

# La coproducción de un GDEM de alta resolución: El programa TREx y la participación española

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 27, 190, 28-31  
julio-agosto 2018  
ISSN: 1131-9100

*The co-production of a high resolution GDEM: The TREx program and the Spanish participation*

Fernando Yepes Rodríguez

## Resumen

El presente artículo tiene como objetivo describir el programa internacional de reciente creación TREx (TanDEM-X High Resolution Elevation Data Exchange Program) cuya finalidad es la obtención de un modelo digital de superficie con cobertura global (GDEM) de alta resolución y calidad. Así mismo se trata el papel de España dentro del programa TREx.

Los modelos digitales de superficie tienen múltiples aplicaciones en el ámbito civil y en el ámbito militar: estudios geológicos o hidrológicos, análisis de movilidad, despliegue de unidades, etc. Los GDEM tratan de representar las elevaciones de todo el globo terráqueo manteniendo un nivel de calidad tanto en la resolución espacial como en las precisiones absolutas y relativas en sus coordenadas.

El programa TREx, por su cobertura global, necesita una gran cooperación internacional. En la actualidad participan 32 naciones, entre las que se encuentra España.

## Abstract

The objective of this article is to describe the recently created international program TREx (TanDEM-X High Resolution Elevation Data Exchange Program) whose purpose is to obtain a digital surface model with global coverage (GDEM) of high resolution and quality. The role of Spain in the TREx program is also discussed.

The digital models of surface have multiple applications in the civil field and in the military field: geological or hydrological studies, analysis of mobility, deployment of units, etc. The GDEMs try to represent the elevations of the entire globe while maintaining a level of quality in the spatial resolution and in the absolute and relative precisions of their coordinates.

The TREx program, due to its global coverage, needs a great international cooperation. Currently, 32 nations participate, including Spain.

Palabras clave: TREx, modelos digitales de elevación, GDEM, TanDEM-X, InSAR.

Keywords: TREx, Digital elevation models, GDEM, TanDEM-X, InSAR.

Comandante de Transmisiones, Geodesta Militar,  
Centro Geográfico del Ejército de Tierra  
fyeprod@mde.es

Recepción 28/05/2018  
Aprobación 05/07/2018

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROGRAMA TREX

El programa TREx tiene como objetivo obtener un GDEM de cobertura global y de alta resolución. Los GDEM (Global Digital Elevation Model) actuales (tales como SRT2f y ASTER) no cubren la totalidad del globo y alcanzan resoluciones espaciales y errores absolutos y relativos solamente correspondientes a los niveles DTED1 y DTED2 del estándar DTED (Digital Terrain Elevation Data) de la OTAN, mientras que el GDEM que se está elaborando dentro del programa TREx tendrá una cobertura total y una mayor resolución y precisiones conformes al nivel HREGP (High Resolution Elevation Geographic Projection) del estándar HRE (High Resolution Elevation) de la NGA (National Geospatial-Intelligence Agency).

Otra de las ventajas que presenta este nuevo GDEM respecto a sus predecesores es la garantía en la homogeneidad global del producto final debido a los rigurosos procesos de edición y de control de calidad QC (Quality Control) y QA (Quality Assurance) a los que se someten los datos brutos iniciales TDR (TREx DEM Raw) hasta conseguir el modelo final TDF (TREx DEM Finished).

Los TDR se elaboran a partir de los datos adquiridos en la misión TanDEM-X en la que orbitan los satélites TerraSAR-X y TanDEM-X. La técnica de adquisición es la interferometría radar de apertura sintética (técnica InSAR) en banda X y el modelo TDR se forma a partir de los datos adquiridos por los satélites en varias pasadas.

Cada TDR y cada TDF representan una celda de 1° latitud x 1° longitud que tiene asociados los sistemas de referencia WGS84 (horizontal) y EGM2008 (vertical). La resolución espacial es de aproximadamente 12 metros (0,4" latitud) y los requisitos de precisión exigidos a cada TDF son los siguientes:

- *Precisión horizontal absoluta:* <10m CE90
- *Precisión vertical absoluta:* <10m LE90
- *Precisión vertical relativa (LE90 punto a punto dentro de un área 1°x1°):* <2m (pendientes<=20%), <4m (pendientes>20%)

La misión de cada país participante en TREx es la edición y el control de calidad QC/QA de un conjunto de TDR para la obtención de los TDF correspondientes.

Los TDR vienen acompañados de errores inherentes a la geometría de adquisición y a la naturaleza de las estruc-

turas sobre las que incide el radar. Algunos ejemplos de estos errores son los siguientes:

- *Captura de zonas acuáticas:* Debido a la baja coherencia entre diversas adquisiciones de la misma zona de agua, la elevación de los lagos, ríos y océanos viene acompañada de un gran error, que se traduce en una representación de picos y valles en estas zonas.

En los siguientes gráficos se muestran los GDEM TDR, TDF y AE (Active Earthscape) centrados en un lago. En la figura 1 se aprecia el ruido en el modelo TDR provocado por la baja coherencia entre adquisiciones. En la figura 2 se muestra el resultado final TDF, en el que el lago presenta una elevación constante. En la figura 3 se muestra la representación errónea del lago en el modelo AE, que es uno de los modelos auxiliares existentes que se utilizan en el proceso de transformación del TDR en TDF.

- *Adquisición de pendientes de terreno en zonas montañosas:* En estos lugares es normal que se obtenga una representación errónea del terreno debido a la geometría de adquisición radar. Por tanto, efectos de sombra radar (que impiden la captura de zonas no visibles al radar) o efectos de 'layover' (por los que la adquisición radar interpreta incorrectamente la posición de las zonas con grandes pendientes) hacen que estas zonas sean propensas a presentar errores en la elevación. En la figura 4 se muestran errores en un área montañosa en el TDR (se observan picos y hoyos que son consecuencia de estos errores de cálculo). En la figura 5 se observa la mejora de esa área en el TDF.

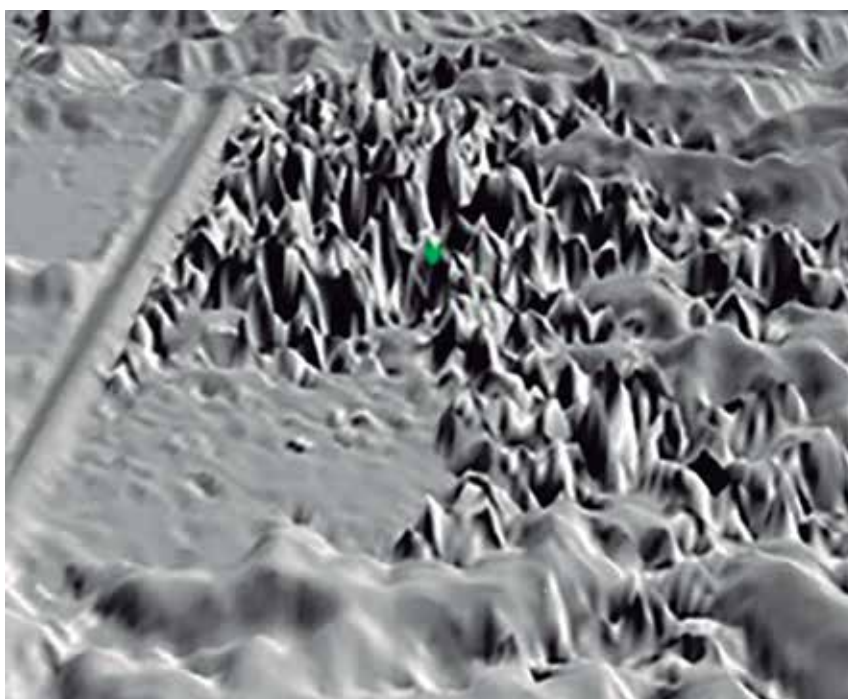


Figura 1. Modelo en bruto TDR

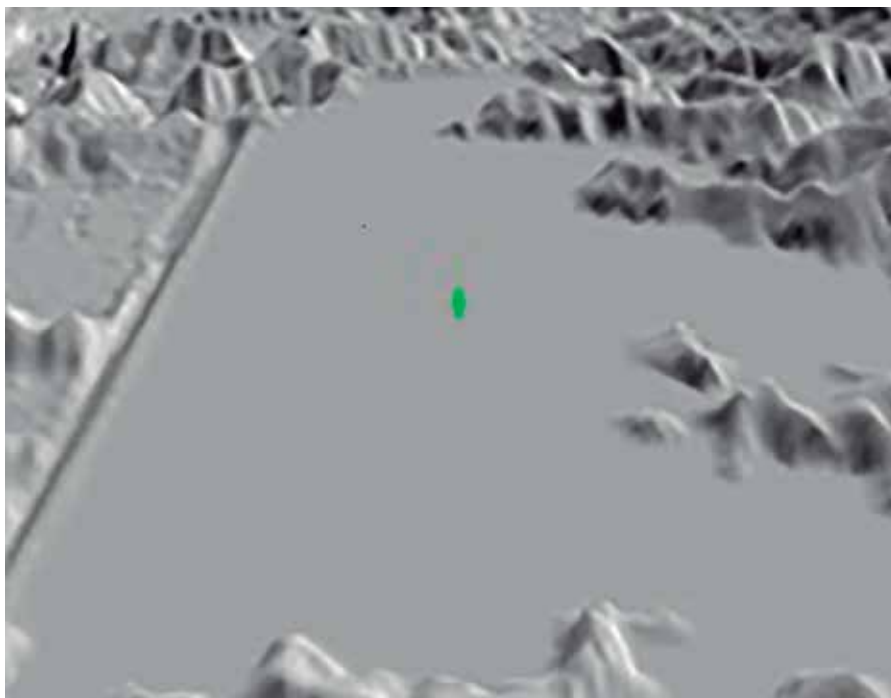


Figura 2. Modelo finalizado TDF

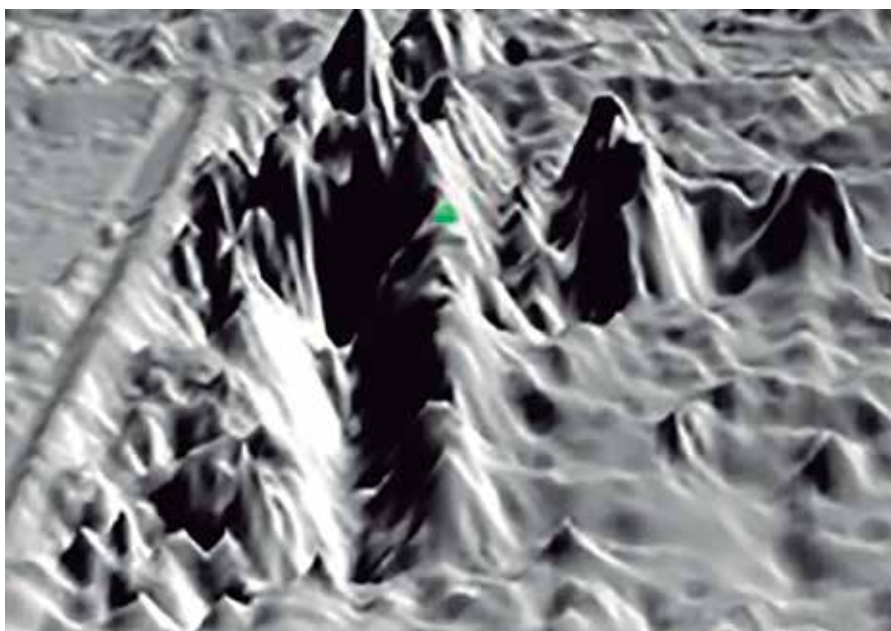


Figura 3. Modelo auxiliar AE

Dado que los TDR vienen afectados por este tipo de errores, para conseguir un modelo final TDF que cumpla el estándar HREGP, es necesario aplicar procesos de edición y de QC/QA a los modelos iniciales TDR.

Para la edición y el QC de una zona afectada por errores se utiliza un amplio conjunto de herramientas software tales como: interpolación de zonas de pequeña extensión, suavizado con filtro gaussiano, relleno mediante un modelo de elevación auxiliar libre de errores en esa zona, etc.

## 2. EL PROCESO DE PRODUCCIÓN TREX EN COOPERACIÓN INTERNACIONAL

### 2.1 Proceso de incorporación de un país al programa TREx

Cada país participante en el programa TREx tiene habilitada una zona LPC (Local Production Center) en la que se encuentran las estaciones de trabajo con el software necesario que permite realizar la edición de los TDR y los procesos de QC/QA.

El LPC español se encuentra localizado en el Centro Geográfico del Ejército de Tierra (CEGET).

Las fases de incorporación de cada país participante al programa TREx son las siguientes:

- *Asistencia a un curso de formación teórica /práctica:* Este curso es impartido por la empresa Airbus y cubre todo el flujo de trabajo dentro del programa TREx y en particular el conocimiento en profundidad del software DEMES (Digital Elevation Model Editing Software) desarrollado por dicha empresa, que es el principal software utilizado en la edición de los TDR.

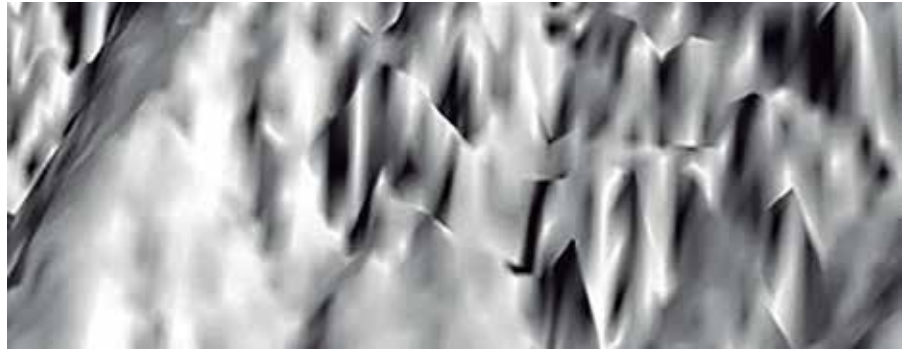
- *Formación interna del LPC:* Durante un período de 2 a 3 meses las personas que han asistido al curso de formación se encargan de trasladar esa formación al resto de operadores del LPC y, a continuación, todo el personal del LPC debe practicar con celdas de entrenamiento facilitadas para ese fin.

- *Fase de certificación:* Durante esta fase se realiza la edición y el QC de 4 celdas del área de producción del país. Estas celdas son seleccionadas por el BGIC (Bundeswehr Geoinformation Centre) y la NGA, organismos líderes del programa TREx, de forma que cada una contenga diversas zonas de terreno que obliguen a realizar una edición y QC de diversa dificultad.

- *Fase de producción:* Una vez superada la fase de certificación, el LPC continúa editando y pasando QC del resto de celdas que tiene asignadas dentro de su área de producción. Por cada TDF producido, la nación correspondiente

obtiene un número de créditos, entre 0.1 y 1, dependiendo del grado de dificultad de la zona incluida en esa celda. Los créditos que se acumulan dan derecho a descargar TDF disponibles de cualquier parte del globo.

España se convirtió en país participante del programa TREx al firmar el MOU (Memorandum of Understanding) en noviembre de 2016. A partir de ese momento el personal integrante del LPC español empezó a cumplimentar las fases mencionadas anteriormente. En marzo del 2018 el LPC superó la fase de certificación, por lo que actualmente se encuentra en fase de producción. El compromiso inicial de España es producir un total de 204 TDF, obteniendo de esta forma un número de créditos que le daría acceso a un elevado número de TDF de cualquier parte del globo.



(Figura 4) TDR

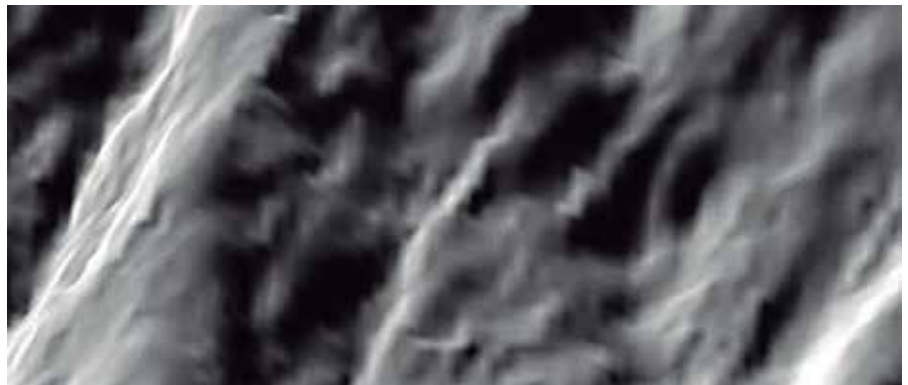


Figura 5. TDF

## 2.2 Metodología de trabajo del programa TREx

La transformación de un modelo TDR en TDF requiere la intervención de al menos dos tipos de operadores, para separar las funciones de edición y de QC. Una vez pasado el QC de una celda, esta celda se denomina candidata a TDF y se envía a una base de datos internacional que es el repositorio común en el que se almacenan los datos TDR y TDF, y que constituye el portal de comunicación y colaboración entre todos los países.

El BGIC y la NGA son los organismos encargados de pasar un segundo control de calidad (QA) a las celdas depositadas en el repositorio común. Si el QA es positivo, la celda pasa finalmente al estado TDF. En caso de que no se supere este QA, la celda es devuelta al LPC correspondiente junto con una explicación de las causas que han ocasionado esa devolución. De esta forma comenzaría un nuevo ciclo de edición/QC de dicha celda en el LPC.

Cuando un LPC haya producido el suficiente número de TDF con calidad certificada, adquirirá la capacidad de realizar QA de celdas candidatas a TDF depositadas por el LPC de otro país. De esta forma, cada LPC acabará realizando trabajo de edición, QC y QA.

## 3. CONCLUSIONES

Este artículo ha presentado la finalidad y utilidad del programa TREx, mediante el cual se pretende obtener en un

futuro próximo un GDEM de cobertura completa con el cual se mejorará ampliamente la resolución y calidad de los GDEM existentes en la actualidad. Las mejoras que proporcionan los TDF tanto en el campo civil como en el militar se comenzarán a comprobar próximamente, ya que actualmente existe un número significativo de TDF producidos y uno de los objetivos del programa TREx a realizar a corto plazo es demostrar la superior calidad y precisión utilizando algunos de estos TDF existentes.

## REFERENCIAS

Documentación técnica del programa TREx

### Sobre el autor

**Fernando Yepes Rodríguez**

*Comandante de Transmisiones.  
Geodesta Militar*