

TCP-MDT

● Modelo Digital del Terreno

Manual de Topografía

Versión 5.3



Topografía.....	1
Introducción.....	1
Unidades.....	1
Bases.....	1
Posicionamientos.....	1
Lecturas.....	1
Lecturas Dobles.....	2
Observaciones.....	2
Convertir Levantamiento.....	2
Selección del Formato.....	2
Configuración de la Conversión.....	3
Revisión de Lecturas.....	4
Edición de Lecturas.....	4
Búsqueda de Lecturas.....	5
Datos del Levantamiento.....	5
Imprimir Levantamiento.....	5
Cálculo de Estaciones.....	6
Modo Principiante.....	6
Modo Experto.....	7
Coordenadas Calculadas.....	8
Cálculo Automático.....	9
Cálculo Manual.....	10
Posicionamientos.....	10
Lecturas de Estaciones.....	12
Coordenadas de Estaciones.....	15
Lecturas de Puntos.....	15
Entrada de Coordenadas.....	16
Coordenadas de Puntos.....	17
Bisección Inversa.....	18
Intersección Directa.....	18
Combinaciones.....	19
Resultados.....	20
Intersección Inversa.....	21
Nivelación Trigonométrica.....	21
Convertir Puntos a Estaciones.....	22
Convertir Estaciones a Puntos.....	22
Información.....	23
Dibujar Estaciones.....	23
Dibujar Lecturas de Estaciones.....	24
Dibujar Puntos.....	24
Poligonales.....	26
Entrada de Poligonales.....	26
Compensación de Poligonales.....	26
Observaciones de Distancia.....	29
Observaciones de Acimut.....	29
Observaciones Angulares.....	30
Observaciones Verticales.....	30
Elipses de Error.....	30
Métodos de Cálculo.....	31
Mínimos Cuadrados.....	31
Proporcional a la Distancia.....	31
Proporcional a los Incrementos de Coordenadas.....	32
Giro y Homotecia.....	32
Regla de Crandall.....	32
Redes.....	32
Importar Levantamiento.....	34
Exportar Levantamiento.....	34
Grabar Levantamiento.....	34
Borrar Levantamiento.....	34

Transformaciones.....	35	
Introducción	35	
Conversión Planas a UTM	36	
Conversión UTM a Planas	37	
Conversión UTM a Geográficas	37	
Conversión Geográficas a UTM	38	
Transformación de Helmert	38	
Transformación Afín.....	39	
Transformación Tridimensional.....	40	
Transformación de Siete Parámetros.....	41	
Transformación de Ocho Parámetros.....	42	
Aplicar Transformación	43	
Geodesia.....	44	
Proyecciones	44	
Transverse Mercator	45	
Universal Transverse Mercator (UTM)	45	
Lambert Conformal Conic (2 paralelos).....	46	
Transformaciones de Datums.....	46	
3 Parámetros a WGS-84	48	
7 Parámetros a WGS-84	48	
Rejilla NTv2	49	
Elipsoides.....	49	
Geoides	50	
Calculadora Geodésica.....	51	
Conversión de coordenadas UTM ED50 a ETRS89... ..	52	
Convertir Dibujo	54	
Convertir Fichero	55	
Tabla de Elipsoides	56	
Tabla de Transformaciones de Datums a WGS-84 de 3 Parámetros	56	
Tabla de Transformaciones de Datums a WGS-84 de 7 Parámetros	66	
Tabla de Transformaciones de Datums basadas en rejilla con formato NTv2	66	66
Tabla de Modelos de Geoide.....	66	
Correcciones.....	67	
Introducción	67	
Atmosférica.....	67	
Esfericidad y Refracción	67	
Reducción al Horizonte.....	68	
Reducción al Nivel del Mar	68	
Reducción al Elipsoide.....	68	
Angular de Aparato	68	
Anamorfosis.....	69	
Mínimos Cuadrados.....	70	
Introducción	70	
Ecuaciones de Observación.....	71	
Ecuación de Distancia.....	72	
Ecuación de Acimut.....	72	
Ecuación Angular	73	
Ecuación Vertical.....	73	

Topografía

Introducción

Para obtener un mayor aprovechamiento de las posibilidades que ofrece el Módulo de Topografía, es conveniente explicar algunos conceptos fundamentales. Muchos de estos aspectos están relacionados con la configuración del programa, a la que se accede mediante la opción **Utilidades > Configuración** del menú desplegable, o bien pulsando el botón **Configuración** dentro del **Cálculo de Estaciones** (ver **Manual de Personalización**).

Unidades

El programa permite elegir entre metros y pies para las medidas de distancia, y entre ángulos centesimales, sexagesimales y radianes para los ángulos. Comprobar en qué modo está actualmente configurado el sistema para evitar confusiones o resultados incorrectos.

Bases

Las bases se identifican por un nombre de hasta ocho caracteres numéricos o alfabéticos, sus coordenadas X,Y,Z, una escala o anamorfosis opcional, y un código de hasta catorce caracteres.

Posicionamientos

Los posicionamientos representan estacionamientos del aparato para iniciar las lecturas de estaciones o puntos. Constan del nombre de la base, la altura de aparato, la corrección horizontal o desorientación, y las correcciones angulares horizontal y vertical debidas a errores de precisión del aparato, que son asignadas automáticamente por el programa, en caso de estar activada la corrección angular.

También incluyen la información de los puntos que han sido leídos desde ellos.

Lecturas

La información que forma una lectura depende de la configuración actual:

- Si el programa está configurado en modo estación total, los componentes también dependen de la configuración: ángulo horizontal, distancia reducida o geométrica, ángulo vertical o desnivel, y jalón o altura de prisma.
- Si el modo es taquímetro, cada lectura consta de: ángulo horizontal, ángulo vertical, hilo 1 e hilo 2.

Las lecturas de estaciones se identifican por su estación origen y altura de aparato (esto es, su posicionamiento), y su nombre de base visada. Las lecturas de puntos, por el contrario, se identifican por su número de punto.

Lecturas Dobles

Una lectura doble consiste en una lectura con círculo directo y otra con círculo inverso, asociadas a un mismo punto o estación.

Observaciones

Observaciones son cada una de las medidas que componen una lectura. Se usan para generar ecuaciones de observación, que se procesarán mediante el método de los mínimos cuadrados en las opciones de compensación de poligonales y redes, intersección directa e inversa y nivelación.

Todas ellas constan en esencia de un valor observado, un valor calculado y un residuo obtenido por diferencia de ambas. También incluye una desviación estándar, o error estimado de estas observaciones, calculada a partir de la precisión del equipo especificado en la configuración. Consultar el apartado de Mínimos Cuadrados para más detalles.

El programa contempla cuatro tipos de observaciones:

- Observación de distancia, con la siguiente información: estaciones origen y visada, distancia observada, desviación estándar y residuo.
- Observación de acimut, que consta de los mismos campos que lo especificado para la de distancia, pero incluyen además la corrección horizontal de su respectivo posicionamiento.
- Observación angular, originada por las diferencias de ángulos entre dos lecturas de estaciones consecutivas.
- Observación vertical, que indica la diferencia entre el desnivel observado y calculado.

Convertir Levantamiento

A la orden, se abrirá una ventana que mostrará una lista de formatos de entrada que se han ido incorporando en la vida de la aplicación.

Selección del Formato

Eligiendo uno de los fabricantes, automáticamente aparecen a la derecha la lista de modelos o formatos disponibles. Puede consultarse el formato de fichero pulsando el botón **Detalles**. Si el formato dispone de opciones específicas que condicionan la conversión se habilita el botón **Más Parámetros**.

Las acciones posibles después de ejecutar la conversión son las siguientes:

Revisar Lecturas. Se muestra un diálogo donde se pueden visualizar todas las lecturas convertidas, pudiendo decidir si son puntos o estaciones, editar sus valores y borrar las lecturas inválidas.

Importar Levantamiento. Tras convertir el fichero original a formato nativo .LEV este último se carga automáticamente, no siendo por tanto necesario importarlo.

Ir a Cálculo de Estaciones. Después de realizar la conversión automáticamente se presenta el diálogo de Cálculo de Estaciones.

Nivel	Estación	Tipo	Inversa	Elemento	All. Ap.	HR	VR	DR	Jóhan	Código
1	Punto	11	1.505	384.9118	119.2328	38.381	1.620	B		
1	Punto	12	1.505	385.6306	122.7682	34.928	1.620	B		
1	Punto	13	1.505	387.4086	125.0672	31.441	1.620	B		
1	Punto	14	1.505	388.2800	128.3880	28.006	1.620	B		
Promediada 1	Punto	15	1.505	390.9576	131.0302	0.000	2.680	B		
Promediada 1	Punto	16	1.505	391.0790	131.0304	23.083	2.680	B		
1	Punto	16	1.505	392.8528	128.2288	25.574	4.570	B		
1	Punto	17	1.505	392.8528	128.2288	25.574	2.680	B		
1	Punto	18	1.505	398.1740	125.5214	31.020	2.680	B		
1	Punto	19	1.505	277.8220	121.5060	36.029	2.680	B		
1	Punto	20	1.505	277.8220	121.5060	36.029	2.680	B		
1	Punto	21	1.505	288.9388	120.3300	19.632	2.680	B		
1	Punto	22	1.505	279.1804	121.5400	43.128	1.620	B		
1	Punto	23	1.505	279.2100	122.2624	43.411	1.620	B		
1	Punto	24	1.505	287.7070	122.4560	50.001	1.620	B		
1	Punto	25	1.505	288.9818	121.4344	51.218	3.750	B		

Una vez aceptado el diálogo, el programa nos mostrará una ventana de selección del fichero origen, cuya extensión dependerá del formato elegido, en la que marcaremos el que deseemos convertir a formato interno del programa, solicitando a continuación un nombre para el fichero de levantamiento.

Configuración de la Conversión

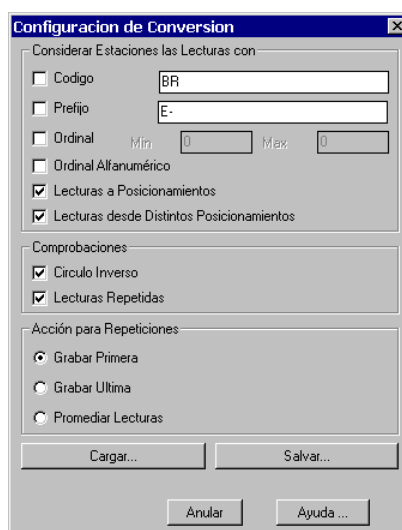
Este diálogo, que se activa pulsando el botón **Configurar** en la selección de formato, permite controlar de forma genérica la diferencia entre lecturas de puntos y estaciones, además de las acciones deseadas en el caso de encontrar repeticiones o lecturas de círculo inverso. Algunos de los formatos disponibles distinguen expresamente entre unas lecturas y otras, por lo que estas opciones no influyen sobre la conversión.

Todas las opciones descritas en este diálogo pueden ser almacenadas en un fichero con extensión .CFG pulsando el botón **Salvar**, y recuperadas posteriormente presionando **Cargar**.

Por defecto las lecturas de los ficheros originales de estación total son consideradas lecturas de puntos. Para que sean consideradas lecturas de estaciones podemos elegir entre las siguientes opciones:

- **Código**. Se consideran lecturas de estación aquellas cuyo código esté comprendido entre los indicados en esta casilla. Pueden indicarse varios separados por comas.
- **Prefijo**. Se consideran lecturas de estación aquellas cuyo nombre comienza por uno de los prefijos especificados en esta casilla. Pueden indicarse varios separados por comas.
- **Ordinal**. Si se activa esta opción solo se considerarán lecturas de estación aquellas cuyo número esté comprendido entre el **Mínimo** y el **Máximo** especificados, siendo el resto lecturas de puntos.
- **Ordinal Alfanumérico**. Las lecturas serán de estaciones cuando el nombre no sea numérico.
- **Lecturas a Posicionamientos**. Si se activa esta opción se realiza un primer análisis de la procedencia de las lecturas, y se asigna el tipo de lectura como de estación a todas aquellas que sean origen. Por ejemplo, si se encuentran lecturas desde las estaciones 1,2 y 3, la lecturas de la 1 a la 2 y de la 1 a la 3 son consideradas de estación.
- **Lecturas desde Distintos Posicionamientos**. Un punto no debería ser leído desde varias estaciones, ya que solo puede almacenar unas coordenadas. Si se activa esta opción, estos puntos son considerados estaciones.

En el diálogo de **Revisar Lecturas** se indica en la línea de estado para las lecturas de estación la razón por la que se ha considerado de este tipo.



Las comprobaciones que realiza el programa son las siguientes:

- **Círculo Inverso**. Si esta opción está activada, si el programa encuentra dos lecturas consecutivas cuyos ángulos verticales sean aproximadamente complementarios, la segunda lectura se considera inversa de la primera.
- **Lecturas Repetidas**. Si se señala esta casilla, si se encuentran lecturas repetidas de punto o estación son marcadas como tales, actuando según lo especificado en el apartado Acción para Repeticiones.

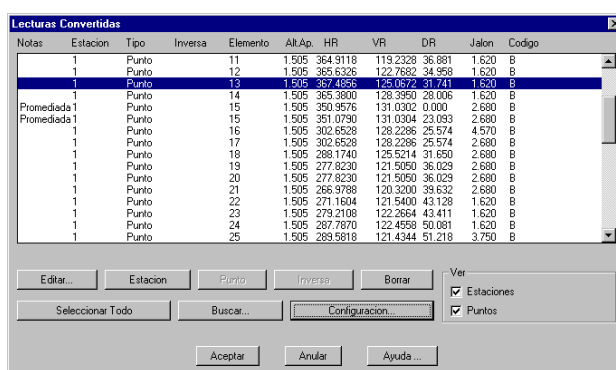
Las acciones que pueden elegirse en caso de encontrar lecturas repetidas son las siguientes:

- **Grabar Primera.** Solamente se graba la primera de las lecturas encontradas, descartando las siguientes.
- **Grabar Última.** Se graba la última lectura encontrada, descartando todas las anteriores.
- **Promediar Lecturas.** Con todas las lecturas repetidas se crea una sola con el promedio de todos los valores, eliminando el resto.

Revisión de Lecturas

Este diálogo permite comprobar si la conversión del fichero original de la estación total ha sido correcta, y además realiza una serie de comprobaciones adicionales. Se presentan en una lista todas las lecturas encontradas, en el orden del fichero original. Pueden filtrarse las lecturas para ver solamente los **Puntos** o las **Estaciones** activando las casillas correspondientes dentro del marco **Ver**.

En la columna **Tipo** se indica si se ha considerado **Punto** o **Estación**. Pulsando los botones del mismo nombre puede cambiarse esta asignación de tipo.



El botón **Borrar** marca las lecturas seleccionadas para ser eliminadas tras aceptar el diálogo, y el botón **Editar** permite modificar los datos de la lectura seleccionada. Por último, pulsando **Buscar** se puede localizar una lectura por uno de sus valores.

Edición de Lecturas

Este diálogo permite modificar los datos de una lectura antes de ser integrada en el fichero de levantamiento actual. El campo **Tipo** permite elegir si deseamos que sea una lectura de **Punto** o **Estación**.

Las casillas **Origen** y **Destino** indican los nombres de la estación origen y la estación o punto leída. La casilla **Lectura Inversa** permite indicar si deseamos o no que sea considerada de esta forma.

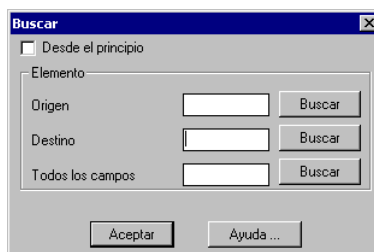
Por último, las casillas **Altura Aparato**, **Ángulo Horizontal**, **Ángulo Vertical**, **Distancia Reducida**, **Jalón** y **Código** son los datos extraídos del formato original de la estación. Estos datos son presentados siempre de esta forma aunque el fichero no suministre la información de esta manera. Por ejemplo, si el formato original almacena la distancia geométrica en lugar de la reducida, o el desnivel en lugar del ángulo vertical, son convertidas automáticamente.



Búsqueda de Lecturas

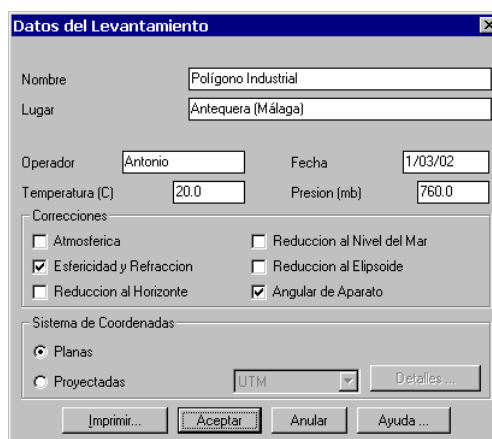
Si el fichero convertido consta de un gran número de mediciones, puede resultar útil este diálogo, al que se accede pulsando el botón **Buscar** en la revisión de lecturas.

El programa buscará a partir del elemento actual, a no ser que se active la casilla **Desde el principio**. Según la casilla que se rellene, puede buscarse por nombre de la estación **Origen**, por la estación o punto **Destino**, e incluso por el valor de un campo rellenando el dato **Todos los campos**.



Datos del Levantamiento

Esta opción nos permite asociar los datos del trabajo para permitir futuras identificaciones. Se accede a través de la opción **Topografía** > Datos del Levantamiento, o bien dentro del Cálculo de Estaciones pulsando el botón **Levantamiento**.



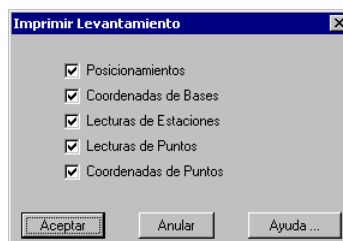
Los campos **Nombre**, **Lugar**, **Operador** y **Fecha** son puramente informativos. Por el contrario, los campos **Temperatura** y **Presión** se usan para aplicar la corrección atmosférica, si está activada.

Se almacenan también en el fichero de levantamiento las correcciones que deben aplicarse al fichero. Por defecto se copian las correcciones activadas en la **Configuración de Topografía**. Ver el apartado Correcciones para una descripción completa de sus indicaciones y efectos.

Por otra parte, en este diálogo debe indicarse si el levantamiento va a calcularse en coordenadas **Planas** o **Proyectadas**. Si se decide esta última opción, puede elegirse entre **UTM** o **Gauss-Krüger**, y pulsar el botón **Detalles** para elegir las especificaciones adicionales.

Imprimir Levantamiento

A la hora de imprimir un levantamiento, se puede elegir los elementos del listado. Las opciones disponibles pueden verse en el diálogo.



Consultar cada uno de los apartados para más información sobre el formato de las distintas secciones.

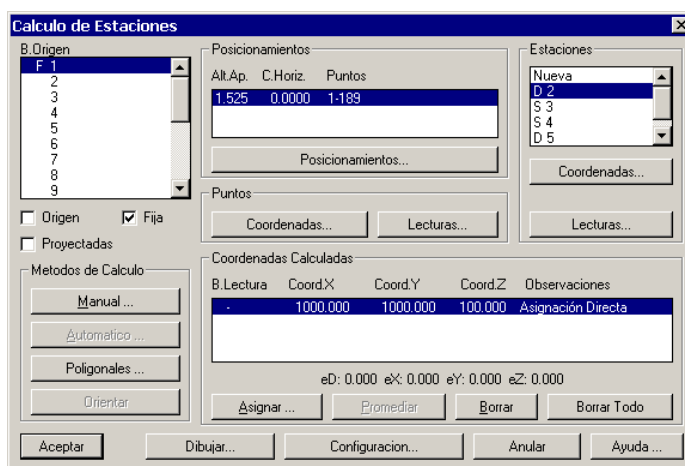
Cálculo de Estaciones

Desde esta opción se realiza el cálculo del levantamiento, además de poder acceder a un conjunto importante de opciones de la aplicación.

Dependiendo del modo de usuario especificado en la **Configuración de Topografía**, el aspecto del diálogo es diferente. Consultar el funcionamiento de cada uno de los controles en los apartados apropiados.

Modo Principiante

En este modo solo se presentan los controles imprescindibles para realizar el cálculo del levantamiento. Para acceder al resto de las opciones debe usarse directamente el menú de opciones.



B.Origen. Permite seleccionar la base origen. Una vez seleccionada se indican en el diálogo los posicionamientos sobre esta base, las estaciones y puntos leídos, así como las coordenadas calculadas.

Origen. Cuando se activa esta casilla indica que la estación debe considerarse como origen para el cálculo automático de estaciones y puntos, habilitándose el botón correspondiente. Ver Cálculo Automático.

Fija. Si la casilla está activada indica que cualquiera de los métodos de cálculo que se emplearán no modificarán las coordenadas de esta base.

Proyectadas. Activando esta casilla indica que el levantamiento no está en coordenadas planas, sino en una de las proyecciones admitidas por la aplicación. Ver comando Datos del Levantamiento.

Posicionamientos. Permite acceder a la información de los **Posicionamientos**.

Dentro del marco **Puntos** se encuentran las siguientes opciones:

Lecturas. Permite acceder a la información de las Lecturas de Puntos.

Coordenadas. Permite acceder a la información de las Coordenadas de Puntos.

Dentro del marco **Estaciones** se encuentran las siguientes opciones:

Estaciones. Presenta una lista con las estaciones leídas desde la base origen. Haciendo doble clic sobre **Nueva** permite introducir una nueva lectura de estación desde esta base.

Lecturas. Permite acceder a la información de las Lecturas de Estaciones.

Coordenadas. Permite acceder a la información de las Coordenadas de Estaciones.

Dentro del marco **Métodos de Cálculo** se dispone de las siguientes opciones:

Automático. Ver Cálculo Automático.

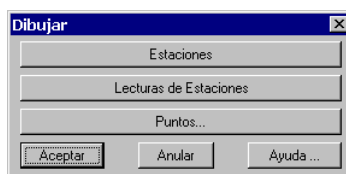
Manual. Ver Cálculo Manual.

Orientar. Presionando este botón el programa asigna al posicionamiento actual la corrección horizontal calculada a partir de las coordenadas de las bases origen y visada.

Poligonales. Ver Poligonales.

En el marco **Coordenadas Calculadas** se presentan las coordenadas calculadas de la base origen. Ver Coordenadas Calculadas.

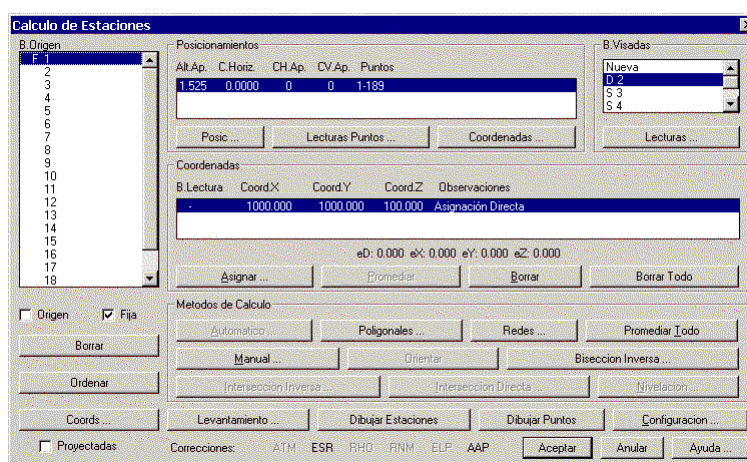
El botón **Dibujar** representa las estaciones, los puntos y las lecturas de estaciones del levantamiento actual, pulsando los botones correspondientes.



Por último, el botón **Configuración** permite acceder a la **Configuración de Topografía**.

Modo Experto

En este modo pueden calcularse los puntos y estaciones, además de tener acceso a otros métodos de cálculo y opciones más avanzadas.



B.Origen. Permite seleccionar la base origen. Una vez seleccionada se indican en el diálogo los posicionamientos sobre esta base, las estaciones y puntos leídos, así como las coordenadas calculadas.

Origen. Cuando se activa esta casilla indica que la estación debe considerarse como origen para el cálculo automático de estaciones y puntos, habilitándose el botón correspondiente. Ver Cálculo Automático.

Fija. Si la casilla está activada indica que cualquiera de los métodos de cálculo que se emplearán no modificarán las coordenadas de esta base.

Borrar. Borra la base origen del fichero de levantamiento. También se borrarán todas las lecturas asociadas, por lo que se pedirá confirmación antes de proceder.

Ordenar. Modifica el orden de representación de las bases origen, de forma que se realiza una ordenación alfabética o numérica, perdiéndose el orden original del fichero.

Coords. Permite acceder a la información de las Coordenadas de Estaciones.

Proyectadas. Activando esta casilla indica que el levantamiento no está en coordenadas planas, sino en una de las proyecciones admitidas por la aplicación. Ver comando Datos del Levantamiento.

Dentro del marco **Posicionamientos** se encuentran las siguientes opciones:

Posic. Permite acceder a la información de los Posicionamientos.

Lecturas de Puntos. Permite acceder a la información de las Lecturas de Puntos.

Coordenadas. Permite acceder a la información de las Coordenadas de Puntos.

Dentro del marco **B. Visadas** se encuentran las siguientes opciones:

Estaciones. Presenta una lista con las estaciones leídas desde la base origen. Haciendo doble clic sobre **Nueva** permite introducir una nueva lectura de estación desde esta base.

Lecturas. Permite acceder a la información de las Lecturas de Estaciones.

En el marco **Coordenadas Calculadas** se presentan las coordenadas calculadas de la base origen. Ver Coordenadas Calculadas.

Dentro del marco **Métodos de Cálculo** se dispone de las siguientes opciones:

Automático. Ver Cálculo Automático.

Poligonales. Ver Poligonales.

Redes. Ver Redes.

Promediar Todo. Este botón realiza para cada base un promedio usando todas las coordenadas, de forma similar a lo descrito para el botón **Promediar**.

Manual. Ver Cálculo Manual.

Orientar. Presionando este botón el programa asigna al posicionamiento actual la corrección horizontal calculada a partir de las coordenadas de las bases origen y visada.

Bisección Inversa. Ver Bisección Inversa.

Intersección Inversa. Ver Intersección Inversa.

Intersección Directa. Ver Intersección Directa.

Nivelación. Ver Nivelación Trigonométrica.

En la parte inferior del diálogo se encuentran botones adicionales:

Levantamiento. Ver Datos del Levantamiento.

Dibujar Estaciones. Dibuja las estaciones y sus lecturas. Ver Dibujar Estaciones y Dibujar Lecturas de Estaciones.

Dibujar Puntos. Ver Dibujar Puntos.

Configuración. Permite acceder a la **Configuración de Topografía**.

Por último, en la línea inferior del diálogo se presenta una línea de estado con el estado de las correcciones usadas, de forma que podemos consultarlas fácilmente. Aparecerán habilitados las iniciales de las que estén activadas, dentro de las siguientes:

Clave	Descripción
ATM	Atmosférica
ESR	Esfericidad y refracción
RHO	Reducción al horizonte
RNM	Reducción al nivel del mar
ELP	Reducción al elipsoide
AAP	Angular de aparato

Coordenadas Calculadas

La parte central del diálogo contiene una lista de las posibles coordenadas que podría tener una estación, indicando su procedencia y su método de cálculo. Esto nos permite visualizar de una forma sintética el orden de magnitud de los errores, y recordar cómo se ha realizado el proceso de cálculo. Las coordenadas actuales de una base son las que están seleccionadas en esta lista .

El primer campo de la lista **E.Lectura** indica qué estación ha permitido la realización del cálculo de la estación actual. El último campo **Observaciones** indica el método, que puede ser uno de los siguientes:

Nombre	Descripción
Asignación Directa	Coordenadas asignadas directamente a la base
Base de Datos	Coordenadas obtenidas a partir de un fichero de bases importado
Cambio Coord.	Cambio de coordenadas
Compensación	Compensación de red
Dibujo	Coordenadas obtenidas a partir de bases dibujadas
Int. Directa	Intersección directa
Int. Inversa	Intersección inversa
Lectura Doble	Cálculo de estaciones con lecturas de ida y vuelta
Lectura Simple	Cálculo de estaciones con lectura de ida
Poligonal	Compensación de poligonal
Promedio	Promedio de coordenadas
Transformación UTM	Transformación de coordenadas planas a UTM

Además de estas observaciones, puede aparecer tras la clave el texto “y Nivelación”, que indica que se han calculado las coordenadas X,Y de la estación por un método y la cota por nivelación. De esta forma tenemos un control bastante completo sobre la forma en que hemos calculado el trabajo.

Debajo de la lista de posibles coordenadas de estación el programa indica los errores máximos en distancia (eD), y en coordenadas (eX,eY,eZ). Estos valores son las máximas diferencias entre todas las alternativas para una base.

Pulsando el botón **Promediar** se asigna a la estación un promedio de todas las posibles coordenadas de la estación. Si deseamos eliminar alguna de las posibilidades, por no considerarla fiable, pulsaremos **Borrar**, y si deseamos anularlas todas las de la estación, presionaremos **Borrar Todo**.

Por último, el botón **Asignar** nos permite introducir directamente unas coordenadas manualmente, además de la corrección horizontal inicial del posicionamiento seleccionado.

Cálculo Automático

Pulsando el botón **Automático** dentro del comando de Cálculo de Estaciones el programa calcula todo el levantamiento usando diversos métodos. Para que sea posible, debe situarse sobre una estación que tenga coordenadas asignadas, y además que esté marcada como origen.

El algoritmo que se utiliza es el siguiente:

- En primer lugar el programa examina todos los posicionamientos que contienen lecturas con círculo directo y círculo inverso, para asignar las correcciones angulares debidas a la precisión del aparato (CH.Ap y CV.AP).
- A continuación, comenzando por el posicionamiento actual y siguiendo con el orden de aparición en el fichero, se calculan todas las estaciones que tengan lecturas de ida y vuelta.
- Posteriormente se calculan todas las estaciones que tengan lecturas de sólo ida, en el mismo orden que lo descrito en el apartado anterior.
- Para las estaciones que no hayan podido ser calculadas por los métodos anteriores, se intenta su obtención por medio de intersección directa, y luego de intersección inversa.

- El proceso se repite hasta que todas las estaciones hayan sido calculadas o no sea posible a partir de los datos disponibles

Una vez completado el proceso, el programa presenta un informe en pantalla con los errores obtenidos.

Resultados del Cálculo Automático					
Metodo	B. Estacion	B. Visada	Err. Dist.	Err. Cota	Err. Angular
Lectura Doble	10	9	0.000	-3.873 *	0.0036 *
Lectura Doble	10	1	0.000	-0.186 *	0.0137 *
Lectura Doble	10	2	0.000	-0.008	-0.0021 *
Lectura Doble	10	3	0.000	0.139 *	-0.0026 *
Lectura Doble	10	6	0.000	-0.005	-0.0027 *
Lectura Doble	10	4	0.000	-0.045 *	-0.0055 *
Lectura Doble	10	21	0.000	0.051 *	0.0000
Lectura Doble	10	20	0.000	-0.179 *	-0.0005
Lectura Doble	10	15	0.000	0.034 *	0.0016
Lectura Doble	10	17	0.000	0.017 *	0.0003
Lectura Doble	10	13	0.000	-0.049 *	0.0003
Lectura Doble	10	14	0.000	-0.348 *	0.0103 *
Lectura Doble	11	18	0.000	0.219 *	-0.0002
Lectura Doble	11	17	0.000	0.246 *	0.0153 *
Lectura Doble	11	13	0.000	0.241 *	0.0160 *
Lectura Doble	11	8	0.000	0.328 *	-0.0003
Lectura Doble	11	7	0.000	0.250 *	-0.0005
Lectura Doble	11	2	0.000	0.320 *	-0.0190 *
Lectura Doble	11	12	0.000	0.465 *	-0.0000
Lectura Doble	11	21	0.000	-0.290 *	0.0003
Lectura Doble	11	16	0.000	-0.127 *	-0.0005
Lectura Doble	11	20	0.000	-0.325 *	0.0203 *

Esta ventana indica el método de cálculo empleado, las bases origen y visada, y los errores en distancia, cota y ángulo obtenidos, con un asterisco a la derecha si están fuera de la tolerancia especificada en configuración. Si seleccionamos una línea de la lista y pulsamos **Editar**, o bien hacemos doble clic, el programa nos presenta la lectura entre estaciones correspondiente, cuyos datos podemos modificar.

Cálculo Manual

El botón **Manual** nos permite calcular una a una las estaciones, habiendo seleccionado previamente la base origen en la ventana situada a la izquierda del diálogo, y la base destino en la lista de bases visadas. Este método es conveniente cuando existen diferentes caminos para calcular las estaciones, siendo preferible sobre el cálculo automático.

Si existe una lectura de vuelta a la estación origen, el programa presenta una ventana mostrando información sobre las distancias y desniveles de cálculo, y la corrección original resultante. Pulsando **Editar** pueden modificarse los datos de la lectura.

Distancias:		Desniveles:	
Ida	59.144		-2.449
Vuelta	59.140		2.425
Media	59.142		-2.437
Errores	0.002		0.012

Corrección Horizontal: 135.3800

Si por el contrario no existe lectura de vuelta, las coordenadas de la estación destino son calculadas, y se cambia la base origen en el diálogo.

Si pulsamos **Aceptar** se asignan las coordenadas y la corrección horizontal al posicionamiento actual.

Posicionamientos

Con la ejecución de esta orden, a la que se accede mediante la opción **Topografía > Posicionamientos** o pulsando el botón correspondiente del Cálculo de Estaciones, el programa mostrará una ventana que proporciona un listado ordenado con la secuencia de posicionamientos del aparato.

Estacion	Alt.Ap.	C.Horiz.	CH.Ap.	CV.Ap.	Puntos
1	1.525	0.0000	0	0	1-189
2	1.540	135.3800	0	0	190-229, 231-245
3	1.545	118.7520	0	0	246-391
7	1.540	44.6260	0	0	392-432
9	1.610	135.1060	0	0	433-477
4	1.505	218.0670	0	0	478-561
5	1.570	181.5460	0	0	562-582
8	1.430	142.7237	0	0	583-608
11	1.460	136.3677	0	0	609-666
12	1.575	230.9437	0	0	667-696
13	1.445	230.5097	0	0	697-789
6	1.500	207.6817	0	0	-
14	1.585	236.5697	0	0	790-833
10	1.490	124.3835	0	0	834-872

Cada posicionamiento se define por su nombre de estación y su altura de aparato. Pueden existir por tanto varios posicionamientos con la misma estación pero diferentes alturas de aparato.

Cada posicionamiento tiene asociada la siguiente información:

- Nombre de estación, con hasta ocho caracteres alfanuméricos.
- Altura de aparato (Alt.Ap.), en metros, que debe ser mayor o igual a cero.
- Corrección horizontal inicial (C.Horiz.), en grados centesimales o sexagesimales dependientes de la configuración. Si se pretende que el programa se oriente automáticamente en el proceso de cálculo, puede dejarse a cero.
- Corrección horizontal del aparato (CH.Ap.), en segundos. Este valor normalmente es calculado por el programa a partir de los errores observados en las observaciones con círculo directo y círculo inverso.
- Corrección vertical del aparato (CV.Ap.), en segundos. Se aplica lo mismo que lo indicado en el campo anterior.
- Puntos. Indica la lista de puntos que pertenecen a ese posicionamiento. No tienen porqué ser consecutivos.

Pasamos a definir los botones que figuran en la parte inferior del marco editable.

Editar. Este botón tiene el mismo funcionamiento que un doble clic sobre la línea que deseamos editar. El programa presenta una ventana con toda la información asociada al posicionamiento, con la posibilidad de modificarla.

Posicionamiento	
Base Estacion	Nueva
	2
Altura Aparato	1.525
Correccion Horizontal	0.0000
CH. Aparato (seg)	0
CV. Aparato (seg)	0
Puntos	1-189
<input type="button" value="Aceptar"/> <input type="button" value="Anular"/> <input type="button" value="Ayuda ..."/>	

Si deseamos modificar la estación desde la que se han tomado las lecturas, basta con seleccionar de la lista de estaciones existentes la deseada. Si queremos crear una nueva estación, podemos hacer doble clic sobre el primer elemento de la lista (**Nueva**), y aparecerá un diálogo para introducir la nueva estación.

Nuevo. Con la activación de este botón la aplicación mostrará un diálogo que nos permitirá crear un nuevo posicionamiento o bien adicionar un nuevo posicionamiento a una estación o base de replanteo existente. Este caso es muy frecuente cuando se repite una nueva colocación de aparato al no coincidir la altura o no siendo consecutivos los puntos a tomar respecto al posicionamiento anterior. El significado de los campos es el mismo que lo expresado para el botón de edición. No se permitirá introducir un posicionamiento sobre la misma estación con la misma altura de aparato.

Borrar. Si situamos el cursor sobre una línea de la lista posicionamientos, y pulsamos este botón, el programa nos indica que se perderán las lecturas de puntos y estaciones asociadas a este posicionamiento,

y nos pide confirmación de borrado. Si contestamos afirmativamente, las lecturas quedarán sin asociación.

Renombrar. Permite cambiar la información que distingue a un posicionamiento de los demás, es decir, el nombre de la estación y la altura de aparato. Pulsando este botón aparece un diálogo que nos permite modificar dichos campos, siempre que no coincidan con los de un posicionamiento ya existente.

Renumerar. Este botón permite reenumerar los puntos asociados a un posicionamiento, siempre que no se mezclen con los de otro. Aparecerá un diálogo que nos indica los puntos inicial y final, y nos pregunta el nuevo número del punto inicial (por defecto el mismo que tenía). También mediante una casilla de control podemos elegir si queremos o no **Respetar Saltos** que pudieran existir en la numeración original.

Orientar. La presentación inicial en pantalla obedece al orden de lecturas grabadas en el fichero de observaciones ó al orden de entrada manual. Con este botón podemos hacer que modifique esta presentación ordenándola alfabética o numéricamente. El programa decide qué método emplear dependiendo si todos los nombres de estaciones son numéricos (en cuyo caso realiza una ordenación numérica), o en caso contrario se emplea la ordenación alfabética.

Imprimir. Permite obtener un listado por impresora de todos los posicionamientos existentes en el trabajo, en el orden en que han sido introducidos, con el siguiente formato:

LISTA DE POSICIONAMIENTOS

Estacion	Alt.Ap.	C.Horiz.	CH.Ap.	CV.Ap.	P. Ini.	P. Fin.
1	1.525	0.0000	0.0000	0.000	1	189
2	1.540	135.3800	0.0000	0.000	190	245
3	1.545	118.7520	0.0000	0.000	246	391
7	1.540	44.6260	0.0000	0.000	392	432
9	1.610	135.1060	0.0000	0.000	433	477
4	1.505	218.0640	0.0000	0.000	478	561
5	1.570	181.5460	0.0000	0.000	562	582
8	1.490	142.7660	0.0000	0.000	583	608
11	1.460	136.4100	0.0000	0.000	609	666
12	1.575	230.9860	0.0000	0.000	667	696
13	1.445	230.5520	0.0000	0.000	697	789
6	1.500	207.7240	0.0000	0.000		
14	1.585	236.6120	0.0000	0.000	790	833
10	1.490	124.6100	0.0000	0.000	834	872

Borrar CH. Con este comando podrá poner a cero todas las correcciones horizontales de la columna correspondiente, con objeto de proceder a un nuevo cálculo manual o automático del levantamiento.

Lecturas de Estaciones

Podemos acceder a la información de lecturas de estaciones por medio de la opción **Topografía** > **Lecturas de Estaciones**, o bien pulsando el botón **Lecturas** del Cálculo de Estaciones. En esta ventana se mostrará las características y magnitudes de los elementos observados y que pasamos a escribir.

Lecturas de Estaciones								
Tipo	Estacion	Visada	Alt.Ap	Ang.Hor.	Desnivel	Dist.Red.	Jalon	Codigo
+	59	60	1.382	235.6745	-13.743	364.078	0.050	
+	59	58	1.382	381.5930	-15.175	265.736	1.310	
+	58	57	1.493	24.5965	-27.735	364.261	1.310	
+	57	58	1.451	224.5960	27.438	364.245	1.310	
+	57	56	1.451	57.3795	-5.224	196.792	1.310	
+	56	57	1.320	257.3760	5.056	196.781	1.310	
+	56	55	1.320	60.8070	33.904	554.103	1.310	
+	55	56	1.383	260.8070	-33.957	554.112	1.310	
+	55	54	1.383	74.1470	13.495	228.980	1.310	
+	54	55	1.403	274.1475	-13.664	228.977	1.310	
+	54	53	1.403	63.1355	13.726	310.325	1.310	
+	53	54	1.311	263.1355	-13.790	310.332	1.310	
+	53	52	1.311	64.7470	20.593	296.158	2.100	
+	52	53	1.421	264.7475	-19.709	296.155	1.500	
+	52	51	1.421	69.2060	2.012	188.045	1.310	
+	51	52	1.483	269.2060	-2.282	188.065	1.310	
+	51	50	1.483	67.6760	-4.281	379.301	1.310	
+	50	51	1.264	267.6760	4.180	379.297	1.310	
+	50	49	1.264	79.2580	-2.895	289.584	1.310	
+	49	50	1.466	279.2580	2.598	269.589	1.310	
+	49	48	1.466	63.3775	-7.705	322.227	1.310	
+	48	49	1.356	263.3840	7.548	322.214	1.310	

Tipo. Lo indican dos caracteres que representan las cualidades de la observación practicada. El primer carácter representa el tipo de lectura, que puede ser:

- Normal (indicativo espacio “ ”). Observación completa de ángulos y distancias dependientes de la configuración de presentación.
- Angular (indicativo “A”). Observaciones sólo angulares (Horizontal y vertical) con o sin alturas de prisma ó jalón, posibilitando este tipo de lecturas cálculos como intersecciones directas, inversas, etc., con ó sin nivelación.
- Distancia (indicativo “D”). Lecturas de sólo distancia. Este modo permitirá hacer cálculos de trilateraciones.
- Vertical (indicativo “V”). Observaciones de sólo ángulos verticales que permitirán exclusivamente cálculo de nivelaciones apoyándonos en el cálculo de distancias obtenidas por las coordenadas de cálculo.

El segundo carácter del tipo de lectura indica la precisión empleada en la lectura, y puede ser un espacio, que indica una lectura con precisión normal, o un signo más “+”, que representa una lectura con círculo directo y círculo inverso.

El tipo de lectura es determinado automáticamente por el programa, por lo que no es necesaria ninguna intervención del usuario en este aspecto.

Estación. En esta columna se mostrará el nombre de la estación posicionada de cada lectura.

Visada.- Nombre de estación visada de cada lectura.

Alt. Ap.- Altura de aparato del posicionamiento correspondiente.

Los siguientes campos que aparecen en la ventana dependerán de la configuración actual: modo estación total o taquímetro, distancia reducida o geométrica, desnivel o ángulo vertical, etc.

Código. Nombre de código o códigos de la observación. En el caso de ser más de un código, se separaran por una coma (,) y sólo le permitirá espacio entre código o identificador de secuencia: “I” (Inicio) “F” (Final) ó “C” (Cierre).

Nueva.- Permite la creación de una nueva lectura de estación. Para ello debe seleccionarse el posicionamiento al que pertenece, e introducir el nombre de la estación visada. Si se hace doble clic sobre el primer elemento de la lista **Nuevo**, se permite crear un nuevo posicionamiento. Si la lectura ya existe el programa muestra el mensaje de error “Lectura repetida”, volviendo a solicitar estos datos. Una vez introducida esta información, se presenta la ventana de edición de datos de lectura de estación en blanco.

Borrar.- Borra la lectura de estación de la base de datos. Puede recuperarse pulsando el botón **Anular** y entrando de nuevo en la lista de lecturas de estaciones.

Ordenar.- El programa presenta las lecturas en el orden que han sido capturadas por la libreta de campo, o bien en el que han sido introducidas manualmente. Con esta opción el programa ordenará numérica o alfabéticamente las lecturas por base origen y a continuación por base visada.

Imprimir.- Se presenta un listado de dichas lecturas, que dependerá de la configuración, con el siguiente formato:

Estacion	Visada	Alt.Ap.	Horiz.	Vertical	Dist.Red.	Jalon	Codigo
59	60	1.382	235.6745	102.4020	364.0780	0.050	
59	60	1.382	35.6790	297.5785	364.0740	0.050	
59	58	1.382	381.5930	103.6315	265.7360	1.310	
59	58	1.382	181.5985	296.3540	265.7330	1.310	
58	57	1.493	24.5965	104.8380	364.2610	1.310	
58	57	1.493	224.6015	295.1470	364.2540	1.310	
57	58	1.451	224.5960	95.2135	364.2450	1.310	
57	58	1.451	24.6015	304.7680	364.2530	1.310	
57	56	1.451	57.3755	101.6895	196.7920	1.310	
57	56	1.451	257.3820	298.2980	196.7910	1.310	
56	57	1.320	257.3760	98.3645	196.7810	1.310	
56	57	1.320	57.3810	301.6210	196.7830	1.310	
56	55	1.320	60.8070	96.1095	554.1030	1.310	
56	55	1.320	260.8135	303.8770	554.1100	1.310	

Obsérvese que las lecturas con círculo directo y círculo inverso se presentan con todos los datos en líneas separadas.

Editar. La activación de este botón hace el mismo efecto que hacer doble clic sobre una línea de lectura y que como respuesta mostrará la ventana de datos de Lectura de Estación.

La ventana está dividida en dos bloques: **Lectura de Ida** y **Lectura de Vuelta**, con objeto de ofrecer al usuario la información completa. Nótese que dependiendo el elemento de la lista de lecturas de estaciones que hayamos seleccionado, una lectura puede aparecer como de ida o como de vuelta.

La casilla **Recíproca** indica si deseamos introducir o editar los datos de la lectura de vuelta. Estará desactivada si no existe esta última, por lo que debemos activarla para poder introducir los datos correspondientes.

Por otra parte, la casilla **Círculo Inverso** controla si deseamos introducir los datos de lectura con círculo inverso, para lograr mayor precisión en las observaciones.

Dentro de cada lectura tenemos los siguientes campos:

Estaciones. La lectura de ida se representa en un campo de edición, con la posibilidad de cambiar el nombre de la estación, siempre que no exista ya en la base de datos. También se indica la estación visada como un texto informativo.

Altura de aparato del posicionamiento correspondiente. Si se modifica, el cambio afecta a todas las lecturas de puntos y estaciones procedentes de dicho posicionamiento.

Código de la lectura de estación, con las mismas reglas explicadas anteriormente.

Lectura directa, con campos dependientes de la configuración elegida.

Lectura inversa, habilitada si la casilla **Círculo Inverso** está activada.

Pulsando el botón **Aceptar** el programa almacena la información, siempre que los datos introducidos sean válidos. En caso contrario, informa del problema y se posiciona sobre el campo correspondiente.

Coordenadas de Estaciones

Esta opción presenta las coordenadas actuales de cada estación. Nos muestra la siguiente información de cada una: tipo ("F" si es fija y en blanco en caso contrario), nombre, coordenadas X,Y,Z, escala o anamorfosis, y código asociado.

F	Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Escala	Codigo
58		256.025	220.522	98.722	1.00000000	
57		393.297	557.919	71.162	1.00000000	
56		547.606	680.041	66.089	1.00000000	
F 55		1000.000	1000.000	100.000	1.00000000	
54		1210.358	1090.445	113.570	1.00000000	
53		1470.100	1260.263	127.379	1.00000000	
52		1722.002	1415.999	147.179	1.00000000	
51		1888.484	1503.454	149.297	1.00000000	
50		2219.933	1687.871	145.176	1.00000000	
49		2475.340	1774.160	142.426	1.00000000	
48		2745.696	1949.468	134.859	1.00000000	
47		2782.897	2028.391	133.868	1.00000000	
46		2828.886	2470.066	103.870	1.00000000	
F 45		2744.508	2695.442	94.434	1.00000000	
24		2674.882	2963.818	104.451	1.00000000	
23		2617.524	3116.577	114.365	1.00000000	
44		2674.902	2963.829	104.459	1.00000000	
43		2617.531	3116.603	114.371	1.00000000	
42		2437.459	3382.663	121.051	1.00000000	

Pulsando el botón **Editar** podemos modificar las propiedades de la estación seleccionada. Con el botón **Nueva** es posible crear una nueva estación, asignándole sus coordenadas, escala y código. **Borrar** elimina la asignación de coordenadas de la estación, aunque sin hacerla desaparecer de la base de datos.

Esta ventana permite la selección múltiple de estaciones, es decir, podemos seleccionar varias a la vez para modificar sus propiedades simultáneamente. Los botones **Seleccionar Todo** y **Limpiar Todo** facilitan esta labor.

Los botones **Fijas** y **Móviles** marcan y desmarcan las estaciones seleccionadas como fijas. El botón **Projectadas** calcula automáticamente la escala de las estaciones seleccionadas a partir de sus coordenadas, siempre que en los datos del levantamiento hayamos especificado que deseamos trabajar en alguna proyección. Se utilizarán para el cálculo los datos especificados para el **Levantamiento**. El botón **Planas** asigna el valor 1.0 a la escala de las estaciones seleccionadas.

Pulsando el botón **Leer Dibujo** se capturan toda la información de las bases representadas en el dibujo actual. También puede incorporarse un fichero de bases con el botón **Importar**. Por otra parte, mediante **Exportar** grabaremos esta información en un fichero de bases, y por último **Imprimir** produce un listado de coordenadas de estaciones, con el siguiente formato:

Listado de Coordenadas de Estaciones

Estación	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	Escala	Codigo
1	1000.000	1000.000	100.000	1.00000000	
2	949.751	1031.208	97.547	1.00000000	
3	915.875	1041.485	96.004	1.00000000	
4	855.350	1090.116	92.505	1.00000000	
5	989.329	1035.775	100.735	1.00000000	
6	1012.009	1095.679	102.278	1.00000000	
7	922.645	999.091	96.698	1.00000000	
8	962.813	1056.859	97.716	1.00000000	
9	843.080	1048.032	91.365	1.00000000	
10	847.441	1119.529	92.657	1.00000000	
11	896.442	1099.584	94.312	1.00000000	
12	909.749	1124.730	96.064	1.00000000	
13	927.482	1158.79	97.786	1.00000000	
14	867.221	1150.045	93.252	1.00000000	
15	890.633	1182.317	96.271	1.00000000	

Lecturas de Puntos

El diálogo de **Cálculo de Estaciones** tiene información sobre los posicionamientos y los puntos que han sido leídos desde la base actual. Podemos consultar o editar las lecturas de puntos de este posicionamiento presionando el botón **Lecturas Puntos** en dicho diálogo.

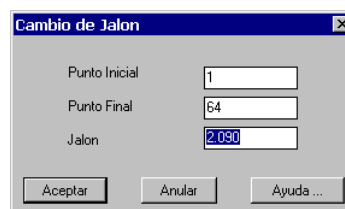


Haciendo doble clic sobre un elemento de la lista, o bien seleccionándolo y presionando **Editar** podremos modificar cualquiera de los datos que definen la lectura de punto. Por el contrario, con **Nueva** introduciremos una nueva lectura de punto si la numeración lo permite, y con **Borrar** se eliminará dicha lectura del fichero de levantamiento.



La información que se presenta para cada lectura de punto depende de la configuración establecida para la entrada de datos, pero siempre está definida por su **Número** de punto, que no es editable, las lecturas **Directa** e **Inversa**, y su **Código**. La casilla **Círculo Inverso** cuando se activa permite introducir los datos de la lectura inversa, en caso de existir.

Por último, el botón **Jalón** de la lista de lecturas de puntos permite modificar los valores de la altura de prisma de un intervalo de puntos. Para ello simplemente se teclean el número del **Punto Inicial** y el **Punto Final**, y el nuevo valor del **Jalón** para ser asignado.

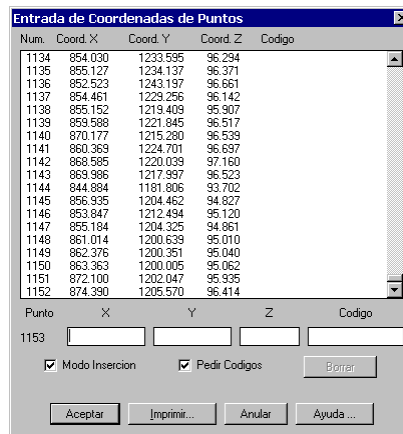


Entrada de Coordenadas

Este comando tiene por objeto facilitar la entrada manual masiva de datos de coordenadas de puntos. Se muestra un diálogo con los puntos existentes en el levantamiento, y puede comenzar a introducirse los datos en las casillas **X**, **Y**, **Z** y **Código**. Si no se desean introducir los códigos debe desactivarse la casilla **Pedir Códigos**. Los puntos se numeran automáticamente a partir del último.

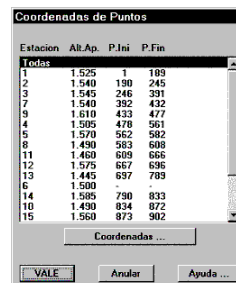
El programa continua esperando nuevos puntos siempre que la casilla **Modo Inserción** esté activada. Si lo que deseamos es editar los datos de puntos anteriores debemos desactivarla. Pueden borrarse los puntos no deseados pulsando **Borrar**.

Mediante el botón **Imprimir** puede obtenerse un listado de las coordenadas.

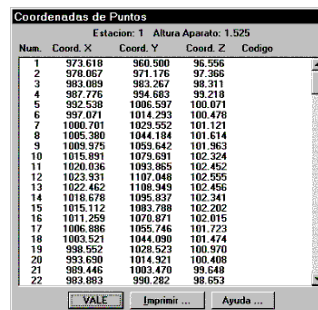


Coordenadas de Puntos

Este comando nos permite ver las coordenadas calculadas de los puntos, o bien todos o bien los observados desde una estación determinada. Debemos previamente seleccionar una estación o bien elegir la opción *Todos*, y a continuación pulsar el botón *Coordenadas*.



Una vez seleccionada la estación origen, el programa presentará una lista conteniendo el número, coordenadas X,Y,Z y código de cada punto.



El listado de coordenadas, por otra parte, tiene el siguiente formato:

COORDENADAS DE PUNTOS

Estacion: 1 Altura Aparato: 1.525

Numero	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	Codigo
1	973.618	960.500	96.556	
2	978.067	971.176	97.366	
3	983.089	983.267	98.311	
4	987.776	994.683	99.218	
5	992.538	1006.597	100.071	
6	997.071	1014.293	100.478	
7	1000.701	1029.552	101.121	
8	1005.380	1044.184	101.614	
9	1009.975	1059.642	101.963	
10	1015.891	1079.691	102.324	
11	1020.036	1093.865	102.452	
12	1023.931	1107.048	102.555	
13	1022.462	1108.949	102.456	
14	1018.678	1095.837	102.341	
15	1015.112	1083.788	102.202	

Bisección Inversa

Herramienta para ajustar fácilmente una base posicionada calculando sus coordenadas y desorientación, además de la escala de transformación de las posibles combinaciones que se puedan realizar desde la base de referencia.

El programa presenta la ventana de **Bisección Inversa**, mostrando el nombre de la estación de cálculo y tres marcos que informan respectivamente de las **Coordenadas** de los puntos A y B y las **Lecturas** practicadas desde la base origen a las de referencia, y por último los **Resultados** que nos proporcionan las coordenadas X, Y, la desorientación y la escala. Al igual que en otros procedimientos de cálculo, si se valida la ventana los datos pasarán a engrosar la base de datos de coordenadas iniciales y de aproximación o provisionales, indicando la observación "Cambio Coord."

Coordenadas		Información
Estación A	Estación B	Dist. Org: 779.533
56	54	Dist. Obs: 779.536
X= 547.606	X= 1210.358	Des. Org: 47.481
Y= 680.041	Y= 1090.445	Des. Obs: 47.493
Z= 66.089	Z= 113.570	

Lecturas		Resultados
Punto A	Punto B	X= 999.999
H=260.8110	H= 74.1493	Y= 999.999
V=103.9060	V= 96.2592	Z= 100.029
DR= 554.106	DR= 228.981	CH= 0.0000
J= 1.310	J= 1.310	E=0.99999643

Imprimir...

Aceptar Anular Ayuda...

Pueden seleccionarse las estaciones visadas que desean emplearse en el cálculo, a partir de las lecturas existentes en el trabajo, mediante el marcado de elementos en las listas desplegables. Las estaciones A y B deben ser diferentes.

El botón **Imprimir** presenta un listado con el resultado del cálculo, con el siguiente formato:

```
Estación 55
COORDENADAS ESTACIONES
      A 56          B 54
X=547.606        X=1210.358
Y=680.041        Y=1090.445
Z=66.089         Z=113.570
LECTURAS
H=260.8110      H= 74.1493
DR=554.106     DR=228.981
V=103.9060     V= 96.2592
J= 1.310       J= 1.310
RESULTADOS
X=999.998      Y=999.999
E=0.9999964259CH=0.0000
```

Intersección Directa

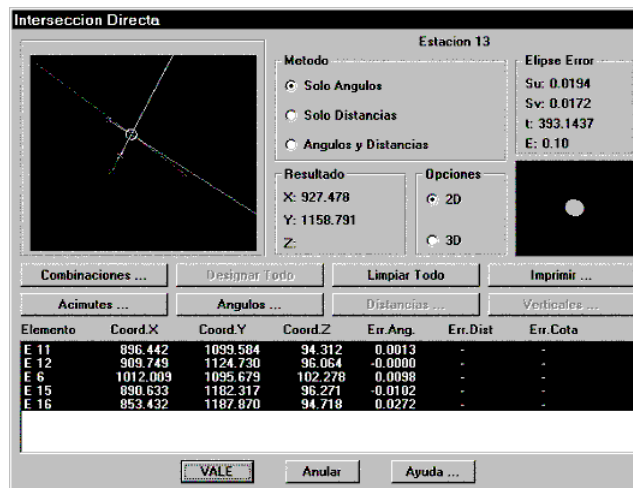
Puede aplicarse este método de cálculo cuando el resultado fue obtenido por la intersección de lecturas desde otros posicionamientos a la base de referencia con al menos dos lecturas de observación horizontal. Si se accede a esta utilidad desde la opción **Topografía > Utilidades > Intersección Directa**, el programa solicita la base que se quiere procesar. Por otra parte, puede activarse esta opción pulsando el botón **Intersección Directa** desde la pantalla de Cálculo de Estaciones en modo Experto, entendiéndose que se está calculando la base actual en pantalla.



El programa solicita la estación a calcular, y presenta una ventana con información sobre todas las lecturas que observan la estación a calcular, junto con un gráfico con una representación esquemática de cada una.

Podemos seleccionar el método de cálculo eligiendo entre *Sólo Ángulos*, *Sólo Distancias* y *Ángulos y Distancias*. También se puede elegir entre cálculo en *2D* ó *3D*, pulsando los controles correspondientes.

El programa visualiza una representación simplificada del cálculo en la ventana superior izquierda, consistiendo en un círculo que indica la solución encontrada, unas líneas que salen de éste que dibujan las observaciones angulares en caso de estar activadas (modos sólo ángulos o ángulos y distancias), y unos círculos que expresan las observaciones de distancia, en caso de estar activadas (modo sólo distancia o ángulos y distancias). El color de cada una de estas observaciones hace corresponder la posición en la lista de la observación con la numeración de colores de AutoCAD: rojo para la primera, amarillo para la segunda, etc. En caso de existir más de siete observaciones, vuelve a comenzar la asignación de colores.



Es posible activar o desactivar una observación para que intervenga en el cálculo, con pulsar sobre la lista en pantalla. Su representación en la imagen cambia a líneas discontinuas. El botón *Designar Todo* nos permite la selección de todos los elementos observados aunque hayan quedado fuera de rango de tolerancia de errores admisibles. Con *Limpiar Todo* deshabilitaremos todas las observaciones consideradas.

Los botones *Acimutes*, *Distancias*, *Angulares* y *Verticales* presentan en pantalla listados correspondientes a las ecuaciones de acimut, distancia, de ángulo y verticales que se emplean en el cálculo, obtenidas a su vez a partir de las lecturas entre estaciones. Esta información puede editarse e imprimirse. Consultar las secciones de **Conceptos Básicos** y Compensación de Poligonales para más detalles.

El proceso de cálculo consiste en la obtención de unas coordenadas provisionales mediante la aproximación inicial, y el posterior ajuste usando el método de mínimos cuadrados.

Combinaciones

La aproximación inicial a su vez se calcula mediante la media de las combinaciones de lecturas calculadas de dos en dos, cuyo error sea menor que el máximo admisible. Podemos ver esta información pulsando el botón *Combinaciones*. El programa nos presenta además las coordenadas obtenidas con cada combinación, el error con respecto a la media, y el error medio total. Podemos igualmente modificar las coordenadas de la aproximación inicial cambiando los campos *Coordenada X* y *Coordenada Y*.

Listado de Combinaciones					
Estaciones		Coord.X	Coord.Y	Error	
E 11	E 12	927.257	1158.367	-	
E 11	E 6	927.487	1158.805	0.0046	
E 11	E 15	927.482	1158.797	0.0048	
E 11	E 16	927.463	1158.761	-	
E 12	E 6	927.485	1158.806	0.0048	
E 12	E 15	927.481	1158.798	0.0047	
E 12	E 16	927.462	1158.761	-	
E 6	E 15	927.587	1158.730	-	
E 6	E 16	927.638	1158.692	-	
E 15	E 16	927.660	1158.683	-	

Coordenada X	927.484	Coordenada Y	1158.801
10 Combinaciones 4 Activadas Error Medio=0.005			
Defecto	Designar Todo	Limpiar Todo	Imprimir ...
VALE	Anular	Ayuda ...	

Podemos activar todas las combinaciones para que intervengan en el cálculo pulsando **Designar Todo**, así como desactivarlas todas presionando **Limpiar Todo**. Por último, el botón **Defecto** restaura las combinaciones que intervenían originalmente en el cálculo, es decir, aquellas cuyo margen de error está dentro de la tolerancia especificada en configuración. El botón **Imprimir** presenta un listado con el siguiente formato:

LISTADO DE COMBINACIONES

E1	E2	E3	Coord.X	Coord.Y	Error
E 11	E 12	927.257	1158.367	0.490*	
E 11	E 6	927.487	1158.805	0.005	
E 11	E 15	927.482	1158.797	0.005	
E 11	E 16	927.463	1158.761	0.046*	
E 12	E 6	927.485	1158.806	0.005	
E 12	E 15	927.481	1158.798	0.005	
E 12	E 16	927.462	1158.761	0.046*	
E 6	E 15	927.587	1158.730	0.126*	
E 6	E 16	927.638	1158.692	0.189*	
E 15	E 16	927.660	1158.683	0.213*	

X Media=927.484 Y Media=1158.801 Error Medio=0.005

Puede observarse que se han incluido todas las combinaciones, distinguiendo las que intervienen en el proceso por medio de un asterisco (*). Las casillas **Coordenada X** y **Coordenada Y** permiten la entrada directa de las coordenadas que se utilizarán como aproximación inicial antes del ajuste. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que el método de ajuste por mínimos cuadrados normalmente hallará la solución óptima siempre que la aproximación inicial no esté demasiado lejos de la definitiva, por lo que no suele ser necesario cambiar estos valores manualmente.

Resultados

Por último, la presentación del resultado en pantalla consiste en el dibujo de la elipse de error y los datos numéricos de ésta: semieje mayor (Su), semieje menor (Sv), orientación (t), y escala de representación en pantalla (E).

Esta información se obtiene de forma impresa pulsando el botón **Imprimir**, con los siguientes apartados: datos de observaciones (ver Cálculo de Poligonales), combinaciones (ver listado anterior), bases de control y resultados.

INTERSECCION DIRECTA

BASES DE CONTROL

Elemento	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	Error Ang.
E 11	896.442	1099.584	94.312	0.0013
E 12	909.749	1124.730	96.064	-0.0000
E 6	1012.009	1095.679	102.278	0.0098
E 15	890.633	1182.317	96.271	-0.0102
E 16	853.432	1187.870	94.718	0.0272

RESULTADOS

Calculo por Ángulos

Solucion: X: 927.478 Y: 1158.791 Z: 0.000
 Elipse Error: Su: 0.0194 Sv: 0.0172 Orientacion: 393.1437

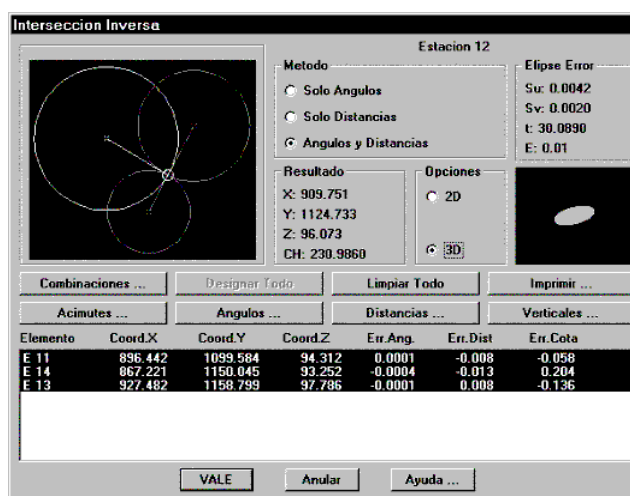
Una vez realizado el cálculo, cuando se pulsa el botón **Aceptar** el programa asigna a la estación las coordenadas halladas, recordando que se han obtenido por el método de intersección directa.

Intersección Inversa

Esta opción nos permite calcular estaciones que han visado al menos tres puntos de coordenadas conocidas. La utilización es muy similar a la del comando Intersección Directa. El acceso a éste es a través del menú desplegable por medio de la opción **Topografía > Utilidades > Intersección Inversa**, o bien pulsando el botón **Intersección Inversa** desde la pantalla de Cálculo de Estaciones. En el primer caso nos pide que seleccionemos un posicionamiento:



En este método las combinaciones se calculan de tres en tres, eliminándose automáticamente las mal condicionadas en las que se da el caso denominado "Círculo Peligroso".



Por otra parte, los resultados incluyen además la **Corrección Horizontal** que se asignará automáticamente al posicionamiento usado. Los resultados tienen la misma estructura en secciones, con el siguiente formato:

INTERSECCION INVERSA

BASES DE CONTROL

Elemento	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	Error Ang.	Error Dist	Error Cota
E 11	896.442	1099.584	94.312	0.0001	-0.008	-0.058
E 14	867.221	1150.045	93.252	-0.0004	-0.0130.204	0.204
E 13	927.482	1158.799	97.786	-0.0001	0.008	-0.136

RESULTADOS

Calculo por Ángulos y Distancias

Solucion: X: 909.751 Y: 1124.733 Z: 96.073 CH: 230.9860

Elipse Error: Su: 0.0042 Sv: 0.0020 Orientacion: 30.0890

Nivelación Trigonométrica

Esta utilidad permite el cálculo de la cota de una estación mediante el ajuste por mínimos cuadrados usando como datos todas las lecturas que tengan como base visada la estación a calcular. Se invoca este comando mediante la opción **Topografía > Utilidades > Nivelación** o bien pulsando el botón **Nivelación** desde el Cálculo de Estaciones, siempre que haya un posicionamiento activo. En el primer caso el programa solicita uno por medio del diálogo **Selección de Posicionamiento**, descrito ya en otros apartados.



Pueden activarse o desactivarse observaciones con sólo pulsar en la lista. También pueden editarse los datos de entrada si tenemos una sola observación activada y pulsamos el botón **Editar**, en cuyo caso accedemos directamente a modificar los datos de la lectura de estación correspondiente.

El programa calcula la aproximación inicial a partir de la media de las cotas obtenidas para cada observación, y a continuación realiza el ajuste por mínimos cuadrados, presentando en pantalla la **Cota** definitiva y el **Error Máximo**. El informe de resultados tiene el siguiente aspecto:

NIVELACION TRIGONOMETRICA

Observaciones Verticales

Visada	Observado	Calculado	Desv. Est.	Cota	Residuo	D
11	1.801	1.752	0.0015	96.113	0.049	*
13	-1.592	-1.722	0.0015	96.194	0.130	*
14	2.599	2.812	0.0015	95.851	-0.213	*

RESULTADOS

Cota Media: 96.053

Solucion: 96.055

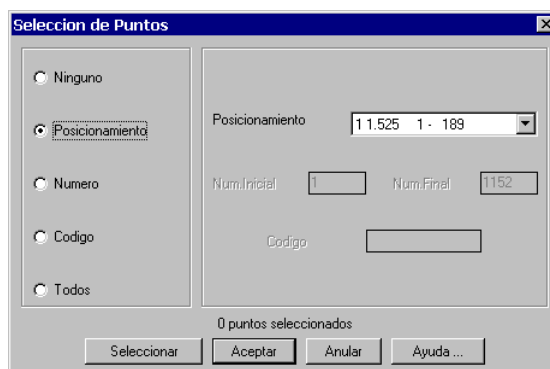
Error Maximo: 0.204

Se presentan todas las observaciones verticales obtenidas a partir de la información de lecturas, en forma de desnivel, y a continuación los resultados de cota definitiva y error máximo.

Una vez que consideramos correcto el cálculo, pulsamos **Aceptar** y la cota se asigna a la estación origen. También se recuerda que se ha realizado este proceso en la ventana de información de coordenadas, donde aparecerá, por ejemplo, "Int.Directa y Nivelación".

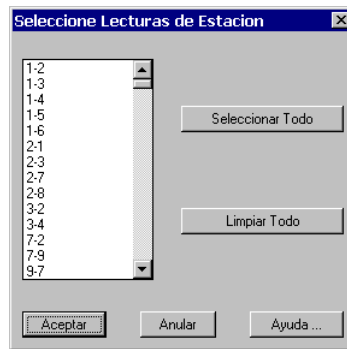
Convertir Puntos a Estaciones

Este comando permite al usuario convertir una serie de lecturas puntos a lecturas estaciones. En primer lugar aparece un diálogo para facilitar la selección de puntos por **Posicionamiento**, **Número** o **Código**. También pueden seleccionarse **Todos**. Las estaciones se crean con las mismas coordenadas que los puntos y como nombre una "P" seguida de su número.



Convertir Estaciones a Puntos

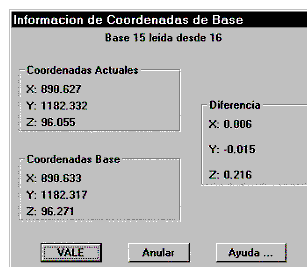
Este comando tiene por objeto convertir lecturas de estaciones a lecturas de puntos. Debido a que una estación puede estar leída desde varias, se pide que se seleccionen las lecturas a convertir. A continuación se crea una lectura de punto por cada lectura de estación seleccionada, perteneciendo al mismo posicionamiento y con número consecutivo al último existente en el levantamiento actual.



Información

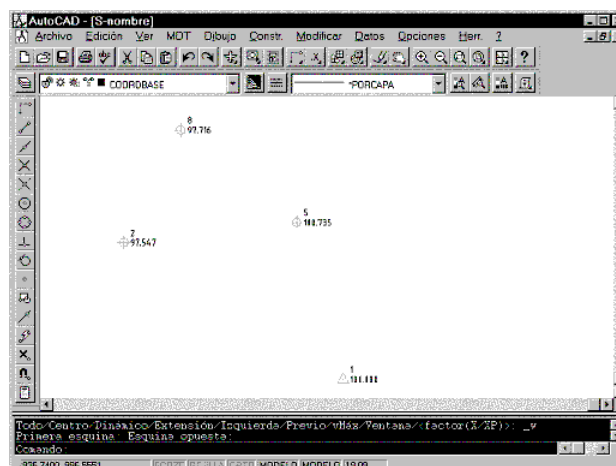
Esta opción permite obtener información de un elemento representado en el dibujo, y opcionalmente de modificar sus datos asociados. Puede elegirse entre tres tipos de objetos:

- Estación: permite editar los datos de coordenadas, escala y código de la misma, redibujándola a continuación.
- Lectura de estación: igualmente nos permite editar los datos de la observación correspondiente, redibujándose posteriormente una vez modificada.
- Coordenadas de base: cuando se dibujan las estaciones, además de representar por medio de bloques su ubicación exacta determinada por sus coordenadas actuales, se dibujan todas las asignaciones de coordenadas de cada estación, por medio de puntos en la capa COORDBASE (ver el comando Dibujar Estaciones para más detalles). Si ampliamos por medio de un zoom lo suficientemente grande los alrededores de una estación, podrán contemplarse estos puntos, cuya información podemos obtener con este comando. Se visualizan las coordenadas de la base, las del punto seleccionado, y la diferencia entre ambas.



Dibujar Estaciones

A esta opción se accede a través del menú desplegable **Topografía > Dibujo > Dibujar Estaciones**, o bien pulsando el botón **Dibujar Estaciones** dentro del diálogo de Cálculo de Estaciones, aunque esta última dibujará también las lecturas entre estaciones.



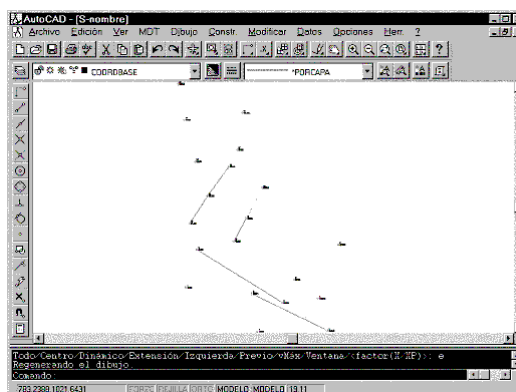
El programa representa las coordenadas actuales de cada base por medio de bloques con atributos, que pueden usarse luego con todas las opciones de **Replanteo** que ofrece el programa. Dependiendo de si la base es fija o móvil, se representan como un triángulo o un círculo, respectivamente. Puede editarse su información por medio del comando **Topografía > Utilidades > Información**. El tamaño de los bloques está determinado por la escala actual del trabajo, que puede modificarse por medio del comando **Referencia**.

Además de las coordenadas actuales, se dibujan en la capa COORDBASE todas las asignaciones de coordenadas restantes para cada estación, por medio de puntos, cuya información puede obtenerse por medio del comando citado en el párrafo anterior.

El programa no actualiza automáticamente el dibujo cada vez que se modifican las coordenadas de una estación, por lo que será necesario repetir el proceso cuando se produzcan cambios que deseamos representar.

Dibujar Lecturas de Estaciones

Esta utilidad es accesible desde la opción del menú desplegable **Topografía > Dibujo > Dibujar Lecturas de Estaciones**, o bien pulsando el botón **Dibujar Estaciones** dentro del diálogo del Cálculo de Estaciones. Se dibujará la gráfica de representación de estaciones y líneas que representan las lecturas entre ellas. En los extremos de dichas líneas se dibujarán una o dos flechas, que nos permiten identificar el sentido de las lecturas, es decir, si es de ida o de ida y vuelta.



El color de las líneas representa el tipo de lectura, que puede ser rojo para las lecturas completas de ida, amarillo para las completas de ida y vuelta, y azul para las lecturas angulares. En este último caso se representará además con línea de trazos.

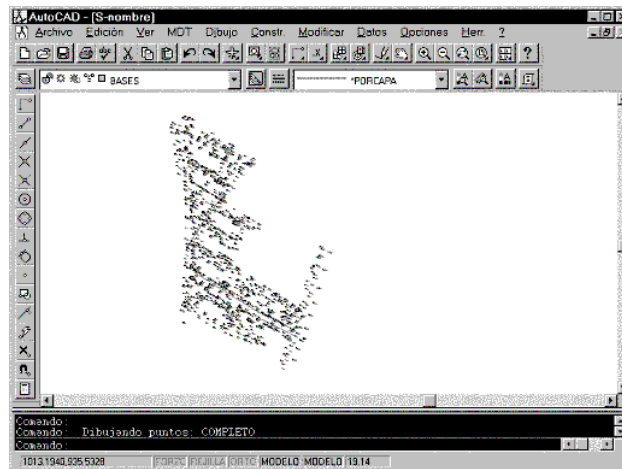
La información de cada una de estas líneas puede editarse por medio del comando **Topografía > Utilidades > Información**. Consultar su apartado para más detalles.

Dibujar Puntos

Esta utilidad se invoca por medio de la opción **Topografía > Dibujo > Dibujar Puntos**, o bien con el botón **Dibujar Puntos** del Cálculo de Estaciones. En primer lugar debemos especificar si deseamos dibujar **Todos** los puntos del levantamiento, o bien un **Número** definido por un intervalo de puntos **Inicial** y **Final**, o bien seleccionar **Posicionamientos** para elegir todos los posicionamientos que deseamos dibujar.



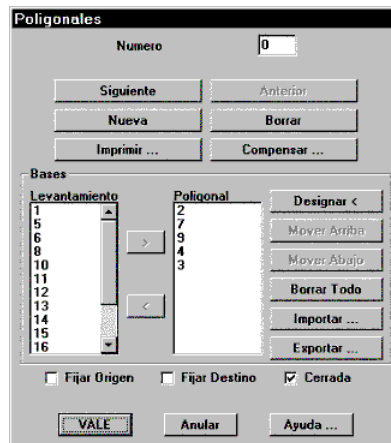
El programa procederá de igual manera que con el comando de importación de puntos, representando por tanto las coordenadas de todos los puntos calculados con información asociada de número de punto, cota y código. Los puntos introducidos directamente por coordenadas también serán dibujados con este comando. Al igual que ocurre con las estaciones, el tamaño de los textos vendrá determinado por la escala asignada al trabajo, que puede modificarse gracias al comando **Referencia**.



Poligonales

Entrada de Poligonales

Las poligonales consisten en una lista ordenada de estaciones, de forma que cada estación lee a la siguiente. Si además la última lee a la primera, es una poligonal cerrada.



Podemos tener diversas poligonales en un mismo levantamiento. Cada una se identifica por un número consecutivo, comenzando en cero. Es posible ir directamente a los datos de la poligonal concreta escribiendo su número en la casilla correspondiente, o bien usar los botones *Siguiete* y *Anterior*. También crearemos una poligonal con el botón *Nueva* y la eliminaremos con *Borrar*.

La lista de estaciones que intervienen en la poligonal podemos crearla seleccionando estaciones de la lista izquierda del diálogo y pulsando el botón > para incorporarlas. Se eliminan de la lista, por otra parte, si las seleccionamos de la lista derecha y pulsamos el botón <. El orden de las estaciones dentro de la lista puede ser modificado mediante los botones *Mover Arriba* y *Mover Abajo*, pero teniendo en cuenta que sólo será posible compensar la poligonal si cada estación lee a la siguiente.

Otro sistema alternativo de introducir la lista de estaciones es mediante la designación gráfica en pantalla por medio del botón *Designar*, que nos permite introducir las estaciones en el orden que deben ser procesadas. Por supuesto es preciso haber dibujado las estaciones previamente.

Las poligonales son almacenadas con los datos del levantamiento. Aun así, si se desea exportar sus datos para usarlos como entrada en otro trabajo, puede usarse la opción *Exportar*, que solicita el nombre de un fichero con extensión .POL, que grabará esta información. Puede usarse el botón *Importar* para leer este fichero en un levantamiento diferente.

Otras opciones que afectan al proceso de cálculo son las casillas *Fijar Origen* y *Fijar Destino*, que impiden la modificación de las coordenadas de la primera y última base, respectivamente, y la casilla *Cerrada*, que usará si está activada la observación entre la primera y última estación para el cálculo.

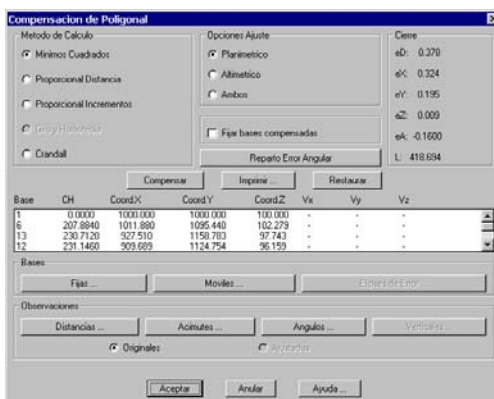
El botón *Compensar*, por último, nos permite acceder al diálogo de **Compensación de Poligonales**. Debe haber al menos una base fija en la poligonal.

Compensación de Poligonales

Una vez pulsamos el botón *Compensar* aparece un diálogo que representa las coordenadas actuales de cada una de las estaciones, y una serie de controles que permiten consultar los datos que se emplearán para el cálculo, así como determinar que método queremos usar.

Para poder compensar una poligonal es necesario que todas las estaciones (fijas y móviles) tengan previamente coordenadas asignadas, y que estén correctamente orientadas, bien por medio del Cálculo Automático o el Cálculo Manual. También debe existir una secuencia de lecturas de forma que al menos haya una lectura de la estación i a la $i+1$.

En primer lugar debemos decidir el método. También podemos controlar si queremos un ajuste *Planimétrico* (sólo X e Y), *Altimétrico* (sólo la Z), o *Ambos* (X,Y,Z).



Debe existir al menos una base fija para poder realizar el ajuste, habiendo pulsado en la pantalla anterior las casillas *Fijar Origen* o *Fijar Destino*. Es posible consultar cuales son fijas y cuales móviles pulsando los botones *Fijas* y *Móviles*, respectivamente. La casilla *Fijar Bases Compensadas* fija cada una de las bases móviles después de realizar el cálculo.

Los botones *Distancias*, *Acimutes*, *Ángulos* y *Verticales* permiten examinar qué datos van a emplearse en el cálculo, a partir de la información de lecturas de las estaciones que forman la poligonal. Básicamente contienen las estaciones origen y visada, el valor observado, valor calculado y la desviación estándar. Esta última se determina a partir de la configuración, especialmente los datos relativos a precisión del equipo y de sus observaciones. Consultar el **Manual de Personalización** para más detalles.

Salvo en las observaciones angulares, las demás observaciones permiten ser editadas, haciendo doble clic sobre el elemento correspondiente de la lista o seleccionándolo y pulsando a continuación el botón *Editar*. Inmediatamente aparecerán los datos de la lectura correspondiente, cuyos datos podemos corregir. Si pulsáramos el botón *Borrar* en la lista de observaciones, se borrará de la base de datos de lecturas de estaciones el campo correspondiente. También pueden obtenerse listados de estas observaciones pulsando *Imprimir* dentro de cada lista.

Si la poligonal acaba de compensarse, se habilita la casilla *Ajustadas*, de forma que podemos consultar las observaciones originales o ajustadas dependiendo de la casilla seleccionada. Toda esta información también puede ser impresa en un informe (véase más adelante).

El programa realiza el proceso de ajuste pulsando el botón *Compensar*, presentando a continuación en pantalla las diferencias entre las coordenadas originales y ajustadas. Las bases fijas obviamente no presentarán ninguna diferencia. El botón *Restaurar* nos permite restablecer los datos originales antes de compensar, permitiendo modificar el método de cálculo o las observaciones sin riesgo de cometer errores.

El botón *Imprimir* nos presenta un diálogo que permite seleccionar los diferentes elementos que deseamos incluir en el informe que se genera:



Para obtener los datos de las observaciones, podemos seleccionar entre las de *Distancia*, *Acimutes*, *Angulares* y *Verticales*, pudiendo ser además las *Originales*, las *Ajustadas* o ambas. Podemos incluir o no la información de las *Bases Fijas* y *Móviles*, así como los resultados de *Coordenadas*

Ajustadas, Desviaciones y Elipses de Error. Estas dos últimas sólo se habilitarán para el cálculo por mínimos cuadrados.

Informe de la Compensacion

Metodo de Calculo: Ajuste por Minimios Cuadrados

Calculo en Coordenadas Planas

Correcciones Usadas

- Esfericidad y Refraccion
- Angular de Aparato

Bases Fijas

Nombre	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	Escala	Codigo
2	949.751	1031.208	97.547	1.00000000	
3	915.875	1041.485	96.004	1.00000000	

Bases Moviles

Nombre	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	Escala	Codigo
7	922.636	999.080	96.701	1.00000000	
9	843.071	1048.018	91.372	1.00000000	
4	855.338	1090.088	92.514	1.00000000	

Observaciones Distancia Originales

Origen	Visada	Observada	Desv.Est.	Calculada	Residuo	D
2	7	42.032	0.0050	42.027	0.005	
7	2	42.025	0.0050	42.027	-0.002	
7	9	93.407	0.0050	93.412	-0.005	
9	7	93.408	0.0050	93.412	-0.004	
9	4	43.830	0.0050	43.836	-0.006	
4	9	43.835	0.0050	43.836	-0.001	
4	3	77.633	0.0050	77.642	-0.009	
3	4	77.638	0.0050	77.642	-0.004	

Observaciones Azimut Originales

Origen	Visada	Observado	C.Horiz.	Desv.Est.	Calculado	Residuo	D
2	7	109.2460	135.3800	10.0000	244.6262	-0.0002	
7	2	0.0000	44.6260	10.0000	44.6262	-0.0002	
7	9	290.4800	44.6260	10.0000	335.1066	-0.0006	
9	7	0.0000	135.1060	10.0000	135.1066	-0.0006	
9	4	282.9560	135.1060	10.0000	18.0606	0.0014	
4	9	399.9980	218.0640	10.0000	218.0606	0.0014	
4	3	325.0200	218.0640	10.0000	143.0904	-0.0064	*
3	4	224.2940	118.7520	10.0000	343.0904	-0.0444	*

Observaciones Angulares Originales

Origen	Visada	Visada 2	Observado	Desv.Est.	Calculado	Residuo	D
7	2	9	290.4800	36.5794	290.4804	-0.0004	
9	7	4	282.9560	36.0996	282.9540	0.0020	*
4	9	3	325.0220	32.7656	325.0298	-0.0078	*

Observaciones Verticales Originales

Origen	Visada	Observado	Desv.Est.	Calculado	Residuo	D
2	7	-0.870	0.0015	-0.849	-0.021	*
7	2	0.807	0.0015	0.849	-0.042	*
7	9	-5.325	0.0016	-5.333	0.008	
9	7	5.315	0.0016	5.333	-0.018	*
9	4	1.142	0.0015	1.140	0.002	
4	9	-1.159	0.0015	-1.140	-0.019	*
4	3	3.487	0.0016	3.499	-0.012	*
3	4	-3.509	0.0016	-3.499	-0.010	*

Coordenadas Ajustadas

Base	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z
Original	922.645	999.091	96.698
Compensada	922.636	999.080	96.701

Coordenadas Ajustadas

Base	Coord.X	Coord.Y	Coord.Z	
Residuo	-0.009	-0.011	0.003	*

Original	843.080	1048.032	91.365	
Compensada	843.071	1048.018	91.372	
Residuo	-0.009	-0.014	0.007	*
4				
Original	855.350	1090.116	92.505	
Compensada	855.338	1090.088	92.514	
Residuo	-0.012	-0.028	0.009	*

Auste Planimetrico

Numero de Ecuaciones: 19
 Numero de Incognitas: 6
 Grados de Libertad: 13
 Numero de Iteraciones: 2
 Desviacion Estandar: 7.7404
 Error Maximo: 0.0276

Desviaciones

Base	Sx	Sy
7	0.0193	0.0035
9	0.0204	0.0179
4	0.0064	0.0201

Elipses de Error. Intervalo de Confianza: 95%

Base	Eje Mayor	Eje Menor	Orientacion
7	0.07122	0.01308	44.6053
9	0.07532	0.06628	381.0092
4	0.07417	0.02381	243.3525

Consultar las siguientes secciones para una explicación más detallada de los métodos de cálculo. El método ideal dependerá del trabajo en particular y de la precisión de las observaciones, y debe aplicarse en todo caso la experiencia profesional del usuario.

Observaciones de Distancia

Observaciones de Distancia						
Origen	Visada	Observada	Desv.Est.	Calculada	Residuo	
1	4	170.440	0.0051	170.440	-0.000	
1	5	37.337	0.0050	37.341	-0.004	
5	1	37.344	0.0050	37.341	0.003	
2	7	42.032	0.0050	42.029	0.003	
7	2	42.025	0.0050	42.029	-0.004	
2	8	28.769	0.0050	28.794	-0.025 *	
8	2	28.777	0.0050	28.794	-0.017 *	
3	4	77.638	0.0050	77.678	-0.040 *	
4	3	77.633	0.0050	77.678	-0.045 *	
7	9	93.407	0.0050	93.407	-0.000	
9	7	93.408	0.0050	93.407	0.001	
9	4	43.830	0.0050	43.818	0.012 *	
4	9	43.835	0.0050	43.818	0.017 *	
4	10	30.468	0.0050	30.464	0.004	
10	4	30.439	0.0050	30.464	-0.025 *	
5	8	33.875	0.0050	33.881	-0.006	
8	5	33.886	0.0050	33.881	0.005	
8	11	78.941	0.0050	78.931	0.010	
11	8	78.922	0.0050	78.931	-0.009	
8	10	131.281	0.0050	131.279	0.002	
10	8	131.308	0.0050	131.279	0.029 *	
11	10	52.906	0.0050	52.891	0.015 *	

Las observaciones de tipo distancia tienen la siguiente información: estaciones origen y visada, distancia observada, desviación estándar y residuo. Las correcciones activas afectan a estos valores. A la derecha de cada observación puede aparecer un asterisco que indica si la diferencia entre el valor observado y el calculado es mayor que la tolerancia.

Observaciones de Acimut

Observaciones de Acimut						
Origen	Visada	Observado	C.Horiz.	Desv.Est.	Calculado	Residuo
7	2	0.0000	44.6260	0.0010	44.6260	-0.0000
9	7	0.0000	135.1060	0.0010	135.1060	-0.0000
4	9	399.9980	218.0640	0.0010	218.0088	0.0532 *
5	1	0.0000	181.5460	0.0010	181.5460	-0.0000
8	5	0.0000	142.7660	0.0010	142.7660	-0.0000
11	8	0.0000	136.4100	0.0010	136.4100	-0.0000
12	11	0.0000	230.9860	0.0010	230.9860	-0.0000
13	12	0.0000	230.5520	0.0010	230.5544	-0.0024 *
14	10	0.0000	236.6120	0.0010	236.5620	0.0500 *
10	11	0.0000	124.6100	0.0010	124.6046	0.0054 *
15	13	0.0000	136.1660	0.0010	136.1515	0.0145 *
17	15	0.0000	228.9560	0.0010	228.9560	-0.0000
19	17	0.0000	208.8420	0.0010	208.8420	-0.0000
20	19	0.0000	126.9740	0.0010	126.9740	-0.0000
18	20	0.0000	388.3120	0.0010	388.3120	-0.0000
16	18	0.0000	384.2140	0.0010	384.2140	-0.0000

Las observaciones de acimut constan de estaciones origen y visada, acimut observado y calculado, desviación estándar y residuo, e incluyen además la corrección horizontal de sus respectivos posicionamientos. Los valores angulares se expresan en grados centesimales o sexagesimales, dependiendo de la configuración elegida.

Observaciones Angulares

Observaciones Angulares						
Origen	Visada 1	Visada 2	Observado	Desv. Est.	Calculado	Residuo
7	2	9	290.4800	0.0037	290.4800	-0.0000
9	7	4	282.9560	0.0036	282.9028	0.0532 *
4	3	9	74.3780	0.0033	74.9296	-0.0484 *
4	3	10	240.2580	0.0064	240.2802	-0.0222 *
4	9	10	165.2800	0.0064	165.3506	-0.0706 *
5	1	8	161.2200	0.0064	161.2200	-0.0000
8	2	5	312.7800	0.0059	312.8229	-0.0423 *
8	2	11	106.4240	0.0051	106.4663	-0.0423 *
8	2	10	101.6820	0.0048	101.7328	-0.0508 *
8	5	11	153.6440	0.0051	153.6440	0.0000
8	5	10	188.8020	0.0046	188.9106	-0.0086 *
8	11	10	395.2580	0.0016	395.2666	-0.0086 *
11	8	10	188.2000	0.0037	188.1946	0.0054 *
11	9	12	294.5760	0.0051	294.5760	0.0000
11	8	13	294.3280	0.0028	294.3280	0.0000
11	10	12	106.3760	0.0055	106.3814	-0.0054 *
11	10	13	106.1280	0.0034	106.1334	-0.0054 *
11	12	13	399.7520	0.0042	399.7520	0.0000
12	11	14	103.1900	0.0056	103.2230	-0.0330 *
12	11	13	199.5680	0.0072	199.5684	-0.0004 *
12	14	13	96.3760	0.0044	96.3454	0.0306 *
13	12	6	310.2860	0.0037	310.2896	-0.0036 *

Las observaciones angulares son originadas por las lecturas desde una base a la anterior y la siguiente, o sus recíprocas. Estos valores se emplean sólo para el cálculo por mínimos cuadrados, y la lista no permite edición.

Observaciones Verticales

Observaciones Verticales					
Origen	Visada	Observado	Desv. Est.	Calculado	Residuo
1	4	-7.477	0.0020	-7.477	-0.000
1	5	0.736	0.0014	0.746	-0.010 *
5	1	-0.756	0.0015	-0.746	-0.010 *
2	7	-0.870	0.0015	-0.839	-0.031 *
7	2	0.807	0.0015	0.839	-0.031 *
2	8	0.167	0.0014	0.177	-0.010 *
8	2	-0.184	0.0014	-0.177	-0.008
3	4	-3.509	0.0016	-3.486	-0.023 *
4	3	3.487	0.0016	3.486	0.001
7	9	-5.325	0.0016	-5.320	-0.005
9	7	5.315	0.0016	5.320	-0.005
9	4	1.142	0.0015	1.119	0.023 *
4	9	-1.159	0.0015	-1.119	-0.041 *
4	10	0.166	0.0014	0.162	0.005
10	4	-0.168	0.0014	-0.162	-0.006
5	8	-3.016	0.0015	-3.007	-0.010
8	5	2.997	0.0015	3.007	-0.010
8	11	-3.403	0.0016	-3.392	-0.011 *
11	8	3.380	0.0016	3.392	-0.011 *
8	10	-5.055	0.0018	-5.055	-0.000
10	8	5.043	0.0018	5.055	-0.012 *
11	10	-1.662	0.0015	-1.663	0.001

Las observaciones verticales indican las diferencias entre desniveles observados y calculados, y su funcionamiento es similar al resto de las observaciones. La corrección por esfericidad y refracción afecta a estos valores.

Elipses de Error

El botón *Elipses de Error* muestra la información asociada a la elipse de error de cada una de las estaciones móviles que intervienen en la poligonal: dimensiones del rectángulo estándar de error (Sx, Sy), dimensiones de los *Semiejes Mayor* y *Menor*, y *Orientación* de la elipse. Esta información se muestra para el margen de confianza o porcentaje de probabilidad establecido en configuración.

Ver apartado de Mínimos Cuadrados para mayor información.

Elipses de Error					
Base	Sx	Sy	Eje Mayor	Eje Menor	Orientacion
7	0.0080	0.0019	0.02405	0.00574	44.5001
9	0.0083	0.0056	0.02491	0.01676	13.9677
4	0.0066	0.0051	0.01997	0.01542	389.9693
5	0.0072	0.0017	0.02177	0.00512	380.4426
8	0.0048	0.0034	0.01442	0.01024	1.2817
11	0.0049	0.0063	0.01887	0.01465	247.6200
12	0.0082	0.0061	0.02480	0.01848	23.4415
13	0.0066	0.0061	0.01981	0.01839	1.7394
14	0.0090	0.0062	0.02699	0.01874	32.5262
10	0.0062	0.0052	0.01891	0.01525	355.7106
15	0.0074	0.0069	0.02224	0.02048	354.9822
17	0.0098	0.0073	0.02957	0.02198	19.0441
19	0.0117	0.0075	0.03532	0.02263	10.5699
20	0.0125	0.0077	0.03766	0.02314	391.6161
18	0.0104	0.0075	0.03147	0.02254	393.1288
16	0.0077	0.0070	0.02333	0.02104	15.0929

Métodos de Cálculo

Mínimos Cuadrados

Este método consiste en el planteamiento de una serie de ecuaciones de observación a partir de los datos de lecturas, y su posterior ajuste mediante el método de los mínimos cuadrados. Consultar el apartado Mínimos Cuadrados para información más detallada.

Cada lectura entre estaciones de la poligonal puede generar varias ecuaciones, dependiendo de sus datos. Si se ha seleccionado el ajuste planimétrico, se crea una ecuación de distancia (siempre que ésta no sea nula) y una de acimut (siempre que el ángulo horizontal no sea nulo). Si el ajuste altimétrico está activado, se crea una ecuación vertical o de desnivel (siempre que la distancia y el ángulo vertical no sean nulos). Por último, para todas las bases intermedias se crea una ecuación angular, que ayuda a mejorar la precisión del sistema.

Cada ecuación implica unos coeficientes que dependen de los valores concretos de las observaciones, y se asignan a la matriz de coeficientes del sistema. Igualmente, cada ecuación tiene un término independiente, que depende del residuo o diferencia entre el valor observado y calculado. Estos valores se almacenan en un vector de términos independientes.

Además, con objeto de ponderar el impacto de cada observación en el sistema, se crea una matriz de pesos. Cada observación tiene un peso que depende de la desviación estándar, o error a priori de cada observación. Estos a su vez dependen de las características del equipo empleado, que se definen en la configuración.

La ecuación matricial es:

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P K$$

donde:

X = Vector de incrementos de coordenadas

A = Matriz de coeficientes

P = Matriz de pesos

K = Vector de términos independientes

Una vez elaboradas todas estas matrices, comienza el proceso de cálculo que calcula los incrementos de coordenadas de las estaciones móviles, hasta que el sistema converge, y las coordenadas pasan a ser definitivas.

Es importante establecer correctamente los valores de la configuración para la convergencia y el número máximo de iteraciones. Consultar el **Manual de Personalización** para más detalles.

Proporcional a la Distancia

Si se elige este método, el programa calcula la longitud total de la poligonal sumando las distancias de todas las lecturas entre las estaciones que intervienen. Además se determina el error de cierre mediante la distancia entre la posición teórica de la última estación y la posición actual.

El ajuste consiste en la modificación de las coordenadas de las estaciones móviles intermedias de forma proporcional a la longitud de su tramo con respecto a la longitud total de la poligonal.

La fórmula general es:

$$x_i' = x_i + E_x \frac{\sum_{j=0}^i l_j}{L}$$

donde:

x_i = Coordenadas originales de la estación i (la primera es 0)

x_i' = Coordenadas corregidas de la estación i

E_x = Error global de la poligonal en X

l_j = Longitud del lado j

L = Longitud total de la poligonal

Se aplica una fórmula análoga para Y y Z.

Proporcional a los Incrementos de Coordenadas

En este método se calculan también la longitud total de la poligonal y el error de cierre, pero la modificación de las coordenadas de las estaciones móviles se realiza proporcionalmente al error en X,Y,Z encontrado en cada estación con respecto al error total hallado en la poligonal.

La fórmula general es:

$$x_i' = x_i + E_x \frac{x_{i+1} - x_i}{\sum_{i=1}^{n-1} x_{i+1} - x_i}$$

donde:

x_i = Coordenadas originales de la estación i (la primera es 0)

x_i' = Coordenadas corregidas de la estación i

E_x = Error global de la poligonal en X

Se aplica una fórmula análoga para Y y Z.

Giro y Homotecia

Este método consiste en realizar una transformación de Helmert con los puntos inicial y final de la poligonal, y aplicar esta transformación a cada una de las coordenadas intermedias.

Lás fórmulas aplicadas son:

$$x_i' = a \cdot x_i + b \cdot y_i + c$$

$$y_i' = -b \cdot x_i + a \cdot y_i + d$$

donde:

x_i, y_i = Coordenadas originales de la estación i (la primera es 0)

x_i', y_i' = Coordenadas corregidas de la estación i

a, b, c, d = Parámetros de la transformación

Las coordenadas Z de las estaciones no se ven afectadas. Como puede deducirse, este método solo puede aplicarse a poligonales abiertas.

Regla de Crandall

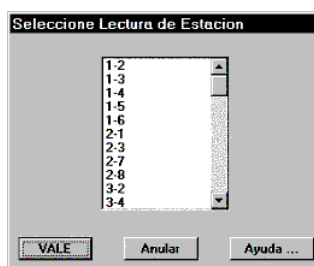
Este método se emplea cuando las medidas angulares tienen mayor precisión que las medidas de distancia. Todo el error angular se distribuye a lo largo de la poligonal y las distancias son recalculadas de forma tal que la suma de los cuadrados de sus modificaciones sea mínima.

Redes

Además de poligonales, podemos compensar redes complejas de observaciones. El acceso a este comando se obtiene por medio de la opción **Topografía** > Redes, o bien pulsando el botón **Redes** de la ventana de Cálculo de Estaciones.



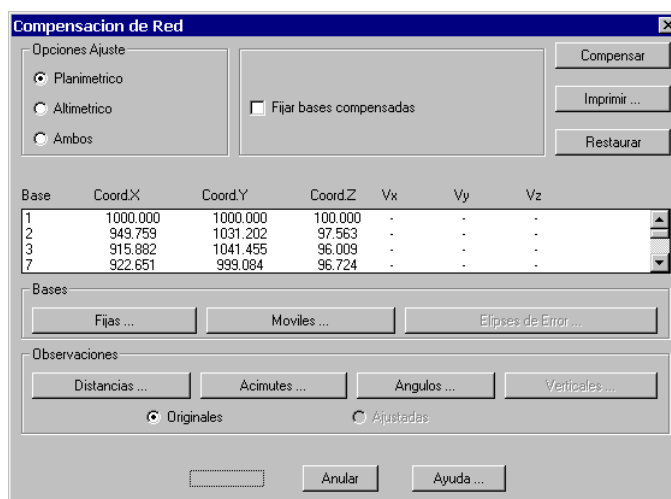
El funcionamiento de esta opción es muy similar a lo explicado para las poligonales. La diferencia estriba en que las redes consisten en, además de una lista de bases, una lista con las lecturas entre ellas que deseamos emplear en el cálculo, de forma que es posible ajustar un levantamiento completo o un subconjunto del trabajo. Además, la lista de estaciones no tiene un orden determinado, ya que se produce un ajuste simultáneo de todo el sistema.



La selección de bases es idéntica a la de las poligonales. La selección de lecturas, por otra parte, puede ser a través de una lista de lecturas entre estaciones, a la que se accede pulsando el botón **Insertar**, o bien designando gráficamente las lecturas previamente dibujadas.

Los datos de la red pueden ser exportados e importados pulsando los botones correspondientes. La extensión de estos archivos será .RED.

Pulsando el botón **Compensar** entramos en la ventana de compensación de redes, siempre que haya al menos dos bases fijas. El funcionamiento de esta ventana es muy similar a lo explicado para las Poligonales.



En este caso sólo se dispone del método de los mínimos cuadrados, por lo que no existe la posibilidad de seleccionar otro.

Por otra parte, una vez realizado el cálculo veremos la información de las **Elipses de Error** pulsando el botón del mismo nombre.

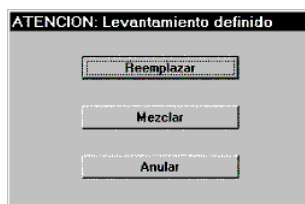
Elipses de Error					
Base	Sx	Sy	Eje Mayor	Eje Menor	Orientacion
7	0.0080	0.0019	0.02405	0.00574	44.5001
9	0.0083	0.0056	0.02491	0.01676	13.9677
4	0.0066	0.0051	0.01987	0.01542	389.9683
5	0.0072	0.0017	0.02177	0.00512	380.4426
8	0.0048	0.0034	0.01442	0.01024	1.2817
11	0.0049	0.0063	0.01897	0.01465	247.5200
12	0.0082	0.0061	0.02480	0.01848	23.4415
13	0.0066	0.0061	0.01981	0.01839	1.7394
14	0.0090	0.0062	0.02699	0.01874	32.5262
10	0.0062	0.0052	0.01861	0.01555	355.7106
15	0.0074	0.0068	0.02224	0.02048	354.9822
17	0.0098	0.0073	0.02957	0.02198	19.0441
19	0.0117	0.0075	0.03532	0.02263	10.5699
20	0.0125	0.0077	0.03786	0.02314	391.5161
18	0.0104	0.0075	0.03147	0.02254	393.1288
16	0.0077	0.0070	0.02333	0.02104	15.0929

Se obtiene un informe similar al descrito para la compensación de poligonales en el capítulo anterior.

Importar Levantamiento

Esta opción permite importar un trabajo almacenado en un fichero de levantamiento (extensión .LEV). Cada dibujo de AutoCAD puede llevar asociado un fichero de levantamiento, con su mismo nombre pero la extensión citada. De forma similar al modelo digital, cada vez que se graba el dibujo se almacena este fichero si está definido.

Si ya está definido un levantamiento en el dibujo actual, el programa pregunta si deseamos reemplazar los datos anteriores o deseamos mezclar ambos trabajos, con objeto de unificarlos en un solo fichero.



Exportar Levantamiento

Mediante esta opción es posible exportar datos del levantamiento al formato ASCII LEV (* .LEA), con objeto de servir a otras aplicaciones, o bien ser editado por el usuario. En este último caso puede importarse de nuevo con el comando Convertir Levantamiento seleccionando como fabricante *TCP* y formato *Levantamiento ASCII*.

Grabar Levantamiento

El levantamiento asociado al dibujo actual se graba en un fichero con el mismo nombre que el dibujo y extensión .LEV, en el mismo momento de la grabación por los comandos GUARDARR (QSAVE) o GUARDARCOMO (SAVEAS) de AutoCAD.

Por medio de esta utilidad puede grabarse el levantamiento actual en cualquier momento, especificando el nombre de fichero destino.

Borrar Levantamiento

Este comando borra el levantamiento actual asociado al dibujo, pidiendo previamente confirmación. No borra el fichero en el caso de estar grabado.

Transformaciones

Introducción

Dentro del módulo de Topografía, existen tres categorías de transformaciones:

- Las que permiten cambiar de coordenadas planas a UTM o viceversa.
- Las que permiten alternar entre coordenadas UTM y geográficas.
- Las que cambian el sistema de coordenadas de un dibujo a partir de métodos estándar de transformación.

Dentro de la última categoría, el funcionamiento es similar para cada uno de los métodos. Todos ellos requieren la introducción de una serie de parejas de coordenadas origen y destino, en ocasiones en 2D y otras en 3D, dependiendo del método.

Podemos introducir un nuevo par de coordenadas pulsando el botón *Nuevo*, y editarla con *Editar*. Se eliminan con *Borrar*.

Transformacion de Coordenadas 2D

Nombre: 266

Origen:

X: 376415.670 Designar <

Y: 4085888.155 Seleccionar ...

Destino:

X: 376160.907 Designar <

Y: 4086019.711 Seleccionar ...

Aceptar Anular Ayuda ...

Las transformaciones de coordenadas que emplean puntos 3D presentan el siguiente diálogo para cada par de coordenadas origen y destino:

Transformacion de Coordenadas 3D

Nombre: 270

Origen:

X: 376123.162 Designar <

Y: 408536.952 Seleccionar ...

Z: 570.570 Seleccionar ...

Destino:

X: 376223.162 Designar <

Y: 4085336.952 Seleccionar ...

Z: 570.570 Seleccionar ...

Usar en Planimetria Usar en Altimetria

Aceptar Anular Ayuda ...

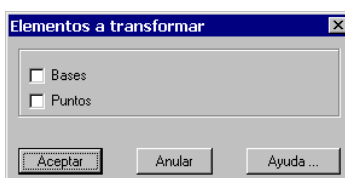
Puede decidirse para cada par de coordenadas si se desean emplear sus coordenadas X,Y (casilla *Usar en Planimetría*), y/o su coordenada Z (casilla *Usar en Altimetría*).

Pulsando el botón **Designar** se elige gráficamente una base origen o destino del propio dibujo, que también puede elegirse con el botón **Seleccionar**.

Si disponemos de un fichero de bases con las coordenadas origen y otro con las de destino, podemos pulsar el botón **Importar**, que nos solicita los nombres de los dos ficheros, cargándolos y realizando el cálculo automáticamente.

Puede controlarse el número de bases que interviene en el cálculo seleccionando las deseadas en la lista de bases y pulsando el botón **Cambiar**. Para designar todas las estaciones se pulsa **Seleccionar Todo**, mientras que para deseleccionarlas se presiona **Limpiar Todo**.

Las transformaciones no se aplican al levantamiento actual en caso de estar definido, sino a los puntos o las bases del dibujo actual. Puede controlarse los elementos sobre los que deseamos aplicar la transformación pulsando el botón **Elementos a Transformar**.



Por medio del botón **Guardar** se graban los parámetros de la transformación en un fichero con extensión .TRF, que pueden ser recuperados posteriormente con el comando Aplicar Transformación.

Para imprimir un informe de la transformación, se muestra el diálogo siguiente, que permite elegir si se desean impresos los **Parámetros**, así como las coordenadas originales y transformadas de las **Bases** o los **Puntos**.



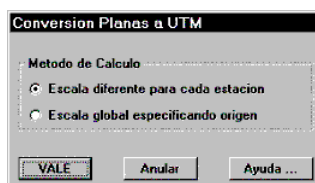
Conversión Planas a UTM

Podemos usar este comando para convertir un levantamiento de coordenadas planas a Proyectadas. Si la proyección configurada es UTM, el programa nos pide en primer lugar el elipsoide que deseamos emplear (por defecto WGS-84), y el huso o zona UTM (por defecto 30). Si se han definido en los datos del levantamiento estos valores, se emplearán como valores por defecto.



A continuación el programa pide que decidamos qué método deseamos aplicar para la conversión:

Si elegimos el método **Escala diferente para cada estación**, el programa calcula la anamorfosis o escala correspondiente a cada estación a partir de sus coordenadas, para posteriormente recalcular todos los puntos aplicando dichos factores de escala.



Por otra parte, si se decide por el método **Escala global especificando origen**, el programa presenta la lista de bases para que elijamos cual queremos considerarla como origen. Una vez

seleccionada, se calcula su anamorfoxis y se aplica a todas las bases el mismo valor, recalculando posteriormente los puntos.

La elección entre un sistema y otro dependerá del tipo de trabajo y su tamaño. Generalmente el primer método es más adecuado para levantamientos muy extensos, mientras que el segundo suele servir para los pequeños.

Otra posibilidad que puede dar un resultado más fiable y fácil de justificar es realizar una transformación de Helmert o similar. En todos los casos la experiencia y el criterio profesional son fundamentales en ambos casos.

El comando complementario es Conversión UTM a Planas.

Conversión UTM a Planas

Esta opción realiza la operación inversa a Conversión Planas a UTM, es decir, convierte de coordenadas UTM a planas, asignando la unidad a la escala de cada estación y recalculando todos los puntos.

Puede saberse si el levantamiento está actualmente en coordenadas planas o UTM consultando en el diálogo de cálculo de estaciones si la casilla **UTM** está o no activada.

Conversión UTM a Geográficas

Este comando nos presenta las coordenadas de las estaciones, que deben estar proyectadas, a geográficas, indicando la longitud, y latitud de cada una en formato pseudo-decimal, e indicando igualmente la escala y convergencia de meridianos de cada una. El formato pseudo-decimal quiere decir que los ángulos se expresan como un número real con la parte entera representando los grados, los dos primeros decimales los minutos, los decimales tres y cuatro los segundos, y el resto la parte fraccionaria de segundo.

Nombre	Coord.X	Coord.Y	Longitud	Latitud	Escala	Conv.
1	433267.340	4467988.089	-3.47092677	40.21320028	0.99965482	0.565502
2	434582.786	4467919.766	-3.46135132	40.21334054	0.99965268	0.554361
3	435647.578	4467659.704	-3.45282782	40.21252697	0.99965098	0.545294
4	437606.826	4468260.342	-3.44054322	40.21452847	0.99964792	0.528795
5	434067.365	4466754.889	-3.46349304	40.20554819	0.99965351	0.558522
6	436751.945	4467030.870	-3.44412370	40.21051804	0.99964924	0.535830
7	432641.639	4466162.351	-3.47351374	40.20358557	0.99965585	0.570490
8	434939.686	4466252.483	-3.45577709	40.20394352	0.99965210	0.551045
9	437129.491	4465599.582	-3.44247257	40.20188656	0.99964866	0.532389
10	438692.663	4465852.662	-3.43185642	40.20274918	0.99964627	0.519196
11	430786.481	4464514.035	-3.48531220	40.19418541	0.99965897	0.585893
12	431863.931	4464827.560	-3.48075866	40.19523408	0.99965715	0.576831
13	433478.606	4464323.315	-3.46589743	40.19364568	0.99965447	0.563073
14	435060.194	4464699.997	-3.45520950	40.19491211	0.99965191	0.549753
15	436825.750	4464414.772	-3.44371767	40.19403588	0.99964913	0.534760
16	432280.519	4463709.076	-3.47495066	40.19161901	0.99965645	0.573101
17	434773.046	4463804.441	-3.46039339	40.19199971	0.99965237	0.552026
18	431473.643	4461873.912	-3.48223855	40.18164382	0.99965780	0.579590
19	432938.841	4461337.931	-3.47207186	40.17594840	0.99965536	0.567102
20	43435.057	4461908.751	-3.46133192	40.18184842	0.99965275	0.553706
21	435798.459	4462076.474	-3.45198195	40.18242442	0.99965074	0.543042
22	435148.911	4464582.908	-3.45482927	40.19453487	0.99965177	0.548981

El botón **Exportar** nos permite grabar este resultado en un fichero ASCII con extensión .GEO. Por otra parte, pulsando **Imprimir** se obtiene un listado con toda la información.

LISTADO EN COORDENADAS GEOGRAFICAS

Nom	Coord.X	Coord.Y	Longitud	Latitud	Escala	Conv.
1	433267.340	4467888.089	-3.47092	40.21320028	0.99965482	0.565502
2	434582.786	4467919.766	-3.46135	40.21334054	0.99965268	0.554361
3	435647.578	4467659.704	-3.45282	40.21252697	0.99965098	0.545294
4	437606.826	4468260.342	-3.44054	40.21452847	0.99964792	0.528795
5	434067.365	4466754.889	-3.46349	40.20554819	0.99965351	0.558522
6	436751.945	4467030.870	-3.44412	40.21051804	0.99964924	0.535830
7	432641.639	4466162.351	-3.47351	40.20358557	0.99965585	0.570490
8	434939.686	4466252.483	-3.45577	40.20394352	0.99965210	0.551045
9	437129.491	4465599.582	-3.44247	40.20188656	0.99964866	0.532389
10	438692.663	4465852.662	-3.43185	40.20274918	0.99964627	0.519196
11	430786.481	4464514.035	-3.48531	40.19418541	0.99965897	0.585893
12	431863.931	4464827.560	-3.48075	40.19523408	0.99965715	0.576831
13	433478.606	4464323.315	-3.46589	40.19364568	0.99965447	0.563073
14	435060.194	4464699.997	-3.45520	40.19491211	0.99965191	0.549753
15	436825.750	4464414.772	-3.44371	40.19403588	0.99964913	0.534760

Conversión Geográficas a UTM

Este comando realiza el proceso inverso a Conversión UTM a Geográficas, es decir, convierte coordenadas geográficas a UTM. Esta opción tiene dos modos: **Individual** y por **Fichero**. Para el primer caso el programa solicita para cada estación su **Nombre**, **Longitud** y **Latitud** en pseudo-decimal, **Cota** y **Código**, y halla sus coordenadas UTM, asignándolas automáticamente. Para el segundo modo partimos de un fichero de bases con coordenadas geográficas (extensión .GEO), convirtiéndolas todas a UTM, siempre con el elipsoide y huso especificado en los datos del levantamiento.

Transformación de Helmert

Esta utilidad permite realizar un cambio de sistema de coordenadas mediante una lista de coordenadas origen y destino. El programa determina los coeficientes de la ecuación lineal de transformación A y B, los desplazamientos X e Y, y la escala y ángulo aplicado, mediante un ajuste por mínimos cuadrados. Son necesarios al menos dos pares de puntos.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

$$x' = a \cdot x + b \cdot y + c$$

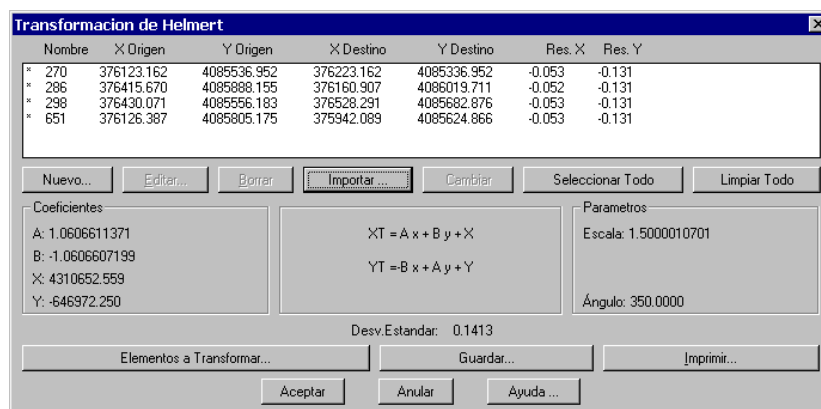
$$y' = -b \cdot x + a \cdot y + d$$

donde:

x', y' = Coordenadas X,Y transformadas

x, y = Coordenadas X,Y originales

a, b, c, d = Parámetros de la transformación



Para cada estación son necesarias su nombre, coordenadas originales y coordenadas destino. El programa también informa de los residuos una vez realizada la conversión. Pueden editarse los datos de cada estación haciendo doble clic en la lista o bien pulsando el botón **Editar**, que nos permite modificar su información asociada.

Por último, presionando **Imprimir** se genera un informe con todos los datos de entrada y resultados, con el siguiente formato:

TRANSFORMACION DE HELMERT

Estación	X.Origen	Y.Origen	X.Destino	Y.Destino	Res.X	Res.Y
270	376123.162	4085536.952	376223.162	4085336.952	-0.05	-0.13
286	376415.670	4085888.155	376160.907	4086019.711	-0.05	-0.13
298	376430.071	4085556.183	376528.291	4085682.876	-0.05	-0.13
651	376126.387	4085805.175	375942.089	4085624.866	-0.05	-0.13

RESULTADOS

$$XT = A x + B y + X$$

$$YT = -B x + A y + Y$$

Coeficientes A: 1.0606611371 B: -1.0606607199

Desplazamientos X: 4310652.559 Y: -646972.250

Transformación Tridimensional

Este último tipo de transformación es parecida a la transformación afín, es decir, se aplican escalas diferentes en X e Y, pero además se considera un desplazamiento en Z. Su funcionamiento es muy similar al descrito en los casos anteriores, salvo que todas las bases se procesan en tres dimensiones. Son necesarias como mínimo cuatro parejas de coordenadas.

Las fórmulas empleadas son las siguientes:

$$x' = a \cdot x + b \cdot y + c$$

$$y' = d \cdot x + e \cdot y + f$$

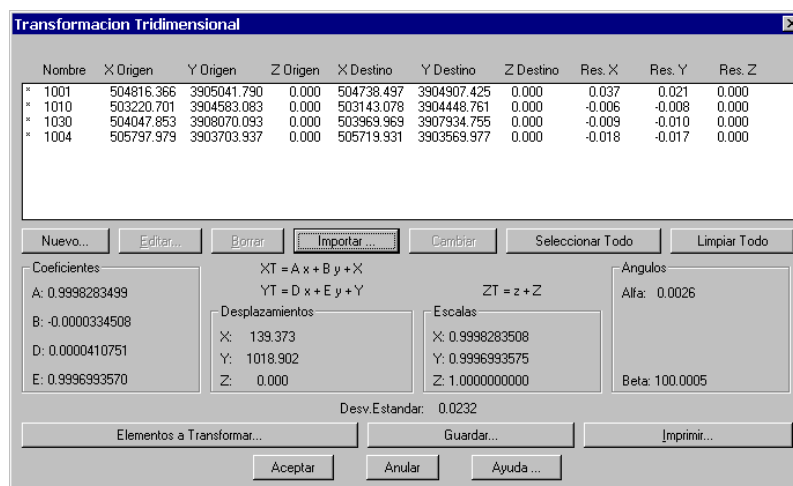
$$z' = z + g$$

donde:

x', y', z' = Coordenadas X,Y,Z transformadas

x, y, z = Coordenadas X,Y,Z originales

a, b, c, d, e, f, g = Parámetros de la transformación



TRANSFORMACION TRIDIMENSIONAL

Estación	X.Origen	Y.Origen	Z.Origen	X.Destino	Y.Destino	Z.Destino
1001	504816.366	3905041.790	0.000	504738.497	3904907.425	0.000
1010	503220.701	3904583.083	0.000	503143.078	3904448.761	0.000
1030	504047.853	3908070.093	0.000	503969.969	3907934.755	0.000
1004	505797.979	3903703.937	0.000	505719.931	3903569.977	0.000

Estación	Res.X	Res.Y	Res.Z
1001	0.037	0.021	0.000
1010	-0.006	-0.008	0.000
1030	-0.009	-0.010	0.000
1004	-0.018	-0.017	0.000

RESULTADOS

$$XT = A x + B y + X$$

$$YT = D x + E y + Y$$

Coeficientes A: 0.9998283499 B: -0.0000334508
D: 0.0000410751 E: 0.9996993570

Desplazamientos X: 139.373 Y: 1018.902 Z: 0.000

Escalas X: 0.9998283508 Y: 0.9996993575 Z: 0.0000000000

Ángulos Alfa: 0.0026 Beta: 100.0005

Desviación Estándar: 0.0232

Transformación de Siete Parámetros

Esta transformación también es conocida como la transformación tridimensional conforme. Transfiere puntos de un sistema tridimensional de coordenadas a otro. Se aplica en el proceso de reducir datos de levantamientos con GPS, y también en fotogrametría. La transformación implica siete parámetros: tres rotaciones, tres traslaciones y un factor de escala. La matriz de rotación se construye mediante tres giros consecutivos alrededor de los ejes X,Y,Z.

Es necesario disponer de al menos tres parejas de puntos origen y destino en X,Y,Z.

Las fórmulas aplicadas son:

$$x' = S(m_{11} \cdot x + m_{12} \cdot y + m_{13} \cdot z) + T_x$$

$$y' = S(m_{21} \cdot x + m_{22} \cdot y + m_{23} \cdot z) + T_y$$

$$z' = S(m_{31} \cdot x + m_{32} \cdot y + m_{33} \cdot z) + T_z$$

donde:

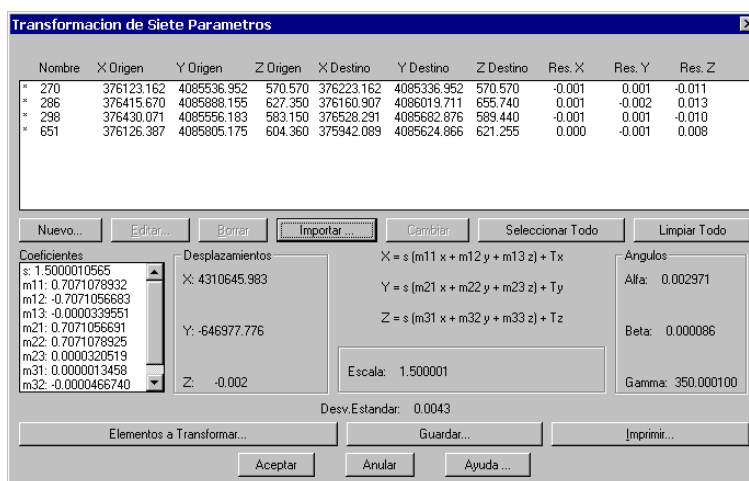
x', y', z' = Coordenadas X,Y,Z transformadas

x, y, z = Coordenadas X,Y,Z originales

S = Escala

T_x, T_y, T_z = Desplazamiento en X,Y,Z

$m_{11}...m_{33}$ = Coeficientes de la matriz de rotación



TRANSFORMACION SIETE PARAMETROS

Estación	X.Origen	Y.Origen	Z.Origen	X.Destino	Y.Destino	Z.Destino
270	376123.162	4085536.952	570.570	376223.162	4085336.952	570.570
286	376415.670	4085888.155	627.350	376160.907	4086019.711	655.740
298	376430.071	4085556.183	583.150	376528.291	4085682.876	589.440
651	376126.387	4085805.175	604.360	375942.089	4085624.866	621.255

Estación	Res.X	Res.Y	Res.Z
270	-0.001	0.001	-0.011
286	0.001	-0.002	0.013
298	-0.001	0.001	-0.010
651	0.000	-0.001	0.008

RESULTADOS

$$X = s (m_{11} x + m_{12} y + m_{13} z) + t_x$$

$$Y = s (m_{21} x + m_{22} y + m_{23} z) + t_y$$

$$Z = s (m_{31} x + m_{32} y + m_{33} z) + t_z$$

PARAMETROS

S 1.5000010565
 m11 0.7071078932
 m12 -0.7071056683
 m13 -0.0000339551
 m21 0.7071056691
 m22 0.7071078925
 m23 0.0000320519
 m31 0.0000013458
 m32 -0.0000466740
 m33 0.9999999989
 tx 4310645.9834205545
 ty -646977.7760296887
 tz -0.0015572844

Escala S: 1.5000010565

Desplazamientos X: 4310645.983 Y: -646977.776 Z: -0.002

Angulos Alfa: 0.0030 Beta: 0.0001 Gamma: -49.9999

Desviación Estándar: 0.0043

Transformación de Ocho Parámetros

Esta transformación también es conocida como la transformación bidimensional proyectiva. Es apropiado usarla cuando un sistema bidimensional se proyecta sobre otro sistema no paralelo. Esta transformación se usa con frecuencia en fotogrametría. Es necesario disponer de un mínimo de cuatro parejas de puntos origen y destino.

Lás fórmulas empleadas son las siguientes:

$$x' = \frac{a_1 \cdot x + b_1 \cdot y + c_1}{a_3 \cdot x + b_3 \cdot y + 1}$$

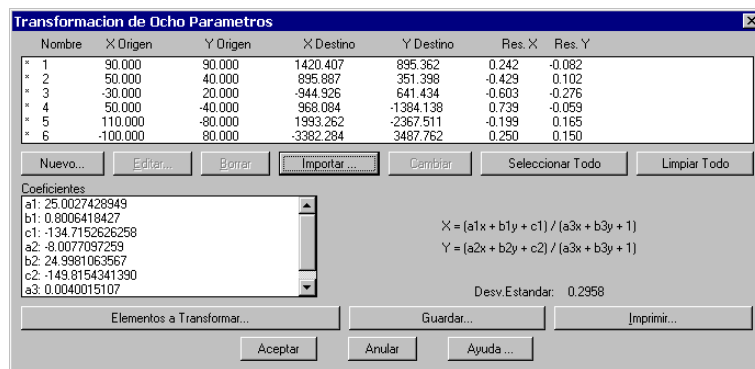
$$y' = \frac{a_2 \cdot x + b_2 \cdot y + c_2}{a_3 \cdot x + b_3 \cdot y + 1}$$

donde:

x', y' = Coordenadas X,Y transformadas

x, y = Coordenadas X,Y originales

$a1...b3$ = Parámetros de la transformación



TRANSFORMACION OCHO PARAMETROS

Estación	X.Origen	Y.Origen	X.Destino	Y.Destino	Res.X	Res.Y
1	90.000	90.000	1420.407	895.362	0.242	-0.082
2	50.000	40.000	895.887	351.398	-0.429	0.102
3	-30.000	20.000	-944.926	641.434	-0.603	-0.276
4	50.000	-40.000	968.084	-1384.138	0.739	-0.059
5	110.000	-80.000	1993.262	-2367.511	-0.199	0.165
6	-100.000	80.000	-3382.284	3487.762	0.250	0.150

RESULTADOS

$$XT = \frac{a1 x + b1 y + c1}{a3 x + b3 y + 1} \quad YT = \frac{a2 x + b2 y + c2}{a3 x + b3 y + 1}$$

PARAMETROS

a1 25.0027428949
b1 0.8006418427
c1 -134.7152626258
a2 -8.0077097259
b2 24.9981063567
c2 -149.8154341390
a3 0.0040015107
b3 0.0020026723

Desviación Estándar: 0.2958

Aplicar Transformación

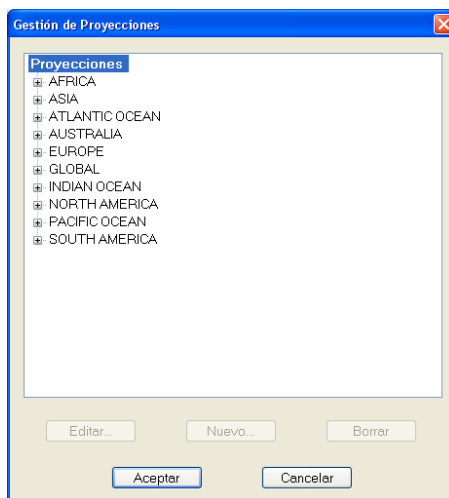
Este comando permite emplear una transformación grabada con alguno de los métodos de transformación de la aplicación. El programa solicita un fichero con extensión .TRF, y a continuación muestra el diálogo de la transformación correspondiente.

En éste deben señalarse si se van a transformar los *Puntos* o las *Estaciones* del dibujo. En el primer caso se solicita una selección de puntos, por si desea filtrarse solamente a un subconjunto de ellos.

Geodesia

Proyecciones

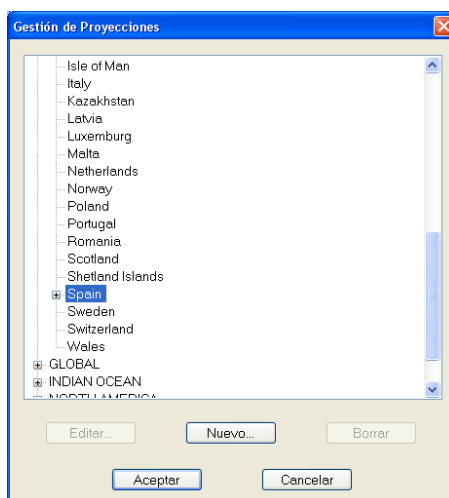
Permite editar un sistema de proyección así como crear uno nuevo o borrar uno existente.



Están organizados por continentes y países, incluyendo además las islas y archipiélagos de los océanos Atlántico, Pacífico e Indico.

Para editar o borrar una proyección existente, se debe seleccionar el nombre de la lista y pulsar **Editar** o **Borrar**.

Para crear una nueva, se debe seleccionar el nombre del país (o subgrupo) y pulsar **Nuevo**. De esta forma, el sistema de proyección creado pasa a formar parte de ese grupo (continente - país).



Las proyecciones soportadas son: Transverse Mercator, Universal Transverse Mercator (UTM) y Lambert Conformal Conic (2 parallel).

Independientemente del tipo de proyección que se desee crear, se solicitan los siguientes datos:



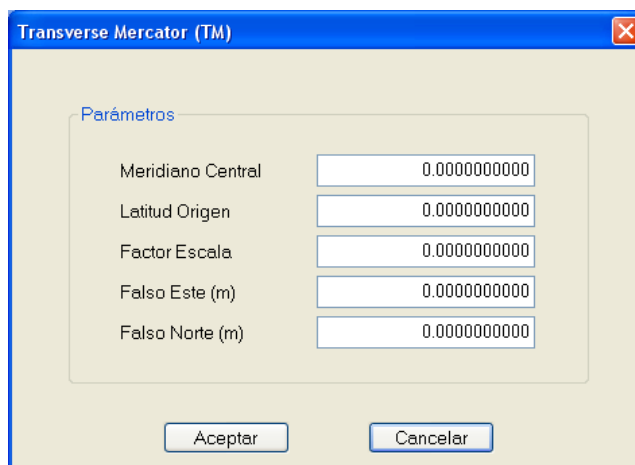
Nombre de la proyección. Puede contener hasta 64 caracteres incluyendo espacios en blanco.

Tipo. Transverse Mercator, UTM o Lambert Conformal Conic (2 parallel).

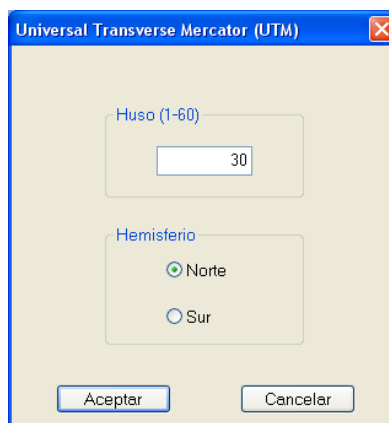
Datum : Código que identifica la transformación de datum a realizar. Se debe seleccionar de la lista de datums existentes a través del botón ...

Además de estos, pulsando el botón **Parámetros**, se solicitan los datos dependientes del tipo de proyección elegido.

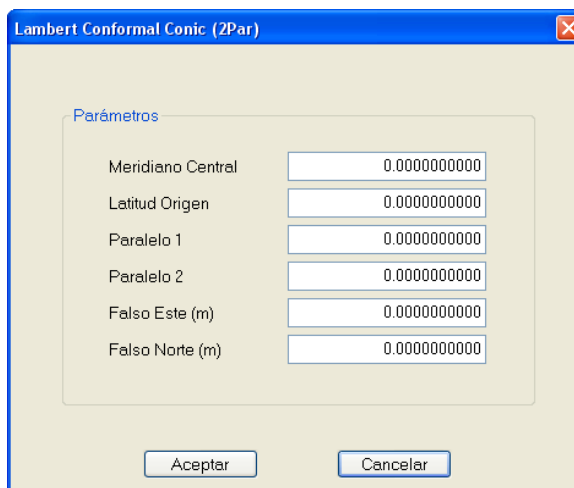
Transverse Mercator



Universal Transverse Mercator (UTM)



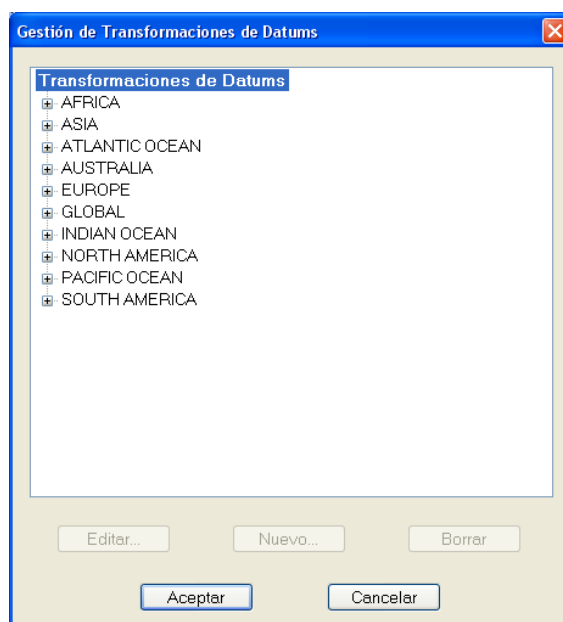
Lambert Conformal Conic (2 paralelos)



Parámetro	Valor
Meridiano Central	0.0000000000
Latitud Origen	0.0000000000
Paralelo 1	0.0000000000
Paralelo 2	0.0000000000
Falso Este (m)	0.0000000000
Falso Norte (m)	0.0000000000

Transformaciones de Datums

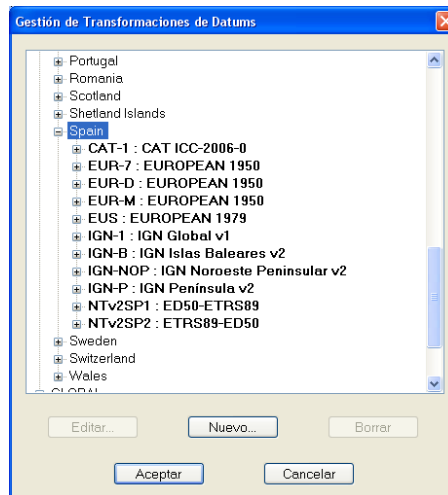
Permite editar, borrar y crear nuevas transformaciones de datums basadas en parámetros o con ficheros de rejilla con formato NTV2.



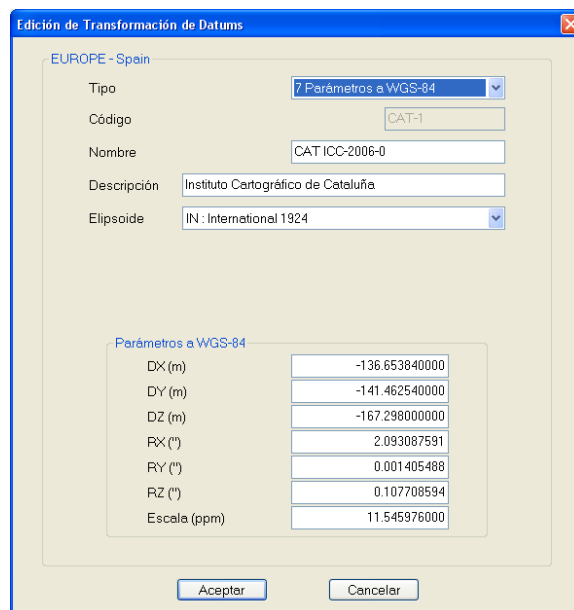
Al igual que los sistemas de proyección, están organizadas por los mismos grupos de continentes y países.

Para editar o borrar una transformación de datums existente, se debe seleccionar el nombre de la lista y pulsar **Editar** o **Borrar**.

Para crear una nueva, se debe seleccionar el nombre del país (o subgrupo) y pulsar **Nuevo**. De esta forma, la transformación de datums creada pasa a formar parte de ese grupo (continente - país).



Los datos que se solicitan son los siguientes:



Tipo. Permite seleccionar entre transformación de datums por parámetros a WGS-84, con 3 o 7, y tipo rejilla con formato NTV2.

Código de hasta 8 caracteres sin espacios en blanco.

Nombre de la transformación de datums. Puede contener hasta 64 caracteres incluyendo espacios en blanco.

Descripción. Al igual que el nombre puede contener hasta 64 caracteres con espacios en blanco.

Consultar la relación de transformaciones de datums incorporadas con la aplicación más adelante en este documento.

Dependiendo del tipo seleccionado, los siguientes datos que se deben introducir son:

3 Parámetros a WGS-84

EUROPE - Spain

Tipo: 3 Parámetros a WGS-84

Código:

Nombre:

Descripción:

Elipsoide: AA: Airy 1830

Parámetros a WGS-84

DX (m)	0.000000000
DY (m)	0.000000000
DZ (m)	0.000000000
RX (")	0.000000000
RY (")	0.000000000
RZ (")	0.000000000
Escala (ppm)	0.000000000

Aceptar Cancelar

Elipsoide. Muestra una lista desplegable con los códigos y nombres de los elipsoides del módulo de geodesia.

Desplazamientos X, Y, Z (***DX, DY, DZ***) respecto al datum WGS-84, en metros.

7 Parámetros a WGS-84

EUROPE - Spain

Tipo: 7 Parámetros a WGS-84

Código:

Nombre:

Descripción:

Elipsoide: RF: GRS 1980

Parámetros a WGS-84

DX (m)	0.000000000
DY (m)	0.000000000
DZ (m)	0.000000000
RX (")	0.000000000
RY (")	0.000000000
RZ (")	0.000000000
Escala (ppm)	0.000000000

Aceptar Cancelar

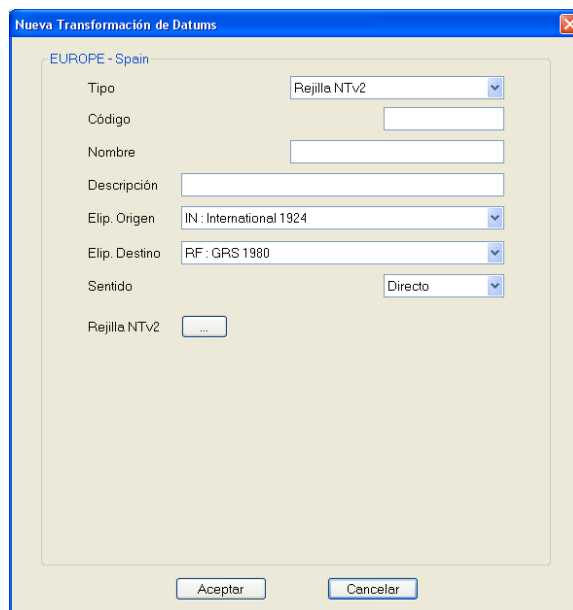
Elipsoide. Muestra una lista desplegable con los códigos y nombres de los elipsoides del módulo de geodesia.

Desplazamientos X, Y, Z (***DX, DY, DZ***) respecto al datum WGS-84, en metros.

Rotaciones X, Y, Z (***RX, RY, RZ***) con respecto al datum WGS-84, en segundos decimales.

Factor de ***Escala*** en partes por millón (ppm).

Rejilla NTv2



Elipsoide Origen y Elipsoide Destino. Elipsoides que utiliza la transformación de datum.

Sentido. Permite seleccionar entre ***Directo*** e ***Inverso*** e indica si la transformación se hace del elipsoide origen al destino o viceversa.

Rejilla NTv2. Fichero de rejilla con formato NTv2 que incluye la transformación de datum.

Elipsoides

Permite editar, borrar y crear nuevos elipsoides.

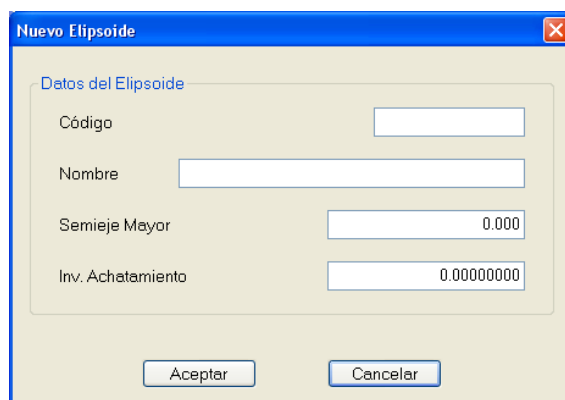
Están ordenados alfabéticamente por su código.



Para editar o borrar un elipsoide existente, se debe seleccionar el nombre de la lista y pulsar ***Editar*** o ***Borrar***.

Para crear uno nuevo, se debe seleccionar la etiqueta ***Elipsoides*** de la lista y pulsar ***Nuevo***

Los datos que se solicitan son los siguientes:



The dialog box titled "Nuevo Elipsoide" has a section "Datos del Elipsoide" with the following fields:

Field	Value
Código	
Nombre	
Semieje Mayor	0.000
Inv. Achatamiento	0.00000000

Buttons: Aceptar, Cancelar

Código único de 2 caracteres que identifica al elipsoide.

Nombre de hasta 64 caracteres incluyendo espacios en blanco.

Semieje Mayor. Valor del semieje mayor, en metros.

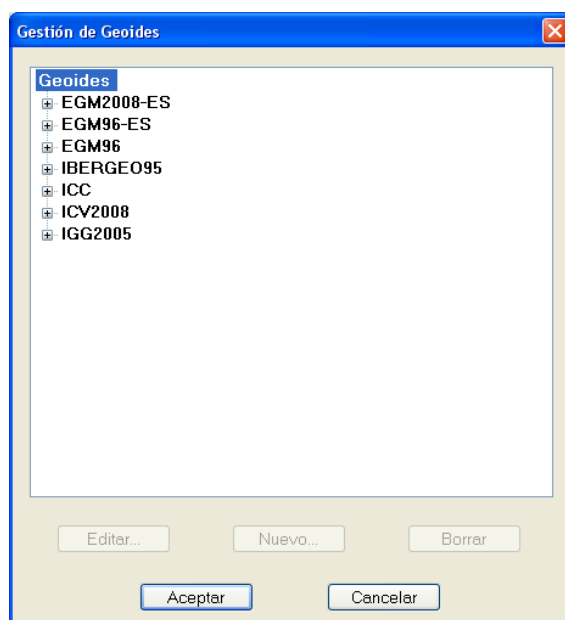
Inv. Achatamiento. Valor de la inversa del achatamiento.

Consultar la relación de elipsoides incorporados con la aplicación más adelante en este documento.

Geoides

Muestra un listado con los geoides del módulo de geodesia.

Sólo permite la opción de borrar un geoides. No se pueden crear ni editar.

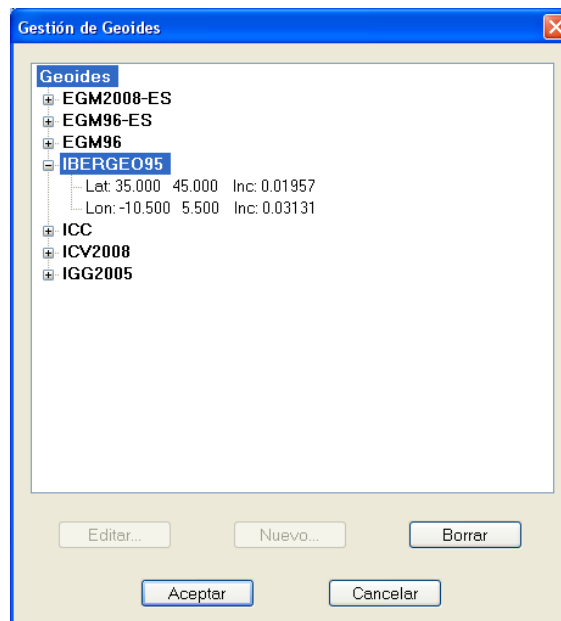


The dialog box titled "Gestión de Geoides" displays a list of geoids:

- EGM2008-ES
- EGM96-ES
- EGM96
- IBERGE095
- ICC
- ICV2008
- IGG2005

Buttons: Editar..., Nuevo..., Borrar, Aceptar, Cancelar

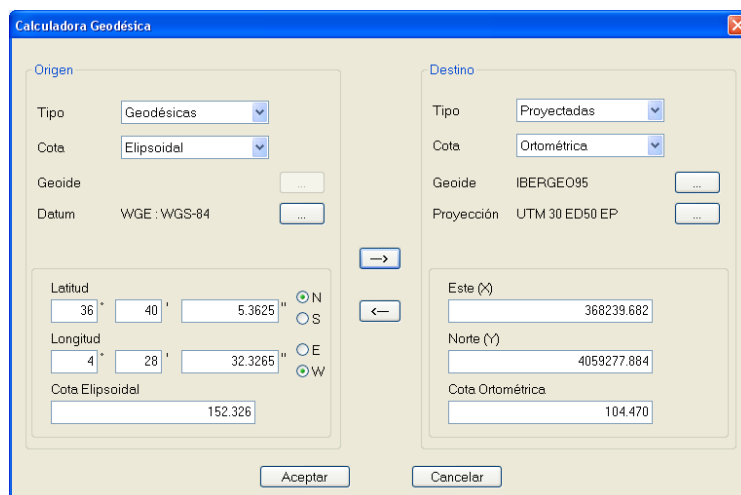
Para cada geoides se muestran los valores de los límites de latitud y longitud de la cuadrícula, así como los incrementos.



Consultar la relación de modelos de geoides incorporados con la aplicación más adelante en este documento.

Calculadora Geodésica

Permite la conversión de coordenadas con distintos formatos y entre diversos sistemas de proyección y transformaciones de datums.



Para convertir las coordenadas introducidas como **Origen** en el tipo seleccionado como **Destino** se debe pulsar el botón →. La conversión en sentido contrario se hace a través del botón ←.

Los tipos de coordenadas soportados son Geodésicas, Geocéntricas y Proyectadas, pudiéndose combinar entre ellos en los apartados **Origen** y **Destino**.

Para el cálculo de la cota se puede elegir entre **Elipsoidal** y **Ortométrica**, siendo necesario la elección de un geoides para éste último.

Pulsando el botón ... a la derecha de la etiqueta **Geoides** se muestra el listado de geoides disponibles en el programa.

En caso de seleccionar **Ortométrica** como tipo de cota origen y destino, el geoides debe ser el mismo.

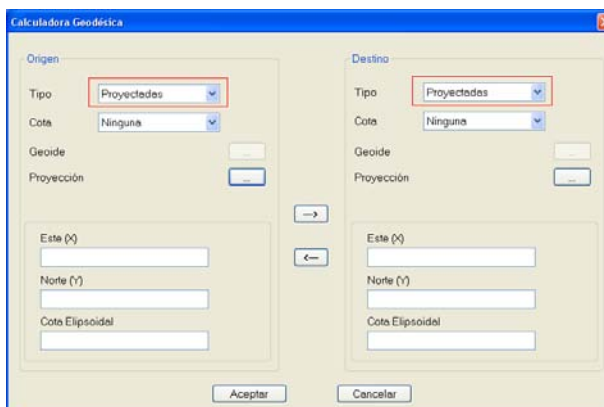
Dependiendo del tipo de coordenadas seleccionado, se solicitará una transformación de datums o un sistema de proyección. Éste último para coordenadas proyectadas, y el primero para coordenadas geodésicas y geocéntricas.

Para las transformaciones de datums basadas en rejillas NTV2 no se calcularán cotas de ningún tipo ni se permiten coordenadas geocéntricas. Además la transformación de datums origen y destino debe ser la misma incluso en el sentido.

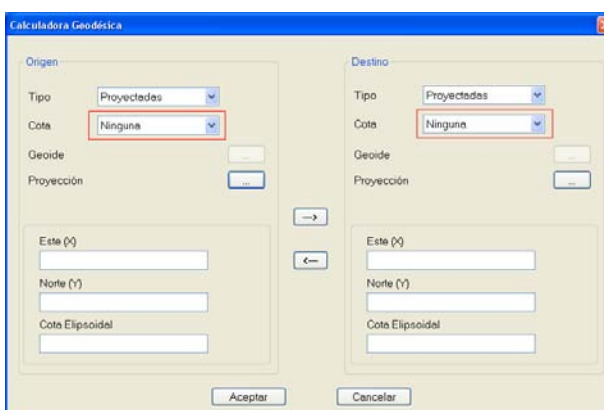
Conversión de coordenadas UTM ED50 a ETRS89


Los pasos a seguir para realizar este tipo de conversión son los siguientes:

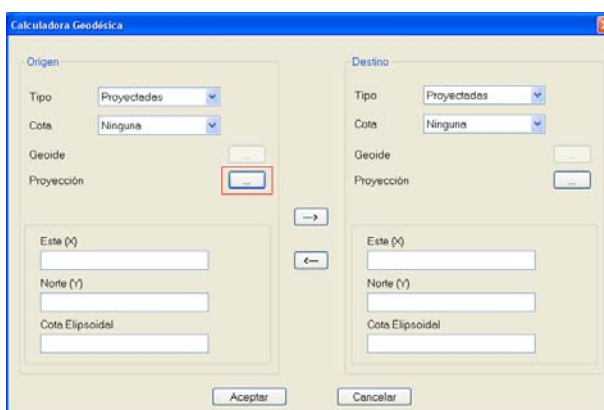
Seleccionar **Proyectadas** como *Tipo* de coordenadas *Origen* y *Destino*.



Seleccionar Ninguna como *Cota* *Origen* y *Destino*.

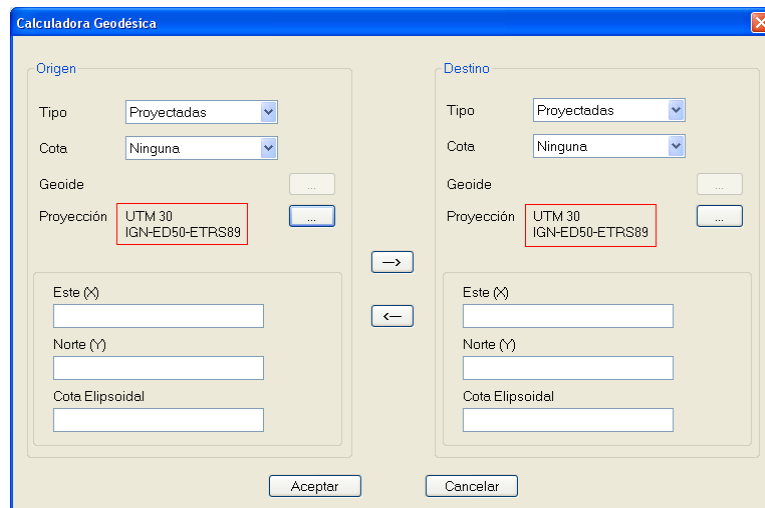
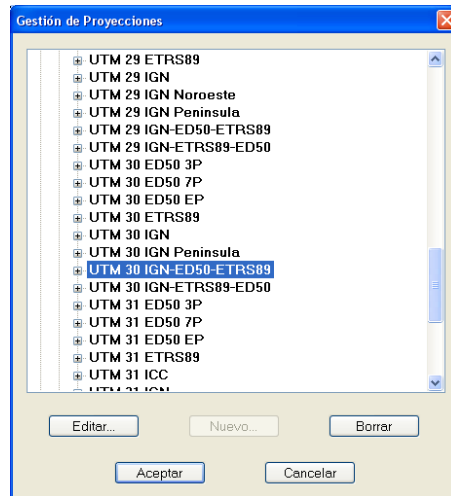


Pulsar el botón  a la derecha de la etiqueta **Proyección** del marco *Origen*. Se abrirá la ventana que muestra el listado de proyecciones disponibles.

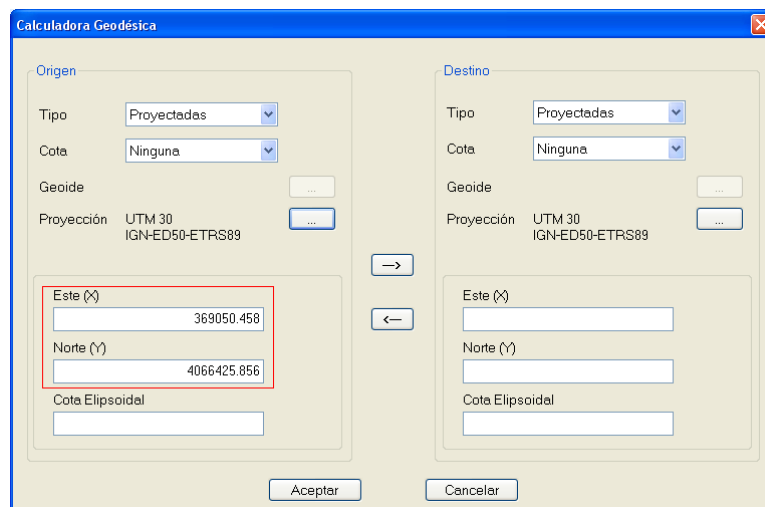



Seleccionar el sistema de proyección **UTM X IGN-ED50-ETRS89** o **UTM x IGN-ETRS89-ED50** dentro del grupo **Europe – Spain**. La **X** indica el huso, que puede ser 29, 30 ó 31.

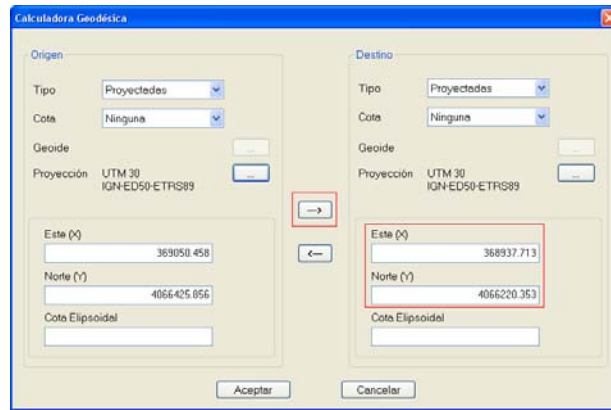
El primer sistema de proyección convierte de ED50 a ETRS89 y el segundo de ETRS89 a ED50.



Introducir las coordenadas X e Y en la casillas origen, *Este (X)* y *Norte(Y)*.



Pulsar el botón  para calcular las coordenadas UTM correspondientes al sistema de proyección seleccionado.

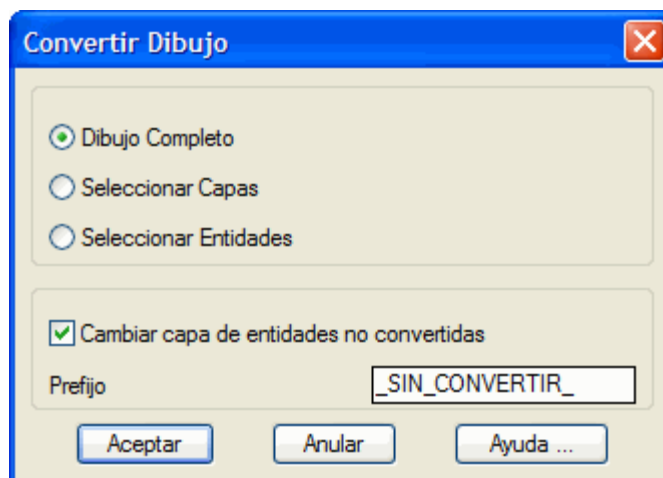


Convertir Dibujo

Este comando convierte el dibujo actual de un sistema de coordenadas a otro. Inicialmente aparece una ventana donde se puede seleccionar los sistemas de coordenadas origen y destino con los que se realiza la transformación.



A continuación se puede especificar si se quiere transformar la totalidad del dibujo, solo determinadas capas, o solo algunas entidades. Además, se puede activar la opción de que en caso de que el programa no pueda convertir alguna entidad, la cambie a otra capa identificada con un prefijo, para así poder distinguir claramente la parte del dibujo que no ha sufrido cambios.



Convertir Fichero

Este comando convierte un fichero de coordenadas de un sistema de coordenadas a otro . En primer lugar hay que designar los sistemas de coordenadas origen y destino, como en el comando Convertir Dibujo. Después se seleccionan el fichero con las coordenadas a convertir, y el fichero destino que almacenara las coordenadas convertidas. Se pueden convertir ficheros de Puntos (en formato NXYZ) o de Bases.

Tabla de Elipsoides

Cód.	S. Mayor	Inv. Achat.	Nombre
AA	6377563,396	299,324964600	Airy 1830
AM	6377340,189	299,324964600	Modified Airy
AN	6378160,000	298,250000000	Australian National
BN	6377483,865	299,152812800	Bessel 1841 (Namibia)
BR	6377397,155	299,152812800	Bessel 1841 (Ethiopia, Indonesia, Japan, Korea)
CC	6378206,400	294,978698200	Clarke 1866
CD	6378249,145	293,465000000	Clarke 1880
CL	6378249,200	293,466021000	Clarke 1880 (IGN)
EA	6377276,345	300,801700000	Everest (India 1830)
EB	6377298,556	300,801700000	Everest (Brunei and E. Malaysia)
EC	6377301,243	300,801700000	Everest (India 1956)
ED	6377295,664	300,801700000	Everest (W. Malaysia 1969)
EE	6377304,063	300,801700000	Everest (W. Malaysia and Singapore 1948)
EF	6377309,613	300,801700000	Everest (Pakistan)
FA	6378155,000	298,300000000	Modified Fischer 1960
HE	6378200,000	298,300000000	Helmert 1906
HO	6378270,000	297,000000000	Hough 1960
ID	6378160,000	298,247000000	Indonesian 1974
IN	6378388,000	297,000000000	International 1924
KA	6378245,000	298,300000000	Krassovsky 1940
RF	6378137,000	298,257222101	GRS 1980
SA	6378160,000	298,250000000	South American 1969
WD	6378135,000	298,260000000	WGS 1972
WE	6378137,000	298,257223560	WGS 1984

Tabla de Transformaciones de Datums a WGS-84 de 3 Parámetros

Continente	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
AFRICA	Ethiopia	ADINDAN	ADI-M	CD	-166	-15	204	Ethiopia (Mean Solution)
AFRICA	Sudan	ADINDAN	ADI-M	CD	-166	-15	204	Sudan (Mean Solution)
AFRICA	Burkina Faso	ADINDAN	ADI-E	CD	-118	-14	218	Burkina Faso
AFRICA	Cameroon	ADINDAN	ADI-F	CD	-134	-2	210	Cameroon
AFRICA	Ethiopia	ADINDAN	ADI-A	CD	-165	-11	206	Ethiopia
AFRICA	Mali	ADINDAN	ADI-C	CD	-123	-20	220	Mali
AFRICA	Senegal	ADINDAN	ADI-D	CD	-128	-18	224	Senegal
AFRICA	Sudan	ADINDAN	ADI-B	CD	-161	-14	205	Sudan
AFRICA	Somalia	AFGOOYE	AFG	KA	-43	-163	45	Somalia
AFRICA	Botswana	ARC 1950	ARF-M	CD	-143	-90	-294	Botswana (Mean Solution)
AFRICA	Lesotho	ARC 1950	ARF-M	CD	-143	-90	-294	Lesotho (Mean Solution)
AFRICA	Malawi	ARC 1950	ARF-M	CD	-143	-90	-294	Malawi (Mean Solution)
AFRICA	Swaziland	ARC 1950	ARF-M	CD	-143	-90	-294	Swaziland (Mean Solution)
AFRICA	Zaire	ARC 1950	ARF-M	CD	-143	-90	-294	Zaire (Mean Solution)
AFRICA	Zambia	ARC 1950	ARF-M	CD	-143	-90	-294	Zambia (Mean Solution)
AFRICA	Zimbabwe	ARC 1950	ARF-M	CD	-143	-90	-294	Zimbabwe (Mean Solution)
AFRICA	Botswana	ARC 1950	ARF-A	CD	-138	-105	-289	Botswana
AFRICA	Burundi	ARC 1950	ARF-H	CD	-153	-5	-292	Burundi
AFRICA	Lesotho	ARC 1950	ARF-B	CD	-125	-108	-295	Lesotho

Continente	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
AFRICA	Malawi	ARC 1950	ARF-C	CD	-161	-73	-317	Malawi
AFRICA	Swaziland	ARC 1950	ARF-D	CD	-134	-105	-295	Swaziland
AFRICA	Zaire	ARC 1950	ARF-E	CD	-169	-19	-278	Zaire
AFRICA	Zambia	ARC 1950	ARF-F	CD	-147	-74	-283	Zambia
AFRICA	Zimbabwe	ARC 1950	ARF-G	CD	-142	-96	-293	Zimbabwe
AFRICA	Kenya	ARC 1960	ARS-M	CD	-160	-6	-302	Kenya (Mean Solution)
AFRICA	Tanzania	ARC 1960	ARS-M	CD	-160	-6	-302	Tanzania (Mean Solution)
AFRICA	Kenya	ARC 1960	ARS-A	CD	-157	-2	-299	Kenya
AFRICA	Tanzania	ARC 1960	ARS-B	CD	-175	-23	-303	Tanzania
AFRICA	Djibouti	AYABELLE LIGHTHOUSE	PHA	CD	-79	-129	145	Djibouti
AFRICA	Guinea-Bissau	BISSAU	BID	IN	-173	253	27	Guinea-Bissau
AFRICA	South Africa	CAPE	CAP	CD	-136	-108	-292	South Africa
AFRICA	Tunisia	CARTHAGE	CGE	CD	-263	6	431	Tunisia
AFRICA	Guinea	DABOLA	DAL	CD	-83	37	124	Guinea
AFRICA	Egypt	EUROPEAN 1950	EUR-F	IN	-130	-117	-151	Egypt
AFRICA	Tunisia	EUROPEAN 1950	EUR-T	IN	-112	-77	-145	Tunisia
AFRICA	Ghana	LEIGON	LEH	CD	-130	29	364	Ghana
AFRICA	Liberia	LIBERIA 1964	LIB	CD	-90	40	88	Liberia
AFRICA	Eritrea	MASSAWA	MAS	BR	639	405	60	Eritrea (Ethiopia)
AFRICA	Morocco	MERCHICH	MER	CD	31	146	47	Morocco
AFRICA	Cameroon	MINNA	MIN-A	CD	-81	-84	115	Cameroon
AFRICA	Nigeria	MINNA	MIN-B	CD	-92	-93	122	Nigeria
AFRICA	Gabon	M'PORALOKO	MPO	CD	-74	-130	42	Gabon
AFRICA	Algeria	NORTH SAHARA 1959	NSD	CD	-186	-93	310	Algeria
AFRICA	Egypt	OLD EGYPTIAN 1907	OEG	HE	-130	110	-13	Egypt
AFRICA	Burkina Faso	POINT 58	PTB	CD	-106	-129	165	Burkina Faso (Mean Solution)
AFRICA	Niger	POINT 58	PTB	CD	-106	-129	165	Niger (Mean Solution)
AFRICA	Congo	POINT NOIRE 1948	PTN	CD	-148	51	-291	Congo
AFRICA	Namibia	SCHWARZECK	SCK	BN	616	97	-251	Namibia
AFRICA	Sierra Leone	SIERRA LEONE 1960	SRL	CD	-88	4	101	Sierra Leone
AFRICA	Algeria	VOIROL 1960	VOR	CD	-123	-206	219	Algeria
ASIA	Bahrain Island	AIN EL ABD 1970	AIN-A	IN	-150	-250	-1	Bahrain Island
ASIA	Saudi Arabia	AIN EL ABD 1970	AIN-B	IN	-143	-236	7	Saudi Arabia
ASIA	Sumatra	DJAKARTA (BATAVIA)	BAT	BR	-377	681	-50	Sumatra (Indonesia)
ASIA	Iran	EUROPEAN 1950	EUR-H	IN	-117	-132	-164	Iran
ASIA	Hong Kong	HONG KONG 1963	HKD	IN	-156	-271	-189	Hong Kong
ASIA	Taiwan	HU-TZU-SHAN	HTN	IN	-637	-549	-203	Taiwan
ASIA	Bangladesh	INDIAN	IND-B	EA	282	726	254	Bangladesh
ASIA	India	INDIAN	IND-I	EC	295	736	257	India and Nepal
ASIA	Nepal	INDIAN	IND-I	EC	295	736	257	India and Nepal
ASIA	Thailand	INDIAN 1954	INF-A	EA	217	823	299	Thailand
ASIA	Vietnam	INDIAN 1960	ING-A	EA	198	881	317	Vietnam (near 16°N)
ASIA	Con Son Island	INDIAN 1960	ING-B	EA	182	915	344	Con Son Island (Vietnam)
ASIA	Thailand	INDIAN 1975	INH-A	EA	209	818	290	Thailand
ASIA	Thailand	INDIAN 1975	INH-A1	EA	210	814	289	Thailand
ASIA	Indonesia	INDONESIAN 1974	IDN	ID	-24	-15	5	Indonesia
ASIA	Sri Lanka	KANDAWALA	KAN	EA	-97	787	86	Sri Lanka
ASIA	Malaysia	KERTAUI 1948	KEA	EE	-11	851	5	West Malaysia and Singapore
ASIA	Singapore	KERTAUI 1948	KEA	EE	-11	851	5	West Malaysia and Singapore
ASIA	South Korea	KOREAN GEODETIC SYSTEM 1995	KGS	WE	0	0	0	South Korea

Continento	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
ASIA	Masirah Island	NAHRWAN	NAH-A	CD	-247	-148	369	Masirah Island (Oman)
ASIA	United Arab Emirates	NAHRWAN	NAH-B	CD	-249	-156	381	United Arab Emirates
ASIA	Saudi Arabia	NAHRWAN	NAH-C	CD	-243	-192	477	Saudi Arabia
ASIA	Oman	OMAN	FAH	CD	-346	-1	224	Oman
ASIA	Qatar	QATAR NATIONAL	QAT	IN	-128	-283	22	Qatar
ASIA	Singapore	SOUTH ASIA	SOA	FA	7	-10	-26	Singapore
ASIA	Brunei	TIMBALAI 1948	TIL	EB	-679	669	-48	Brunei and East Malaysia (Sarawak and Sabah)
ASIA	Malaysia	TIMBALAI 1948	TIL	EB	-679	669	-48	Brunei and East Malaysia (Sarawak and Sabah)
ASIA	Japan	TOKYO	TOY-M	BR	-148	507	685	Japan (Mean Solution)
ASIA	Okinawa	TOKYO	TOY-M	BR	-148	507	685	Okinawa (Mean Solution)
ASIA	South Korea	TOKYO	TOY-M	BR	-148	507	685	South Korea (Mean Solution)
ASIA	Japan	TOKYO	TOY-A	BR	-148	507	685	Japan
ASIA	Okinawa	TOKYO	TOY-C	BR	-158	507	676	Okinawa
ASIA	South Korea	TOKYO	TOY-B	BR	-146	507	687	South Korea
ASIA	South Korea	TOKYO	TOY-B1	BR	-147	506	687	South Korea
AUSTRALIA	Australia	AUSTRALIAN GEODETIC 1966	AUA	AN	-133	-48	148	Australia and Tasmania
AUSTRALIA	Tasmania	AUSTRALIAN GEODETIC 1966	AUA	AN	-133	-48	148	Australia and Tasmania
AUSTRALIA	Australia	AUSTRALIAN GEODETIC 1984	AUG	AN	-134	-48	149	Australia and Tasmania
AUSTRALIA	Tasmania	AUSTRALIAN GEODETIC 1984	AUG	AN	-134	-48	149	Australia and Tasmania
EUROPE	Estonia	CO-ORDINATE SYSTEM 1937 OF ESTONIA	EST	BR	374	150	588	Estonia
EUROPE	Austria	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Austria (Mean Solution)
EUROPE	Belgium	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Belgium (Mean Solution)
EUROPE	Denmark	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Denmark (Mean Solution)
EUROPE	Finland	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Finland (Mean Solution)
EUROPE	France	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	France (Mean Solution)
EUROPE	Germany	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Germany (Mean Solution)
EUROPE	Gibraltar	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Gibraltar (Mean Solution)
EUROPE	Greece	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Greece (Mean Solution)
EUROPE	Italy	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Italy (Mean Solution)
EUROPE	Luxemburg	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Luxemburg (Mean Solution)
EUROPE	Netherlands	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Netherlands (Mean Solution)
EUROPE	Norway	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Norway (Mean Solution)
EUROPE	Portugal	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Portugal (Mean Solution)
EUROPE	Spain	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Spain (Mean Solution)
EUROPE	Sweden	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Sweden (Mean Solution)
EUROPE	Switzerland	EUROPEAN 1950	EUR-M	IN	-87	-98	-121	Switzerland (Mean Solution)
EUROPE	Austria	EUROPEAN 1950	EUR-A	IN	-87	-96	-120	Austria (Western Europe Solution)
EUROPE	Denmark	EUROPEAN 1950	EUR-A	IN	-87	-96	-120	Denmark (Western Europe Solution)
EUROPE	France	EUROPEAN 1950	EUR-A	IN	-87	-96	-120	France (Western Europe Solution)
EUROPE	Germany	EUROPEAN 1950	EUR-A	IN	-87	-96	-120	Germany (Western Europe Solution)
EUROPE	Netherlands	EUROPEAN 1950	EUR-A	IN	-87	-96	-120	Netherlands (Western Europe Solution)
EUROPE	Switzerland	EUROPEAN 1950	EUR-A	IN	-87	-96	-120	Switzerland (Western Europe Solution)
EUROPE	Cyprus	EUROPEAN 1950	EUR-E	IN	-104	-101	-140	Cyprus
EUROPE	Egypt	EUROPEAN 1950	EUR-F	IN	-130	-117	-151	Egypt
EUROPE	England	EUROPEAN 1950	EUR-G	IN	-86	-96	-120	England, Channel Islands, Scotland and Shetland Islands
EUROPE	Channel Islands	EUROPEAN 1950	EUR-G	IN	-86	-96	-120	England, Channel Islands, Scotland and Shetland Islands

Continente	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
EUROPE	Scotland	EUROPEAN 1950	EUR-G	IN	-86	-96	-120	England, Channel Islands, Scotland and Shetland Islands
EUROPE	Shetland Islands	EUROPEAN 1950	EUR-G	IN	-86	-96	-120	England, Channel Islands, Scotland and Shetland Islands
EUROPE	England	EUROPEAN 1950	EUR-K	IN	-86	-96	-120	England, Ireland, Scotland and Shetland Islands
EUROPE	Ireland	EUROPEAN 1950	EUR-K	IN	-86	-96	-120	England, Ireland, Scotland and Shetland Islands
EUROPE	Scotland	EUROPEAN 1950	EUR-K	IN	-86	-96	-120	England, Ireland, Scotland and Shetland Islands
EUROPE	Shetland Islands	EUROPEAN 1950	EUR-K	IN	-86	-96	-120	England, Ireland, Scotland and Shetland Islands
EUROPE	Greece	EUROPEAN 1950	EUR-B	IN	-84	-95	-130	Greece
EUROPE	Iran	EUROPEAN 1950	EUR-H	IN	-117	-132	-164	Iran
EUROPE	Italy	EUROPEAN 1950	EUR-I	IN	-97	-103	-120	Sardinia (Italy)
EUROPE	Italy	EUROPEAN 1950	EUR-J	IN	-97	-88	-135	Sicily (Italy)
EUROPE	Malta	EUROPEAN 1950	EUR-L	IN	-107	-88	-149	Malta
EUROPE	Norway	EUROPEAN 1950	EUR-C	IN	-87	-95	-120	Norway and Finland
EUROPE	Finland	EUROPEAN 1950	EUR-C	IN	-87	-95	-120	Norway and Finland
EUROPE	Portugal	EUROPEAN 1950	EUR-D	IN	-84	-107	-120	Portugal and Spain
EUROPE	Spain	EUROPEAN 1950	EUR-D	IN	-84	-107	-120	Portugal and Spain
EUROPE	Tunisia	EUROPEAN 1950	EUR-T	IN	-112	-77	-145	Tunisia
EUROPE	Austria	EUROPEAN 1979	EUS	IN	-86	-98	-119	Austria (Mean Solution)
EUROPE	Finland	EUROPEAN 1979	EUS	IN	-86	-98	-119	Finland (Mean Solution)
EUROPE	Netherlands	EUROPEAN 1979	EUS	IN	-86	-98	-119	Netherlands (Mean Solution)
EUROPE	Norway	EUROPEAN 1979	EUS	IN	-86	-98	-119	Norway (Mean Solution)
EUROPE	Spain	EUROPEAN 1979	EUS	IN	-86	-98	-119	Spain (Mean Solution)
EUROPE	Sweden	EUROPEAN 1979	EUS	IN	-86	-98	-119	Sweden (Mean Solution)
EUROPE	Switzerland	EUROPEAN 1979	EUS	IN	-86	-98	-119	Switzerland (Mean Solution)
EUROPE	Iceland	HJORSEY 1955	HJO	IN	-73	46	-86	Iceland
EUROPE	Ireland	IRELAND 1965	IRL	AM	506	-122	611	Ireland
EUROPE	England	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-M	AA	375	-111	431	England (Mean Solution)
EUROPE	Isle of Man	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-M	AA	375	-111	431	Isle of Man (Mean Solution)
EUROPE	Scotland	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-M	AA	375	-111	431	Scotland (Mean Solution)
EUROPE	Shetland Islands	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-M	AA	375	-111	431	Shetland Islands (Mean Solution)
EUROPE	Wales	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-M	AA	375	-111	431	Wales (Mean Solution)
EUROPE	England	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-A	AA	371	-112	434	England
EUROPE	England	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-B	AA	371	-111	434	England, Isle of Man and Wales
EUROPE	Isle of Man	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-B	AA	371	-111	434	England, Isle of Man and Wales
EUROPE	Wales	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-B	AA	371	-111	434	England, Isle of Man and Wales
EUROPE	Scotland	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-C	AA	384	-111	425	Scotland and Shetland Islands
EUROPE	Shetland Islands	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-C	AA	384	-111	425	Scotland and Shetland Islands
EUROPE	Wales	ORDNANCE SURVEY GB 1936	OGB-D	AA	370	-108	434	Wales
EUROPE	Italy	ROME 1940	MOD	IN	-225	-65	9	Sardinia (Italy)
EUROPE	Hungary	PULKOVO 1942	SPK-A	KA	28	-121	-77	Hungary
EUROPE	Poland	PULKOVO 1942	SPK-B	KA	23	-124	-82	Poland
EUROPE	Czech Republic	PULKOVO 1942	SPK-C	KA	26	-121	-78	Czech Republic
EUROPE	Latvia	PULKOVO 1942	SPK-D	KA	24	-124	-82	Latvia
EUROPE	Kazakhstan	PULKOVO 1942	SPK-E	KA	15	-130	-84	Kazakhstan
EUROPE	Albania	PULKOVO 1942	SPK-F	KA	24	-130	-92	Albania
EUROPE	Romania	PULKOVO 1942	SPK-G	KA	28	-121	-77	Romania
EUROPE	Czech Republic	S-JTSK	CCD	BR	589	76	480	Czech Republic

Continente	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
NORTH AMERICA	Florida	CAPE CANAVERAL	CAC	CC	-2	151	181	Florida (Mean Solution)
NORTH AMERICA	Bahamas	CAPE CANAVERAL	CAC	CC	-2	151	181	Bahamas (Mean Solution)
NORTH AMERICA	CONUS	NORTH AMERICAN 1927	NAS-C	CC	-8	160	176	CONUS (Mean Solution)
NORTH AMERICA	Arizona	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Arizona (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Arkansas	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Arkansas (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	California	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	California (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Colorado	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Colorado (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Idaho	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Idaho (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Iowa	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Iowa (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Kansas	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Kansas (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Montana	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Montana (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Nebraska	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Nebraska (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Nevada	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Nevada (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	New Mexico	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	New Mexico (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	North Dakota	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	North Dakota (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	South Dakota	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	South Dakota (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Oklahoma	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Oklahoma (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Oregon	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Oregon (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Texas	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Texas (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Utah	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Utah (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Washington	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Washington (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Wyoming	NORTH AMERICAN 1927	NAS-B	CC	-8	159	175	Wyoming (Western United States Solution)
NORTH AMERICA	Alabama	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Alabama (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Connecticut	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Connecticut (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	District of Columbia	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	District of Columbia (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Florida	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Florida (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Georgia	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Georgia (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Illinois	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Illinois (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Indiana	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Indiana (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Kentucky	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Kentucky (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Louisiana	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Louisiana (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Maine	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Maine (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Maryland	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Maryland (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Massachusetts	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Massachusetts (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Michigan	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Michigan (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Mississippi	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Mississippi (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	New Hampshire	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	New Hampshire (Eastern United States Solution)
NORTH	New Jersey	NORTH	NAS-A	CC	-9	161	179	New Jersey (Eastern United

Continente	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
AMERICA		AMERICAN 1927						States Solution)
NORTH AMERICA	New York	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	New York (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	North Carolina	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	North Carolina (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	South Carolina	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	South Carolina (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Ohio	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Ohio (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Pennsylvania	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Pennsylvania (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Rhode Island	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Rhode Island (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Tennessee	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Tennessee (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Vermont	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Vermont (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Wisconsin	NORTH AMERICAN 1927	NAS-A	CC	-9	161	179	Wisconsin (Eastern United States Solution)
NORTH AMERICA	Alaska	NORTH AMERICAN 1927	NAS-D	CC	-5	135	172	Alaska (Excluding Aleutian Islands)
NORTH AMERICA	Aleutian Islands	NORTH AMERICAN 1927	NAS-V	CC	-2	152	149	Aleutian Islands (East of 180° W)
NORTH AMERICA	Aleutian Islands	NORTH AMERICAN 1927	NAS-W	CC	2	204	105	Aleutian Islands (West of 180° W)
NORTH AMERICA	Bahamas	NORTH AMERICAN 1927	NAS-Q	CC	-4	154	178	Bahamas (Excluding San Salvador Island)
NORTH AMERICA	San Salvador Island	NORTH AMERICAN 1927	NAS-R	CC	1	140	165	San Salvador Island
NORTH AMERICA	Canada	NORTH AMERICAN 1927	NAS-E	CC	-10	158	187	Canada Mean Solution (Including Newfoundland)
NORTH AMERICA	Alberta and British Columbia	NORTH AMERICAN 1927	NAS-F	CC	-7	162	188	Alberta and British Columbia
NORTH AMERICA	Newfoundland	NORTH AMERICAN 1927	NAS-G	CC	-22	160	190	Newfoundland (Eastern Canada)
NORTH AMERICA	New Brunswick	NORTH AMERICAN 1927	NAS-G	CC	-22	160	190	New Brunswick (Eastern Canada)
NORTH AMERICA	Nova Scotia	NORTH AMERICAN 1927	NAS-G	CC	-22	160	190	Nova Scotia (Eastern Canada)
NORTH AMERICA	Quebec	NORTH AMERICAN 1927	NAS-G	CC	-22	160	190	Quebec (Eastern Canada)
NORTH AMERICA	Manitoba	NORTH AMERICAN 1927	NAS-H	CC	-9	157	184	Manitoba and Ontario
NORTH AMERICA	Ontario	NORTH AMERICAN 1927	NAS-H	CC	-9	157	184	Manitoba and Ontario
NORTH AMERICA	Nortwest Territories	NORTH AMERICAN 1927	NAS-I	CC	4	159	188	Nortwest Territories and Saskatchewan
NORTH AMERICA	Saskatchewan	NORTH AMERICAN 1927	NAS-I	CC	4	159	188	Nortwest Territories and Saskatchewan
NORTH AMERICA	Yukon	NORTH AMERICAN 1927	NAS-J	CC	-7	139	181	Yukon
NORTH AMERICA	Canal Zone	NORTH AMERICAN 1927	NAS-O	CC	0	125	201	Canal Zone
NORTH AMERICA	Antigua Island	NORTH AMERICAN 1927	NAS-P	CC	-3	142	183	Antigua Island (Caribbean)
NORTH AMERICA	Barbados	NORTH AMERICAN 1927	NAS-P	CC	-3	142	183	Barbados (Caribbean)
NORTH AMERICA	Barbuda	NORTH AMERICAN 1927	NAS-P	CC	-3	142	183	Barbuda (Caribbean)
NORTH AMERICA	Caicos Islands	NORTH AMERICAN 1927	NAS-P	CC	-3	142	183	Caicos Islands (Caribbean)
NORTH AMERICA	Cuba	NORTH AMERICAN 1927	NAS-P	CC	-3	142	183	Cuba (Caribbean)
NORTH AMERICA	Dominican Republic	NORTH AMERICAN 1927	NAS-P	CC	-3	142	183	Dominican Republic (Caribbean)
NORTH AMERICA	Grand Cayman	NORTH AMERICAN 1927	NAS-P	CC	-3	142	183	Grand Cayman (Caribbean)
NORTH AMERICA	Jamaica	NORTH AMERICAN 1927	NAS-P	CC	-3	142	183	Jamaica (Caribbean)
NORTH AMERICA	Turks Islands	NORTH AMERICAN 1927	NAS-P	CC	-3	142	183	Turks Islands (Caribbean)
NORTH AMERICA	Belize	NORTH AMERICAN 1927	NAS-N	CC	0	125	194	Belize (Central America)
NORTH AMERICA	Costa Rica	NORTH AMERICAN 1927	NAS-N	CC	0	125	194	Costa Rica (Central America)

Continente	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
NORTH AMERICA	El Salvador	NORTH AMERICAN 1927	NAS-N	CC	0	125	194	El Salvador (Central America)
NORTH AMERICA	Cuatemala	NORTH AMERICAN 1927	NAS-N	CC	0	125	194	Cuatemala (Central America)
NORTH AMERICA	Honduras	NORTH AMERICAN 1927	NAS-N	CC	0	125	194	Honduras (Central America)
NORTH AMERICA	Nicaragua	NORTH AMERICAN 1927	NAS-N	CC	0	125	194	Nicaragua (Central America)
NORTH AMERICA	Cuba	NORTH AMERICAN 1927	NAS-T	CC	-9	152	178	Cuba
NORTH AMERICA	Greenland	NORTH AMERICAN 1927	NAS-U	CC	11	114	195	Greenland (Hayes Peninsula)
NORTH AMERICA	Mexico	NORTH AMERICAN 1927	NAS-L	CC	-12	130	190	Mexico
NORTH AMERICA	Alaska	NORTH AMERICAN 1983	NAR-A	RF	0	0	0	Alaska (Excluding Aleutian Islands)
NORTH AMERICA	Aleutian Islands	NORTH AMERICAN 1983	NAR-E	RF	-2	0	4	Aleutian Islands
NORTH AMERICA	Canada	NORTH AMERICAN 1983	NAR-B	RF	0	0	0	Canada
NORTH AMERICA	CONUS	NORTH AMERICAN 1983	NAR-C	RF	0	0	0	CONUS
NORTH AMERICA	Hawaii	NORTH AMERICAN 1983	NAR-H	RF	1	1	-1	Hawaii
NORTH AMERICA	Mexico	NORTH AMERICAN 1983	NAR-D	RF	0	0	0	Mexico and Central America
NORTH AMERICA	Central America	NORTH AMERICAN 1983	NAR-D	RF	0	0	0	Mexico and Central America
SOUTH AMERICA	Colombia	BOGOTA OBSERVATORY	BOO	IN	307	304	-318	Colombia
SOUTH AMERICA	Argentina	CAMPO INCHAUSPE 1969	CAI	IN	-148	136	90	Argentina
SOUTH AMERICA	Paraguay	CHUA ASTRO	CHU	IN	-134	229	-29	Paraguay
SOUTH AMERICA	Brazil	CORREGO ALEGRE	COA	IN	-206	172	-6	Brazil
SOUTH AMERICA	Bolivia	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-M	IN	-288	175	-376	Bolivia (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Chile	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-M	IN	-288	175	-376	Chile (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Colombia	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-M	IN	-288	175	-376	Colombia (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Ecuador	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-M	IN	-288	175	-376	Ecuador (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Guyana	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-M	IN	-288	175	-376	Guyana (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Peru	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-M	IN	-288	175	-376	Peru (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Venezuela	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-M	IN	-288	175	-376	Venezuela (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Bolivia	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-A	IN	-270	188	-388	Bolivia
SOUTH AMERICA	Chile	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-B	IN	-270	183	-390	Chile (Northern Chile near 19°S)
SOUTH AMERICA	Chile	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-C	IN	-305	243	-442	Chile (Southern Chile near 43°S)
SOUTH AMERICA	Colombia	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-D	IN	-282	169	-371	Colombia
SOUTH AMERICA	Ecuador	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-E	IN	-278	171	-367	Ecuador
SOUTH AMERICA	Guyana	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-F	IN	-298	159	-369	Guyana

Continente	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
SOUTH AMERICA	Peru	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-G	IN	-279	175	-379	Peru
SOUTH AMERICA	Venezuela	PROVISIONAL SOUTH AMERICAN 1956	PRP-H	IN	-295	173	-371	Venezuela
SOUTH AMERICA	Chile	PROVISIONAL SOUTH CHILEAN 1963	HIT	IN	16	196	93	Southern Chile (near 53°S)
SOUTH AMERICA	Argentina	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Argentina (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Bolivia	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Bolivia (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Brazil	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Brazil (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Chile	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Chile (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Colombia	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Colombia (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Ecuador	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Ecuador (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Guyana	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Guyana (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Paraguay	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Paraguay (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Peru	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Peru (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Trinidad and Tobago	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Trinidad and Tobago (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Venezuela	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-M	SA	-57	1	-41	Venezuela (Mean Solution)
SOUTH AMERICA	Argentina	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-A	SA	-62	-1	-37	Argentina
SOUTH AMERICA	Bolivia	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-B	SA	-61	2	-48	Bolivia
SOUTH AMERICA	Brazil	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-C	SA	-60	-2	-41	Brazil
SOUTH AMERICA	Chile	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-D	SA	-75	-1	-44	Chile
SOUTH AMERICA	Colombia	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-E	SA	-44	6	-36	Colombia
SOUTH AMERICA	Ecuador	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-F	SA	-48	3	-44	Ecuador (Excluding Galapagos Islands)
SOUTH AMERICA	Baltra Island	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-J	SA	-47	26	-42	Baltra and Galapagos Islands
SOUTH AMERICA	Galapagos Islands	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-J	SA	-47	26	-42	Baltra and Galapagos Islands
SOUTH AMERICA	Guyana	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-G	SA	-53	3	-47	Guyana
SOUTH AMERICA	Paraguay	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-H	SA	-61	2	-33	Paraguay
SOUTH AMERICA	Peru	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-I	SA	-58	0	-44	Peru
SOUTH AMERICA	Trinidad and Tobago	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-K	SA	-45	12	-33	Trinidad and Tobago
SOUTH AMERICA	Venezuela	SOUTH AMERICAN 1969	SAN-L	SA	-45	8	-33	Venezuela
SOUTH AMERICA	South America	SOUTH AMERICAN GEOCENTRIC REFERENCE SYSTEM (SIRGAS)	SIR	RF	0	0	0	South America
SOUTH AMERICA	Suriname	ZANDERIJ	ZAN	IN	-265	120	-358	Suriname
ATLANTIC OCEAN	Antigua Island	ANTIGUA ISLAND ASTRO 1943	AIA	CD	-270	13	62	Antigua and Leeward Islands
ATLANTIC OCEAN	Leeward Island	ANTIGUA ISLAND ASTRO 1943	AIA	CD	-270	13	62	Antigua and Leeward Islands
ATLANTIC OCEAN	Ascension Island	ASCENSION ISLAND 1958	ASC	IN	-205	107	53	Ascension Island
ATLANTIC OCEAN	St. Helena Island	ASTRO DOS 71/4	SHB	IN	-320	550	-494	St. Helena Island
ATLANTIC OCEAN	Bermuda Islands	BERMUDA 1957	BER	CC	-73	213	296	Bermuda Islands
ATLANTIC	Bahamas	CAPE	CAC	CC	-2	151	181	Bahamas and Florida (Mean

Continento	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
OCEAN		CANAVERAL						Solution)
ATLANTIC OCEAN	Florida	CAPE CANAVERAL	CAC	CC	-2	151	181	Bahamas and Florida (Mean Solution)
ATLANTIC OCEAN	Deception Island	DECEPTION ISLAND	DID	CD	260	12	-147	Deception Island and Antarctica
ATLANTIC OCEAN	Antarctica	DECEPTION ISLAND	DID	CD	260	12	-147	Deception Island and Antarctica
ATLANTIC OCEAN	Nevis Island	FORT THOMAS 1955	FOT	CD	-7	215	225	Nevis, St. Kitts and Leeward Islands
ATLANTIC OCEAN	St. Kitts Island	FORT THOMAS 1955	FOT	CD	-7	215	225	Nevis, St. Kitts and Leeward Islands
ATLANTIC OCEAN	Leeward Island	FORT THOMAS 1955	FOT	CD	-7	215	225	Nevis, St. Kitts and Leeward Islands
ATLANTIC OCEAN	Faial Island	GRACIOSA BASE SW 1948	GRA	IN	-104	167	-38	Faial Island (Azores)
ATLANTIC OCEAN	Graciosa Island	GRACIOSA BASE SW 1948	GRA	IN	-104	167	-38	Graciosa Island (Azores)
ATLANTIC OCEAN	Pico Island	GRACIOSA BASE SW 1948	GRA	IN	-104	167	-38	Pico Island (Azores)
ATLANTIC OCEAN	Sao Jorge Island	GRACIOSA BASE SW 1948	GRA	IN	-104	167	-38	Sao Jorge Island (Azores)
ATLANTIC OCEAN	Terceira Island	GRACIOSA BASE SW 1948	GRA	IN	-104	167	-38	Terceira Island (Azores)
ATLANTIC OCEAN	Iceland	HJORSEY 1955	HJO	IN	-73	46	-86	Iceland
ATLANTIC OCEAN	South Georgia Island	ISTS 061 ASTR 1968	ISG	IN	-794	119	-298	South Georgia Island
ATLANTIC OCEAN	Cayman Brac Island	L.C. 5 ASTRO 1961	LCF	CC	42	124	147	Cayman Brac Island
ATLANTIC OCEAN	Montserrat Island	MONSERRAT ISLAND ASTRO 1958	ASM	CD	174	359	365	Montserrat and Leeward Islands
ATLANTIC OCEAN	Leeward Island	MONSERRAT ISLAND ASTRO 1958	ASM	CD	174	359	365	Montserrat and Leeward Islands
ATLANTIC OCEAN	Trinidad and Tobago	NAPARIMA, BWI	NAP	IN	-10	375	165	Trinidad and Tobago
ATLANTIC OCEAN	Corvo Island	OBSERVATORIO METEOROLOGICO 1939	FLO	IN	-425	-169	81	Corvo and Flores Islands (Azores)
ATLANTIC OCEAN	Flores Island	OBSERVATORIO METEOROLOGICO 1939	FLO	IN	-425	-169	81	Corvo and Flores Islands (Azores)
ATLANTIC OCEAN	Canary Islands	PICO DE LAS NIEVES	PLN	IN	-307	-92	127	Canary Islands
ATLANTIC OCEAN	Porto Santo Island	PORTO SANTO 1936	POS	IN	-499	-249	314	Porto Santo and Madeira Islands
ATLANTIC OCEAN	Madeira Island	PORTO SANTO 1936	POS	IN	-499	-249	314	Porto Santo and Madeira Islands
ATLANTIC OCEAN	Puerto Rico Island	PUERTO RICO	PUR	CC	11	72	-101	Puerto Rico and Virgin Islands
ATLANTIC OCEAN	Virgin Islands	PUERTO RICO	PUR	CC	11	72	-101	Puerto Rico and Virgin Islands
ATLANTIC OCEAN	South Greenland	QORNOQ	QUO	IN	164	138	-189	South Greenland
ATLANTIC OCEAN	Sao Miguel Island	SAO BRAZ	SAO	IN	-203	141	53	Sao Miguel and Santa Maria Islands (Azores)
ATLANTIC OCEAN	Santa Maria Island	SAO BRAZ	SAO	IN	-203	141	53	Sao Miguel and Santa Maria Islands (Azores)
ATLANTIC OCEAN	East Falkland Island	SAPPER HILL 1943	SAP	IN	-355	21	72	East Falkland Island
ATLANTIC OCEAN	Salvage Islands	SELVAGEM GRANDE 1938	SGM	IN	-289	-124	60	Salvage Islands
ATLANTIC OCEAN	Tristan da Cunha	TRISTAN ASTRO 1968	TDC	IN	-632	438	-609	Tristan da Cunha
INDIAN OCEAN	Cocos Islands	ANNA 1 ASTRO 1965	ANO	AN	-491	-22	435	Cocos Islands
INDIAN OCEAN	Republic of Maldives	GAN 1970	GAA	IN	-133	-321	50	Republic of Maldives
INDIAN OCEAN	Diego Garcia	ISTS 073 ASTRO 1969	IST	IN	208	-435	-229	Diego Garcia
INDIAN OCEAN	Kerguelen Island	KERGUELEN ISLAND 1949	KEG	IN	145	-187	103	Kerguelen Island
INDIAN OCEAN	Mahe Island	MAHE 1971	MIK	CD	41	-220	-134	Mahe Island

Continente	País	Nombre	Código	Elip.	DX	DY	DZ	Descripción
INDIAN OCEAN	Mascarene Island	REUNION	REU	IN	94	-948	-1262	Mascarene Island
PACIFIC OCEAN	American Samoa Islands	AMERICAN SAMOA 1962	AMA	CC	-115	118	426	American Samoa Islands
PACIFIC OCEAN	Iwo Jima	ASTRO BEACON "E" 1945	ATF	IN	145	75	-272	Iwo Jima
PACIFIC OCEAN	Tern Island	ASTRO TERN ISLAND (FRIG) 1961	TRN	IN	114	-116	-333	Tern Island
PACIFIC OCEAN	Marcus Island	ASTRONOMICAL STATION 1952	ASQ	IN	124	-234	-25	Marcus Island
PACIFIC OCEAN	Efate Island	BELLEVUE (IGN)	IBE	IN	-127	-769	472	Efate and Erromango Islands
PACIFIC OCEAN	Erromango Island	BELLEVUE (IGN)	IBE	IN	-127	-769	472	Efate and Erromango Islands
PACIFIC OCEAN	Phoenix Islands	CANTON ASTRO 1966	CAO	IN	298	-304	-375	Phoenix Islands
PACIFIC OCEAN	Chatham Island	CHATHAM ISLAND ASTRO 1971	CHI	IN	175	-38	113	Chatham Island (New Zealand)
PACIFIC OCEAN	Gizo Island	DOS 1968	GIZ	IN	230	-199	-752	Gizo Island (New Georgia Islands)
PACIFIC OCEAN	Easter Island	EASTER ISLAND 1967	EAS	IN	211	147	111	Easter Island
PACIFIC OCEAN	New Zealand	GEODETIC DATUM 1949	GEO	IN	84	-22	209	New Zealand
PACIFIC OCEAN	Guam	GUAM 1963	GUA	CC	-100	-248	259	Guam
PACIFIC OCEAN	Gualdalcanal Island	GUX 1 ASTRO	DOB	IN	252	-209	-751	Gualdalcanal Island
PACIFIC OCEAN	Indonesia	INDONESIAN 1974	IDN	ID	-24	-15	5	Indonesia
PACIFIC OCEAN	Johnston Island	JOHNSTON ISLAND 1961	JOH	IN	189	-79	-202	Johnston Island
PACIFIC OCEAN	Caroline Islands	KUSAIE ASTRO 1951	KUS	IN	647	1777	-1124	Caroline Islands, Fed. States of Micronesia
PACIFIC OCEAN	Philippines	LUZON	LUZ-A	CC	-133	-77	-51	Philippines (Excluding Mindanao Island)
PACIFIC OCEAN	Mindanao Island	LUZON	LUZ-B	CC	-133	-79	-72	Mindanao Island
PACIFIC OCEAN	Midway Islands	MIDWAY ASTRO 1961	MID	IN	912	-58	1227	Midway Islands
PACIFIC OCEAN	Hawaii	OLD HAWAIIAN	OHA-M	CC	61	-285	-181	Mean Solution
PACIFIC OCEAN	Hawaii	OLD HAWAIIAN	OHA-A	CC	89	-279	-183	Hawaii
PACIFIC OCEAN	Kauai	OLD HAWAIIAN	OHA-B	CC	45	-290	-172	Kauai
PACIFIC OCEAN	Maui	OLD HAWAIIAN	OHA-C	CC	65	-290	-190	Maui
PACIFIC OCEAN	Oahu	OLD HAWAIIAN	OHA-D	CC	58	-283	-182	Oahu
PACIFIC OCEAN	Hawaii	OLD HAWAIIAN	OHI-M	IN	201	-228	-346	Mean Solution
PACIFIC OCEAN	Hawaii	OLD HAWAIIAN	OHI-A	IN	229	-222	-348	Hawaii
PACIFIC OCEAN	Kauai	OLD HAWAIIAN	OHI-B	IN	185	-233	-337	Kauai
PACIFIC OCEAN	Maui	OLD HAWAIIAN	OHI-C	IN	205	-233	-355	Maui
PACIFIC OCEAN	Oahu	OLD HAWAIIAN	OHI-D	IN	198	-226	-347	Oahu
PACIFIC OCEAN	Pitcairn Island	PITCAIRN ASTRO 1967	PIT	IN	185	165	42	Pitcairn Island
PACIFIC OCEAN	Espirito Santo Island	SANTO (DOS) 1965	SAE	IN	170	42	84	Espirito Santo Island
PACIFIC OCEAN	Viti Levu Island	VITI LEVU 1916	MVS	CD	51	391	-36	Viti Levu Island (Fiji Islands)
PACIFIC OCEAN	Marshall Islands	WAKE-ENIWETOK 1960	ENW	HO	102	52	-38	Marshall Islands
PACIFIC OCEAN	Wake Atoll	WAKE ISLAND ASTRO 1952	WAK	IN	276	-57	149	Wake Atoll

Tabla de Transformaciones de Datums a WGS-84 de 7 Parámetros

Descripción

Continente	País	Nombre	Código	Elip.	Descripción
EUROPE	Andorra	Local Andorra AND01	AND01	CL	Andorra
EUROPE	Spain	CAT ICC-2006-0	CAT-1	IN	Instituto Cartográfico de Cataluña
EUROPE	Spain	EUROPEAN 1950	EUR-7	IN	Spain (Mean Solution - 7 Par)
EUROPE	Spain	IGN Global v1	IGN-1	IN	Instituto Geográfico Nacional
EUROPE	Spain	IGN Islas Baleares v2	IGN-B	IN	Instituto Geográfico Nacional
EUROPE	Spain	IGN Noroeste Peninsular v2	IGN-NOP	IN	Instituto Geográfico Nacional
EUROPE	Spain	IGN Península v2	IGN-P	IN	Instituto Geográfico Nacional
GLOBAL	GLOBAL	WGS-72	WGC	WD	World Geodetic System 1972

Parámetros

Código	DX	DY	DZ	RX	RY	RZ	F.Escala
AND01	136.98881	60.63126	-341.11891	4.164549	0.0	3.925451	5.969441
CAT-1	-136.65384	-141.46254	-167.298	2.093087591	0.001405488	0.107708594	11.545976
EUR-7	-102.0	-102.0	-129.0	0.413	-0.184	0.385	2.4664
IGN-1	-131.032	-100.251	-163.354	1.244	0.02	1.144	9.39
IGN-B	-181.4609	-90.2931	-187.1902	-0.1435	-0.4922	0.3935	17.57
IGN-NOP	-178.383	-83.172	-221.293	-0.5401	0.5319	0.1263	21.2
IGN-P	-131.032	-100.251	-163.354	1.2438	0.0195	1.1436	9.39
WGC	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	-0.554	0.227

Tabla de Transformaciones de Datums basadas en rejilla con formato NTV2

Continente	País	Nombre	Código	Elipsoides	Descripción	Fichero NTV2
EUROPE	Spain	ED50-ETRS89	NTv2SP1	IN - RF	ED50 > ETRS89	Peninsula_Baleares_2009.gsb
EUROPE	Spain	ETRS89-ED50	NTv2SP2	IN - RF	ETRS89 > ED50	Peninsula_Baleares_2009.gsb

Tabla de Modelos de Geoide

Continente	País	Nombre	Descripción	Zona
EUROPE	Spain	IBERGE095	Geoide Ibérico (IGN)1995	Península y Baleares
GLOBAL	Global	EGM96	Earth Gravitational Model (NGA) 1996	Global
GLOBAL	Spain	EGM96-ES	Earth Gravitational Model (NGA) 1996	Península, Baleares y Canarias
EUROPE	Spain	IGG2005	Iberian Gravimetric Geoid 2005	Península
EUROPE	Spain	ICC	Instituto Cartográfico de Cataluña 2006	Cataluña
EUROPE	Spain	ICV2008	Instituto Cartográfico Valenciano 2008	Comunidad Valenciana
GLOBAL	Spain	EGM2008-ES	Earth Gravitational Model (NGA) 2008	Península, Baleares y Canarias

Correcciones

Introducción

Las correcciones que emplea el programa pueden ser activadas o desactivadas a través de la configuración. Es muy importante comprender cómo afectan a los cálculos, y saber cuando emplearlas, ya que dependiendo de los equipos empleados, puede que ya estén siendo aplicadas estas correcciones a las lecturas, no siendo por tanto preciso emplearlas de nuevo. Los conocimientos y experiencia son fundamentales para ello.

Atmosférica

Es un valor que se suma a la distancia, y permite corregirla por los factores derivados de las condiciones atmosféricas de temperatura y presión. Los datos que se utilizan son los asignados en los datos del levantamiento. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$Dg' = Dg + Dg \cdot \left[IR - \left(\frac{C \cdot P}{273.2 + T} \right) \right] \cdot 10^{-6}$$

donde:

Dg' = Distancia geométrica corregida

Dg = Distancia geométrica original

IR = Índice Refractivo de la portadora del aparato. Por defecto 287.96

C = Constante de la portadora del aparato. Por defecto 0.86

P = Presión atmosférica en mm. de mercurio. Por defecto 760

T = Temperatura seca del aire en grados Celsius. Por defecto 20

El índice refractivo y la constante de portadora son valores dependientes del equipo empleado, y pueden ser modificados mediante las opciones de configuración del programa.

Esfericidad y Refracción

Es un valor que se suma al desnivel, y permite corregir los efectos ópticos de la esfericidad y refracción en las lecturas. Se aplica la siguiente fórmula:

$$Ds' = Ds + \frac{K \cdot Dg^2}{Rt}$$

donde:

Ds' = Desnivel corregido

Ds = Desnivel original

K = Coeficiente de refracción. Por defecto 0.42

Rt = Radio de la Tierra en metros. Por defecto 6370000

El coeficiente de refracción y el radio de la Tierra pueden ser modificados en configuración.

Reducción al Horizonte

Es un valor que se suma a la distancia, y permite compensar los errores de apreciación originados por la curvatura de la Tierra. Su valor se obtiene mediante:

$$Dr' = Dr - \frac{\Delta h^2}{2Dr} + \frac{\Delta h^4}{24Dr^3}$$

donde:

Dr' = Distancia horizontal corregida

Dr = Distancia horizontal original

• h = Diferencia de altura entre el origen y el destino

Reducción al Nivel del Mar

Es un valor que se aplica a la distancia, y compensa los errores derivados de la realización de cálculos a una altura superior al nivel del mar. Se obtiene con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Dr' = Dr + Dr \cdot \left(\frac{Zm^2}{Rt^2} - \frac{Zm}{Rt} \right)$$

donde:

Dr' = Distancia horizontal corregida

Dr = Distancia horizontal original

Zm = Cota media entre origen y destino

Rt = Radio de la Tierra en metros. Por defecto 6370000

Reducción al Elipsoide

Es un valor que se aplica a la distancia, y compensa los errores derivados de la proyección de la distancia sobre un elipsoide. Se obtiene con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Dg' = \frac{Dg}{\sqrt{\left(1 + \frac{h}{Rt}\right) \cdot \left(1 + \frac{h + \Delta h}{Rt}\right)}}$$

donde:

Dg' = Distancia horizontal corregida

Dg = Distancia horizontal original

h = Cota del punto origen

• h = Desnivel con respecto al punto destino

Rt = Radio de la Tierra en metros. Por defecto 6370000

Angular de Aparato

Las correcciones angulares de aparato horizontal y vertical son valores que se suman a los ángulos antes de realizar el cálculo de estaciones. Se obtienen mediante la media de los errores entre los ángulos de las lecturas de círculo directo y círculo inverso de los respectivos posicionamientos. Estos valores son calculados automáticamente, y pueden ser editados mediante la edición de datos de posicionamientos.

$$Hr' = Hr + \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

donde:

Hr' = Angulo horizontal corregido

Hr = Angulo horizontal original

e_i = Error de círculo de la lectura i

n = Número de lecturas

Anamorfosis

Es un factor de escala que se aplica a la distancia reducida antes de calcular, y su valor depende del elipsoide y huso horario especificado en los datos del levantamiento. Cada estación puede tener un valor diferente, y es editable mediante las opciones de modificación de sus datos.

$$Dr' = Dr \cdot K$$

donde:

Dr' = Distancia horizontal corregida

Dr = Distancia horizontal original

K = Coeficiente de anamorfosis

Mínimos Cuadrados

Introducción

El programa usa de forma extensiva el método de ajuste por mínimos cuadrados en gran parte de sus herramientas de cálculo, concretamente para las compensaciones de poligonales y redes, intersecciones directa e inversa, nivelación trigonométrica y transformaciones de coordenadas. Describimos a continuación los principios elementales de este método de cálculo.

En la realización de un levantamiento topográfico, normalmente se toman más lecturas que las necesarias, con objeto de reducir la posibilidad de errores y mejorar la precisión del resultado. Esto origina un modelo geométrico que está sobredeterminado, o dicho de otra forma, un sistema con más ecuaciones que incógnitas. Los valores más probables para las coordenadas de las estaciones pueden ser calculadas mediante el ajuste simultáneo de las observaciones de forma que la suma de los cuadrados de sus residuos sea mínima, de ahí el término “mínimos cuadrados”.

El programa implementa el cálculo por mínimos cuadrados usando el método de las ecuaciones de observación, de forma que cada observación genera una o varias ecuaciones, que son ajustadas de forma simultánea. Matemáticamente se expresa con la siguiente ecuación matricial:

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P L$$

donde X es un vector que contiene la diferencia entre las coordenadas actuales de cada base y las coordenadas resultantes, A es la matriz de coeficientes que se crea a partir de los datos de las observaciones y coordenadas de las estaciones que intervienen en ellas, P es una matriz diagonal de pesos de las ecuaciones, y L es un vector que contiene los residuos entre los valores observados y calculados para cada observación (términos independientes).

El programa calcula por medio de un proceso iterativo la matriz X hasta que sus valores sean inferiores al umbral de convergencia especificado en la configuración del cálculo por mínimos cuadrados, o bien hasta que se supere el máximo de iteraciones. Normalmente, si el sistema está bien condicionado, debería converger en la segunda o tercera iteración. En caso contrario el programa presentará un mensaje de error, debiendo el usuario aumentar el número de iteraciones, disminuir la convergencia o bien comprobar las observaciones. Ver la Configuración de Topografía para más detalles.

Si se ha solicitado el cálculo en tres dimensiones, el programa realiza separadamente un ajuste planimétrico para hallar las coordenadas definitivas X, Y y a continuación ejecuta el ajuste altimétrico para calcular la coordenada Z .

La ecuación matricial que calcula los residuos después del ajuste es:

$$V = AX - L$$

donde:

V = Vector de residuos

A = Matriz de coeficientes

X = Vector de diferencias entre coordenadas origen y destino

L = Vector de términos independientes

Por otra parte, la desviación estándar indicada en cada cálculo se obtiene por la siguiente fórmula:

$$S_0 = \sqrt{\frac{(V^T P V)}{r}}$$

donde:

S_0 = Desviación estándar

P = Matriz de pesos

r = Grados de libertad del sistema

Los grados de libertad se calculan restando el número de ecuaciones de observación (m) menos el número de incógnitas (n):

$$r = m - n$$

La desviación estándar de cada uno de los valores ajustados se obtiene por la fórmula:

$$S_{x_i} = S_0 \sqrt{Q_{x_i x_i}}$$

donde:

S_{x_i} = Desviación estándar del valor i ajustado

S_0 = Desviación estándar global del ajuste

$Q_{x_i x_i}$ = Elemento diagonal de la fila i , columna i de la matriz de covarianza

La matriz de covarianza se calcula con la ecuación:

$$Q = (A^T P A)^{-1}$$

donde:

Q = Matriz de covarianza

A = Matriz de coeficientes

P = Matriz de pesos

Ecuaciones de Observación

Cada lectura que forma parte del levantamiento puede originar varias ecuaciones, de entre las siguientes:

- Ecuación de distancia
- Ecuación de acimut
- Ecuación angular
- Ecuación vertical.

A su vez, cada ecuación está determinada por los datos de una observación, o bien de la relación entre dos observaciones, como es el caso de las ecuaciones angulares. El programa determina cuales son las ecuaciones que pueden generarse en función de los datos disponibles. Por ejemplo, si una lectura es sólo-distancia, se creará solamente esta ecuación, mientras que si es angular se crearán las de acimut y angular, y si es completa se crearán todas las ecuaciones. De esta forma se produce un mayor aprovechamiento de los datos capturados.

Cada ecuación afecta a las matrices de coeficientes, residuos y pesos. Los valores de la matriz A de coeficientes dependen del tipo de ecuación, y están basadas en la linearización usando series de Taylor de las ecuaciones no lineales que generan las observaciones.

Los valores en el vector L de residuos se hallan simplemente por diferencia entre el valor observado y el calculado para cada ecuación, y coincide con los datos mostrados en las ventanas informativas que el programa visualiza.

$$L_i = V_o - V_c$$

donde L_i es el residuo, V_o el valor observado y V_c el calculado.

Por último, la matriz diagonal P de pesos contiene un factor que afecta a cada ecuación y determina su bondad o precisión. La fórmula que se ha empleado es la siguiente:

$$P_i = \frac{1}{\sigma_i^2}$$

donde P_i es el peso aplicado y σ_i es la desviación estándar o error a priori de cada observación. Como puede observarse, el peso empleado es el inverso de la varianza de cada observación, por lo que mientras más precisa sea una observación, mayor influencia tendrá en el resultado del sistema.

Los valores de las desviaciones estándar se ven afectados por la configuración del equipo. Ver el **Manual de Personalización** para más detalles.

Ecuación de Distancia

Las observaciones de tipo distancia tienen la siguiente información: estaciones origen y visada, distancia observada, desviación estándar y residuo. La fórmula general es:

$$\frac{x_{i0} - x_{j0}}{IJ_0} dx_i + \frac{y_{i0} - y_{j0}}{IJ_0} dy_i + \frac{x_{j0} - x_{i0}}{IJ_0} dx_j + \frac{y_{j0} - y_{i0}}{IJ_0} dy_j = k_{I_{ij}} + v_{I_{ij}}$$

donde:

$$k_{I_{ij}} = l_{ij} - IJ_0$$

$$IJ_0 = \sqrt{(x_{j0} - x_{i0})^2 + (y_{j0} - y_{i0})^2}$$

La desviación estándar de cada observación es:

$$\sigma = \sqrt{e_{dc}^2 + e_{dp}^2}$$

donde:

e_{dc} = Error del equipo constante en distancia

e_{dp} = Error proporcional del equipo (ppm)

Ecuación de Acimut

Las observaciones de acimut constan de estaciones origen y visada, acimut observado, acimut calculado, desviación estándar y residuo. La fórmula general es:

$$\frac{y_{i0} - y_{j0}}{(IJ_0)^2} dx_i + \frac{x_{i0} - x_{j0}}{(IJ_0)^2} dy_i + \frac{y_{j0} - y_{i0}}{(IJ_0)^2} dx_j + \frac{x_{j0} - x_{i0}}{(IJ_0)^2} dy_j = k_{Az_{ij}} + v_{Az_{ij}}$$

donde:

$$k_{Az_{ij}} = Az_{ij} - \tan^{-1} \left(\frac{x_{j0} - x_{i0}}{y_{j0} - y_{i0}} \right) + C$$

$$(IJ_0)^2 = (x_{j0} - x_{i0})^2 + (y_{j0} - y_{i0})^2$$

La desviación estándar de cada observación es:

$$\sigma = e_{az}$$

donde:

e_{az} = Error del equipo en acimut

Ecuación Angular

Las observaciones angulares constan de estaciones origen y visada, ángulo observado, ángulo calculado, desviación estándar y residuo. La fórmula general es:

$$\begin{aligned} & \frac{y_{i0} - y_{b0}}{(IB_0)^2} dx_b + \frac{x_{b0} - x_{i0}}{(IB_0)^2} dy_b + \left(\frac{y_{b0} - y_{i0}}{(IB_0)^2} - \frac{y_{f0} - y_{i0}}{(IF_0)^2} \right) dx_i \\ & + \left(\frac{x_{i0} - x_{b0}}{(IB_0)^2} - \frac{x_{i0} - x_{f0}}{(IF_0)^2} \right) dy_i + \frac{y_{f0} - y_{i0}}{(IF_0)^2} dx_f + \frac{x_{i0} - x_{f0}}{(IF_0)^2} dy_f \\ & = k_{\theta_{ij}} + v_{\theta_{ij}} \end{aligned}$$

donde:

I = estación actual

B = estación anterior

F = estación siguiente

$$k_{\theta_{bij}} = \theta_{bif} - \theta_{bif_0}$$

$$\theta_{bif_0} = \tan^{-1} \left(\frac{x_{f_0} - x_{i_0}}{y_{f_0} - y_{i_0}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{x_{b_0} - x_{i_0}}{y_{b_0} - y_{i_0}} \right) + D$$

$$(IB_0)^2 = (x_{b_0} - x_{i_0})^2 + (y_{b_0} - y_{i_0})^2$$

$$(IF_0)^2 = (x_{f_0} - x_{i_0})^2 + (y_{f_0} - y_{i_0})^2$$

La desviación estándar de cada observación es:

$$\sigma = \sqrt{e_{ce}^2 + e_{ob}^2 + e_{pn}^2 + e_{ch}^2}$$

donde:

e_{ce} = Error de centrado

e_{ob} = Error de objetivo

e_{pn} = Error de puntería

e_{ch} = Error de círculo horizontal

Ecuación Vertical

Las observaciones verticales indican las diferencias entre desniveles observados y calculados. La fórmula general es:

$$dz_i - dz_j = k_{d_{ij}} + v_{d_{ij}}$$

donde: $k_{d_{ij}} = h_{ij} - (z_{i_0} - z_{j_0})$

La desviación estándar de cada observación es:

$$\sigma = \sqrt{e_{pn}^2 + e_{cv}^2}$$

donde:

e_{pn} = Error de puntería

e_{cv} = Error de círculo vertical

Aproximación inicial, 19
Asignación de coordenadas, 9
Base fija, 15
Base móvil, 15
Bases, 1
Bases fijas, 27
Bases móviles, 27
Cálculo automático, 9
Cálculo manual, 10
Cambio de coordenadas, 18
Círculo inverso, 14
Círculo peligroso, 21
Combinaciones, 19
Compensación de poligonales, 26
Compensación por mínimos cuadrados, 31
Compensación proporcional a la distancia, 31
Compensación proporcional a los incrementos de coordenadas, 32
Conceptos Básicos, 1, 44
Conversión de geográficas a UTM, 38
Conversión de planas a UTM, 36
Conversión de UTM a geográficas, 37
Conversión UTM a planas, 37
Convertir levantamiento, 2
Coordenadas de bases, 8
Coordenadas de estaciones, 15
Coordenadas de puntos, 17
Corrección angular de aparato, 68
Corrección atmosférica, 67
Corrección por anamorfosis, 69
Corrección por esfericidad y refracción, 67
Corrección por reducción al horizonte, 68
Corrección por reducción al nivel del mar, 68
Correcciones, 8
Datos del levantamiento, 5
Dibujar, 24
Dibujar estaciones, 23
Dibujar puntos, 24
Elipses de error, 34
Entrada de poligonales, 26

Escala de dibujo, 24
Exportar bases, 15
Exportar levantamiento, 34
Fijar destino, 26
Fijar origen, 26
Importar levantamiento, 34
Imprimir Levantamiento, 5
Información, 23
Informe de compensación, 27
Intersección directa, 18
Intersección inversa, 21
Lectura recíproca, 14
Lecturas, 1
Lecturas de estaciones, 12
Lecturas de puntos, 15
Lecturas dobles, 2
Métodos de cálculo, 9
Nivelación, 21
Observaciones, 2, 19
Observaciones ajustadas, 27
Observaciones angulares, 30
Observaciones de acimut, 30, 72
Observaciones distancia, 29, 72
Observaciones verticales, 30, 73
Ordenar lecturas de estaciones, 13
Orientar, 6, 8
Planas, 15
Poligonal cerrada, 26
Posicionamientos, 1, 10
Promediar, 9
Promediar todo, 8
Referencias, 2
Restaurar combinaciones, 20
Restaurar poligonal, 27
Tipos de lectura de estaciones, 13
Transformación afín, 39
Transformación de Helmert, 38
Transformación tridimensional, 40
Unidades, 1
UTM, 15