



## **CARTOGRAFÍA APLICADA A LA CREACIÓN DE MAQUETAS A ESCALA DE GRAN Y PEQUEÑO TAMAÑO. DE LAS UTM A LAS COORDENADAS DE MECANIZACIÓN.**

**Luis Javier Cruchaga<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Cartógrafo - Geómetra, [wuacrbel@usa.net](mailto:wuacrbel@usa.net)

### **RESUMEN**

*En esta comunicación se analiza el trabajo de creación de maquetas para parques temáticos y otros usos, generadas a partir de modelos tridimensionales del terreno y mediante el uso de fresadoras mecánicas que trabajan sobre diferentes materiales con precisión milimétrica. Mediante esta metodología, se obtienen calidades perfectas en la representación del terreno en las maquetas, al pasar directamente de coordenadas UTM a coordenadas de mecanización, sin límites en los tamaños de las representaciones, y a costes muy reducidos con la exactitud ofrecida.*

### **1. INTRODUCCION.**

En la actualidad, existen tres maneras principales de comercialización cartográfica. Por un lado, está la venta de cartografía en papel, la forma más clásica usada hasta ahora. En segundo lugar y de manera cada vez más destacada, aparece la venta de la cartografía digital, más asociada al uso de la tecnología GPS. Y por último encontramos una tercera forma de comercialización, se trata de las maquetas a escala de distintas zonas, en las que aparecen plasmadas a diferentes escalas y tamaños tanto la orografía como la información planimétrica y toponímica del mapa. Este último tipo de cartografía, se presenta 'generada' en diferentes materiales, aunque el que generalmente prima es el plástico por economía y ligereza.

En este artículo se va a desarrollar un novedoso método de generación de este tipo de cartografía en maqueta, en la que se ha desarrollado un proceso de trabajo para la creación de ésta sin limitar la escala, tamaño, precisión o material, y sin la necesidad de ninguna intervención humana en el tallado de las mismas. De esta manera se obtiene un producto final perfecto y a un muy reducido coste que hace mucho más viable la creación de este tipo de cartografía.

### **2. CONTENIDO.**

#### **1.- Necesidades de un proyecto**

Fue a finales del 2003 cuando desde la gerencia del nuevo Parque Temático de los Pirineos, PIRENARIUM, nace la idea de la creación de una gran maqueta a escala del Pirineo aragonés, con unas dimensiones lo suficientemente grandes como para poder visitar la gran maqueta desde el interior de la misma, a modo de paseo a escala por el Pirineo. Las dimensiones de la maqueta (105 metros de ancho por 19 metros de largo) y el querer realizar una maqueta perfecta a escala del Pirineo existente, hace que se cree un equipo conjunto formado por la empresa PRAMES – Luis Javier Cruchaga e ICP – Julio Luzán, en el que se comienzan a gestar las primeras ideas para poder llevar a buen puerto la realización de la gran maqueta del Pirineo.

Una de las primeras premisas con las que se cuenta es la necesidad obligada de minimizar al máximo posible o incluso evitar, la intervención del hombre en el tallado de los moldes iniciales. La interpretación del terreno por un artista que plasma de manera más o menos fidedigna una representación del terreno, debía ser evitada para conseguir unas calidades de producto final a escala con la rigurosidad solicitada. Si no es la mano del artista la que talla el molde, debería ser sin lugar a dudas una máquina la que haga dicho trabajo y la que genere de manera sistemática todas las representaciones del terreno. Es por lo que todo el proceso de tallado giraría en torno a una fresadora mecánica de precisión, a la que se le debía suministrar toda la malla de coordenadas del Pirineo para obtener los moldes finales de la maqueta.



## 2.- Fresadoras y cortadoras de hilo

Al estar condicionado el proyecto al uso de una máquina capaz de realizar dicho tallado, se pasa al análisis de las diferentes opciones existentes en el mercado y que sean capaces de poder llevar a cabo el trabajo con la precisión y rigurosidad necesarios. Tras el análisis de las diferentes opciones, se obtienen dos diferentes para la realización.

Por un lado se puede realizar el molde inicial de la maqueta mediante el uso de máquinas hilo cortante. Este tipo de maquinaria lo que va cortando es material plano a modo de planchas y de un grosor determinado. Realmente lo que la máquina corta no es ni más ni menos que cada una de las curvas de nivel que componen el mapa. Para su posterior montaje, es necesario unir y apilar todas las planchas para que nos quede la maqueta, en este caso escalonada, de la zona a representar. Una vez obtenida la representación del terreno por lonchas, hay que suavizarlas y darles las texturas correspondientes a las laderas escalonadas, para que sean suaves y reales. Este tipo de maquetas con la metodología de curvas de nivel en lonchas es la que hasta el momento más se ha realizado.

Por otro lado se estudió el uso de máquinas fresadoras de precisión, para la generación directa del terreno en los moldes de la maqueta mediante la creación de un modelo tridimensional del Pirineo, que posteriormente sería tallado por la máquina de forma directa, sin escalones y con la precisión propia de la fresa. Se localizaron las máquinas necesarias para ello y se vio cuales eran las necesidades a nivel de datos cartográficos que la máquina necesitaba para comenzar a tallar la maqueta. De una parte se tenían todos los datos cartográficos en proyección UTM de altimetría del Pirineo, procedentes de las bases cartográficas a escala 1/50.000 que servirían de arranque para la generación del modelo tridimensional origen de datos de la maqueta. De otra parte la máquina necesitaba una serie de datos para tallar, que tenían que ser suministrados en formato de mecanización. Tan solo restaba pues al generación de un algoritmo de traspaso de datos de un formato a otro.

## 3.- De las UTM a las coordenadas de mecanización

Para la realización de dicho algoritmo, se trabajó con las coordenadas UTM en formato DGN. Se cuenta con las bases cartográficas de las curvas de nivel del Pirineo aragonés con una equidistancia de 20 metros, en proyección Universal Transversa de Mercator y al estar justo el meridiano de Greenwech en medio de la zona a trabajar, tenemos una parte de la altimetría en el HUSO 30, y el resto en el HUSO 31. Se procede pues a la generación de un archivo principal de datos altimétricos en el HUSO 30, conteniendo todos los datos que se encontraban en el huso contiguo, procediendo a trabajar ya definitivamente toda la zona pirenaica en el HUSO 30.

Tras la creación de este archivo principal de altimetría, se procede al ajuste de las sendas interiores que conformaran la maqueta, y que servirán para que los visitantes del parque temático puedan entrar a visitar la gran maqueta desde el interior. El procedimiento seguido para la apertura de estas sendas, es el de intentar no destruir ninguno de los valles o picos pirenaicos, sino que se rompe el archivo principal en diferentes zonas que posteriormente son abiertas una con otra para dejar sitios a los senderos interiores de los visitantes. Estos senderos son incluidos en el archivo principal, y serán tallados por la maquina fresadora como un elemento más de la maqueta.

Una vez creado el archivo principal de datos con toda la altimetría y con sus senderos interiores, se procede a la creación de un GRID o malla que represente el terreno con una precisión de 8 metros en la realidad y 6 Mm. a escala, y que cubra de manera rigurosa la totalidad de la maqueta. La creación de esta malla se consigue tras la triangulación de todos los puntos contenidos en las curvas de nivel, así como los contenidos en senderos y otros tipos de elementos introducidos (poblaciones y líneas de los límites de parques nacionales). A esta malla GRID, se la añade además un rango diferencial a la coordenada Z, a las alturas. La escala con la que se representan las componentes X e Y de la maqueta, se encuentran a escala 1/1300, mientras que la componente Z está a una escala 1/800 para la exageración de la misma, consiguiendo con ello una mejor visualización de la orografía.

Tras la obtención del GRID, el ultimo de los pasos restantes antes de que la fresadora comience a trabajar es el transferir la información desde las coordenadas UTM en la que se encuentra la malla GRID generada en Coordenadas de Mecanización de la fresadora. Para realizar este traspaso de coordenadas y tras el estudio del lenguaje de mecanización de la fresa, se genera mediante la implementación de un programa el traspaso de los diferentes cuadrados que forman la rejilla del terreno a formato tridimensional Sterolitographic. Este tipo de formato es reconocido por el programa de mecanización de la maquina que le da las coordenadas a la fresadora para que corte la totalidad de la maqueta a escala y con los elementos y características que se le han introducido.



#### 4.- Precisión, materiales, escalas y costes

La precisión con la que se ha trabajado y se han obtenido la gran maqueta final de los Pirineos es, en cuanto al trabajo cartográfico del proyecto el de la escala utilizada en los datos de origen, es decir, como la equidistancia y altimetría tomados como bases ha sido el 1/50.000, la precisión real con la que se cuenta es de 10 metros (en la realidad). Como la precisión en la generación del GRID o malla a sido de 8 metros reales, este error se encuentra por debajo del anterior, así como el error de la fresa en el tallado de la maquina, puesto que como el tallado se realiza a precisión milimétrica, de nuevo el error del tallado se encuentra por debajo del rango de los 10 metros reales de las bases cartográficas tomadas como origen de datos.

Los materiales adoptados para el tallado de los moldes es el Poliestireno, por su fácil talla y por su peso liviano dada la enorme cantidad de material que entra en las dimensiones de la maqueta (105 x 19 metros). Sobre los moldes tallados de poli estireno se aplica la lamina definitiva de la maqueta que es poliéster ignífugo cargado y resina reforzada con fibra de vidrio.

Como se ha considerado anteriormente, la escala final de la gran maqueta de los Pirineos es de 1/1.300 en planimetría y de 1/800 en altimetría. La cota origen comienzo de la talla de la maqueta es la altura 800 m. sobre el nivel del mar, mientras que la cota mas alta son los 3.400 metros del Pico de Aneto.

Los costes de la realización de esta maqueta son elevados en cuanto al volumen y tamaño de la misma, pero muy minimizados en los que al trabajo humano se refiere. El coste de la partida más importante a la hora de la creación de los moldes, se ha suplantado por trabajo mecánico que se realiza día y noche y que dado la posibilidad de poder tallar toda la superficie de la maqueta en menos de un mes. Así mismo, la representación orográfica obtenida en la maqueta por la fresadora es perfecta, puesto que no ha dependido en ningún momento de una interpretación artística, sino que han sido coordenadas de todo el conjunto lo que se ha generado en el molde.

### 3. TABLAS Y GRAFICOS.

A continuación se muestra una colección fotográfica en la que se ven los trabajos realizados y la fresadora y moldes originales del proceso cartográfico descrito.



*Figura 1.-* Poliestireno utilizado para la talla de los módulos por la fresadora



*Figura 2.-* Cabezal de la fresadora trabajando en uno de los moldes



*Figura 3.-* Tamaño de la fresadora en un modulo de 4.5 x 2.5 metros



*Figura 4.-* Vista de uno de los moldes listo para el montaje.



*Figural 5-* Varios de los moldes unidos para proyectar Poliéster.



Figura 6.- Otra maqueta de los Picos de Europa terminada en otro material y realizada con el mismo proceso.

#### 4. CONCLUSIONES.

Al igual que la aparición de los ordenadores supuso toda una nueva manera de trabajar, actualizar y hacer cartografía, con la aparición de máquinas fresadoras capaces de procesar grandes cantidades de información cartográfica de manera ágil y fiable, hará cambiar también el concepto de maqueta tridimensional del terreno, dándonos la posibilidad de poder realizar cualquier tipo de representación terrestre a cualquier escala, con precisiones en el tallado y visualización muy precisas. Sin lugar a dudas, comienza aquí un nuevo e interesante mundo en la realización de cartografía en maquetas que hasta ahora era lejano e imposible de alcanzar. Comienza aquí pues, por qué no, la representación perfecta del terreno sobre cualquier material y a cualquier tamaño.

#### 5. REFERENCIAS.

**Desarrollado por:**

LUIS JAVIER CRUCHAGA (2003-2004) # Cartógrafo / Geómetra # C/Herrerías,15 22160 Bolea/Boleya (Huesca/Uesca) # wuacrbel@usa.net  
&  
PRAMES S.A. (2003-2004) # Camino de los Molinos, 32 50015 Zaragoza # cartografía@prames.com

**Realizado por:**

ICP – JULIO LUZÁN (2003-2004) # C/Baja, 3 22192 Loporzano (Huesca/Uesca)