 2.128 |
| | | | 0.012 | 0.009 | 2.38 |
| GROUP: | Solution 057 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 067339 | 6755.70160 | 0.011 | 0.745 |
| | | | 0.017 | 0.015 | 0.90 |
| DYCT | 064715 | 067339 | 6396.47270 | -0.001 | -0.079 |
| | | | 0.017 | 0.015 | 0.10 |
| DZCT | 064715 | 067339 | -8755.69750 | 0.001 | 0.066 |

=====

Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca

Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0030

=====

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| | | | OBSERVATION | RESIDUAL | STD RES |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|---------|
| TYPE AT | FROM | TO | STD DEV | STD DEV | PPM |
| | | | 0.017 | 0.015 | 0.08 |
| GROUP: | Solution 058 day 270 A | | | type 06 | |
| DXCT | 067339 | 064722 | -3744.73760 | 0.001 | 0.111 |
| | | | 0.010 | 0.009 | 0.14 |
| DYCT | 067339 | 064722 | -2891.04310 | -0.010 | -1.105 |

| | | | | | |
|--------|------------------------|--------|-------------|---------|--------|
| | | | 0.010 | 0.009 | 1.42 |
| DZCT | 067339 | 064722 | 4788.31200 | -0.016 | -1.798 |
| | | | 0.010 | 0.009 | 2.31 |
| GROUP: | Solution 058 day 272 B | | | type 06 | |
| DXCT | 067339 | 064722 | -3744.74430 | 0.008 | 0.885 |
| | | | 0.010 | 0.009 | 1.14 |
| DYCT | 067339 | 064722 | -2891.05780 | 0.005 | 0.595 |
| | | | 0.010 | 0.009 | 0.76 |
| DZCT | 067339 | 064722 | 4788.28330 | 0.013 | 1.516 |
| | | | 0.010 | 0.009 | 1.95 |
| GROUP: | Solution 059 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 067339 | 064711 | -1812.81280 | 0.011 | 1.185 |
| | | | 0.011 | 0.009 | 1.38 |
| DYCT | 067339 | 064711 | -7274.41520 | 0.009 | 0.946 |
| | | | 0.011 | 0.009 | 1.10 |
| DZCT | 067339 | 064711 | 2800.08780 | 0.018 | 1.956 |
| | | | 0.011 | 0.009 | 2.28 |
| GROUP: | Solution 060 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 067339 | 064703 | -3696.74480 | 0.007 | 0.587 |
| | | | 0.014 | 0.012 | 0.71 |
| DYCT | 067339 | 064703 | -8033.73590 | -0.000 | -0.034 |
| | | | 0.014 | 0.012 | 0.04 |
| DZCT | 067339 | 064703 | 5191.88780 | 0.006 | 0.470 |
| | | | 0.014 | 0.012 | 0.57 |
| GROUP: | Solution 061 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064666 | 064692 | 4310.69200 | 0.007 | 0.621 |
| | | | 0.013 | 0.012 | 0.75 |
| DYCT | 064666 | 064692 | 6524.04860 | 0.026 | 2.259 |
| | | | 0.013 | 0.012 | 2.71 |
| DZCT | 064666 | 064692 | -5768.87430 | 0.010 | 0.865 |
| | | | 0.013 | 0.012 | 1.04 |
| GROUP: | Solution 062 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064715 | 064692 | 3952.92400 | -0.016 | -1.539 |
| | | | 0.012 | 0.011 | 1.84 |
| DYCT | 064715 | 064692 | -6641.30810 | -0.011 | -1.017 |
| | | | 0.012 | 0.011 | 1.22 |
| DZCT | 064715 | 064692 | -4264.51970 | -0.010 | -0.983 |
| | | | 0.012 | 0.011 | 1.18 |
| GROUP: | Solution 063 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064692 | 064703 | -893.92670 | -0.005 | -0.897 |

```

=====
                        Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0031
=====

```

Residuals (critical value = 3.762):

NOTE: Observation values shown are reduced to mark-to-mark.

| TYPE AT | FROM | TO | OBSERVATION | RESIDUAL | STD RES |
|---------|------------------------|--------|-------------|----------|---------|
| | | | STD DEV | STD DEV | PPM |
| | | | 0.009 | 0.006 | 1.07 |
| DYCT | 064692 | 064703 | 5004.05490 | -0.001 | -0.147 |
| | | | 0.009 | 0.006 | 0.17 |
| DZCT | 064692 | 064703 | 700.72820 | -0.001 | -0.159 |
| | | | 0.009 | 0.006 | 0.19 |
| GROUP: | Solution 064 day 272 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064692 | 064722 | -941.93240 | 0.001 | 0.093 |
| | | | 0.014 | 0.012 | 0.11 |
| DYCT | 064692 | 064722 | 10146.72050 | 0.017 | 1.432 |
| | | | 0.014 | 0.012 | 1.68 |
| DZCT | 064692 | 064722 | 297.12980 | 0.000 | 0.020 |
| | | | 0.014 | 0.012 | 0.02 |
| GROUP: | Solution 065 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 064749 | 061910 | -267.55720 | -0.004 | -0.581 |
| | | | 0.011 | 0.007 | 0.55 |
| DYCT | 064749 | 061910 | -7281.73470 | 0.003 | 0.432 |
| | | | 0.011 | 0.007 | 0.41 |
| DZCT | 064749 | 061910 | 1094.28260 | 0.005 | 0.783 |
| | | | 0.011 | 0.007 | 0.74 |
| GROUP: | Solution 066 day 271 A | | | type 06 | |
| DXCT | 061910 | 064699 | 2343.29920 | -0.003 | -0.581 |
| | | | 0.010 | 0.006 | 0.53 |
| DYCT | 061910 | 064699 | -5844.18620 | 0.003 | 0.432 |
| | | | 0.010 | 0.006 | 0.39 |
| DZCT | 061910 | 064699 | -1878.47600 | 0.005 | 0.783 |
| | | | 0.010 | 0.006 | 0.72 |

```

=====
Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0          WGS84          UNITS: m,GRAD Page 0033
=====

```

```

-----
|                                     |
|          S T A T I S T I C S       |
|          S U M M A R Y             |
|                                     |
|-----|

```

| | |
|-------------------------------|---------|
| Residual Critical Value Type | Tau Max |
| Residual Critical Value | 3.7616 |
| Number of Flagged Residuals | 0 |
| Convergence Criterion | 0.0005 |
| Final Iteration Counter Value | 2 |
| Confidence Level Used | 95.0000 |
| Estimated Variance Factor | 1.0002 |
| Number of Degrees of Freedom | 141 |

```

-----
|                                     |
|          Chi-Square Test on the Variance Factor:          |
|                                     |
|          8.0235e-01 < 1.0000 < 1.2818e+00 ?            |
|                                     |
|          THE TEST PASSES                                |
|                                     |
|-----|

```

```

-----
|                                     |
| NOTE: All confidence regions were computed using the following factors: |
|-----|
|          Variance factor used      =      1.0002          |
|          1-D expansion factor      =      1.9600          |
|          2-D expansion factor      =      2.4477          |
|                                     |
|          Note that, for relative confidence regions, precisions are      |
|          computed from the ratio of the major semi-axis and the spatial   |
|          distance between the two stations.                             |
|                                     |
|-----|

```

=====
Red de Orden Inferior de la Isla de Menorca
Microsearch GeoLab, V2001.9.20.0 WGS84 UNITS: m,GRAD Page 0034
=====

2-D and 1-D Station Confidence Regions (95.000 and 95.000 percent):

| STATION | MAJOR SEMI-AXIS | AZ | MINOR SEMI-AXIS | VERTICAL |
|---------|-----------------|-----|-----------------|----------|
| 061810 | 0.013 | 176 | 0.013 | 0.011 |
| 061843 | 0.019 | 179 | 0.019 | 0.015 |
| 061872 | 0.014 | 180 | 0.014 | 0.011 |
| 061910 | 0.021 | 178 | 0.021 | 0.017 |
| 064605 | 0.015 | 171 | 0.015 | 0.012 |
| 064616 | 0.015 | 166 | 0.015 | 0.012 |
| 064635 | 0.015 | 146 | 0.015 | 0.012 |
| 064638 | 0.013 | 170 | 0.013 | 0.010 |
| 064640 | 0.013 | 5 | 0.013 | 0.010 |
| 064648 | 0.014 | 167 | 0.014 | 0.011 |
| 064685 | 0.015 | 11 | 0.015 | 0.012 |
| 064692 | 0.015 | 23 | 0.015 | 0.012 |
| 064699 | 0.013 | 2 | 0.013 | 0.010 |
| 064703 | 0.011 | 14 | 0.011 | 0.009 |
| 064711 | 0.015 | 33 | 0.015 | 0.012 |
| 064722 | 0.011 | 16 | 0.011 | 0.009 |
| 064735 | 0.017 | 93 | 0.017 | 0.014 |
| 064738 | 0.017 | 178 | 0.017 | 0.013 |
| 064749 | 0.016 | 179 | 0.016 | 0.012 |
| 064752 | 0.016 | 40 | 0.016 | 0.013 |
| 067339 | 0.015 | 33 | 0.015 | 0.012 |

Tue Jun 5 18:06:17 2012

Anejo III. Presupuesto