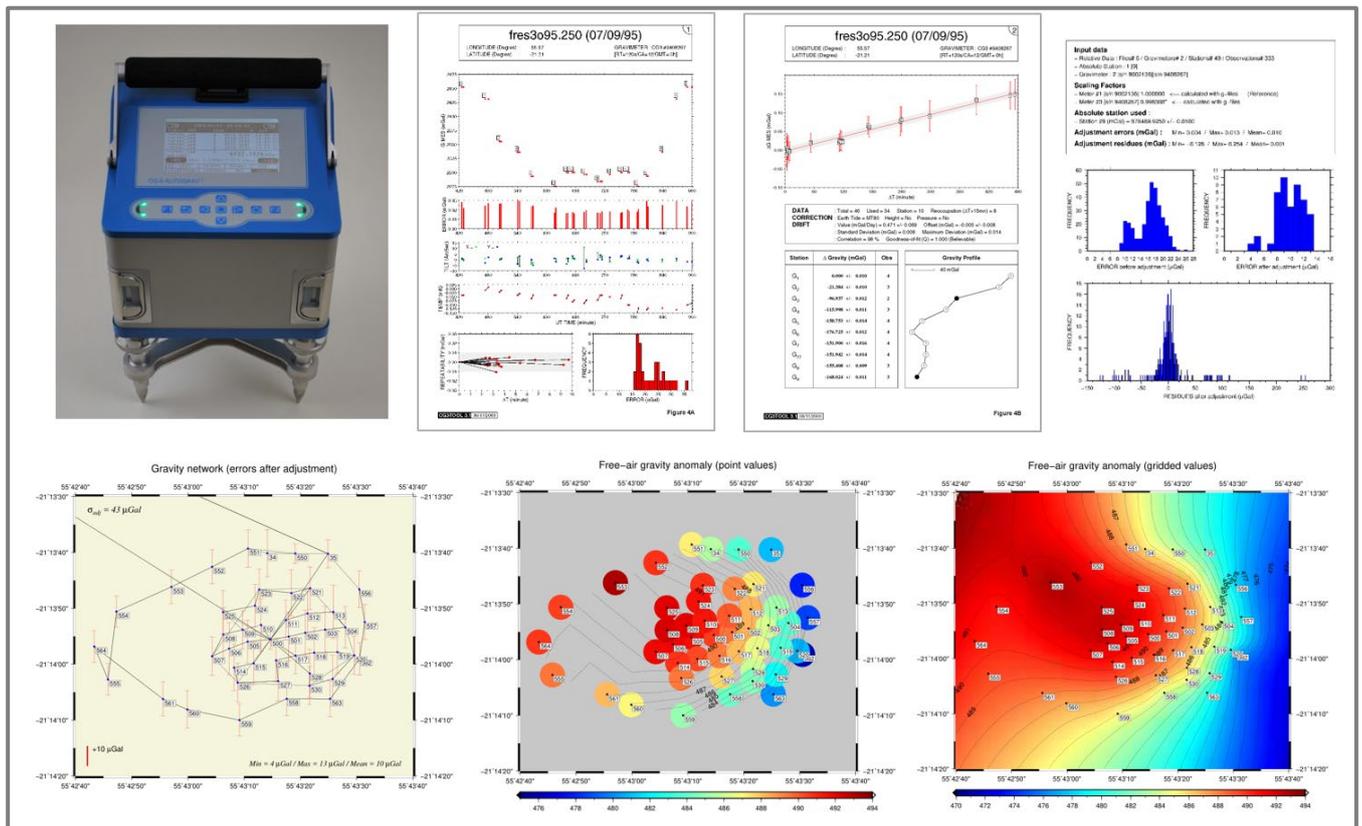


CG6TOOL

Manual Usuario (vers. 2022.12)



Programa interactivo de procesamiento de datos Gravimétricos Scintrex CG3/CG5/CG6

G. Gabalda & S. Bonvalot

Geosciences Environnement Toulouse (GET)
Institut de Recherche pour le Développement (IRD)
Bureau Gravimétrique International (BGI)

PRÓLOGO	5
ANTECEDENTES	5
GARANTIA	5
REQUISITOS PREVIOS	5
CG6TOOL.gmt	5
Iniciar CG6TOOL	6
ARCHIVOS DIARIOS DE DATOS GRAVIMETRICOS	6
PROCESAMIENTO DE UN PERFIL	9
1. Seleccionar un archivo	10
2. Cargar un archivo	12
3. Procesamiento	13
4. Visualización	17
ARCHIVO DE SITIO	21
1. Crear un nuevo archivo con valores diferentes en cada sitio	22
2. Modificar un archivo de sitio existente	23
3. Crear un nuevo archivo con el mismo valor para todos los sitios	24
AJUSTE DE RED GRAVIMÉTRICA	25
1. Archivo de configuración: <i>config-file</i>	25
2. Palabras clave permitidas en el archivo de configuración	26
3. Cargar el archivo de configuración	27
4. Factor de escala	31
5. Ajuste	33
6. Dibujos	35
7. Informe de ajuste	45
ARCHIVO DE POSICIÓN	47
IMPORTACIÓN DE DATOS.....	49
MENÚ “About”	53
MENÚ “Help”	55
THEORIA DE LAS OPERACIONES	57
REFERENCIAS	63

ANTECEDENTES

Desarrollado desde 1996, el programa interactivo CG3TOOL permitía el control y la visualización de datos adquiridos utilizando gravímetros Scintrex CG-3/3M, teniendo en cuenta diversas correcciones para mejorar la calidad de las mediciones (corrección de marea, gradiente vertical, deriva instrumental), un ajuste de red y el archivo de los datos.

- 2014 : Los autores decidieron iniciar CG5TOOL, un programa desarrollado en entorno Java que le permite funcionar en diferentes plataformas informáticas **Linux** y que integra las características más importantes de CG3TOOL
- 2019 : Con el formato CG6, CG5TOOL se convierte en **CG6TOOL**
- 2020 : CG6TOOL disponible bajo plataformas **Windows NT** (con **gmt6** solamente)
- 2021 : Nuevos formatos gráficos siguientes (con **gmt6** solamente) : jpg, png y pdf.
- 2022 : Se acepta cualquier nombre de archivos, con la posibilidad de procesar circuitos de varios días que no forman un bucle (por ejemplo, el trayecto entre dos estaciones de referencia). También se acepta estaciones con nombres alfanuméricos.

Citation : G. Gabalda and S. Bonvalot (2022). CG6TOOL : An interactive computer program to process Scintrex CG3/CG5/CG6 gravity data. Bureau Gravimetrique International. BGI Software.

DOI :**XXX**

Contacts germinal.gabalda@ird.fr, sylvain.bonvalot@ird.fr, bgi@cnes.fr

GARANTIA

CG6TOOL se distribuye gratuitamente a la comunidad científica y ninguna distribución comercial está permitida sin el consentimiento de los autores. La responsabilidad de los autores, el IRD (Instituto de Investigación para el Desarrollo) y BGI (Oficina Internacional de Gravimetría) no pueden ser contratados por cualquier problema relacionado con su uso.

REQUISITOS PREVIOS

CG6TOOL requiere la instalación de **Java** y **GMT** (biblioteca gráfica y matemática disponible gratuitamente en internet) , así como la declaración de las variables de entorno:

- **CG6TOOL**: el archivo “jar” y el script CG6TOOL deben encontrarse bajo \$CG6TOOL. No se olvide de agregar \$CG6TOOL al **PATH**.
- **CG6VIEWER**: Un visor de imágenes. Sólo **gv** o **gs** (Ghostscript) han sido probados. Esa variable es inútil con **GMT6**.
- **CG6READER**: Lectura de los archivos *pdf*. Variable inútil bajo **Windows NT**.
- **GMT_VERSION** : GMT4, GMT5 o GMT6 (por defecto bajo Linux si no existe)
- **DIR_GSHHG** : Accesos a la carpeta que contiene la base de datos de límites de costa

CG6TOOL.gmt

Para inicializar sus variables y según la versión utilizada (gmt4, gmt5 o gmt6), GMT necesita un archivo de configuración, respectivamente **.gmtdefaults4**, **gm.conf** y **gmt.conf**. Estos archivos se crean utilizando respectivamente los archivos CG6TOOL.gmt4, CG6TOOL.gmt5 y CG6TOOL.gmt6 que también deben estar presente en la carpeta **\$CG6TOOL/init**. Se crean automáticamente cuando es necesario y pueden ser modificados por el usuario.

Iniciar CG6TOOL

- Entorno *Linux*

Si el PATH contiene \$CG6TOOL sola hace falta ejecutar **CG6TOOL** o crear un lanzador (que puede ser asociado al icono **CG6TOOL.jpg**) con el comando:

```
java -jar <camino_al_archivo_jar>
```

- Entorno *Windows NT*

Doble-clic en el archivo JAR o desde un acceso directo del escritorio (que puede ser asociado al icono **CG6TOOL.ico**)

ARCHIVOS DIARIOS DE DATOS GRAVIMETRICOS

CG6TOOL utiliza directamente los archivos de datos Scintrex adquiridos en el modo “*field*” y descargados a través de la salida serial.

Más adelante veremos otros tipos de archivos:

- S-file [sitio] creado por el usuario
- C-file [calculado] y R-file [resultado] producido por CG6TOOL.

Archivo Scintrex “CG3”

```

-----
SCINTREX V7.2          AUTOGRAV / Field Mode          R7.21 REMOTE/Hires
                                Ser No: 110193.
Line:      0.  Grid:      1.  Job:      1.  Date: 02/04/11  Operator:      1.

GREF.:          -3000. mGals          Tilt x sensit.:          293.2
GCAL.1:          6015.752          Tilt y sensit.:          296.5
GCAL.2:          0.          Deg.Lat.:          -33.45
TEMPCO.:          -0.1253mGal/mK          Deg.Long.:          70.66
Drift const.:          0.          GMT Difference:          0.hr
Drift Correction Start Time: 23:24:12          Cal.after x samples:          12
Date: 02/03/06          On-Line Tilt Corrected = "*"
-----
Station Grav.      SD.      Tilt x      Tilt y      Temp.      E.T.C.      Dur      #      Rej      Time
1. 2289.7584* 0.048      -0.3      -1.0      -2.01      0.015      100      2      13:37:20
1. 2290.2210* 0.026      -2.5      -2.2      1.05      -0.067      100      2      23:28:00
2. 2231.5532* 0.042      -0.6      1.2      0.22      0.062      100      0      14:56:56
3. 2232.8674* 0.040      -3.9      2.0      0.24      0.068      100      3      15:11:14
4. 2230.3552* 0.075      0.8      -0.9      0.47      0.077      100      2      15:43:18
5. 2227.6992* 0.078      1.6      0.2      0.35      0.080      100      0      16:00:48
5. 2227.7088* 0.067      -3.9      -0.1      0.34      0.080      100      2      16:03:27
6. 2226.3028* 0.072      1.4      0.7      0.29      0.080      100      0      16:16:21
6. 2226.2930* 0.070      -0.2      -1.7      0.31      0.080      100      2      16:18:32
7. 2226.7656* 0.047      -4.5      -0.6      0.36      0.079      100      4      16:36:08

```

Parámetros del encabezado necesarios :

- *Tipo de archivo* : ----- (en la primera línea)
- *SER No*: Número de serie
- *Date*: Fecha de adquisición de los datos
- *Deg.Long.*: Longitud (+ hacia el Oeste)
- *Deg.Lat.*: Latitud
- *GMT Difference* : Diferencia entre el tiempo UTC y el tiempo de las medidas

Archivo Scintrex “CG5”

```

/      CG-5 SURVEY
/      Survey name:      Pyrope
/      Instrument S/N:    9136
/      Client:           Default
/      Operator:         Default
/      Date:             2014/ 6/ 2
/      Time:             07:56:56
/      LONG:            1.5000000 E
/      LAT:             42.8000000 N
/      ZONE:            31
/      GMT DIFF.:       0.0

/      CG-5 SETUP PARAMETERS
/      Gref:             0.000
/      Gcal1:           9109.393
/      TiltxS:          670.647
/      TiltyS:          660.069
/      TiltxO:          84.648
/      TiltyO:          61.302
/      Tempco:         -0.141
/      Drift:           0.000
/      DriftTime Start: 01:06:34
/      DriftDate Start: 2000/01/01

/      CG-5 OPTIONS
/      Tide Correction:  YES
/      Cont. Tilt:      NO
/      Auto Rejection:  YES
/      Terrain Corr.:   NO
/      Seismic Filter:  YES
/      Raw Data:       YES
/---LINE---STATION---ALT.---GRAV.---SD.---TILTX--TILTY--TEMP---TIDE---DUR-REJ-----TIME----DEC.TIME+DATE--TERRAIN---DAT
1.000 245.000 0.0000 4253.907 0.034 -25.4 -24.4 -17.38 -0.001 90 23 07:30:35 5143.31240 0.0000 2014/06/05
1.000 245.000 0.0000 4253.909 0.016 -5.4 -11.4 -17.43 -0.001 90 7 07:33:31 5143.31444 0.0000 2014/06/05
1.000 246.000 0.0000 4308.860 0.035 72.0 32.4 -17.34 -0.005 90 22 08:54:40 5143.37070 0.0000 2014/06/05
1.000 246.000 0.0000 4308.835 0.014 27.3 11.2 -17.35 -0.006 90 22
08:57:13 5143.372200.00002014/06/05
1.000 246.000 0.0000 4308.833 0.010 18.0 11.9 -17.40 -0.006 90 6
09:00:04 5143.374450.00002014/06/05
1.000 262.000 0.0000 4240.207 0.017 -2.2 8.0 -17.36 0.025 90 10 16:24:03 5143.68227 0.0000 2014/06/05
1.000 262.000 0.0000 4240.222 0.011 -6.5 0.6 -17.34 0.025 90 0 16:26:21 5143.68387 0.0000 2014/06/05
1.000 262.000 0.0000 4240.225 0.009 -0.3 -4.6 -17.35 0.025 90 0 16:28:39 5143.68546 0.0000 2014/06/05
1.000 245.000 0.0000 4253.972 0.051 -5.9 -12.4 -17.29 0.025 90 3 16:49:53 5143.70019 0.0000 2014/06/05
1.000 245.000 0.0000 4253.979 0.068 3.6 -1.9 -17.29 0.025 90 4 16:52:41 5143.70213 0.0000 2014/06/05

```

Parámetros del encabezado necesarios :

- *Tipo de archivo* : CG-5 SURVEY
- *Instrument S/N* : Número de serie
- *Date*: Fecha de adquisición de los datos
- *LONG*: Longitud (+ hacia el Este)
- *LAT*: Latitud
- *GMT DIFF.:* Diferencia entre el tiempo UTC y el tiempo de las medidas
- *Tide Correction* : “YES” o “NO” según la toma en cuenta de la corrección de marea

ATENCIÓN: Los archivos con coordenadas GPS no son aceptados pero es posible transformarlos con la herramienta de importación de datos (*cf p. 49*).

Archivo Scintrex “CG6”

```

/      CG-6 SURVEY
/      Survey name:      AZER_AA
/      Instrument Serial Number:  018100125
/      Created:          2019-05-07-10:32:20
/
/      CG-6 Calibration
/      Operator:         GG
/      Gcal1 [mGal]:     7996.315000
/      Goff [ADU]:       -8388608.000000
/      Gref [mGal]:      0.0000
/      X Scale [arc-sec/ADU]:  0.031125
/      Y Scale [arc-sec/ADU]:  0.031014
/      X Offset [ADU]:    -85356.959885
/      Y Offset [ADU]:    -75699.919233
/      Temperature Coefficient [mGal/mK]: -0.128600
/      Temperature Scale [mK/ADU]: -0.000111
/      Drift Rate [mGal/day]: -0.119628
/      Drift Zero Time:   2018-10-31 12:00:18
/      Firmware Version:  R-20170705-1
/Station Date      Time      CorrGrav  Line  StdDev  ...//...  LatGPS  LonGPS  ElevGPS  Corrections[drift-temp-na-tide-tilt]
1001  2019-05-07  10:32:20  3370.5900  0  0.0797  ...//...  40.378101  48.973633  544.1  11011
1001  2019-05-07  10:33:20  3370.5901  0  0.0724  ...//...  40.378105  48.973633  544.2  11011

```

Observación : Aquí viene el listado de todos los parámetros disponibles en el formato CG6 :

*Station Date Time CorrGrav Line StdDev StdErr RawGrav X Y SensorTemp TideCorr TiltCorr
TempCorr DriftCorr MeasurDur InstrHeight LatUser LonUser ElevUser LatGPS LonGPS ElevGPS
Corrections[drift-temp-na-tide-tilt]*

Parámetros del encabezado necesarios :

- *Tipo de archivo* : CG-6 SURVEY
- *Instrument Serial Number* : Número de serie

Han iniciado CG6TOOL (y existe la variable de entorno \$CG6TOOL) ...

The screenshot shows the CG6TOOL software interface with the title bar "CG6TOOL - jv2022.12 (2022-12-01) - BGI/IRD". The "Field Survey" menu item is highlighted with a red circle. The interface is divided into several sections:

- INPUT INFORMATIONS**: Fields for Directory, Observed File (with Load and Edit buttons), Site File, and Gravimeter (with an ERR checkbox).
- OUTPUT INFORMATIONS**: Fields for Directory (with a button), Computed File, and Result File, with an OK button below.
- CORRECTIONS**: Radio buttons for E.T.C. (CG6 selected, Common Longman, Precise Longman), TIME (UTC-Local =), DRIFT (Linear (Least Square Adjustment)), SITE (Height (mGal/m) with a value of 0.00000 and a Reset button), and REOC (Time Delay (min) = 15 with a spinner).
- POSITION**: Fields for Directory and Position File (with Load and Infos buttons).
- GRAVITY BASE**: Fields for Base 1 and Base 2, each with a unit of mGal and a checkbox.
- GRAPHIC**: Fields for Directory (with a button), Plot #1 (with a value of ps and a checkbox), Plot #2, Advanced Graphic Parameters (with a button), and To save temporary directory (with a checkbox). A PLOT button is at the bottom.

1. Selección de un archivo

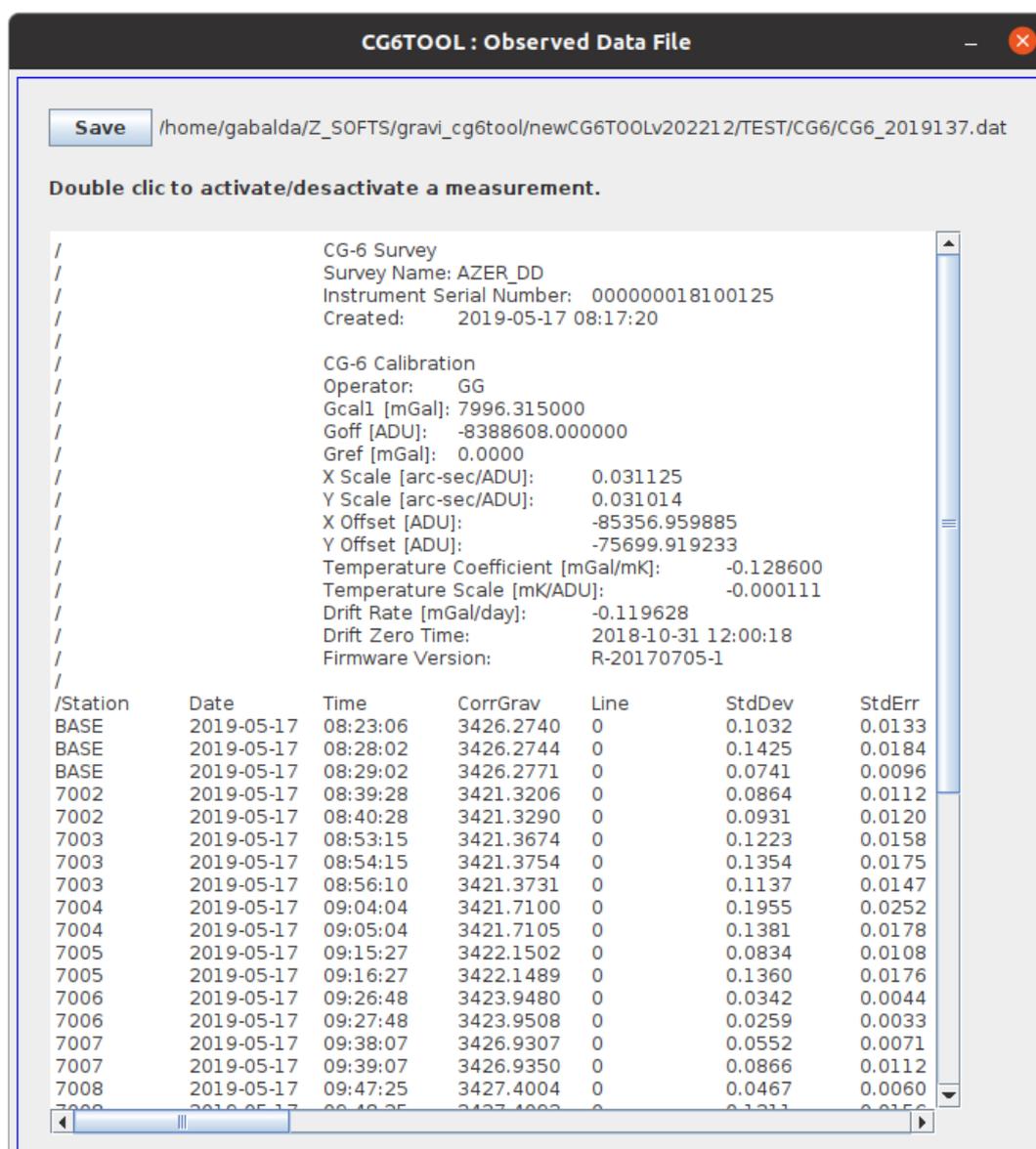
Haga clic en <Load> y seleccionar un archivo “observación”.

Una vez que la selección es real, la interfaz se actualiza.

The screenshot shows the CG6TOOL software interface with the following sections:

- INPUT INFORMATIONS**
 - Directory : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Observed File : CG6_2019137.dat
 - Site File : Unknown
 - Gravimeter : CG6 #18100125
- OUTPUT INFORMATIONS**
 - SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Computed File : C_CG6_2019137.dat
 - Result File : R_CG6_2019137.dat
 -
- CORRECTIONS**
 - E.T.C. : CG6 Common Longman Precise Longman
 - TIME : UTC-Local =
 - DRIFT : Linear (Least Square Adjustment)
 - SITE : Height (mGal/m) :
 - REOC : Time Delay (min) =
- POSITION**
 - Directory :
 - Position File :
- GRAVITY BASE**
 - Base 1 : mGal
 - Base 2 : mGal
 -
- GRAPHIC**
 - home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Plot #1 :
 - Plot #2 :
 - To save temporary directory
 -

El archivo puede ser visualizado con <Edit>.



El editor le permiter modificar las observations.

- **Doble-clic** sobre una línea añade (o quita si existe) el carácter # en inicio de línea. Todas las líneas marcadas no serán tomados en cuenta durante el procesamiento.
- <Save> permite guardar los cambios.

2. Cargar un archivo

Clic en <OK>. Si hay errores, mensajes pueden aparecer en la pantalla, sino el interfaz esta actualizado y el botón <APPLY> esta disponible.

The screenshot shows the CG6TOOL software interface with the following sections:

- INPUT INFORMATIONS**
 - Directory : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Observed File : CG6_2019137.dat [Load] [Edit]
 - Site File : Unknown
 - Gravimeter : CG6 #18100125 [ERR □]
- OUTPUT INFORMATIONS**
 - Directory : SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Computed File : C_CG6_2019137.dat
 - Result File : R_CG6_2019137.dat
- CORRECTIONS**
 - E.T.C. : CG6 Common Longman Precise Longman
 - TIME : UT UTC-Local = 0
 - DRIFT : Linear (Least Square Adjustment)
 - SITE : Height (mGal/m) : 0.00000 [Reset]
 - REOC : Time Delay (min) = 15
- POSITION**
 - Directory :
 - Position File : [Load] [Infos]
- GRAVITY BASE**
 - Base 1 : BASE 0.000 mGal
 - Base 2 : BASE 0.000 mGal
- GRAPHIC**
 - Directory : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Plot #1 : Plot1_CG6_2019137.ps [ps □]
 - Plot #2 : Plot2_CG6_2019137.ps
 - [Advanced Graphic Parameters] To save temporary directory

3. Procesamiento

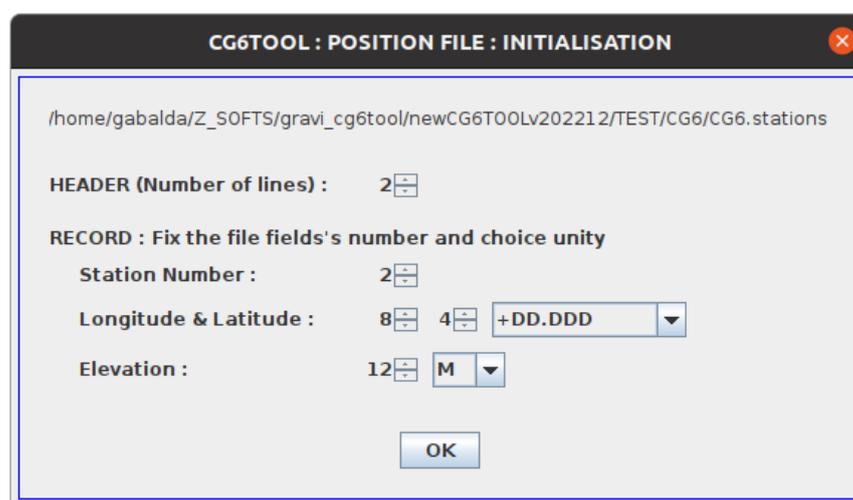
Varias correcciones (luni-solar, altura, deriva instrumental) y opciones (archivo de posición, referencia gravimétrica) son disponibles:

- **E.T.C.: CG6 / Common Longman / Precise Logman**
 - ✓ **GC6** : Corrección de marea del archivo (calculado con las coordenadas del gravímetro) basada en el modelo de Longman (1959).
 - ✓ **Common Longman** (basado en el mismo modelo) permite re-calcular una corrección con las coordenadas del encabezado.
 - ✓ **Precise Longman** permite calcular una corrección para cada sitio con coordenadas leídas en un archivo.
- **SITE : Height**

Esta corrección permite tomar en cuenta el efecto de un gradiente vertical para trasladar las medidas al un mismo nivel de referencia. Las alturas de corrección se leen en un archivo “*sitio*” (ver capítulo **ARCHIVO “SITIO”**) De forma predeterminada el gradiente usado es 0.3086 mGal/m.
- **REOC : Time Delay**

La deriva instrumental se calcula usando mediciones en sitios reocupados. Este parámetro establece el período mínimo del cual se considera que una estación se dice "reocupada" (15 minutos de forma predeterminada).
- **POSITION** (ver también “*ARCHIVO DE POSICION*”)

Permite cargar un archivo con coordenadas para correcciones precisas de mareas (ETC Precise Longman).
El formato dado por el usuario puede ser consultado con el botón <Infos>.



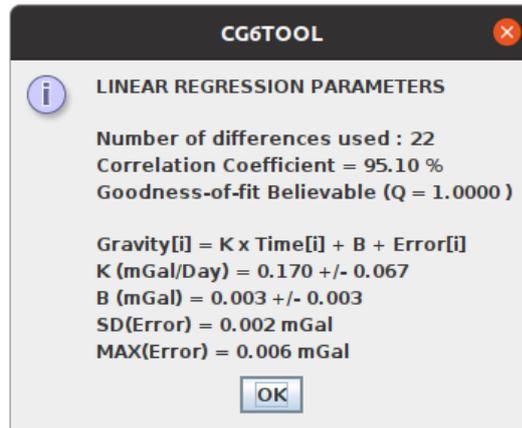
- **GRAVITY BASE**

Opción para asignar un valor de gravedad a 1 o 2 estaciones del circuito. De forma predeterminada *Base 1* es la primera estación del circuito y *Base 2* la última. En el caso de los circuitos que no hacen bucle, el uso de 2 bases permite obtener una deriva "realista" y resultados "aceptables".

<APPLY> para averiguar las opciones y seguir adelante.

Si la opción **Precise Longman** ha sido seleccionada y ninguno archivo de posición ha sido cargado, al usuario se le solicita que lo haga.

En fin de proceso CG6TOOL abre una ventana que contiene informaciones respecto a la deriva instrumental.



Botón<OK> para seguir.

CG6TOOL crea dos archivos:

- ✓ c-file [calculado] con datos corregidos y ordenados (tiempo de adquisición)
- ✓ r-file [resultado] (1 medida por estación)

Archivo C(alculado) : C_<Observation file>

```
# INFO : CG6TOOL 2022.12 (2022-12-01) - FIELD COMPUTED FILE
# CREATOR : gabalda
# DATE : Thu Nov 24 17:49:52 CET 2022
# GRAVIMETER : CG6 #18100125
# DATA : Observed = 37 / Used = 37
# CORRECTION : Earth Tide = Precise Longman / Height = No
# FORMAT : STATION / VALUE (mGal) / ERR (mGal) / DUR (s) / # REJ / X (Arc s) / Y (Arc s) / TEMP (mK)
# FORMAT : ETC (mGal) / JUL DAY / TIME (mn) / DDMMYY / HHMMSS / UT-Local (h) / SC (mGal) / GRAV (mGal)
BASE 3426.150 0.013 60 0 -8.4 -1.3 2.51 0.124 137 503.1000 170519 082306 0 0.000 0.0000
BASE 3426.152 0.018 60 0 -7.8 -1.8 2.45 0.123 137 508.0333 170519 082802 0 0.000 -0.0002
BASE 3426.154 0.010 60 0 -6.3 -1.3 2.44 0.123 137 509.0333 170519 082902 0 0.000 0.0024
7002 3421.201 0.011 60 0 10.6 -4.5 2.61 0.120 137 519.4667 170519 083928 0 0.000 -4.9552
7002 3421.209 0.012 60 0 10.0 -7.5 2.57 0.120 137 520.4667 170519 084028 0 0.000 -4.9470
... / ...
7015 3423.639 0.013 60 0 13.9 -17.2 2.54 0.007 137 688.3167 170519 112819 0 0.000 -2.6503
BASE 3426.311 0.016 60 0 3.2 -9.1 2.54 -0.011 137 709.1500 170519 114909 0 0.000 0.0024
BASE 3426.312 0.009 60 0 4.4 -13.4 2.52 -0.011 137 710.1500 170519 115009 0 0.000 -0.0027
BASE 3426.313 0.017 60 0 -2.6 -7.7 2.47 -0.012 137 711.4333 170519 115126 0 0.000 0.0023
BASE 3426.314 0.009 60 0 -3.9 -13.2 2.46 -0.013 137 712.4333 170519 115226 0 0.000 0.0027
```

Archivo R(esultado) : R_<Observation file>

```
# INFO      : CG6TOOL 2022.12 (2022-12-01) - FIELD RESULT FILE
# CREATOR   : gabalda
# DATE      : Thu Nov 24 17:49:52 CET 2022
# GRAVIMETER : CG6 #18100125
# DATA     : Total = 37 / Used = 37 / Station = 15 / Reoccupation (DT>15mn) = 1
# CORRECTION : Earth Tide = Precise Longman / Height = No
# REFERENCE : Station BASE (980041.400 mGal)
# DRIFT     : Value (mGal/Day) = 0.170 +/- 0.067 / Offset (mGal) = 0.003 +/- 0.003
#           : Standard Deviation (mGal) = 0.002 / Maximum Deviation (mGal) = 0.006
#           : Correlation = 95 % / Goodness-of-fit (Q) = 1.000 Believable
# FORMAT    : STATION / VALUE (mGal) / ERROR (mGal) / REITERATION / REOCCUPATION
BASE 980041.4000 0.0010 7 1
7002 980036.4465 0.0048 2 0
7003 980036.4919 0.0040 3 0
7004 980036.8292 0.0025 2 0
7005 980037.2676 0.0025 2 0
7006 980039.0663 0.0028 2 0
7007 980042.0468 0.0031 2 0
7008 980042.5147 0.0039 3 0
7009 980036.5543 0.0026 2 0
7010 980036.5085 0.0026 2 0
7011 980037.3576 0.0026 2 0
7012 980039.3811 0.0038 2 0
7013 980041.7948 0.0026 2 0
7014 980038.9337 0.0025 2 0
7015 980038.7466 0.0025 2 0
```

Actualización de la interfaz:

<PLOT> y <Advanced Graphic Parameters> son accesible.

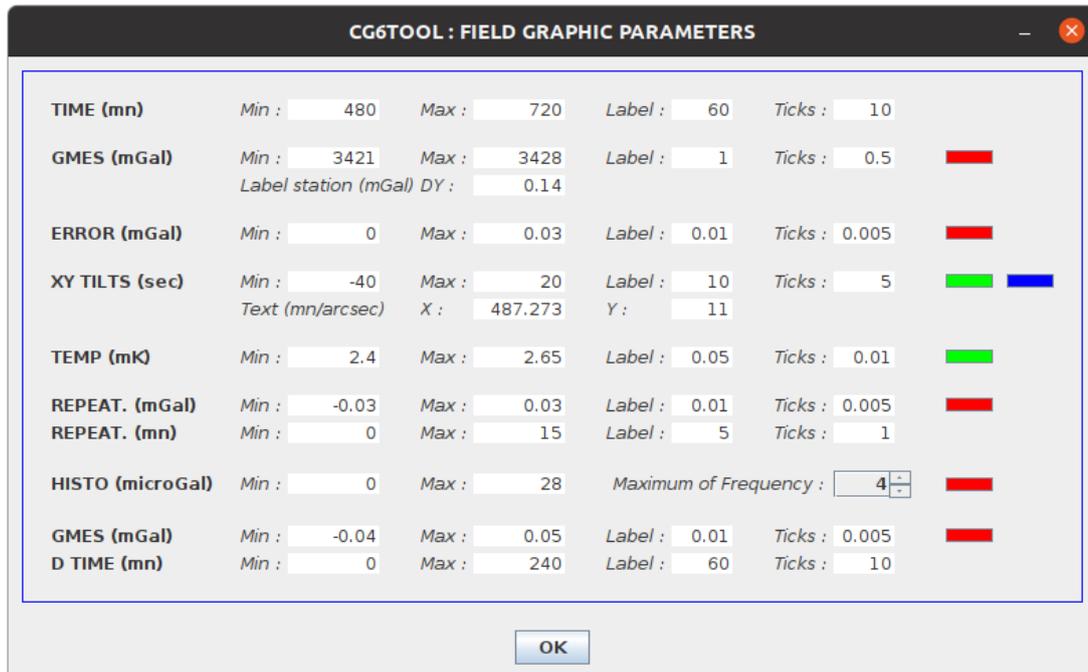
The screenshot shows the CG6TOOL software interface with the following sections:

- Field Survey** | Tools | About | Help
- INPUT INFORMATIONS**
 - Directory : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Observed File : CG6_2019137.dat [Load] [Edit]
 - Site File : Unknown
 - Gravimeter : CG6 #18100125 [ERR □]
- OUTPUT INFORMATIONS**
 - [Directory] SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Computed File : C_CG6_2019137.dat
 - Result File : R_CG6_2019137.dat[OK]
- CORRECTIONS**
 - E.T.C. : CG6 Common Longman Precise Longman
 - TIME : UT UTC-Local = 0
 - DRIFT : Linear (Least Square Adjustment)
 - SITE : Height (mGal/m) : 0.00000 [Reset]
 - REOC : Time Delay (min) = 15 [spinners]
- POSITION**
 - Directory : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Position File : CG6.stations [Load] [Infos]
- GRAVITY BASE**
 - Base 1 : [BASE] 980041.400 mGal
 - Base 2 : [BASE] 0.000 mGal[APPLY]
- GRAPHIC**
 - [Directory] /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6TOOLv202212/TEST/CG6
 - Plot #1 : Plot1_CG6_2019137.ps [ps □]
 - Plot #2 : Plot2_CG6_2019137.ps
 - [Advanced Graphic Parameters] To save temporary directory[PLOT]

4. Visualización

<PLOT> permite al usuario visualizar gráficamente los resultados.

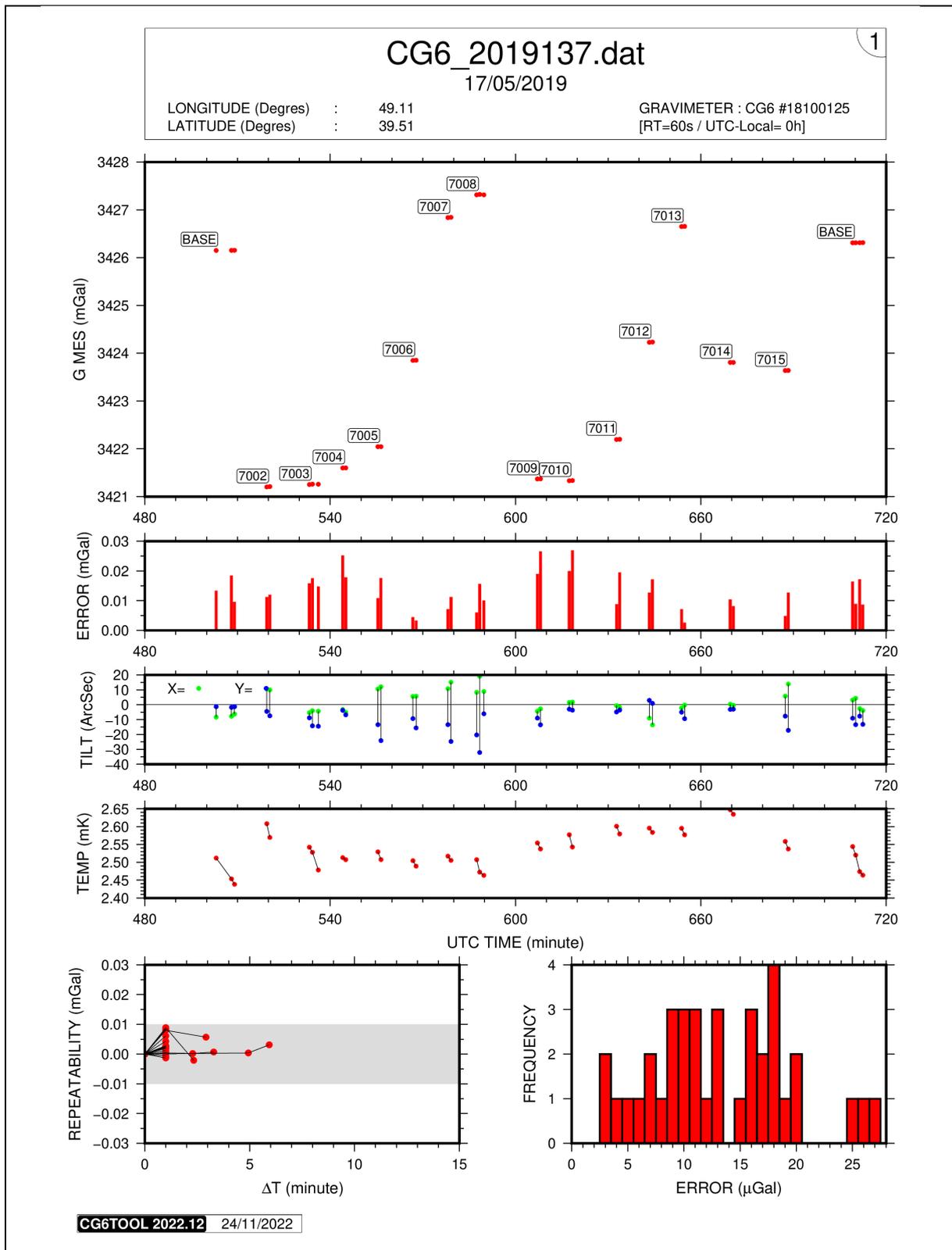
CG6TOOL utiliza la biblioteca gráfica y matemática GMT (Generic Mapping Tools) para crear los dibujos. CG6TOOL crea inicialmente un archivo que contiene toda la información y lo hace correr. El archivo se llama `_tmp_cg6tool_GMT_o-file` con extensión `cs` o `bat` según la plataforma utilizada, `o-file` es el nombre del archivo con las observaciones. Todos los parámetros gráficos se calculan automáticamente pero se pueden cambiar con la interfaz que se abre con <Advanced Graphic Parameters> o directamente en el script.



El script y todos los archivos temporales necesarios para la creación de dibujos se almacenan en el directorio temporal `_tmp_user_yyyy-mm-dd-hhnnss` donde `user` es el usuario, `yyyy-mm-dd` y `hhnnss` la fecha de creación.

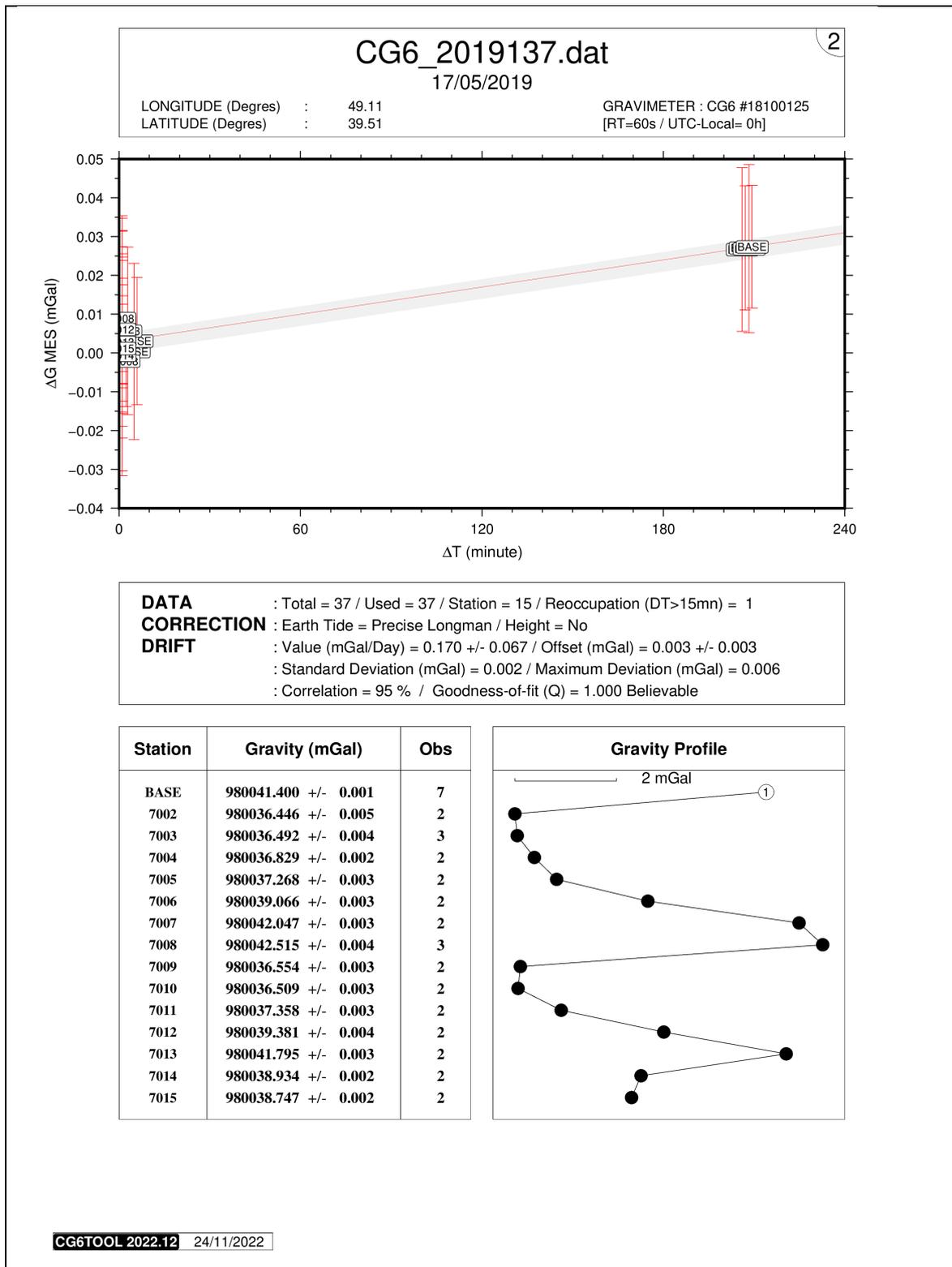
Marcar “To save temporary directory” permite guardar este directorio temporal.

Los dibujos se visualizan automáticamente con el visor asociado a variable de entorno `CG6VIEWER` (`GMT 4` y `GMT5`) o según el formato del archivo (`GMT6`).



El primer grafico contiene los parámetros importantes del perfil (medición corregida, error, inclinaciones y temperatura). También se visualiza la repetitividad de las mediciones consecutivas en un mismo sitio y el histograma de las desviaciones estándar para una primera evaluación del nivel de ruido. El cartucho superior incluye información general sobre el perfil (nombre del archivo, fecha, coordenadas, gravímetro...).

PROCESAMIENTO DE UN PERFIL



En el segundo grafico tenemos informaciones sobre los parámetros de la deriva instrumental lineal calculada (estaciones que han contribuido al cálculo, estadísticas...). La tabla inferior contiene para cada estación del perfil, el valor promedio, el error y el número de observaciones, así como la posición respectiva en el perfil.

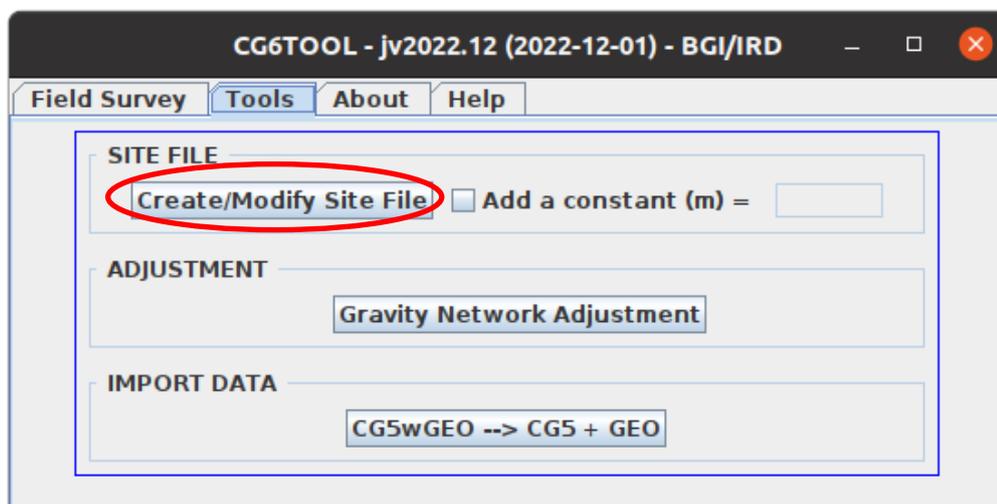
CG6TOOL permite tomar en cuenta un efecto de gradiente vertical de manera a trasladar las medidas a un mismo nivel de referencia (suelo, marcador topográfico,...).

Las alturas se leen en un archivo “sitio” (*S-file*) que debe estar presente en la carpeta del archivo con las observaciones.

Cada línea del archivo contiene la siguiente información:

- ✓ Estación
- ✓ Fecha
- ✓ Tiempo de la medida en hora y minutos (hh:mm)
- ✓ Altura (m)

Este archivo puede ser creado manualmente por el usuario, pero es más sencillo y sobre todo más seguro utilizar la herramienta <Create/Modify Site file> del <Tools> de **CG6TOOL**.

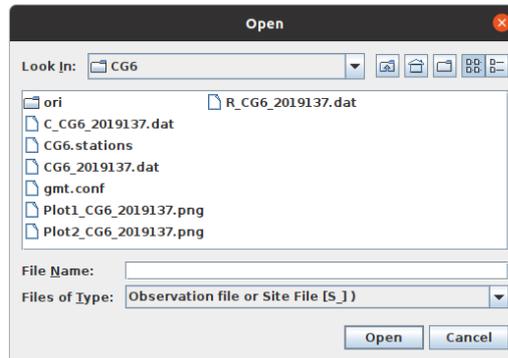


Tres posibilidades para construir ese archivo:

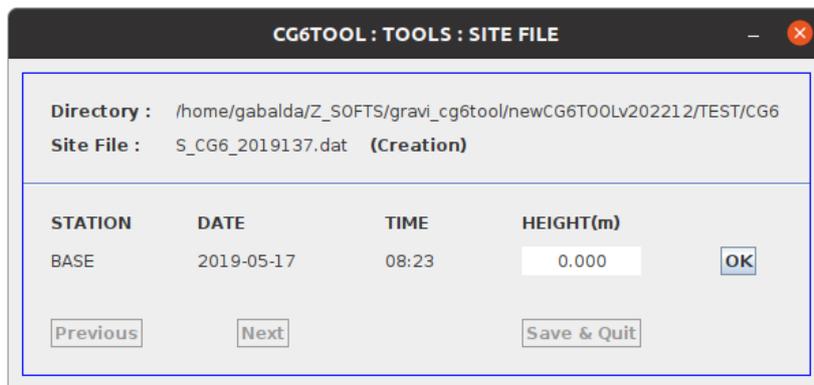
- ✓ **Crear** un nuevo archivo “sitio” (desde un archivo de observación) con valores de altura diferentes en cada sitio
- ✓ **Modificar** un archivo “sitio” existente
- ✓ **Crear** un nuevo archivo “sitio” (desde un archivo de observación) con el mismo valor de altura en todos los sitios

1. Crear un nuevo archivo con valores diferentes en cada sitio

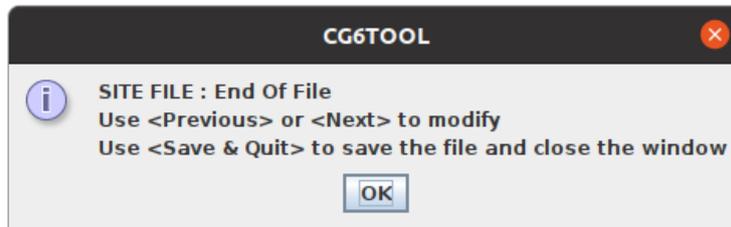
Clic en <Create/Modify Site file> y seleccione el archivo de observación.



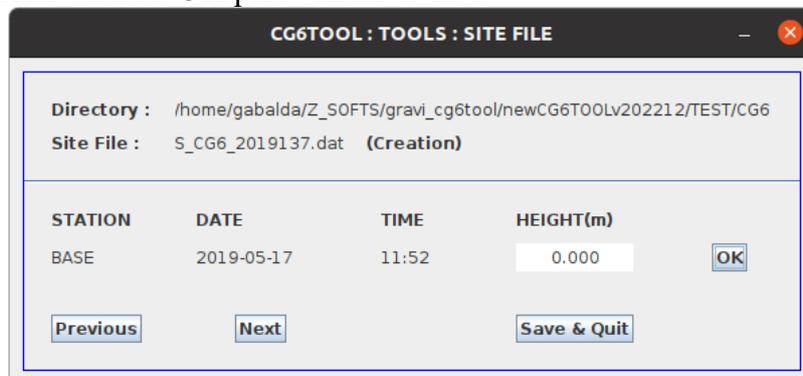
Dar un valor de altura para cada medición y validación con **OK**.



- Cuando llega la última línea del archivo



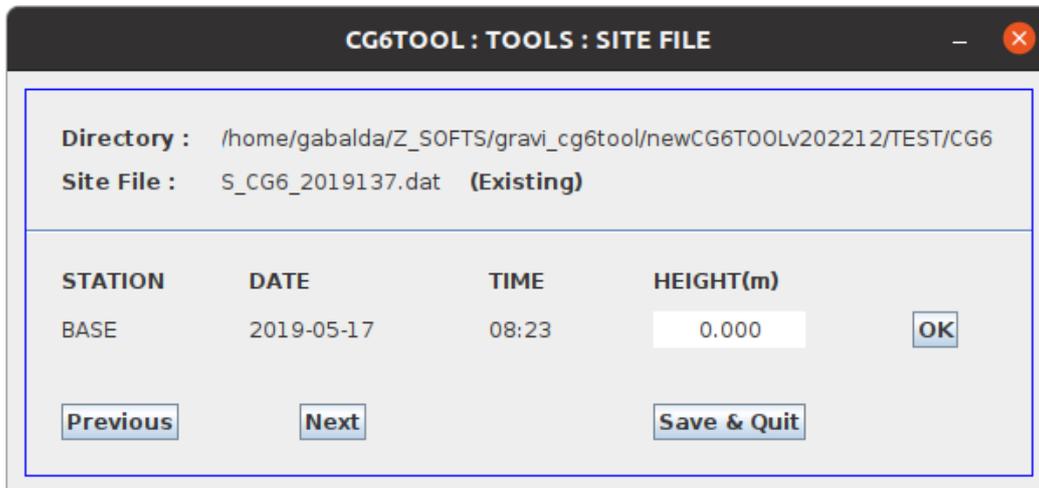
- Después **Previous** y **Next** permiten recorrer todo el archivo para averiguar o cambiar valores. **OK** para validar el dato.



- Sobre todo no olvidar de guardar el archivo: **Save & Quit**

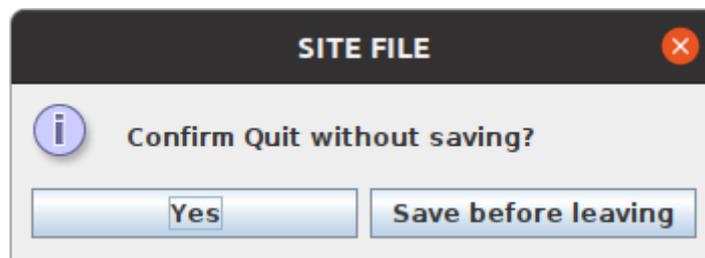
2. Modificar un archivo de sitio existente

- Clic en <Create/Modify Site file> y seleccione el archivo “sitio” *s-file*.



- **Previous** y **Next** para recorrer el archivo.
- **OK** para validar los cambios
- **Save & Quit** para guardar el nuevo archivo “sitio” antes de salir

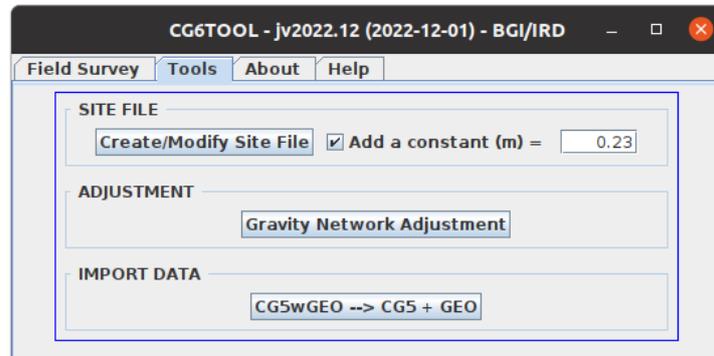
Si se sale sin guardar los datos (clic en el x de la ventana), el mensaje siguiente aparece de manera a poder guardar el nuevo archivo “sitio” antes de salir.



-

3. Crear un nuevo archivo con el mismo valor para todos los sitios

Marcar <Add a constant (m)> y dar un valor correcto de altura



Clic en <Create/Modify Site file> y seleccione el archivo de observación.



El mismo valor (0.23 m en el ejemplo) a sido puesto para todas las mediadas

OK para validar el valor (que puede ser cambiado antes)

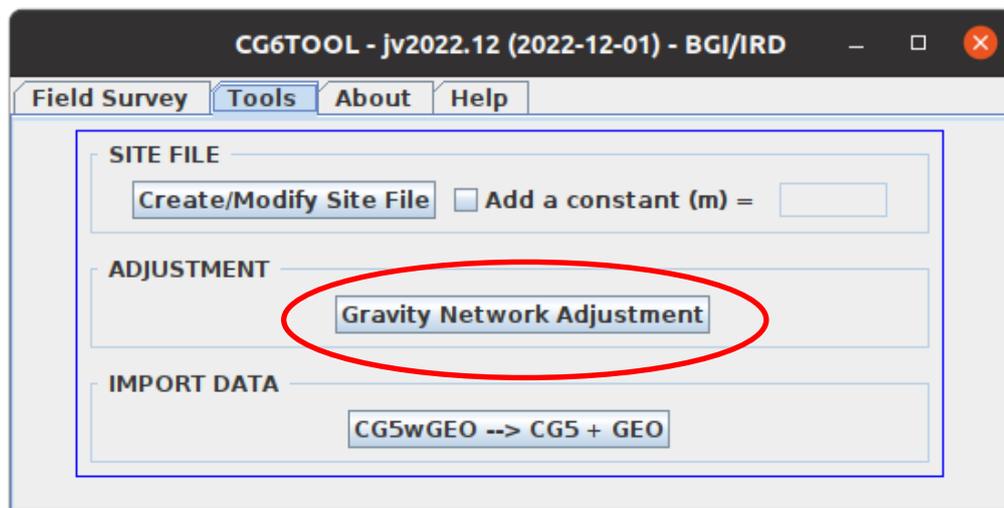
- Al fin del archivo **Previous** y **Next** permiten recorrer todo el archivo para averiguar o cambiar valores. **OK** para validar el dato.
- Si se cambia un valor de altura sin confirmarlo con el botón **OK**, al cambiar de mediada se pide una confirmación:
-



No olvidar de guardar el archivo con **Save & Quit**

De manera a reunir un gran número de observaciones de gravedad en diferentes perfiles con uno o más instrumentos, **CG6TOOL** incluye un programa de ajuste de red. Este programa requiere que las observaciones de gravedad han sido previamente procesadas (*Field Survey*) y que tenemos (1) archivos "calculados" (*c-file*) o "resultados" (*r-file*) que contienen datos corregidos (corrección lunisolar, deriva instrumental,...) y (2) uno o más valores absolutos. Con el fin de calcular las anomalías (Bouguer simple y aire-libre) y ver los resultados en mapas, es imperativo tener un archivo de coordenadas (*archivo de posición*).

<**Gravity Network Adjustment**> del <**Tools**> para utilizar ese programa



1. Archivo de configuración: *config-file*

Para inicializar el ajuste, **CG6TOOL** requiere un archivo de configuración. Se debe crear previamente por el usuario con la extensión "**config**". Contiene toda la información necesaria para el ajuste de los datos.

- Cada mando contiene una **palabra-clave** (en la primera columna), un espacio y uno o más parámetros dependiendo de la palabra clave
- El orden de los diferentes comandos no es importante
- El carácter “#” se utiliza para comentar una línea.
- Solo 2 palabras-clave son realmente necesarias:
 - ✓ **IRELFIL** *camino_completo* Archivo CG6TOOL (c-file ou r-file)
 - ✓ **ABSOLUT** *numero medida error* Estación absoluta
- 2 otras palabras-clave para el cálculo de las anomalías y sacar mapas:
 - ✓ **IPOSFIL** *camino_completo* Archivo de Posición
 - ✓ **IPOSFMT** *n sta lon lat alt [tc] lonlat_unit alt_unit [tc_unit]* Formato

Ver el capítulo siguiente para conocer todas las palabras-clave y el capítulo “**ARCHIVO DE POSICION**” para más informaciones respecto al formato.

2. Palabras-clave permitidas en el archivo de configuración

Desde ahora, consideramos que **dir/gna.config** es el nombre del archivo.

El código en última columna indica el nombre de vez que se puede encontrar en el archivo una palabra-clave: sola una vez (**1**) o más (**n**) Información

En [**negrita**] el valor pre determinado cuando existe

2.1. Información General

- ✓ **COMMENT** *texto* Comentario también utilizado como titulo 1
- ✓ **REPORT** *archivo* Nombre del uniforme final [**dir/gna.pdf**] 1

2.2. Información de Entradas

- ✓ **IRELFIL** *archivo* CG6TOOL c-file ou r-file n
- ✓ **IPOSFIL** *archivo* Archivo de coordenadas 1
- ✓ **IPOSFMT** *n1 i2 i3 i4 i5 [i6] fmt1 fmt2 [fmt3]* Formato del archivo IPOSFIL 1
- ✓ **ABSOLUT** *station mesure erreur* Estacion absoluta n
- ✓ **GRAVPAR** *num_serie factor_escala* Gravimetro n

2.3. Información de Ajuste

- ✓ **OADJFIL** *rais* Archivo de ajuste (rais) [**dir/gna**] 1
- ✓ **ADJNSIG** *filtro* Se guarda solamente los residuos < **ADJNSIG** x σ 1

2.4. Anomalías Aire-libre y Bouguer

- ✓ **ANODENS** *densidad* Promedio de la corteza (g/cm³) [**2.67**] 1
- ✓ **ANOGRA** *gradiente* Gradiente vertical (mGal/m) [**0.3086**] 1
- ✓ **ANOGEOS** *systema* Systema Geodesico (**IAG80**, IGSN71, POTS30) 1

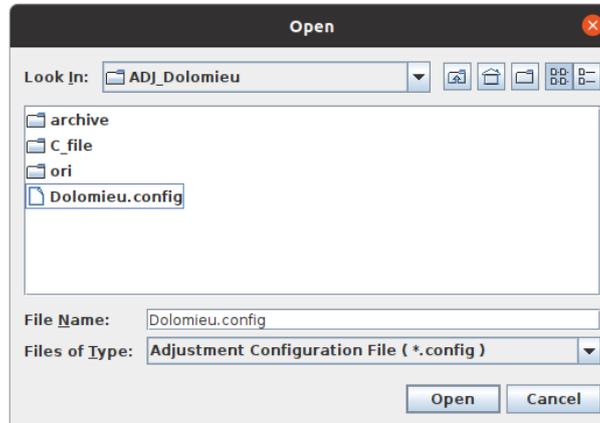
2.5. Información de Dibujos

- ✓ **PLOTCMD** *rais* Script para construir los dibujos (rais) [**dir/gna.csh** o **.bat**] 1
- ✓ **PLOTFIL** *rais* Archivo grafico (rais) [**dir/gna**] 1
- ✓ **PLOTREG** *w e s n* Coordenadas para los mapas geograficos 1
- ✓ **PLOTSFK** *flag* Dibujo del factor de escala k (0=No/1=Si) [**1**] 1
- ✓ **PLOTERR** *flag* Dibujo de los errores (0=No/1=Post/2=Todo) [**2**] 1
- ✓ **PLOTRES** *flag* Dibujo de los residuos (0=No/1=Extrêmes/2=Todo) [**2**] 1
- ✓ **PLOTFAA** *flag* Dibujo de las anomalías aire-libre (0=No/1=Si) [**1**] 1
- ✓ **PLOTBGA** *flag* Dibujo anomalía Bouguer (0=No/1=Si) [**1**] 1
- ✓ **PLOTANO** *tamaño* Tamaño anomalía en unidad .gmtdefault [**1.0**] 1
- ✓ **GCPTFAA** *tabla* Tabla de colores aire-libre [**dir/gna_haxby_faa.cp**] 1
- ✓ **GCPTBGA** *tabla* Tabla de colores Bouguer [**dir/gna_haxby_bga.cpt**] 1
- ✓ **CONTFAA** *flag [Aannot] [Ccont]* Trazado de curvas free-air [**1**] 1
- ✓ **CONTBGA** *flag [Annot] [Ccont]* Trazado de curvas Bouguer [**1**] 1
- ✓ **BOUGUER** *type* S(imple) o C(ompleto) [**S**] 1

3. Cargar el archivo de configuración

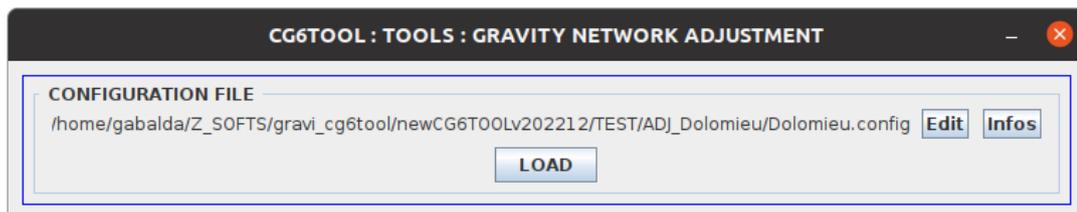
3.1. Selección del archivo de configuración

- Clic **<Gravity Network Adjustment>** y seleccionar un *config-file*.

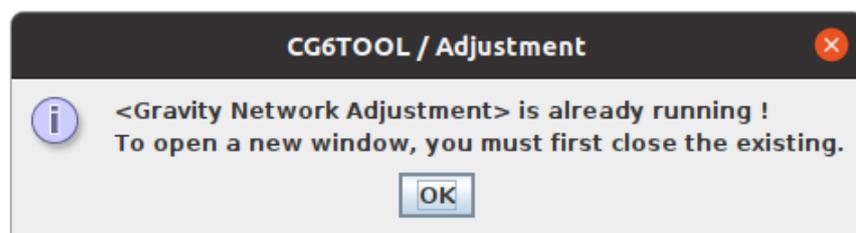


Si la selección es aceptada toda la información relativa al ajuste se guardará en un archivo `CG6TOOL_ADJ_user_yyyy-mm-dd-hhmmss.log` donde *user* es el nombre del usuario, *yyyy-mm-dd-hhmmss* la fecha de creación.

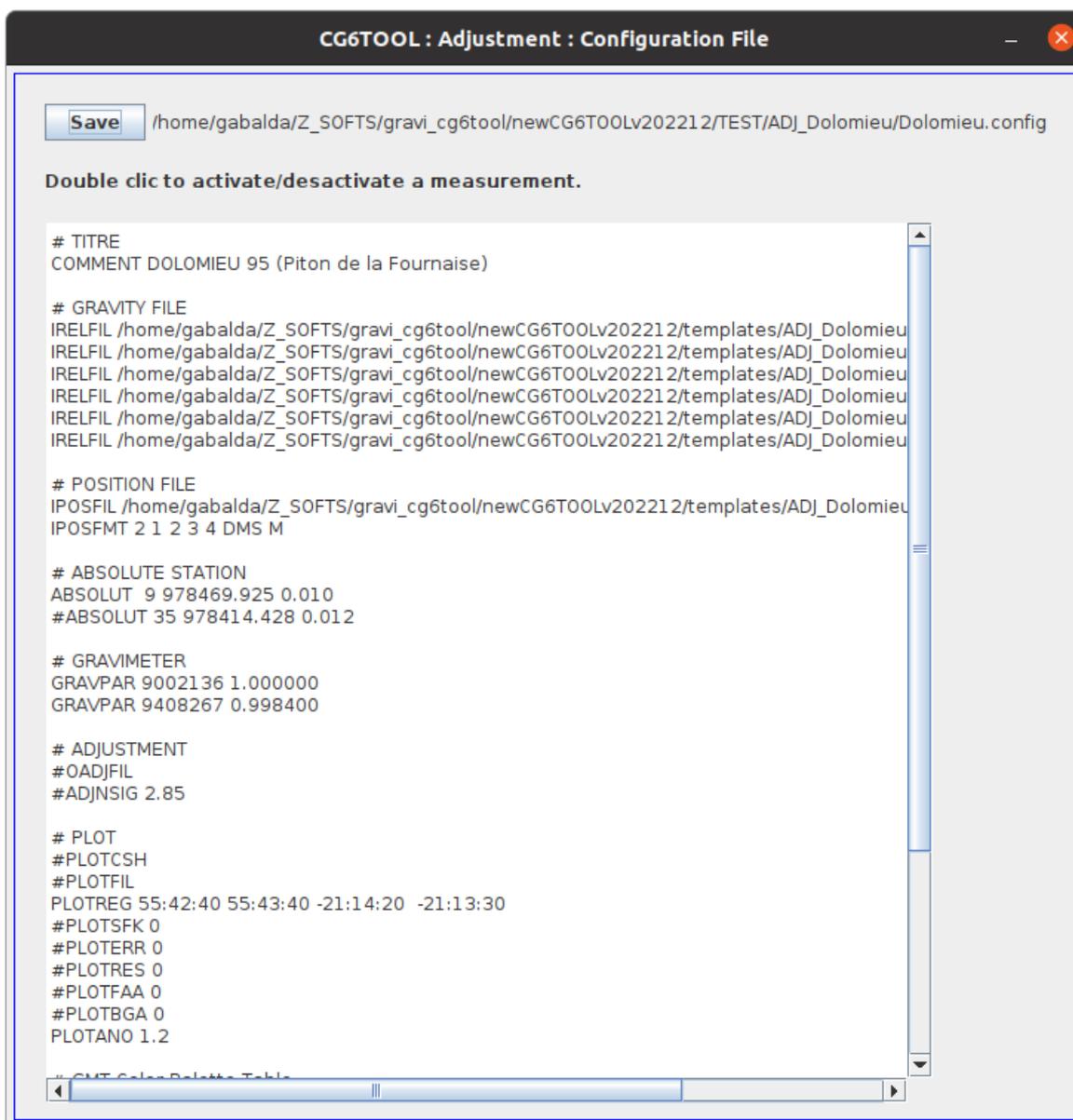
CG6TOOL muestra la siguiente ventana:



- El usuario tiene tres posibilidades:
 - ✓ **<Edit>**: Editar del archivo de configuración
 - ✓ **<Infos>**: Mostrar informaciones respecto a las palabras-clave
 - ✓ **<LOAD>**: Cargar (y averiguar) archivo de configuración
- No se puede procesar varios ajustamientos al mismo tiempo con el botón **<Gravity Network Adjustment>**.



3.2. Edición del archivo de configuración



- ❖ **doble- clic** permite añadir (o quitar) un carácter # al principio de la línea. Esas líneas con el carácter # no se tendrán en cuenta cuando se carga el archivo de configuración. Esto permite, habilitar (o deshabilitar) las palabras clave. Cuando se desactiva una palabra clave (o si está ausente), es el valor predeterminado que se utiliza en el ajuste.
- ❖ **<Save>** permite guardar los cambios

3.3. Visualización de la información relativa a las palabras clave

CG6TOOL : Adjustment : Key name informations		
Network Informations		
COMMENT	Commentary (also used as a title in the drawing)	Chilean network in Lastarria volcano (2005-2010)
REPORT	Output report filename	/CG6TOOL/Lastarria_adj/Lastarria.report
Input Informations		
IREFIL	CG6TOOL c-file (computed) or r-file (result)	/CG6TOOL/c_Data/flst1c95.256
IPOSFIL	Position file name with coordinates	/CG6TOOL/posf/Lastarria.xy
IPOSFMT	#lines (Head), field (Sta,Lon,Lat,Alt,TCo), [DD D.MS DMS EOL], [M KM EOL], [MGAL EOL]	0 1 3 2 4 0 DD M MGAL
ABSOLUT	Absolute station (number measure error)	315 978038.114 0.007
GRAVPAR	Gravimeter parameter (Serial_Number Scaling_Factor)	9002136 1.000054
Adjustment Informations		
OADJFIL	Root of the result file name with adjusted data	/CG6TOOL/Lastarria_adj/Lastarria
ADJNSIG	Adjustment filter (only residues < ADJNSIG * sigma)	3.0
Free-air and Bouguer anomalies		
ANODENS	Mean Density of the earth's crust (g/cm3) [2.67 by default]	2.670
ANOGRA	Vertical gradient of gravity (mGal/m) [0.3086 by default]	0.3
ANOGEO	Geodetic System [IAG80 (default) / IGSN71 / POTS30]	IAG80
BOUGUER	S(imple) or C(omplete) Bouguer [S (default) / C]	S
Drawing Informations		
PLOTCMD	Root of the C-shell script or command name to draw	/CG6TOOL/Lastarria_adj/csh_visu_Lastarria_Netw
PLOTFIL	Root of the Plot file name	/CG6TOOL/Lastarria_adj/Lastarria
PLOTREG	w e s n (min/max coordinates of data region)	-68.80 -68.25 -25.25 -25.00
PLOTSFK	Scaling Factor k : 0 (No plot) / 1 (Yes by default)	0
PLOTERR	Error : 0 (No plot) / 1 (only after adjustment) / 2 (all by default)	0
PLOTRES	Residues : 0 (No plot) / 1 (only extremes) / 2 (all by default)	0
PLOTFAA	Free-air anomaly : 0 (No plot) / 1 (Yes by default)	0
PLOTBGA	Bouguer anomaly : 0 (No plot) / 1 (Yes by default)	0
PLOTANO	Symbol size in .gmtdefault unit (1.0 by default)	0.5
GCPTFAA	Free-air anomaly (GMT Color Palette Table)	/CG6TOOL/Color_Palette/Lastarria_haxby_faa.cpt
GCPTBGA	Bouguer anomaly (GMT Color Palette Table)	/CG6TOOL/Color_Palette/Lastarria_haxby_bga.cpt
CONTFAA	Free-air anomaly (Contour map) : 0 (No) / 1 (Yes by default) [Aannotation] [Ccontour]	1 A200 C100
CONTBGA	Bouguer anomaly (Contour map) : 0 (No) / 1 (Yes by default) [Aannotation] [Ccontour]	0

- La primera columna contiene la palabra clave en **negrita**
- Sigue después comentarios para iniciar el uso y los parámetros
- Y por fin un ejemplo de uso
- Lista **exhaustiva**. Cualquier otra palabra clave no será reconocida

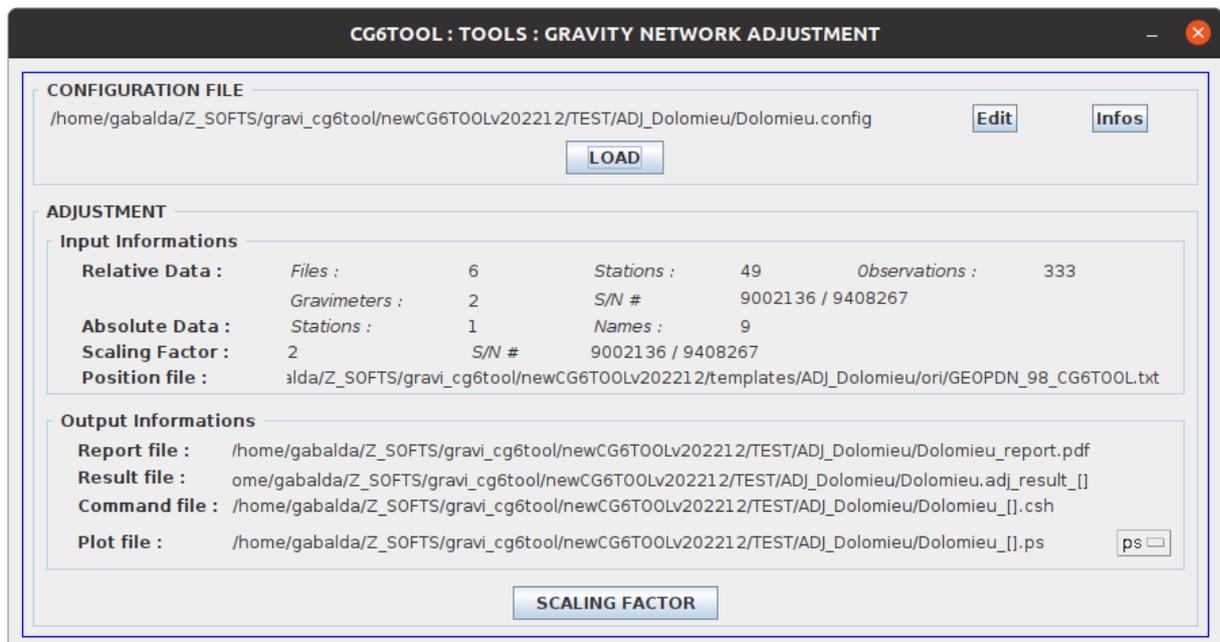
3.4. Cargar el archivo de configuración

Haga clic en <OK> para cargar el archivo.

Lectura del *config-file*, verificación de las palabras clave y carga de los datos. Si falta la presencia de una o varias palabras clave que sirven a la inicialización de los archivos, el usuario tendrá la información siguiente :



Si el usuario sigue, la interfaz se actualiza con toda la información disponible (datos en entrada, nombres de archivos...). Si desde ahora el archivo de configuración es editado y salvado, el interfaz será de nuevo actualizado (información borrada) y el usuario tendrá otra vez que cargar el nuevo archivo con <LOAD> para tener en cuenta las modificaciones.



4. Factor de escala

Haga clic en < **SCALING FACTOR** > para seguir procesando. La interfaz es nuevamente actualizada con información sobre los factores de correcciones de los gravímetros utilizados en la red:

- calculado solamente con los datos “relativos” (**IRELFIL**) y si existen estaciones comunes medidas con varios gravímetros.
- leídos en el archivo de configuración (**GRAVPAR**)
- calculado con datos relativos (**IRELFIL**) y absolutos (**ABSOLUT**)

Esos *factores de escala* están calculados (método de *mínimos cuadrados*) con referencia el primero gravímetro encontrado en el archivo *config-file*. Si no está presente, entonces el referente es el del primer archivo cargado (**IRELFIL**).

CG6TOOL : TOOLS : GRAVITY NETWORK ADJUSTMENT

CONFIGURATION FILE
 /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6T00Lv202212/TEST/ADJ_Dolomieu/Dolomieu.config [Edit] [Infos]
 [LOAD]

ADJUSTMENT

Input Informations

Relative Data :	Files :	6	Stations :	49	Observations :	333
	Gravimeters :	2	S/N #	9002136 / 9408267		
Absolute Data :	Stations :	1	Names :	9		
Scaling Factor :	2	S/N #	9002136 / 9408267			
Position file :	balda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6T00Lv202212/templates/ADJ_Dolomieu/ori/GEOPDN_98_CG6T00L.txt					

Output Informations

Report file : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6T00Lv202212/TEST/ADJ_Dolomieu/Dolomieu_report.pdf
Result file : ome/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6T00Lv202212/TEST/ADJ_Dolomieu/Dolomieu_adj_result_[]
Command file : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6T00Lv202212/TEST/ADJ_Dolomieu/Dolomieu_[]_csh
Plot file : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/newCG6T00Lv202212/TEST/ADJ_Dolomieu/Dolomieu_[]_png [png]

SCALING FACTOR

Scaling Factors Informations

Id	S/Number	Ref	From g-files only	Read in configuration file	g-files and absolutes values
1	9002136	X	<input checked="" type="checkbox"/> 1.000000	<input type="checkbox"/> 1.000000	
2	9408267		<input checked="" type="checkbox"/> 0.998329	<input type="checkbox"/> 0.998400	

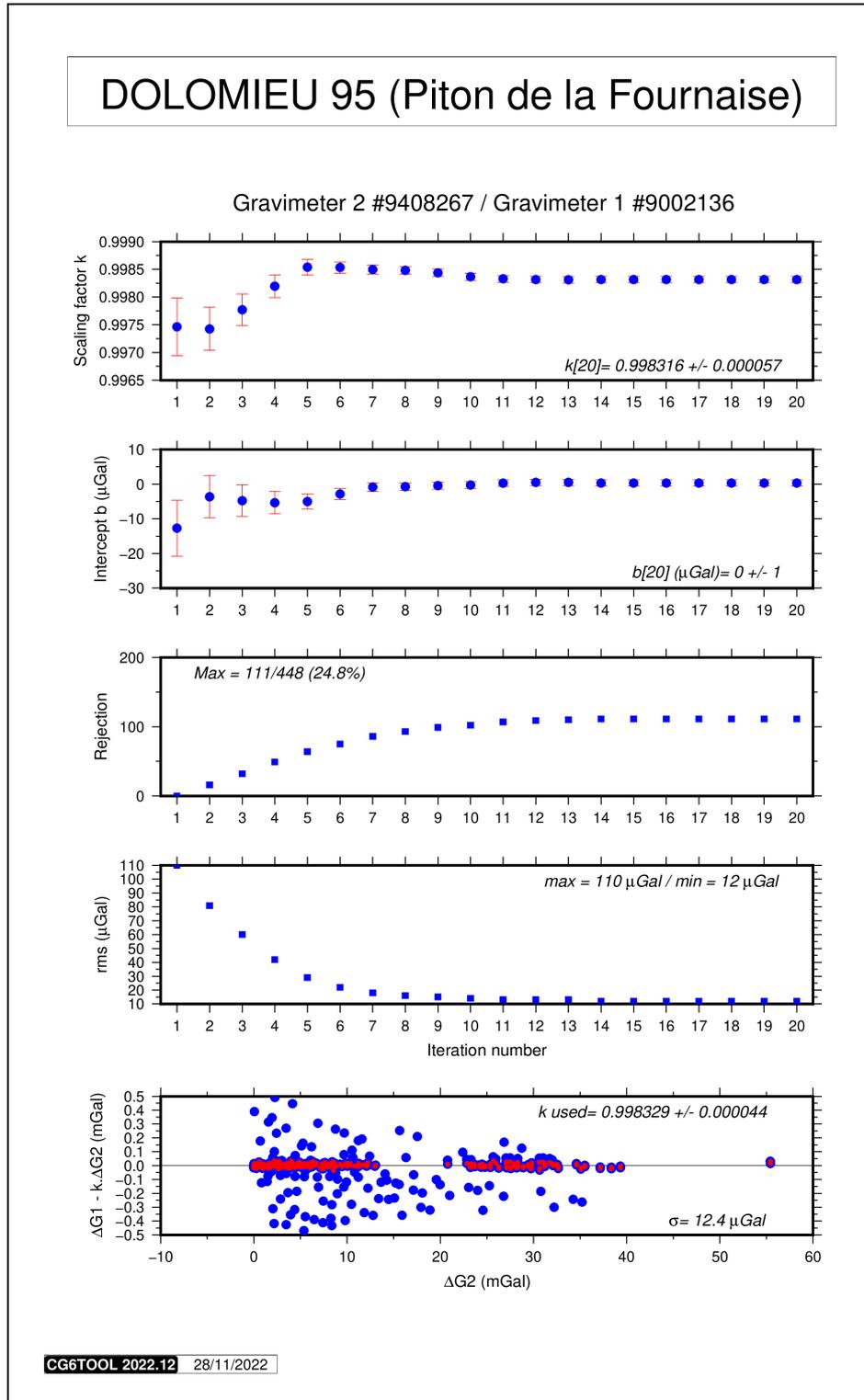
ADJUSTMENT

Para cada factor de corrección, un script genera automáticamente un gráfico para ayudar al usuario en la elección del factor k.

Cada archivo (mando o gráfico) tiene el nombre *gna_sf_GcsncvsGrsnr.ext* donde *gna*, *snc*, *snr* y *ext* son respectivamente el nombre base del *config-file*, el número de serie del gravímetro para calibrar y del gravímetro de referencia y la extensión del archivo (csh, bat, ps, jpg, png ou pdf).

El script también puede ser modificado y ejecutado independientemente.

- ❖ Estos archivos no se crean si el valor de **PLOTSFK** es cero!
- ❖ Si una estrella (*) sigue el factor de escala eso indica que la hipótesis « *intercepto nulo* » ha sido rechazada estadísticamente al nivel del 5% (*prueba de cumplimiento de Student*).



Este gráfico contiene los parámetros de la calibración entre los gravímetros #9408267 y #90023136 (factor, ordenada al origen, número de rechazo y rms).

Entre cada cálculo (20 al total) se quita los datos que son más allá de 3σ .

Con los datos finales se calcula un **factor de escala** que pasa por el origen.

El último dibujo presenta los resultados obtenidos con el factor calculado y los puntos rojos corresponden a los datos que no alcanzan tres desviaciones estándar.

5. Ajuste

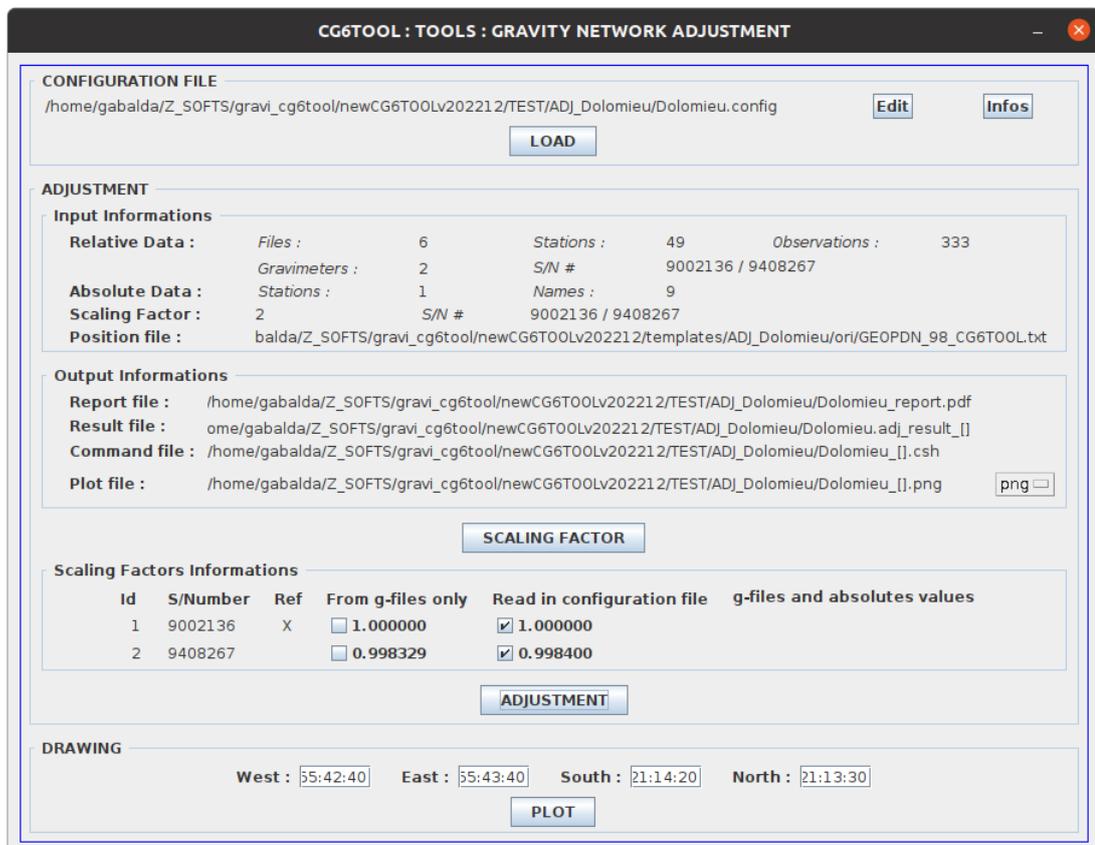
Haga clic en <ADJUSTMENT> para seguir el procesamiento.

- Los datos están ajustados (uno, dos o tres pasos)
 - ✓ Un paso si CG6TOOL puede inicializar todas las estaciones de la red
 - ✓ Dos pasos si un ajuste de inicialización es necesario
 - ✓ Otro paso si la palabra-clave **ADJNSIG** esta activada para filtrar los datos
- Creacion de un archivo de ajuste (*ver mas abajo*)
 - ✓ *adjfile.adj_result_filter* donde *adjfile* es el valor **OADJFIL** (o *gna* pre determinado) y *filter* es “nofilter” ou “filtered” (si **ADJNSIG** activado)

CG6TOOL calcula automáticamente el marco geográfico. Si el usuario define un marco mas pequeño (**PLOTREG**), aparece el mensaje siguiente:



- La interfaz se actualiza con la información geográfica:



Archivo con el resultado de ajuste: Dolomieu.adj_result_nofilter

```

INFO : CG6TOOL 2022.12 (2022-12-01) - ADJUSTMENT RESULT FILE
# CREATOR : gabalda
# DATE : Mon Nov 28 16:48:21 CET 2022
# LOG FILE : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/CG6TOOLv202212/ADJ_Dolomieu/CG6TOOL_ADJ_gabalda_2022-11-28-15h53m42s.log
# CONFIGURATION FILE
# /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/CG6TOOLv202212/ADJ_Dolomieu/Dolomieu.config
# ADJUSTMENT
# Input informations
# - Relative Data : Files# 6 / Gravimeters# 2 / Stations# 49 / Observations# 333
# - Absolute Station : 1 [9]
# - Gravimeter used: [s/n 9002136][s/n 9110193]
# - Position file : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/CG6TOOLv202212/ADJ_Dolomieu/ori/Reseau_GEOPDN_98
# Output informations
# - Result file : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/CG6TOOLv202212/ADJ_Dolomieu/ori/Dolomieu.adj_result_nofilter
# - Script file : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/CG6TOOLv202212/ADJ_Dolomieu/ori/Dolomieu_[] .csh
# - Graphic file : /home/gabalda/Z_SOFTS/gravi_cg6tool/CG6TOOLv202212/ADJ_Dolomieu/ori/Dolomieu_[] .ps
# Absolute station informations
# - Station 9 = 978469.9250 +/- 0.0100 mgal
# Scaling Factors informations
# - Meter #1 [s/n 9002136] 1.000000 <-- read in configuration file (Reference)
# - Meter #2 [s/n 9110193] 0.998400 <-- read in configuration file
# Result informations
# - Root-Mean-Square residual : 0.040 mGal
# - Filter : No
# - Errors (mGal) : Min= 0.009 / Max= 0.033 / Mean= 0.025
# - Residues (mGal) : Min= -0.117 / Max= 0.251 / Mean= 0.001
#
# FREE-AIR & BOUGUER
# - Mean density : 2.670 g/cm3
# - Vertical gradient : 0.3086 mGal/m
# - Geodetic system : IAG 1980
# - Bouguer anomaly : Simple
# - free-air anomaly (mGal) : Min= 475.986 / Max= 493.1592 / Mean= 487.348
# - Bouguer anomaly (mGal) : Min= 196.080 / Max= 223.977 / Mean= 209.525
#
# FORMAT : Gravity, Error, Free-air, Bouguer (mGal), Coordinates (DD, m)
# Sta Gravity Error Reit Longitude Latitude Altitude Free-air Bouguer
# =====
550 978416.0095 0.0120 6 55.7219647 -21.2278319 2520.000 483.734 201.645
551 978417.7471 0.0229 4 55.7196333 -21.2275817 2525.500 487.184 204.479
552 978411.4271 0.0217 4 55.7178622 -21.2284867 2557.600 490.715 204.417
553 978405.3228 0.0216 4 55.7158503 -21.2294914 2585.500 493.159 203.738
554 978388.9882 0.0197 5 55.7131353 -21.2307136 2630.000 490.483 196.080
.../...
529 978430.6556 0.0282 5 55.7238125 -21.2340617 2469.470 482.407 205.974
520 978431.6287 0.0227 8 55.7248803 -21.2328953 2461.070 480.859 205.366
519 978434.8900 0.0266 5 55.7240517 -21.2327336 2459.560 483.664 208.340
518 978437.3177 0.0306 4 55.7229053 -21.2327619 2461.230 486.605 211.095
34 978417.9166 0.0297 2 55.7205872 -21.2278153 2519.660 485.537 203.486
    
```

6. Dibujos

<PLOT> permite visualizar con graficos los resultados obtenidos utilizando la biblioteca gráfica y matemática **GMT (Generic Mapping Tools)** para crear los archivos graficos. **CG6TOOL** crea inicialmente “scripts” de nombre *ershfile_type.cmd* que ejecuta. *ershfile* es definido por **PLOT_CMD** (o *gna* pre determinado) y *cmd* por el sistema : csh (Linux) o bat (Windows) y puede ser modificado por el usuario. Ver mas abajo para conocer los distintos valor de *type*.

Los limites geográficos pueden ser tambien cambiado y introducido con los formatos siguientes: D.D (Grados decimales) o D:M:S (grados, minutos y segundos).

Si no hay restriccion **CG6TOOL** produce los siguientes archivos:

- 9 archivos graficos: *plotfile_typo.ext* donde *plotfile* es definido por **PLOTFIL** (o *gna* pre determinado) y *ext* por el formato grafico (ps, jpg, png et pdf):
 - ✓ *plotfile_info_histo.ext* : Informacion general y histogramas (ver figura 6.1)
 - ✓ *plotfile_err_raw.ext* : Red con errores antes del ajuste (ver figura 6.2)
 - ✓ *plotfile_err_adj.ext* : Red con errores después del ajuste (ver figura 6.3)
 - ✓ *plotfile_res_max.ext* : Red con los residuos extremos (ver figura 6.4)
 - ✓ *plotfile_res_mean.ext* : Red con los residuos promedio (ver figura 6.5)
 - ✓ *plotfile_faa_dot.ext* : Red con las anomalias aire-libre (punto) (ver figura 6.6)
 - ✓ *plotfile_faa_grd.ext* : Red con las anomalias aire-libre(grilla) (ver figura 6.7)
 - ✓ *plotfile_bga_dot.ext* : Red con las anomalias Bouguer simple (punto) (ver figura 6.8)
 - ✓ *plotfile_bga_grd.ext* : Red con las anomalias Bouguer simple (grilla) (ver figura 6.9)
 - 2 grillas « **grd** » : *gna_[faa,grd].grd* donde *gna* basado en *config-file*
 - ✓ *gna_faa.grd* : grilla creada con comando **surface** (GMT) y los datos aire-libre
 - ✓ *gna_bga.grd* : grilla creada con comando **surface** y los datos Bouguer simple
 - 2 paletas « **cpt** » (Color Palette Table GMT): *gna_haxby_[faa,grd].cpt*
 - ✓ *gna_haxby_faa.cpt*: paleta creada con comando **makecpt** (GMT) los datos aire-libre
 - ✓ *gna_haxby_bga.cpt*: paleta creada con comando **makecpt** y los datos Bouguer simple
-
- ❖ Los mapas « **errores** » no son creados con **PLOTERR** a cero
 - ❖ Los mapas « **residuos** » no son creados con **PLOTRES** a cero
 - ❖ Los mapas « **free-air** » no son creados con **PLOTFAA** a cero
 - ❖ Los mapas « **Bouguer** » no son creados con **PLOTBGA** a cero
-
- ❖ La paleta CPT « free-air » no se crea con **GCPTFAA** no definido
 - ❖ La paleta CPT « Bouguer » no se crea con **GCPTBGA** no definido
-
- ❖ No hay trazado de la curvas « **free-air (Grid)**» si **CONTFAA** esta a cero
 - ❖ No hay trazado de la curvas « **Bouguer (Grid)**» si **CONTBGA** esta a cero

DOLOMIEU 95 (Piton de la Fournaise)

Survey adjustment results

Input data

- Relative Data : Files# 6 / Gravimeter# 2 / Stations# 49 / Observations# 333
- Absolute Station : 1 [9]
- Gravimeter used : [s/n 9002136][s/n 9408267]

Scaling Factors

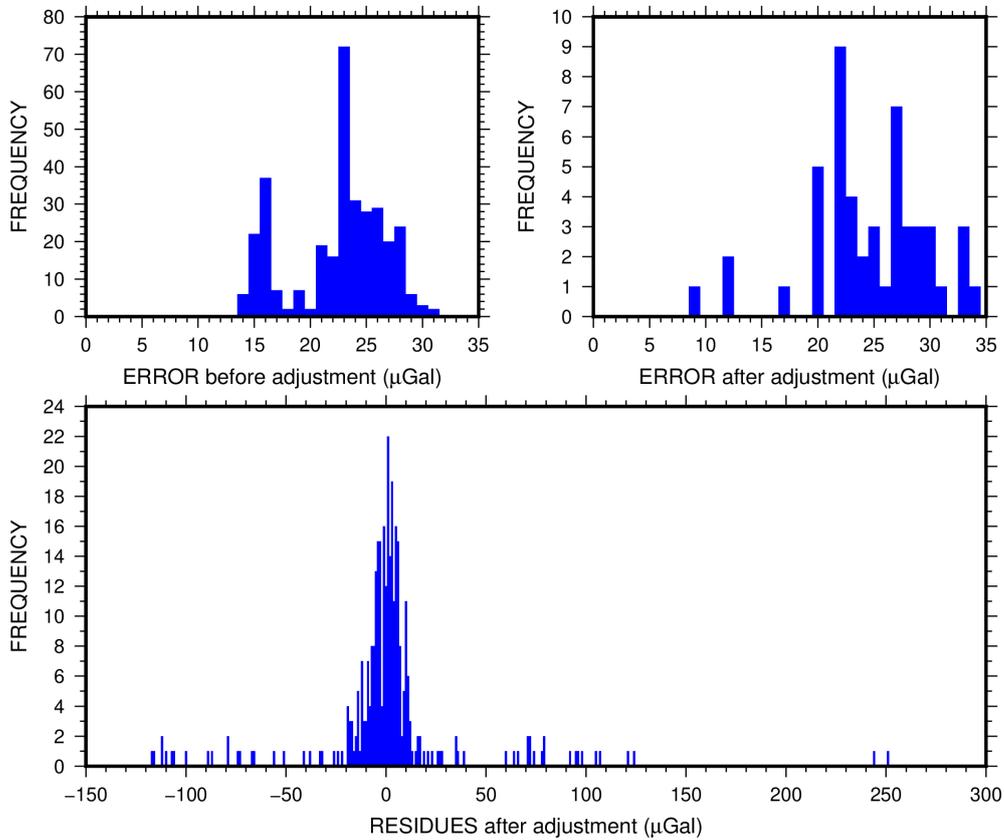
- Meter #1 [s/n 9002136] 1.000000 :- read in configuration file (Reference)
- Meter #2 [s/n 9408267] 0.998400 :- read in configuration file

Absolute station used :

- Station 9 = 978469.9250 +/- 0.0100 mGal

Adjustment errors (mGal) : Min= 0.009 / Max= 0.034 / Mean= 0.025

Adjustment residues (mGal) : Min= -0.117 / Max= 0.251 / Mean= 0.001



CG6TOOL 2022.12 28/11/2022

Figure 6.1: Informaciones generales y histogramas

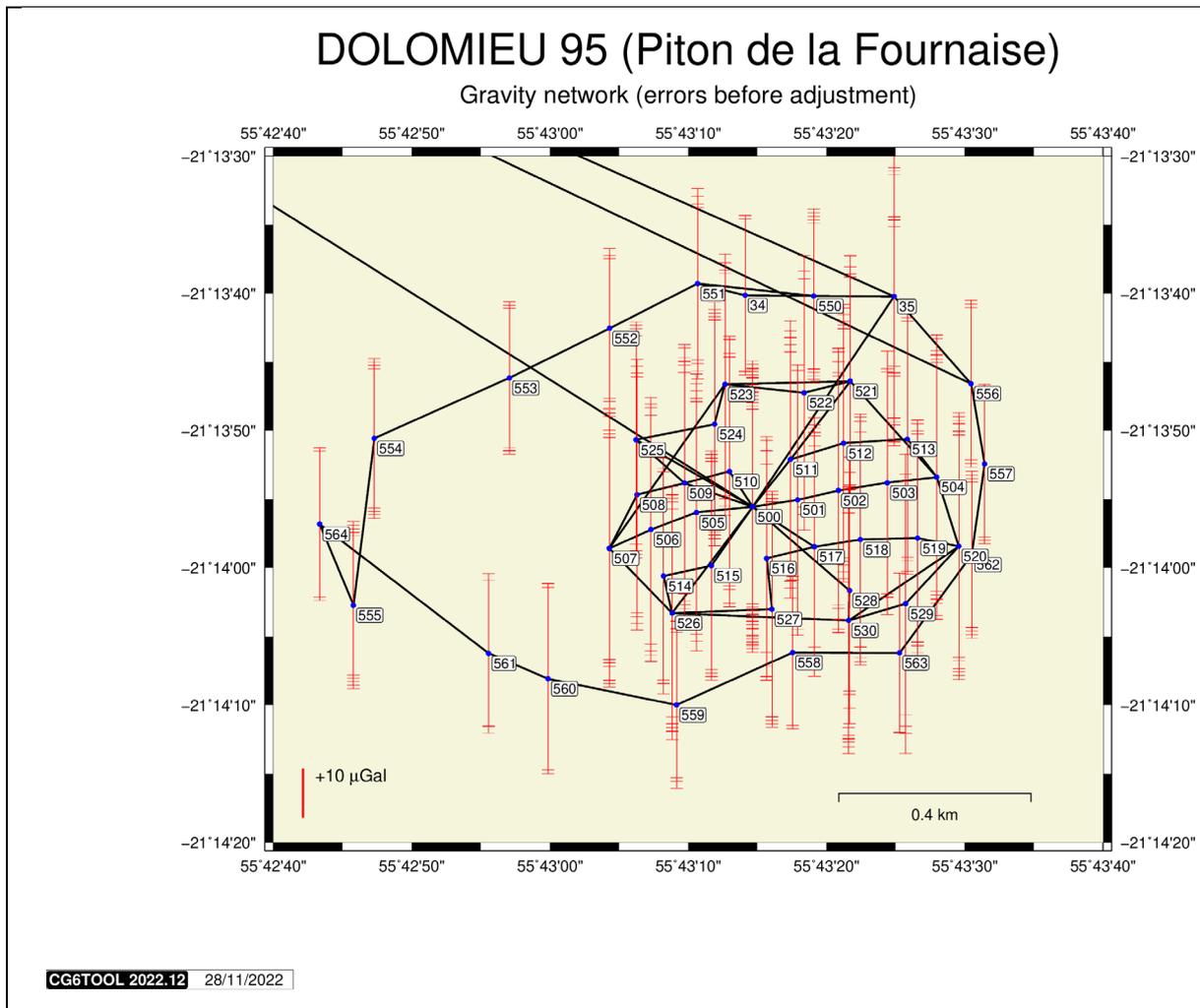


Figure 6.2: Red con errores (antes del ajuste)

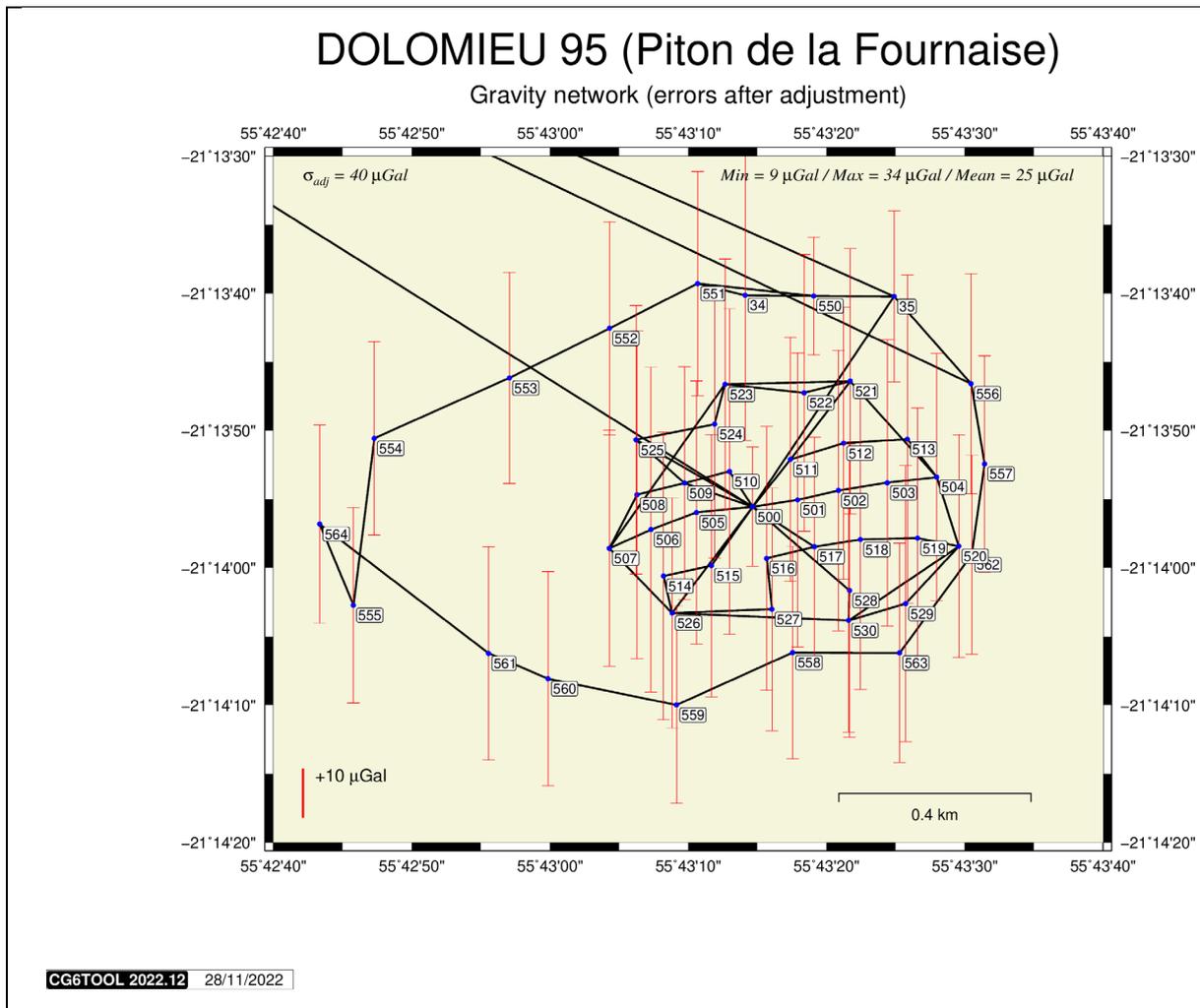


Figure 6.3: Red con errores (despues del ajuste)

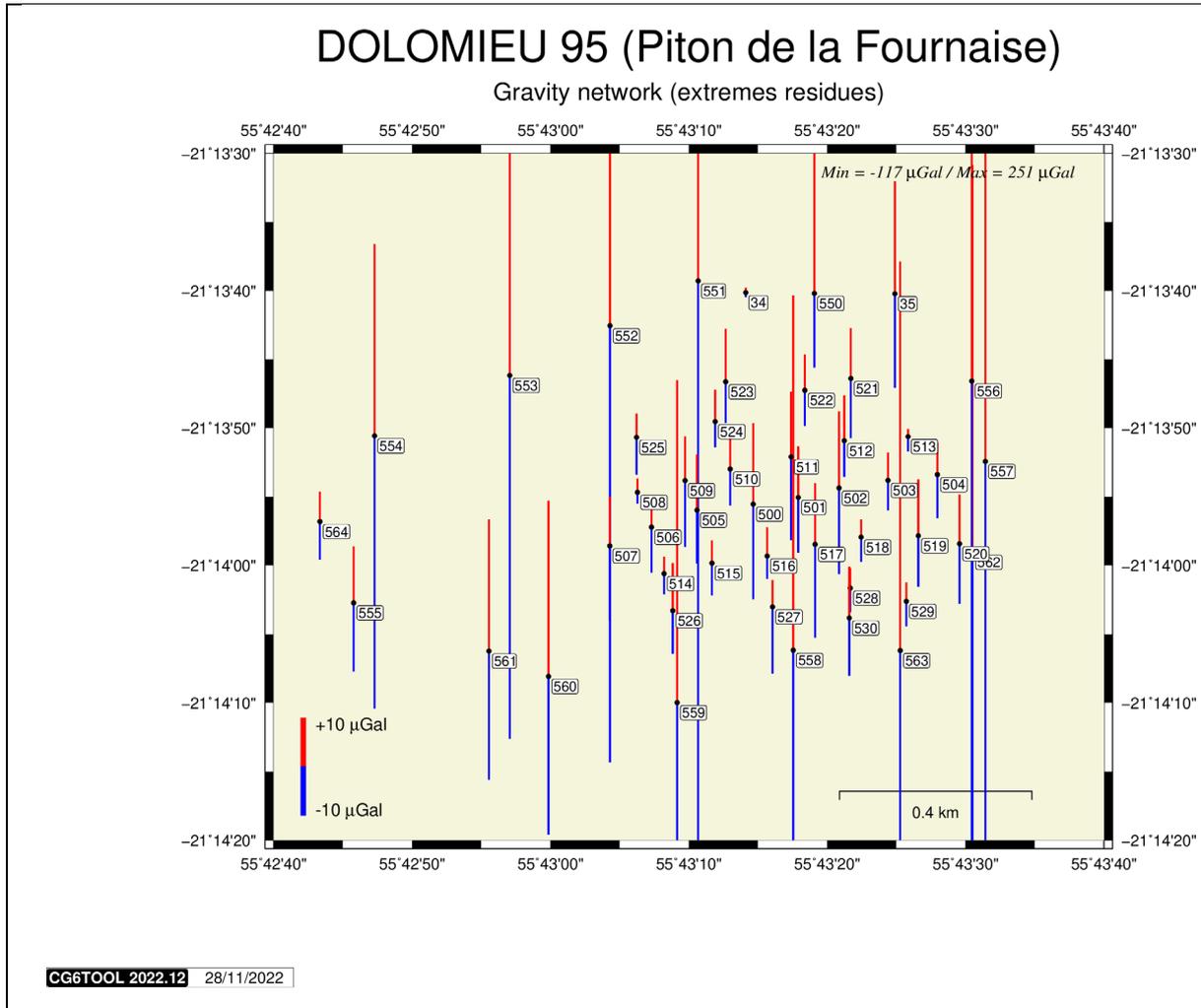


Figura 6.4: Red con los residuos extremos

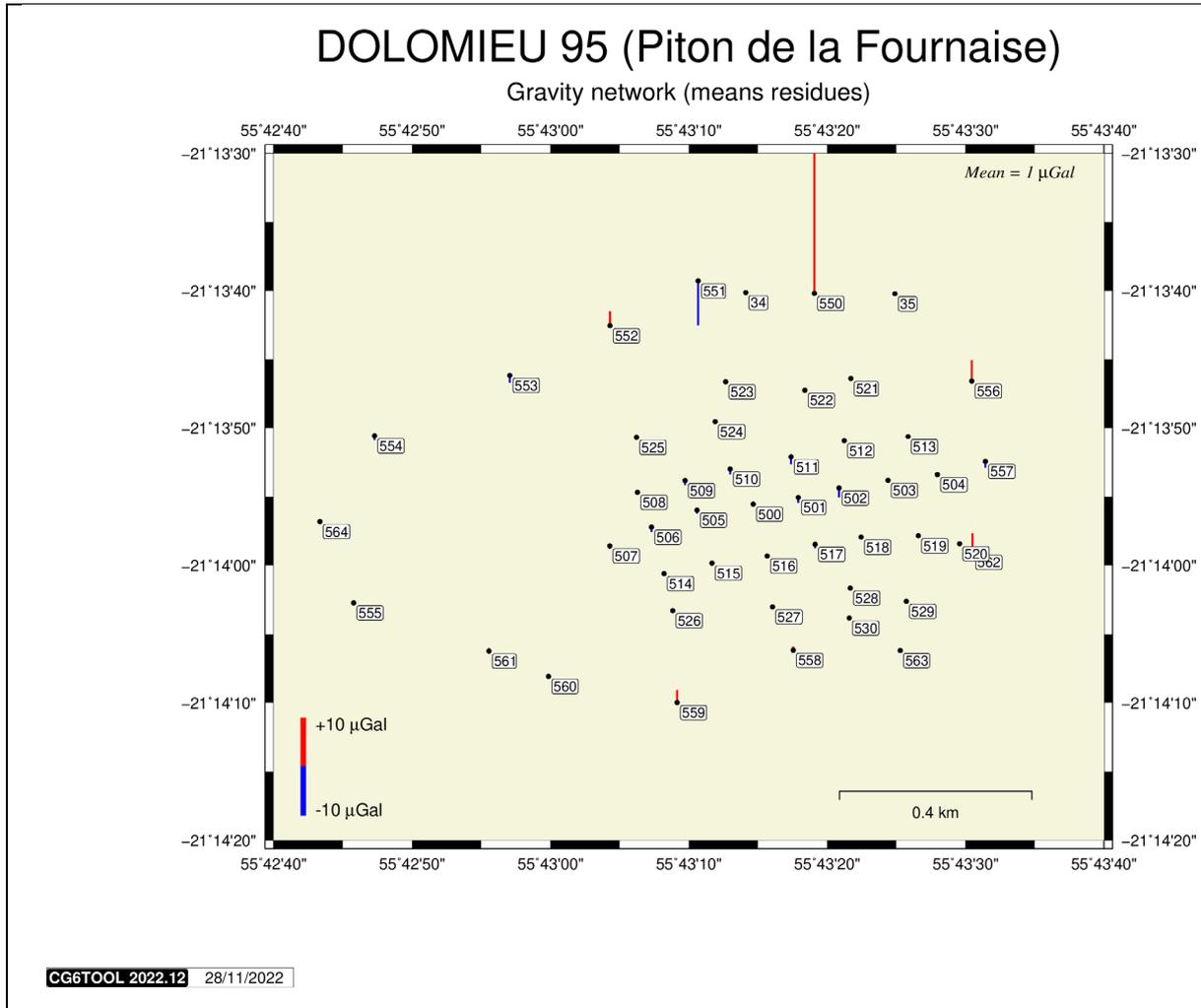


Figura 6.5: Red con los residuos promedios

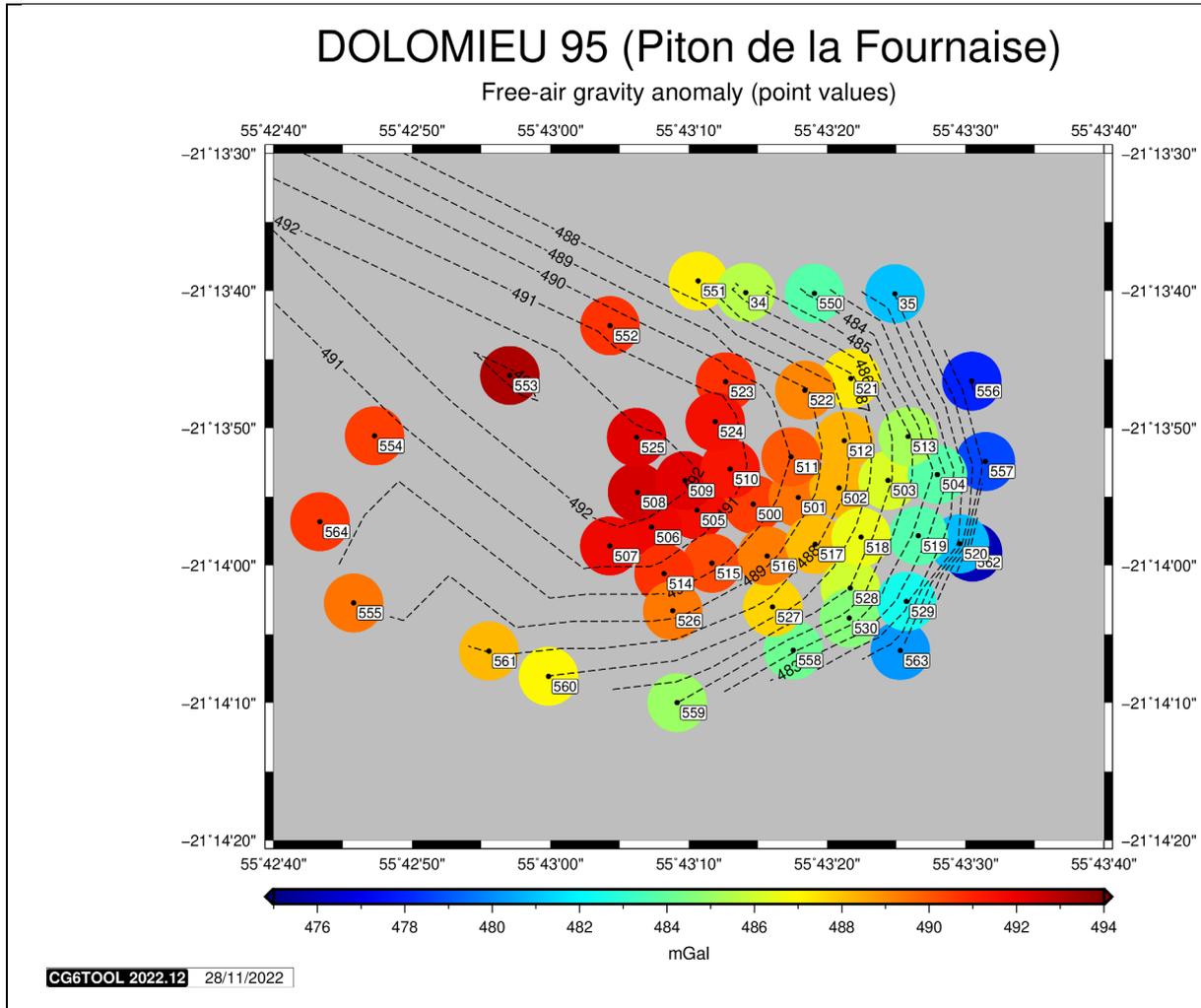


Figure 6.6: Red con las anomalias aire-libre (punto)

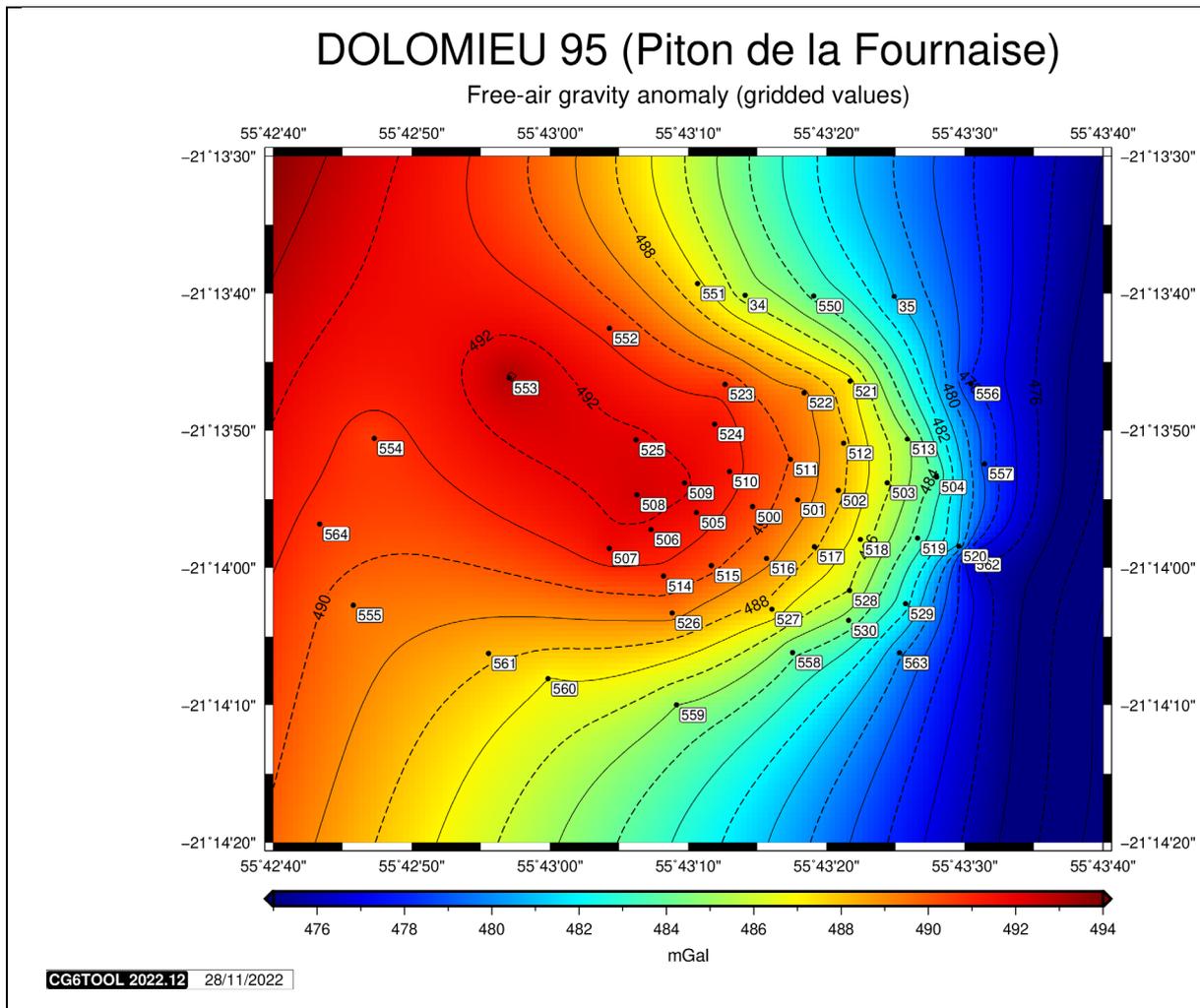


Figure 6.7: Red con las anomalias aire-libre (grilla)

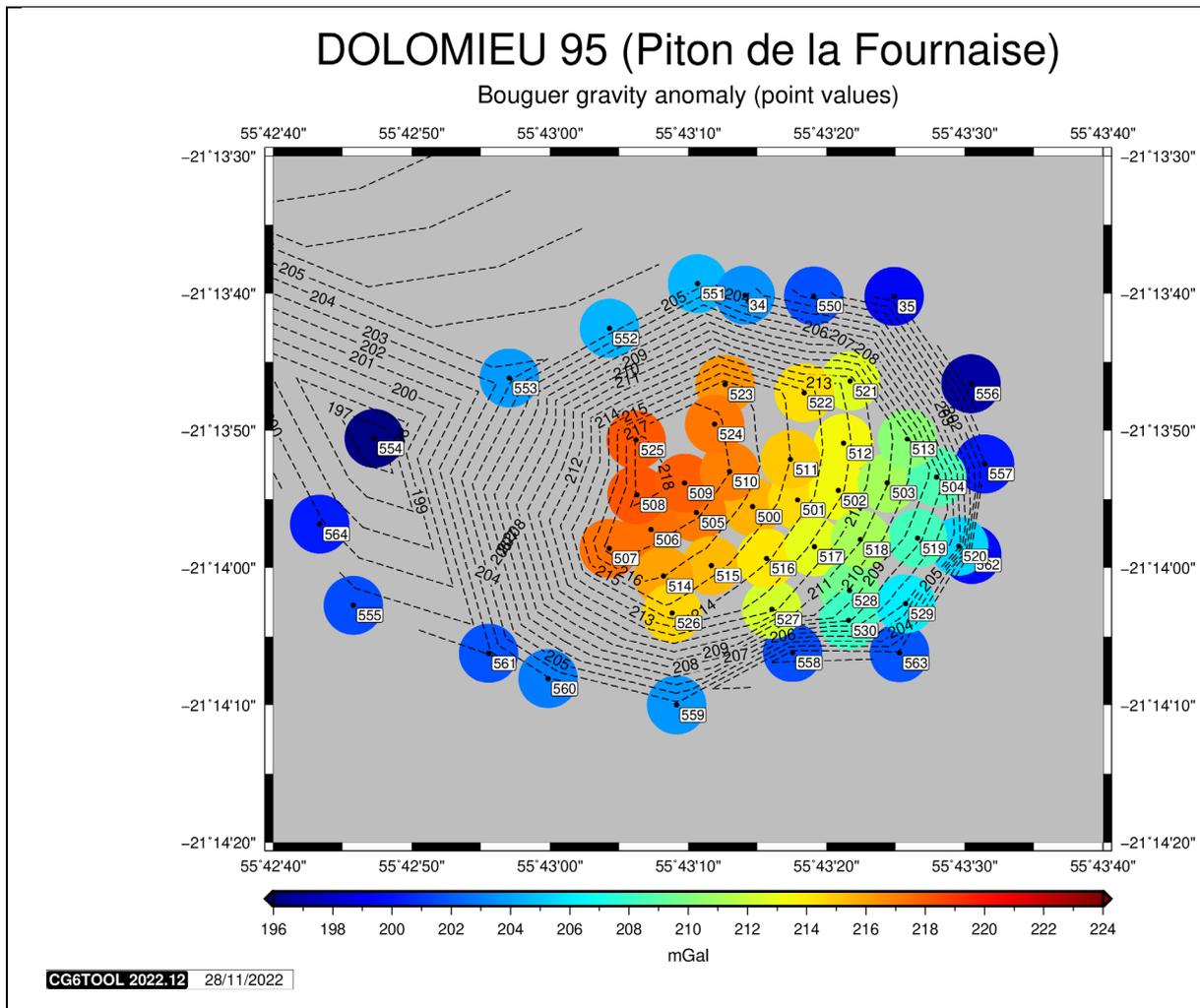


Figure 6.8: Red con las anomalias Bouguer simple (punto)

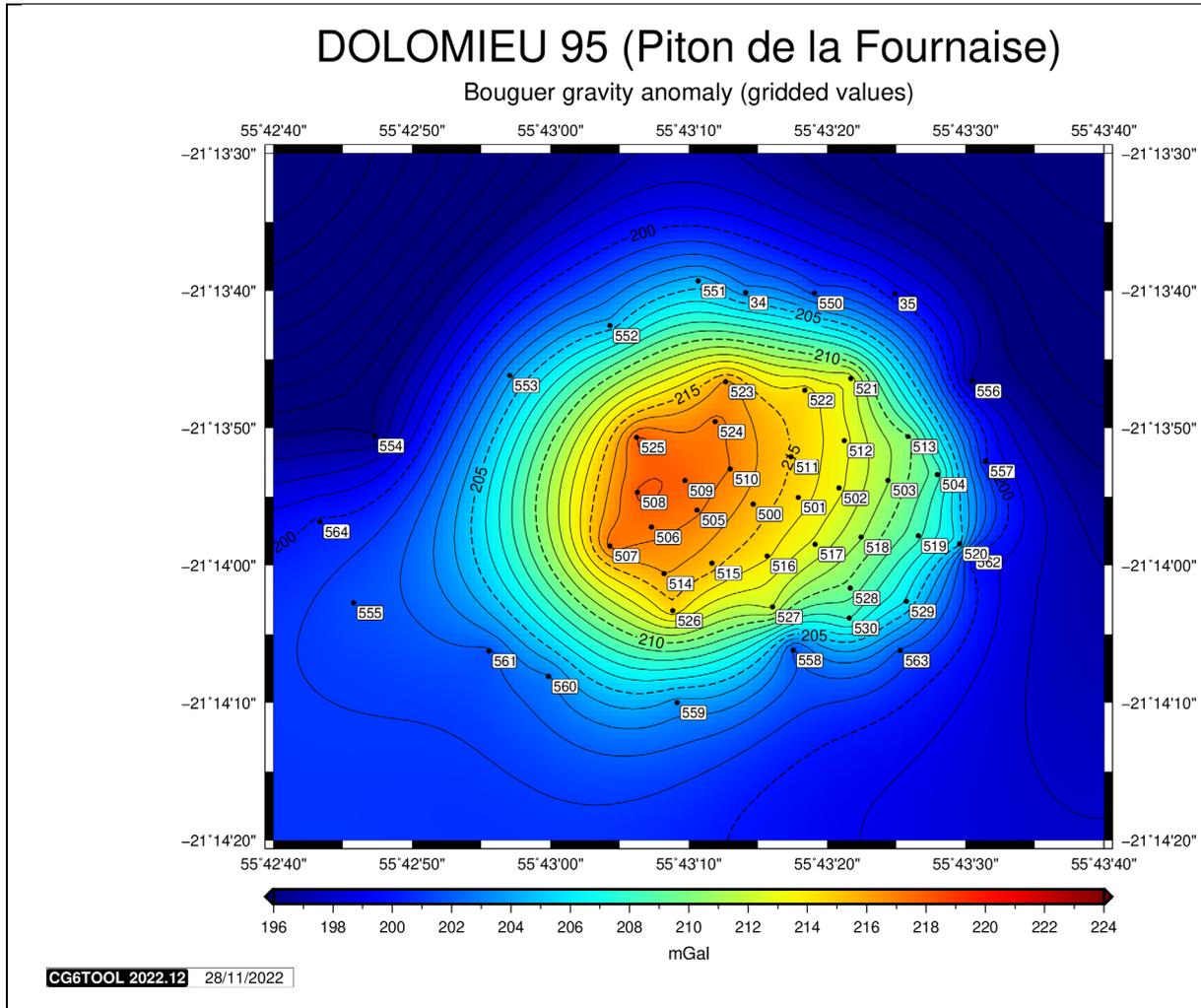


Figure 6.9: Red con las anomalias Bouguer simple (grilla)

7. Informe de ajuste

Un informe en formato PDF puede generarse automáticamente cuando el usuario cierra la ventana haciendo clic en el icono **X** (figura 7.1) o cuando se carga otra vez con <LOAD> el archivo de configuración (figura 7.2).



Figura 7.1: Ventana después de un clic en X

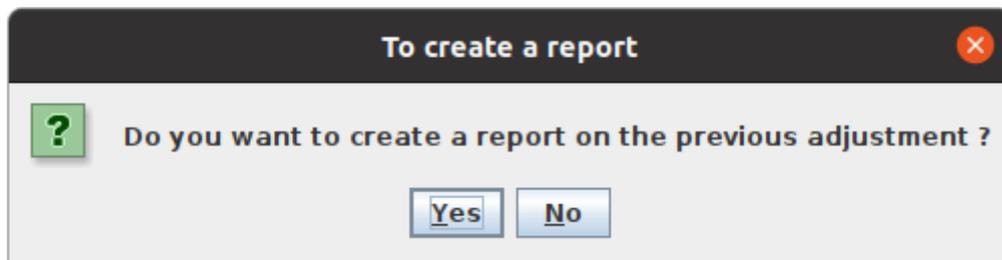


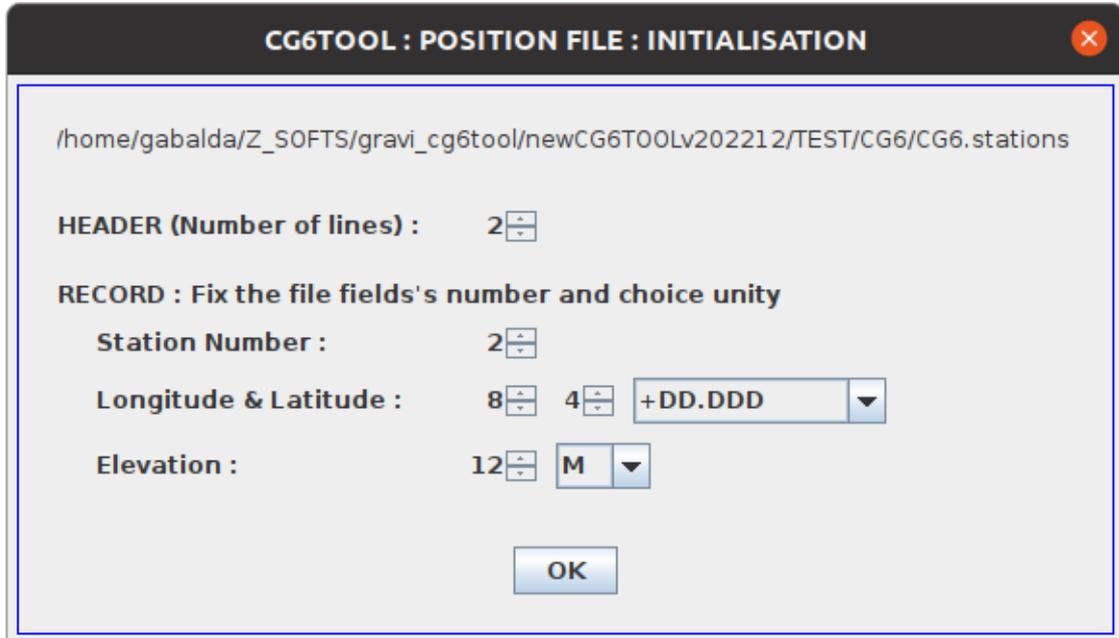
Figura 7.2: Ventana cuando se carga de nuevo el archivo con <LOAD>

El informe de ajuste *reportfile_report.pdf* (*reportfile* es el valor definido con **REPORT** o *gna* pre determinado) contiene las informaciones siguientes:

- ❖ Nombre del usuario y fecha del ajuste
- ❖ Título (valor definido con la palabra-clave **COMMENT** si existe)
- ❖ Nombre del archivo « **log** »
- ❖ El archivo de configuración
- ❖ Informaciones generales (entradas, salidas, estaciones absolutas...)
- ❖ Datos ajustados (estación, valor, error, coordenadas, anomalías)
- ❖ Todos los gráficos

Si el usuario desea tener coordenadas precisas en cada sitio (cálculo de marea Longman, cálculo de anomalías, posicionamiento en los mapas,...) debe importar un archivo de coordenadas (llamado “**Position file**” en CG6TOOL) y especificar el formato:

- desde un interfaz gráfico cuando se carga el archivo con **Load** en *Field Survey*:



- Con las palabras-clave **IPOSFIL** y **IPOSFMT** en el archivo *config-file*. **IPOSFMT** puede tener 7 o 9 parámetros según que el “position file” contiene o no una columna con los valores de *Corrección de Terreno* útil para el Bouguer Completo.

IPOSFMT 2 2 8 4 12 16 DD M MGAL

Cada vez las informaciones siguientes son necesarias:

- el nombre de líneas del encabezado (0 si no hay)
- la posición de los campos (estación, longitud, latitud, altitud, [corrección de terreno])
- el formato utilizado para la longitud y la latitud:

Field Survey	Adjustment	01°26'37.15" Este
DD.DDD	DD	1.4436528
DD.MMSSSS	D.MS	1.263715
DDMMSS.SS	DMS	012637.15
0.00001D	EOL	144365.28

- la unidad utilizada para el altitud:

Field Survey	Adjustment	150 m
CM	EOL	15000
M	M	150
KM	KM	0.15

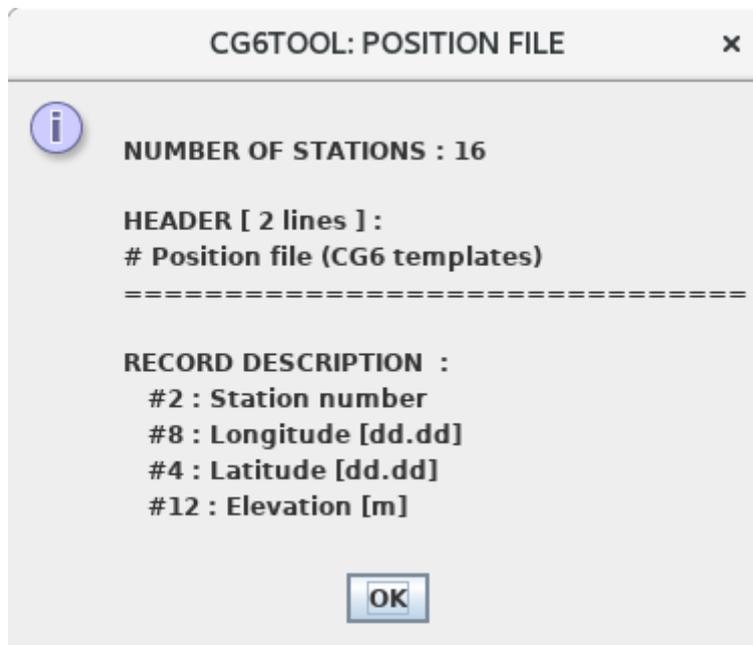
- la unidad utilizada para la corrección de terreno :

Field Survey	Adjustment	40.88 mGal
Non disponible	MGAL	40.88
Non disponible	EOL	4088

Aquí los formatos de los ejemplos (interfaz y la línea de comandos) son casi idénticos.

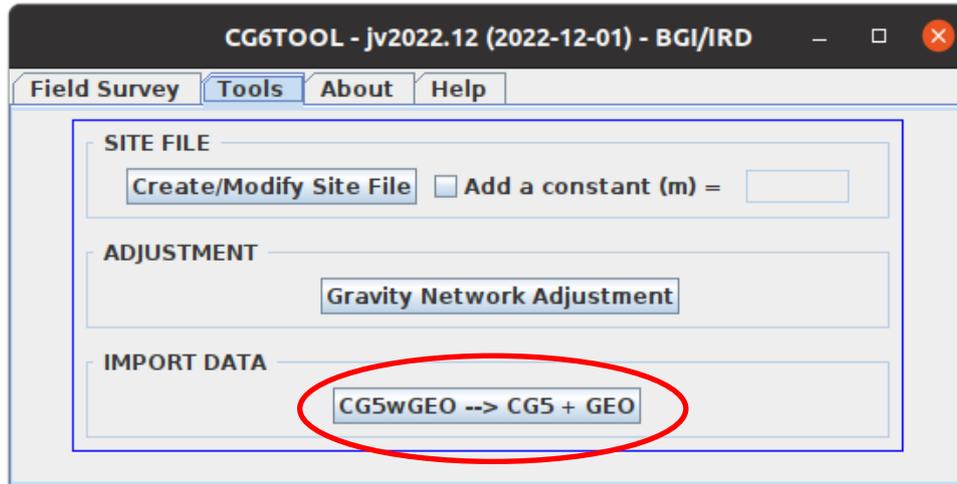
- el archivo de coordenadas importado tiene un encabezado de 2 líneas (**2**)
- el número de estación está en la columna **2**, la longitud en columna **8**, la latitud en columna **4** y la altitud en columna **12**.
- longitud y latitud están en grados decimales (**DD.DDD / DDD**).
- la altitud en metros (**M**).
- la corrección de terreno en columna **16** en **mGal** (solamente IPOSFMT)

Durante el procesamiento de un perfil (*Field Survey*) el usuario puede consultar el formato del archivo (si existe) con el botón <Infos> del interfaz.



En este ejemplo tenemos las informaciones siguientes :

- el archivo de coordenadas contiene 16 estaciones
- 2 líneas de encabezado
- columna 1 : número de estación (columna 2 del archivo de origen)
- columna 2 : longitud en grados decimales (columna 8 del archivo de origen)
- columna 3 : latitud en grados decimales (columna 4 del archivo de origen)
- columna 4 : altitud en metros (columna 12 del archivo de origen)



La herramienta “CG5wGEO → CG5 + GEO” del <Tools> permite la importación de datos adquiridos con un Scintrex CG-5 donde las observaciones de gravimetría están registradas con coordenadas geográficas (opción GPS) (ver ejemplo aquí abajo).

```

/      CG-5 SURVEY
/      Survey name:      LAT LONG
/      Instrument S/N:   40005
/      Client:
/      Operator:        RL
/      Date:            2015/ 8/ 14
/      Time:            19:04:43
/      LONG:            79.5035248 W
/      LAT:              43.7902756 N
/      ZONE:             0
/      GMT DIFF.:       0.0

/      CG-5 SETUP PARAMETERS
/      Gref:             0.000
/      Gcal1:            8757.598
/      TiltxS:           665.577
/      TiltyS:           708.322
/      TiltxO:           -1.292
/      TiltyO:           15.236
/      Tempco:           -0.127
/      Drift:            -0.008
/      DriftTime Start:  19:04:46
/      DriftDate Start: 2015/08/14

/      CG-5 OPTIONS
/      Tide Correction:  YES
/      Cont. Tilt:      YES
/      Auto Rejection:  YES
/      Terrain Corr.:   NO
/      Seismic Filter:  YES
/      Raw Data:        NO

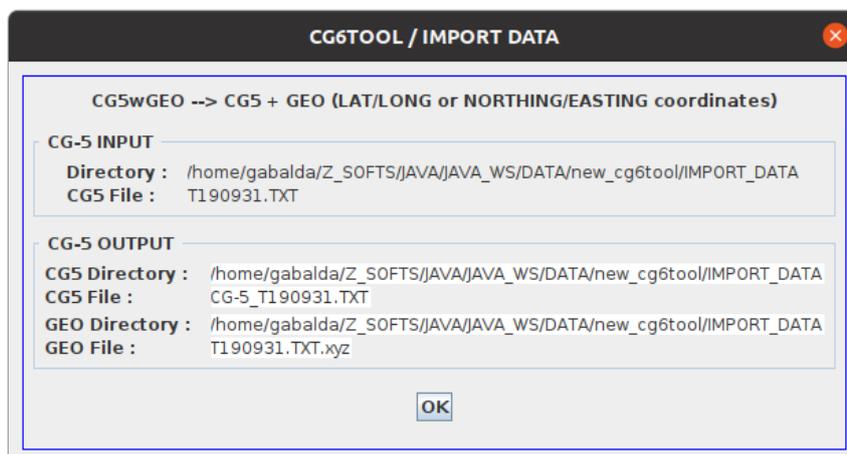
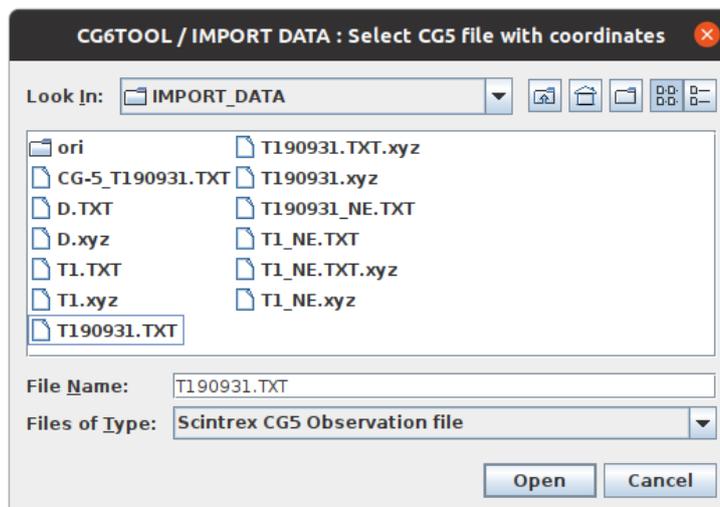
Line   1.000
/-----LAT-----LON-----ALT.-----GRAV.---SD.--TILTX--TILTY---TEMP---TIDE---DUR-REJ-----TIME----DEC.TIME+DATE--TERRAIN---DAT
43.7902410 -79.5035400 160.000 5491.907 0.034 -25.4 -24.4 17.38 -0.001 30 3 19:04:54 42198.79380 0.0000 2015/08/14
43.7902408 -79.5035400 170.000 5491.910 0.033 -25.3 -24.6 17.38 -0.001 30 0 19:05:29 42198.79420 0.0000 2015/08/14
43.7902418 -79.5035400 165.000 5491.906 0.026 -25.1 -24.7 17.38 -0.002 30 1 19:06:04 42198.79461 0.0000 2015/08/14
Line   2.000
/-----LAT-----LON-----ALT.-----GRAV.---SD.--TILTX--TILTY---TEMP---TIDE---DUR-REJ-----TIME----DEC.TIME+DATE--TERRAIN---DAT
43.7905119 -79.5034710 255.000 5491.628 0.046 -15.4 -14.4 17.58 -0.005 30 2 19:07:30 42198.79560 0.0000 2015/08/14
43.7905121 -79.5034714 257.000 5491.632 0.030 -15.0 -10.6 17.59 -0.006 30 0 19:08:05 42198.79600 0.0000 2015/08/14
    
```

Tenga cuidado, que sólo este formato es reconocido por CG6TOOL :

- ✓ Solo un encabezado con “CG-5 SURVEY”, “CG-5 SETUP” y “CG-5 OPTIONS”
- ✓ El parámetro **Line** debe haber sido utilizado como número de estación
- ✓ Los primeros parámetros de son (**LAT** y **LONG**) o (**NORTHING** y **EASTING**)

En salida tenemos dos archivos, uno con las observaciones de gravedad en un formato utilizable en **CG6TOOL** y otro que contiene las observaciones geográficas.

Haga clic en el botón <**CG5wGEO → CG5 + GEO**> para cargar un archivo.



- ✓ El usuario puede elegir la(s) carpeta(s) de salida (la de entrada por defecto) y también los nombres de salida de los dos archivos: Observaciones “CG5” y coordenadas.
- ✓ Clic en el botón « **OK** » para averiguar los parámetros y seguir la importación.
- ✓ Las coordenadas de cada estación se promedian (cuando se siguen)

Durante el proceso de verificación, el usuario puede ser solicitado. Algunos ejemplos:

- ✓ Cuando un archivo existe el usuario tiene la opción entre la interrupción del proceso (para cambiar su elección) o continuar (y destruir el archivo existente).



- ✓ Un error ha impedido que se finalice el proceso. En este caso también es conveniente tomar conocimiento de las informaciones más explícita en « **CG6TOOL messages** ».



En cualquier momento el usuario puede salir del programa con un clic en el ☒ de la ventana. Se abre una ventana para que el usuario confirme su opción:



Ejemplo de archivo CG-5

```

/      CG-5 SURVEY
/
/ CG6TOOL - IMPORT DATA - CG5wGEO --> CG5 + GEO - Processing by gabalda (28/11/2022)
/
/ CG5 INPUT : /home/gabalda/Z_SOFTS/JAVA/JAVA_WS/DATA/new_cg6tool/IMPORT_DATA/T190931.TXT
/
/ CG5 OUTPUT : /home/gabalda/Z_SOFTS/JAVA/JAVA_WS/DATA/new_cg6tool/IMPORT_DATA/CG-5_T190931.TXT
/ XYZ OUTPUT : /home/gabalda/Z_SOFTS/JAVA/JAVA_WS/DATA/new_cg6tool/IMPORT_DATA/T190931.TXT.xyz
/
/      CG-5 SOFTWARE VER.: 4.2
/      CG-5 SURVEY
/      Survey name:      LAT LONG
/      Instrument S/N:   9601323
/      Client:
/      Operator:        RL
/      Date:            2015/ 8/14
/      Time:            19:04:43
/      LONG:            79.5035248 W
/      LAT:            43.7902756 N
/      ZONE:            0
/      GMT DIFF.:      0.0
/      CG-5 SETUP PARAMETERS
/      Gref:            0.000
/      Gcal1:           8757.598
/      TiltxS:          665.577
/      TiltyS:          708.322
/      TiltxO:          -1.292
/      TiltyO:          15.236
/      Tempco:          -0.127
/      Drift:           -0.008
/      DriftTime Start: 19:04:46
/      DriftDate Start: 2015/08/14
/      CG-5 OPTIONS
/      Tide Correction: YES
/      Cont. Tilt:      YES
/      Auto Rejection: YES
/      Terrain Corr.:  NO
/      Seismic Filter: YES
/      Raw Data:       NO
/-----LINE-----STATION-----ALT.-----GRAV.---SD.--TILTX--TILTY-TEMP---TIDE---DUR-REJ-----TIME----DEC.TIME+DATE--TERRAIN---DATE
1      1      160.0000 5491.609 0.030 -0.3 3.5 -0.05 0.070 30 0 19:04:54 42198.79380 0.0000 2015/08/14
1      1      170.0000 5491.610 0.033 -0.4 4.1 -0.05 0.070 30 0 19:05:29 42198.79420 0.0000 2015/08/14
1      1      165.0000 491.610 0.026 -0.5 4.3 -0.05 0.069 30 6 19:06:04 42198.79461 0.0000 2015/08/14
1      2      255.0000 5491.628 0.046 -0.8 4.9 -0.04 0.069 30 0 19:06:55 42198.79520 0.0000 2015/08/14
1      2      257.0000 5491.609 0.032 -1.3 4.7 -0.04 0.069 30 0 19:07:30 42198.79560 0.0000 2015/08/14

```

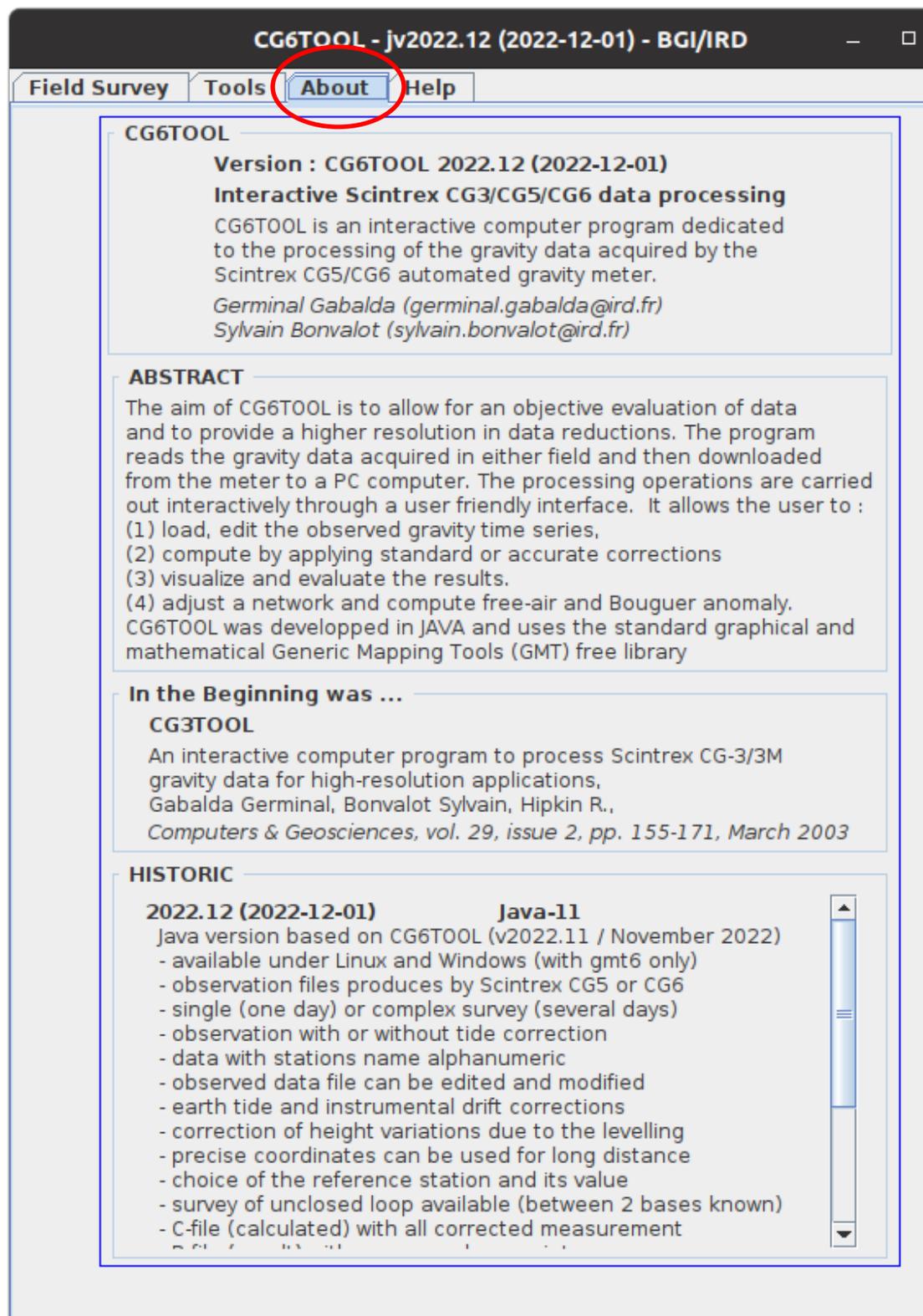
Ejemplo de archivo de coordenadas

```

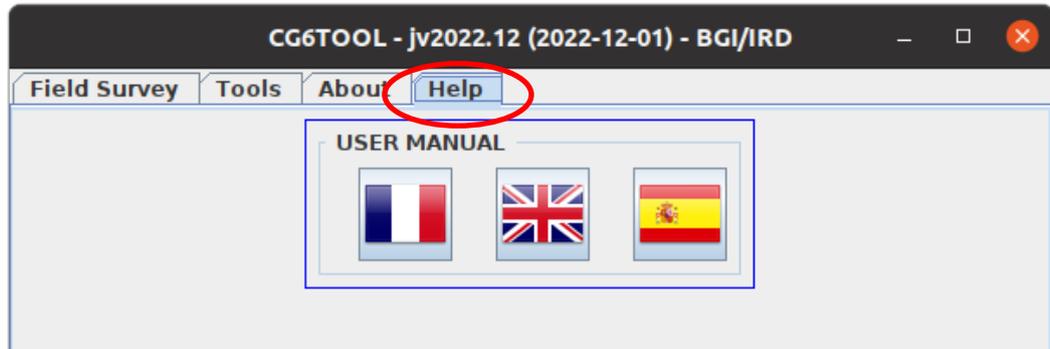
# CG6TOOL - IMPORT DATA - CG5wGEO --> CG5 + GEO - Processing by gabalda (28/11/2022)
#
# CG5 INPUT : /home/gabalda/Z_SOFTS/JAVA/JAVA_WS/DATA/new_cg6tool/IMPORT_DATA/T190931.TXT
#
# CG5 OUTPUT : /home/gabalda/Z_SOFTS/JAVA/JAVA_WS/DATA/new_cg6tool/IMPORT_DATA/CG-5_T190931.TXT
# XYZ OUTPUT : /home/gabalda/Z_SOFTS/JAVA/JAVA_WS/DATA/new_cg6tool/IMPORT_DATA/T190931.TXT.xyz
#
# STATION-----LATITUDE----LONGITUDE----ALTITUDE
1      43.7902412 -79.5035400 165.0000
2      43.7905120 -79.5034712 256.0000

```

El menú « *About* » incluye información general sobre **CG6TOOL** (versión actual, resumen, historia, principales aportaciones de cada versión, ...).



El menú « *Help* » permite el acceso a la documentación en **francés**, **inglés** y **español**.



- ❖ La documentación (**archivos « pdf »**) debe estar presente bajo *\$CG6TOOL/pdf*.
- ❖ En plataforma **Linux**, si no existe *\$CG6READER* (PDF Reader) entonces « *evince* » se utiliza por defecto.

1. Procesamiento de un perfil: « Field Survey »

1.1. Medida de gravedad y su error (g_m , e)

- g_m se calcula con **GRAV** medido sobre **DUR-REJ** y corregido de la marea **TIDE** (respectivamente **Grav**, **Dur** - #**Rej** y **E.T.C.** con un gravímetro CG3).
- e se calcula con **SD**, el error de la medida o la desviación estándar

$$g_m = \text{GRAV} - \text{TIDE} \qquad e = \text{SD ou } SD \frac{SD}{\sqrt{\text{DUR-REJ}}}$$

1.2. Corrección de marea (ΔG_{etc})

- Actualmente sólo a sido implementado el modelo de marea « **Longman** ». El usuario puede guardar los valores del archivo seleccionado '**CG6**' o calcular nuevos valores seleccionando '**Common Longman**' o '**Precise Longman**'. Esto puede ser muy útil si las correcciones del archivo son falsas (coordenadas erróneas en el gravímetro).

1.3. Corrección de lugar (ΔG_{height})

- Para tomar en cuenta el efecto del gradiente vertical

$$\Delta G_{height} \text{ (mGal)} = Hgrad \cdot \Delta H \text{ (m)} \quad Hgrad = -0.3086 \text{ mGal/m (predeterminado)}$$

ΔH = cambio de altura del gravímetro/marca

1.4. Corrección de deriva (ΔG_{drift})

- Llamamos reiteración R_{ij} de una estación la re-medida i en la estación j

t_{ij} (t_{ij}) el tiempo de la primera (i) medida en la estación j
 g_{ij} (g_{ij}) la gravedad corregida (marea, lugar) calculada para t_{ij} (t_{ij})
 e_{ij} (e_{ij}) el error asociado a g_{ij} (g_{ij})

$$R_{ij} \{ \Delta T_{ij} = t_{ij} - t_{1j}, \Delta G_{ij} = g_{ij} - g_{1j}, E_{ij} = \sqrt{e_{ij}^2 + e_{1j}^2} \}$$

- La deriva instrumental se modeliza con una recta de regresión usando todas la reiteraciones R_{ij} . Se busca la pendiente K y el intercepto B por los cuales la suma de las diferencias entre las observaciones ΔG_{ij} y las ordenadas a la recta estimada es mínima.

$$\sum_{\substack{1 \leq i \leq \text{reiteraciones} \\ 1 \leq j \leq \text{estaciones}}} \left(\frac{\Delta G_{ij} - B - K \cdot \Delta T_{ij}}{E_{ij}} \right)^2 = \chi^2_{(K,B)} \text{ minimal}$$

$$S = \sum \frac{1}{E_{ij}^2} \quad S_x = \sum \frac{\Delta T_{ij}}{E_{ij}^2} \quad S_y = \sum \frac{\Delta G_{ij}}{E_{ij}^2} \quad S_{xx} = \sum \frac{\Delta T_{ij}^2}{E_{ij}^2} \quad S_{xy} = \sum \frac{\Delta T_{ij} \Delta G_{ij}}{E_{ij}^2}$$

$$\nabla = S \cdot S_{xx} - S_x^2 \quad K = \frac{S \cdot S_{xy} - S_x \cdot S_y}{\nabla} \quad B = \frac{S_{xx} \cdot S_y - S_x \cdot S_{xy}}{\nabla}$$

$$SD \text{ (Desviación estandar)} = \sqrt{\frac{\chi^2_{(K,B)}}{S}} \quad \sigma_K^2 = \frac{S}{\nabla} \quad \sigma_B^2 = \frac{S_{xx}}{\nabla}$$

- Corrección de deriva

$$\Delta G_{drift} = K \cdot \Delta T + B \qquad \Delta T = \text{Tiempo desde la primera medida del perfil}$$

1.5. Valores corregidos de gravedad ($\Delta Gcal$)

- La última columna del archivo « calculado » (c-file) contiene para cada medida el valor $\Delta Gcal$ de gravedad corregido de los efectos de marea, del lugar y de deriva instrumental respecto a la primera medida del archivo.

$$\Delta Gcal = Gm + \Delta Getc + \Delta Gheight + \Delta Gdrift - \Delta Gcal_0$$

con $\Delta Gcal_0$ el valor corregido de la primera estación del perfil

1.6. Valor promedio de gravedad ($Gres$)

- El archivo « resultado » (r-file) contiene para cada estación j del perfil un valor promedio único calculado con todas las reocupaciones ($\Delta Gcal_i, e_i$).

$$Gres_j = \frac{\sum_1^N w_i \Delta Gcal_i}{\sum_1^N w_i} + G_0 \quad \text{con } w_i = \frac{1}{e_i^2} \text{ et } G_0 = \text{Gravity Base}$$

$$EP_j = \sqrt{\frac{\sum_1^N w_i \Delta Gcal_i^2}{\sum_1^N w_i} - Gres_j^2} = \text{Error ponderado}$$

No hay reiteraciones de la estación j : $Eres_j = \sqrt{e_i^2 + SD^2}$

Estación j reiterada y no reocupada: $Eres_j = \sqrt{EP_j^2 + SD^2}$

Estación j reocupada ($\exists \Delta Ti > REOCDT$) : $Eres_j = \sqrt{EP_j^2}$

2. Ajuste de una red gravimétrica: « Gravity Network Adjustment »

1.1. Cálculos de los coeficientes de calibración entre gravímetros

- Lectura de los datos absolutos en el « config-file »
- Lectura de los datos relativos en archivos « c-file » o « r-file »
- Calculo de todas las variaciones de gravedad entre las estaciones.
- Se calcula el promedio de todos los segmentos ($\Delta G_i, \Delta E_i$) reocupados

$$\overline{\Delta G}_j = \frac{\sum_1^N w_i \Delta G_i}{\sum_1^N w_i} \quad \text{avec } w_i = \frac{1}{\Delta E_i^2} \quad (\text{para } N \text{ segmentos identicos})$$

$$\overline{\Delta E}_j = \sqrt{\frac{\sum_1^N w_i \Delta G_i^2}{\sum_1^N w_i} - \overline{\Delta G}_j^2}$$

- **PASO 1**: Con todos los segmentos común a dos gravímetros se calcula los coeficientes de calibración: \mathbf{Gr} (referente) = $\mathbf{b} + \mathbf{k} \cdot \mathbf{Gc}$ (calibración).

Se calcula el vector $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{k} \\ \mathbf{b} \end{bmatrix} = (\mathbf{Gc}^T \mathbf{W} \mathbf{Gc})^{-1} \mathbf{Gc}^T \mathbf{W} \mathbf{Gr}$

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\Delta E_{r1}^2 + \Delta E_{c1}^2} & \dots & \mathbf{0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \dots & \frac{1}{\Delta E_{rn}^2 + \Delta E_{cn}^2} \end{bmatrix} = \text{Matriz de ponderación}$$

$$\mathbf{Gc} = \begin{bmatrix} \overline{\Delta Gc}_1 & \mathbf{1} \\ \overline{\Delta Gc}_2 & \mathbf{1} \\ \vdots & \vdots \\ \overline{\Delta Gc}_n & \mathbf{1} \end{bmatrix} \quad \mathbf{Gr} = \begin{bmatrix} \overline{\Delta Gr}_1 \\ \overline{\Delta Gr}_2 \\ \vdots \\ \overline{\Delta Gr}_n \end{bmatrix} \quad \mathbf{R} = \mathbf{Gc} \cdot \mathbf{X} - \mathbf{Gr} = \text{residuos}$$

$\hat{\sigma}_0^2$ el estimador unitario de varianza : $\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\mathbf{R}^T \mathbf{W} \mathbf{R}}{n-2}$

$\overline{\mathbf{W}}$ la matriz de ponderación « normalizada » $\overline{\mathbf{W}} = \frac{\mathbf{W}}{\hat{\sigma}_0^2}$

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} \sigma_k^2 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \sigma_b^2 \end{bmatrix} = (\mathbf{Gc}^T \overline{\mathbf{W}} \mathbf{Gc})^{-1} = \text{Matriz de covarianza normalizada}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\mathbf{R}^T \mathbf{R}}{n-2}} = \text{Desviación estándar}$$

- **PASO 2**: Eliminación de valores considerados "fuera de límites".

Paso 1: calculo de los coeficientes $\mathbf{k}_1, \mathbf{b}_1$ y σ_1 (desviación estándar)

Paso 2: 19 iteraciones « paso 1 » y eliminación de los datos ($\overline{\Delta Gr}, \overline{\Delta Gc}$)
 si $\text{Residuos}_{i+1} = \overline{\Delta Gr} - k_i \overline{\Delta Gc} - b_i \geq 3 \sigma_i$

- **PASO 3**: Prueba de Student : $\mathbf{b}_{20} = \mathbf{0}$ significativo a 95%

- **PASO 4** : Con las observaciones quedando después del paso 2 se calcula el coeficiente de calibración \mathbf{k} : \mathbf{Gr} (referente) = $\mathbf{k} \cdot \mathbf{Gc}$ (calibration). Se fuerza el intercepto nulo ($\mathbf{b}=\mathbf{0}$).

Se calcula $\mathbf{K} = [\mathbf{k}] = (\mathbf{Gc}^T \mathbf{W} \mathbf{Gc})^{-1} \mathbf{Gc}^T \mathbf{W} \mathbf{Gr}$

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \frac{1}{\Delta E r_1^2 + \Delta E c_1^2} & \cdots & \mathbf{0} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \cdots & \frac{1}{\Delta E r_n^2 + \Delta E c_n^2} \end{bmatrix} = \text{Matriz de ponderación}$$

$$\mathbf{Gc} = \begin{bmatrix} \overline{\Delta G c_1} \\ \overline{\Delta G c_2} \\ \vdots \\ \overline{\Delta G c_n} \end{bmatrix} \quad \mathbf{Gr} = \begin{bmatrix} \overline{\Delta G r_1} \\ \overline{\Delta G r_2} \\ \vdots \\ \overline{\Delta G r_n} \end{bmatrix} \quad \mathbf{R} = \mathbf{Gc} \cdot \mathbf{K} - \mathbf{Gr} = \text{Matriz de residuos}$$

$\hat{\sigma}_0^2$ el estimador unitario de varianza : $\hat{\sigma}_0^2 = \frac{\mathbf{R}^T \mathbf{W} \mathbf{R}}{n-1}$

$\overline{\mathbf{W}}$ la matriz de ponderación « *normalizada* » $\overline{\mathbf{W}} = \frac{\mathbf{W}}{\hat{\sigma}_0^2}$

$$\sigma_k^2 = (\mathbf{Gc}^T \overline{\mathbf{W}} \mathbf{Gc})^{-1} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\mathbf{R}^T \mathbf{R}}{n-1}}$$

1.2. Ajuste de todos los datos

Sea una red de n_{sta} estaciones sobre la cual tenemos n_{seg} (segmentos) observaciones relativas y n_{abs} observaciones absolutas:

- **PASO 1** : Determinar un valor para la base (primera estación) de cada perfil. Solo son utilizadas las medidas absolutas \mathbf{a}_i y los perfiles con base « **absoluta** ».

Calculamos $[\mathbf{S}_k]$: $[\mathbf{W}_{ii}] [\mathbf{C}_{ik}] [\mathbf{S}_k] = [\mathbf{W}_{ii}] [\mathbf{G}_i]$

\mathbf{S}_k sitio absoluto : $\mathbf{G}_i = (\mathbf{a}_i, \mathbf{e}_i)$ con $(\mathbf{a}_i, \mathbf{e}_i)$ leído en *config_file*
 $\mathbf{C}_{ik} = \mathbf{1}$ y $\mathbf{C}_{ij} = \mathbf{0}$ ($j \neq k$) $\mathbf{W}_{kk} = \frac{1}{e_i^2}$ y $\mathbf{W}_{ii} = \mathbf{0}$ ($i \neq k$)

Segmento $\mathbf{S}_b(\mathbf{g}_{i1}, \mathbf{e}_{i1}) \equiv \mathbf{S}_k(\mathbf{g}_{i2}, \mathbf{e}_{i2})$: $\mathbf{W}_{ii} = \frac{1}{e_{i1}^2 + e_{i2}^2}$ y $\mathbf{W}_{ij} = \mathbf{0}$ ($i \neq j$)

\mathbf{S}_b es un **sitio absoluto** de valor $(\mathbf{a}_b, \mathbf{e}_b)$ leído en *config_file*

$\mathbf{S}_k = \mathbf{S}_b$ (reiteracion) : $\mathbf{G}_i = \mathbf{S}_b(\mathbf{a}_b, \mathbf{e}_b) + \Delta \mathbf{g}_{i1i2} \times \mathbf{k}_g$
 $\mathbf{C}_{ib} = \mathbf{1}$ y $\mathbf{C}_{ij} = \mathbf{0}$ ($j \neq b$)

$\mathbf{S}_b \neq \mathbf{S}_k$: $\mathbf{G}_i = \Delta \mathbf{g}_{i1i2} \times \mathbf{k}_g$ con \mathbf{k}_g coeficiente de calibracion
 $\mathbf{C}_{ib} = \mathbf{1}$, $\mathbf{C}_{ib} = -\mathbf{1}$ y $\mathbf{C}_{ij} = \mathbf{0}$ ($j \neq b \neq k$)

$$[\mathbf{R}_i] = [\mathbf{C}_{ik}] [\mathbf{S}_k] - [\mathbf{G}_i] \quad \sigma = \sqrt{\frac{\mathbf{R}^T \mathbf{R}}{n_{seg} - n_{sta}}}$$

- PASO 2** : Ese paso se ejecuta sólo si todas las estaciones no han sido determinadas en el paso 1. Todas las bases de la red tienen un valor conocido (*absoluto* o *ajustado* en el paso 1) así que en ese paso vamos a utilizar todos los segmentos observados y también los valores en las estaciones absolutas.

$$\text{Calculamos } [S_k] : [W_{ii}] [C_{ik}] [S_k] = [W_{ii}][G_i]$$

S_k sitio absoluto : $G_i = (a_i, e_i)$ con (a_i, e_i) leído en *config_file*
 $C_{ik} = 1$ y $C_{ij} = 0$ ($j \neq k$) $W_{kk} = \frac{1}{e_i^2}$ y $W_{ii} = 0$ ($i \neq k$)

Segmento S_b(g_{i1}, e_{i1}) ≡ S_k(g_{i2}, e_{i2}) :

S_k = S_b(reiteracion) y S_b sitio absoluto de valores (a_b, e_b) :
 $G_i = S_b(a_b, e_b) + \Delta g_{i1i2} \times k_g$ (Coeficiente de calibración)
 $C_{ib} = 1$ y $C_{ij} = 0$ ($j \neq b$)
 $W_{ii} = \frac{1}{e_{i1}^2 + e_{i2}^2}$ y $W_{ij} = 0$ ($i \neq j$)

S_k = S_b(reiteracion) et S_b sitio ajustado de valores (g_a, e_a) :
 $G_i = S_b(g_a, e_a) + \Delta g_{i1i2} \times k_g$ (Coeficiente de calibración)
 $C_{ib} = 1$ y $C_{ij} = 0$ ($j \neq b$)
 $W_{ii} = \frac{1}{e_{i1}^2 + e_{i2}^2 + e_a^2}$ y $W_{ij} = 0$ ($i \neq j$)

S_b ≠ S_k : $G_i = \Delta g_{i1i2} \times k_g$ $W_{ii} = \frac{1}{e_{i1}^2 + e_{i2}^2}$ y $W_{ij} = 0$ ($i \neq j$)
 $C_{ib} = 1, C_{ib} = -1$ y $C_{ij} = 0$ ($j \neq b \neq k$)

$$[R_i] = [C_{ik}] [S_k] - [G_i] \qquad \sigma = \sqrt{\frac{R^T R}{n_{seg} - n_{sta}}}$$

- PASO 3** : Ese paso se ejecuta sólo si la palabra clave ADJNSIG ha sido activada en el config-file para filtrar los datos.

$$\text{Paso 1 (y Paso2)} : \sigma = \sqrt{\frac{R^T R}{n_{seg} - n_{sta}}}$$

$$\text{Calculamos } [S_k] : [W_{ii}] [C_{ik}] [S_k] = [W_{ii}][G_i]$$

En ese ajuste eliminamos todas las observaciones *relativas* G_i por las cuales el residuo $R_i > \text{ADJNSIG} * \sigma$ **con** $[R_i] = [C_{ik}] [S_k] - [G_i]$

- [1] Germinal Gabalda, Sylvain Bonvalot, and Roger Hipkin. CG3TOOL: an interactive computer program to process Scintrex CG3/3M gravity data for high-resolution applications. *Computer & Geosciences*, 29 (2003) 155-171. DOI:[10.1016/S0098-3004\(02\)00114-0](https://doi.org/10.1016/S0098-3004(02)00114-0)
- [2] Longman, I.M., 1959, Formulas for computing the tidal acceleration due to the moon and the sun. *Journal of Geophysical Research* 64, 2351-2355
- [3] Scintrex, CG-3/3M Autograv, Automated Gravity Meter, Operator Manual, PN:858700, Version 5.0, August 1995, Scintrex Ltd., Concord, Ontario
- [4] Scintrex, CG-5, Scintrex Autograv System, Operation Manual, part #867711 Rev. 2, August 2009, Concord, Ontario
- [5] CG-6 Autograv™ Gravity Meter, Operation Manual, p/n 115370001 Rev. B, March 2, 2018, Concord, Ontario
- [6] Wessel, P., W. H. F. Smith, R. Scharroo, J. F. Luis, and F. Wobbe, Generic Mapping Tools: Improved version released, *EOS Trans. AGU*, 94, 409-410, 2013. [doi:10.1002/2013EO450001](https://doi.org/10.1002/2013EO450001).