

Cambio de Datum a ETRS89 de la Base Topográfica 1:5.000 en el Territorio Histórico de Gipuzkoa

J.M. Álvarez ⁽¹⁾, O. Cotorruelo ⁽¹⁾, M. Elorza ⁽²⁾, J.L. Teberio ⁽¹⁾, J. Zurutuza ⁽³⁾,

⁽¹⁾ Geograma S.L.

⁽²⁾ Departamento de Movilidad y Ordenación del Territorio de la Diputación Foral de Gipuzkoa

⁽³⁾ Universidad de Jaén y Departamento de Geodesia Aplicada de Aranzadi

1 Introducción

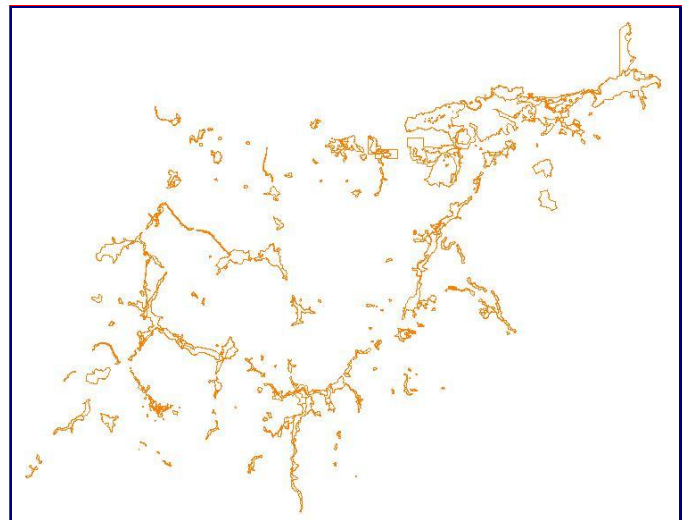
La Diputación Foral de Gipuzkoa (DFG) debe transformar sus bases geográficas conforme al Real Decreto 1071/2007 que regula como sistema geodésico oficial el European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89) frente al antiguo ED50 y fija un método de transformación entre ambos sistemas mediante una rejilla de mínima curvatura (MINCURV) para cualquier cartografía a escala menor que 1:5000.

Entre las distintas bases geográficas existentes en la DFG, el Departamento de Movilidad y Ordenación del Territorio de la Diputación Foral de Gipuzkoa mantiene una Base Topográfica 1:5.000 que integra levantamientos 1:500 y 1:1.000. Entre ellos hay levantamientos generados y mantenidos por los municipios que se fueron apoyando en distintas densificaciones geodésicas ED50 anteriores a la solución Regente (Quirós et al. 2002) en que se basa MINCURV. El origen geodésico de la Base Topográfica 1:5.000 es heterogéneo, tanto espacial como temporalmente, lo que impide una transformación a ETRS89 en bloque o una densificación de la rejilla incorporando la red de 4º orden por ejemplo.

La metodología desarrollada añade a MINCURV ajustes individualizados en planimetría mediante la observación RTK de puntos de control en ETRS89. Con ello se superan las incoherencias geodésicas de cada levantamiento respecto al nuevo marco y se evita reobservar bases geodésicas clásicas de precisión inferior a la obtenida actualmente vía GNSS y a la tolerancia de 1:500 y 1:1.000.

Los trabajos se han realizado en 81 municipios con bases urbanas integradas en la base topográfica 1:5.000 de la

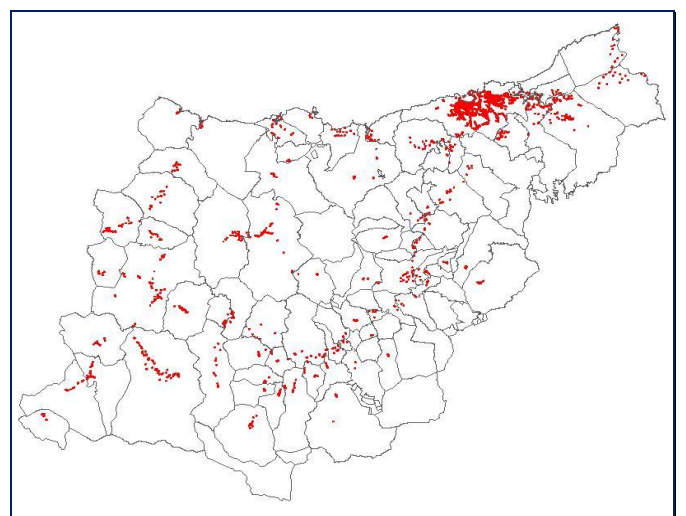
DFG. Incluye bases con origen ED50 (70 municipios), con origen ED50 y transformadas por cada ayuntamiento a ETRS89 (5 municipios) y con origen ETRS89 (2 municipios).



Levantamientos 500 y 1000 de la base 1:5000 de Gipuzkoa

2 Observación GNSS

Para realizar los ajustes individualizados se realizó una observación GNSS en ETRS89 de puntos de control distribuidos uniformemente por las zonas objeto de estudio.



Puntos de control utilizados en los ajustes

Cambio de Datum a ETRS89 de la Base Topográfica 1:5000 en el Territorio Histórico de Gipuzkoa

Departamento de Movilidad y Ordenación del Territorio de la Diputación Foral de Gipuzkoa

Se observaron mediante RTK 1133 puntos de control y se han aceptado finalmente 1011 con la siguiente preferencia:

- 536 han sido clavos de Redes Urbanas de Referencia Topográfica (RURT)
- 216 han sido clavos (de poligonales de relleno)
- 261 han sido puntos claramente identificables a la escala del levantamiento de cartografía, ante la ausencia de clavos.

A los que añadir 152 puntos para la comprobación de las bases de Donostia – San Sebastián, Hondarribia, Irún y Zarautz.

Las coordenadas ETRS89 observadas están referidas a la Infraestructura Geodésica de Gipuzkoa (IGG) que en 2.000 km² incluye 4 estaciones activas y un centenar de estaciones pasivas. Se emplearon bases de referencia activas a menos de 7 km del punto de control con este orden de preferencia:

- Bases de la DFG (Igeldo, Pasaia, Elgeta y Lazkao) para 15 municipios
- Bases de InlandGeo con soluciones IGG (Elgoibar e Irún) para 4 municipios
- Base propia, para los 57 municipios restantes



Base propia en Azkoitia

Los receptores GNSS utilizados fueron Topcon Hiper (modelos GGD, Pro y Plus) de doble constelación GPS + GLONASS dotados de radio y modem GSM + GPRS para la recepción de correcciones.

La observación RTK de los puntos de control se realizó durante al menos 10 épocas, en 2 sesiones (mañana y tarde). En cada sesión de trabajo se realizaba la observación de clavos de la red pasiva de IGG, para comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

La base de referencia propia se observó durante al menos 4 horas con un RCI de 30 segundos y una máscara de 10°, con objeto de realizar un cálculo de coordenadas con plenas garantías

3 Cálculo de las observaciones GNSS

En los casos en los que se ha utilizado base propia, sus observaciones se calcularon mediante AutoGNSS (Zurutuza et al. 2007)

GEOLAN DONOSTI SL

Geolan Donosti SL www.geolandonosti.com

Presentación

AutoGNSS

Introducción

Usando AutoGNSS

Marcos de Referencia (IGS-CORS)

Soluciones

Serios Diarios

Únase a nuestra Red

FAQs

Regístrate

Acceso a la aplicación

Nivel del mar

Señales Geodésicas

Cursos online

Servicio de Posicionamiento GPS Automático

- IGS (International GNSS Service)
- GPS Active Network of Gipuzkoa
- GPS Network of Euskadi: NO Activado
- ERGPS (IGG's GPS-Permanent Network): NO Activado

*Fichero:

*Notas:

*Mail:

Notas: Seleccione un único fichero con los datos GPS bifrecuencia (en formato RINEX V 2.1) que desee procesar. Se admiten ficheros en formato .ZIP cuyo contenido sean observaciones RINEX V 2.1, pertenecientes al MISMO día. En caso de tratarse de observaciones de duración mayor de 4 horas, las aplicación buscará las Estaciones IGS más cercanas y remuestreará a 30 s. La solución final se procesa con L3.

Es posible utilizar observaciones RINEX a intervalos de 5s, 10s, 15s para estaciones situadas a menos de 30 km de las estaciones disponibles.

El usuario recibirá un mail con la solución y un link a un documento con el resultado detallado. En caso de no recibir una solución correcta o de que la aplicación no admita sus observaciones, póngase en contacto con nosotros:

- Miguel Elorza
- Miguel J. Savilla de Lerma
- John Zurutuza Juanisti

AutoGNSS es un servicio de procesamiento de observaciones GPS totalmente gratuito.

Con la colaboración de: | gipuzkoa.net

Servicio de posicionamiento GNSS automático (AutoGNSS)

De todos los puntos de control observados se disponía de 2 soluciones (mañana y tarde), adoptando la media como coordenada final.

4 Cálculo de soluciones de ajuste

Se han ajustado 90 áreas mediante un ajuste general seguido de un ajuste individual:

- Ajuste general, mediante la última rejilla (versión 3.0) publicada. Desde coordenadas ED50 se obtiene un primer ajuste a coordenadas ETRS89 (ETRS89MINCURV), que incluye el cambio de elipsoide y datum.

Cambio de Datum a ETRS89 de la Base Topográfica 1:5000 en el Territorio Histórico de Gipuzkoa

Departamento de Movilidad y Ordenación del Territorio de la Diputación Foral de Gipuzkoa

- Ajuste individual, mediante una transformación Helmert 2D utilizando los puntos de control (ETRS89GNSS) para eliminar el error de posicionamiento de cada levantamiento derivado de la antigua geodesia. Desde coordenadas ETRS89 (ETRS89MINCURV) se obtienen coordenadas ETRS89 finales ajustadas al nuevo marco geodésico (ETRS89AJUSTADA).

La información se almacena en una base de datos:

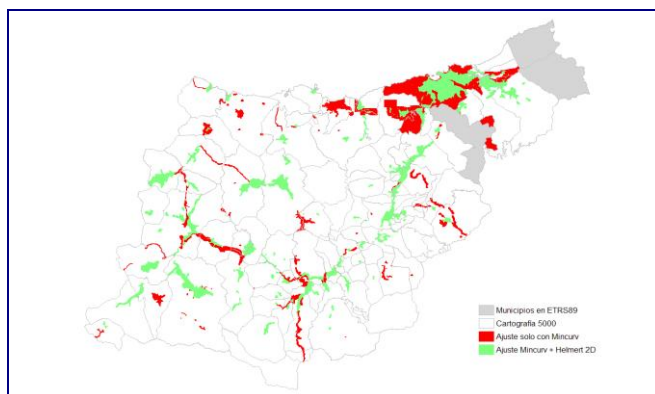
Campos de la tabla "Ajustes"

CAMPO	DESCRIPCION
CODIGO	Número del ajuste
CODIGOMUNICIPIO	Código del municipio
MINCURV	Versión de la rejilla
EMCINCIAL	Error medio cuadrático MINCURV-GNSS
EMCAJUSTE	Error medio cuadrático del ajuste
INCX	Parámetro de traslación en el eje X
INCY	Parámetro de traslación en el eje Y
ROTACION	Parámetro de rotación
FACTORESCALA	Parámetro de factor de escala
OBSERVACIONES	Observaciones del ajuste

Campos de la tabla "Puntos" de control

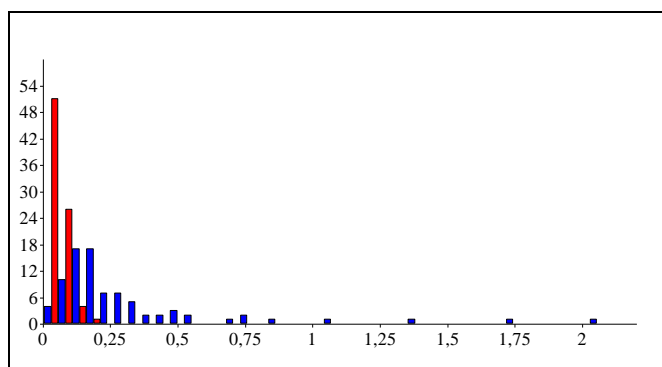
CAMPO	DESCRIPCION
NUMERO	Número del punto de control
MUNICIPIO	Código del municipio
NOMBRECLAVO	Nombre del punto de control (reseña)
TIPO	Tipo de punto: RURT, clavo o cartografía
AJUSTE	Número del ajuste al que pertenece
XED50	Coordenada X del punto en ED50
YED50	Coordenada Y del punto en ED50
HORTOMETRICA	Cota ortométrica del punto
XETRS89MINCURV	Coord X en ETRS89 convertida MINCURV
YETRS89MINCURV	Coord Y en ETRS89 convertida MINCURV
XETRS89GNSS	Coord X en ETRS89 observada con GNSS
YETRS89GNSS	Coord Y en ETRS89 observada con GNSS
HELIPSOIDAL	Cota elipsoidal
XETRS89AJUSTADA	Coord X en ETRS89 ajustada
YETRS89AJUSTADA	Coord Y en ETRS89 ajustada

A la que se acompaña una capa de polígonos que delimita el ámbito de cada ajuste.



Zonas con ajuste general y ajuste general + individual

Con este método de ajuste individualizado se consigue pasar por ejemplo, en el peor de los casos, de un error que supera los 2 metros tras aplicar MINCURV, a un error absoluto final de 8 cm. El ajuste general empleando MINCURV ofrece para los 85 casos un error medio de 30.7 cm. que gracias al ajuste individual se reduce a 5.2 cm.



Histograma de errores (emc) de los ajustes general (Azul) e individual (Rojo)

5 Ajuste de la Base Topográfica

En el interior de cada polígono se aplica MINCURV y un ajuste individualizado mediante Helmert 2D. Fuera de las zonas urbanas señaladas se aplica únicamente MINCURV, cuyo error de traspaso es asumido en la tolerancia de un 1:5.000. En esta zona contamos por ejemplo con levantamientos de carreteras 1:500 de fin de obra, pero estimamos que no es necesario realizar un ajuste individualizado dado que esas bases no están mantenidas.

Cada polígono se va integrando en la base general ajustando los objetos gráficos en la zona de solape. La integración se

va realizando por ámbitos a partir de datos ED50 y el resultado se vuelve a transformar a ED50, para poder generar las distintas bases derivadas. Estas bases ED50 resultantes ya son homogéneas y se transformarán a ETRS89 en bloque mediante MINCURV, cuando se adopte el cambio de sistema de referencia en todas la Base Geográfica de la DFG.

6 Particularidades por municipio

A continuación se explican las particularidades reseñables en cada uno de los municipios.

6.1 Municipios sin particularidades

Los municipios que incluyen zonas en los que se ha realizado la transformación antes indicada han sido Abaltzisketa, Aduna, Albiztur, Alkiza, Altzo, Andoain, Arama, Belauntza, Bidegoian, Elgeta, Eskoriatza, Gabiria, Gaintza, Getaria, Hernialde, Ibarra, Ikaztegieta, Irura, Leaburu, Mutiloa, Ordizia, Orio, Pasaia, Zegama y Zizurkil.

6.2 Municipios con ajuste MINCURV

Excepcionalmente se ha adoptado el ajuste general como la solución del ajuste definitivo en los ámbitos donde no se disponían de puntos de control en número o con calidad métrica suficiente.

Los municipios que tienen alguna zona con solo ajuste general son: Aia, Aizarnazabal, Anoeta, Antzuola, Aretxabaleta, Arrasate-Mondragon, Ataun, Azkoitia, Beasain, Beizama, Berastegi, Berrobi, Eibar, Elduain, Elgoibar, Gabiria, Idiazabal, Lasarte-Oria, Legazpi, Legorreta, Leintz-Gatzaga, Lezo, Mendaro, Mutriku, Ormaiztegi, Segura, Soraluze-Placencia de las Armas, Tolosa, Urnieta, Urretxu, Villabona, Zerain, Zestoa y Zumaia.

6.3 Municipios con más de un ajuste particular

En algunos municipios contamos con zonas en la que se ha realizado más de un ajuste. Los municipios son: Aia (ajustes 57 y 58), Altzaga (ajustes 86 y 87), Azpeitia (ajustes 1 y 2), Bergara (ajustes 5 y 6), Deba (ajustes 40 RURT y 85 cartografía), Errenteria (ajustes 14, 15, 16 y 17), Ezkio-

Itsaso (ajustes 44, 45 y 46), Lezo (ajustes 21 y 22), Olaberria (ajustes 81 y 82), Oñati (ajustes 12 y 13).

6.4 Municipios con base en ETRS89

Varios Ayuntamientos ya habían realizado la transformación a ETRS89 con la misma metodología, por lo que se han comprobado los puntos de control utilizados en la transformación y se ha actualizado la versión de MINCURV empleada. Se trata de los municipios de Astigarraga, Errenteria, Oiartzun, Oñate y Zarautz. Otro caso son los municipios de Irun y Hondarribia que han desarrollado bases geodésicas y topográficas en ETRS89. Y por último Donostia-San Sebastián que disponía de una red geodésica en ED50 y WGS84. A petición de su ayuntamiento, se ha incluido la reobservación de San Telmo, a fin de cotejar su base de partida, la diferencia observada es de 3 mm.

En estos casos y mediante la misma metodología se ha revisado y validado la solución adoptada por cada ayuntamiento. El error es inferior a 4 cm. por lo que no es necesario ajustar esas bases topográficas.

6.5 Municipios con < 5 puntos de control

A continuación se detallan los municipios en los que se han dado menos de 5 puntos de control para realizar el ajuste: Itsasondo (4 clavos, ajuste 47), Lazkao (4 clavos, ajuste 60), Zaldibia (3 puntos de cartografía, ajuste 28) y Zumarraga (4 puntos de cartografía, ajuste 43)

6.6 Municipios con un emc > 10 cm

Se trata de zonas cuyos ajustes han arrojado un emc superior a 10 cm. En todos los casos son levantamientos 1:1.000 o bien levantamientos 1:500 sin una red de clavos RURT, porque no se materializó o la red ha desaparecido.

- Ajuste 13, Extrarradio **Oñati** (17 cm), se trata de una restitución 1/1000 de la zona industrial, por lo tanto el error es tolerable.
- Ajuste 16, (C) Extrarradio **Errenteria** (12 cm), se trata de una restitución 1/1000 de la zona industrial, por lo tanto el error es tolerable.

- Ajuste 59, 500 de **Usurbil** (12 cm), se trata de una base procedente de la integración de varias cartografías. Se dieron 20 puntos de control, de los cuales 6 eran clavos y 14 eran de cartografía, no pudiendo conseguir un mejor ajuste.
- Ajuste 73, 500 de **Baliarrain** (12 cm), solo se pudieron dar 5 puntos de cartografía (ningún clavo)
- Ajuste 49, 500 de **Alegia** (11 cm), solo se pudieron dar 4 puntos, de los cuales 3 eran de cartografía y uno era un clavo.
- Ajuste 80, 500 de **Aizarnazabal** (11 cm), solo se pudieron dar 4 puntos, de los cuales 2 eran de cartografía y 2 eran clavos.
- Ajuste 6, Extrarradio de **Bergara** (11 cm), se trataba de levantamientos 500 que rodean el casco urbano y que no tienen RURT. Se dieron puntos de control de tipo cartografía y junto con los puntos de control del casco urbano, se otorgó mayor coherencia al ajuste.
- Ajuste 2, Polígono Lasao. **Azpeitia** (10.4 cm), se trata de 1/500 de un polígono industrial en Lasao, y no se encontraron clavos, dándose 5 puntos de cartografía.
- Ajuste 85, (16.2 cm) Aplicable solo a la cartografía de la zona urbana 500 de Deba. No coincide con los datos del ajuste de la RURT (ajuste 40).

7 Conclusiones

Fruto de los ajustes realizados, se puede afirmar que **cualquier Red Geodésica o levantamiento 1/500 urbano de Gipuzkoa puede transformarse a ETRS89 por debajo de 10 cm.**, con las salvedades recogidas en el apartado de particularidades.

A corto plazo los ayuntamientos podrán trasladar a ETRS89 sus bases geodésicas, topográficas y bases derivadas en dos pasos (MINCURV + Helmert 2D) obteniendo errores inferiores a la tolerancia de su cartografía. Los ayuntamientos serán informados del método y los parámetros de ajuste propuestos por la DFG para cada uno de sus levantamientos, a fin de adoptar en Gipuzkoa un

traspaso a ETRS89 homogéneo y exhaustivo a las bases topográficas y derivadas existentes.

8 Referencias

Quirós Donate, R., Barbadillo Fernández, A., Regidor Gutiérrez, J.L, Sanz Megía, J.M., Cano Villaverde, M.A., Prieto Morín, J.F.: "El Proyecto REGENTE".3ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica. Valencia, 2002.

Zurutuza, J. and Sevilla, M. J.: "AutoGNSS: a new "online" GPS Vector Determination Software". XXIV IUGG Assambly, Perugia, Italy, 2007.

9 Anexos

Anexo 1: Listado de bases GNSS por municipio.

Anexo 2: Puntos de control por municipio

Anexo 3: Ajustes

Anexo 4: Coordenadas de puntos de control