



Consejo Económico y Social

Distr.
LIMITADA

E/CONF.90/L.22
27 de mayo de 1997

ESPAÑOL SOLAMENTE

SEXTA CONFERENCIA CARTOGRÁFICA REGIONAL
DE LAS NACIONES UNIDAS PARA AMÉRICA
Nueva York, 2 a 6 de junio de 1997
Tema 5 c) del programa provisional*

EXAMEN DE LA TECNOLOGÍA MÁS RECIENTE EN LA ADQUISICIÓN, TRATAMIENTO,
ALMACENAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS CARTOGRÁFICOS, PRESTANDO
ESPECIAL ATENCIÓN A LAS POSIBLES APLICACIONES EN LOS PAÍSES EN
DESARROLLO: AGRIMENSURA Y CARTOGRAFÍA, GEODESIA, ACTUALIZACIÓN DE
MAPAS Y GENERALIZACIÓN

La cartografía básica oficial de España: el mapa
topográfico nacional a escala 1:25.000

Documento presentado por España**

* E/CONF.90/1.

** Preparado por José Cebrián Pascual, Ingeniero Geógrafo y Subdirector General de Producción Cartográfica (IGN), y Lorenzo García Asensio, Ingeniero Geógrafo y Subdirector General Adjunto de Informática (IGN).



LA CARTOGRAFÍA BÁSICA OFICIAL DE ESPAÑA: EL MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL A ESCALA 1:25.000

José Cebrián Pascual
Ingeniero Geógrafo
Subdirector Gral. de Producción Cartográfica (IGN)

Lorenzo García Asensio
Ingeniero Geógrafo
Subdirector Gral. Adjunto de Informática (IGN)

que se establecieron como prioridades las costas, fronteras, grandes núcleos urbanos y grandes infraestructuras. Posteriormente, adquirió vocación de recubrimiento total del territorio nacional, unos 50 millones de hectáreas, mediante 4.169 hojas.

La envergadura y duración del proyecto ha propiciado un variado empleo de metodologías, de forma paralela al desarrollo de las técnicas cartográficas contemporáneas.

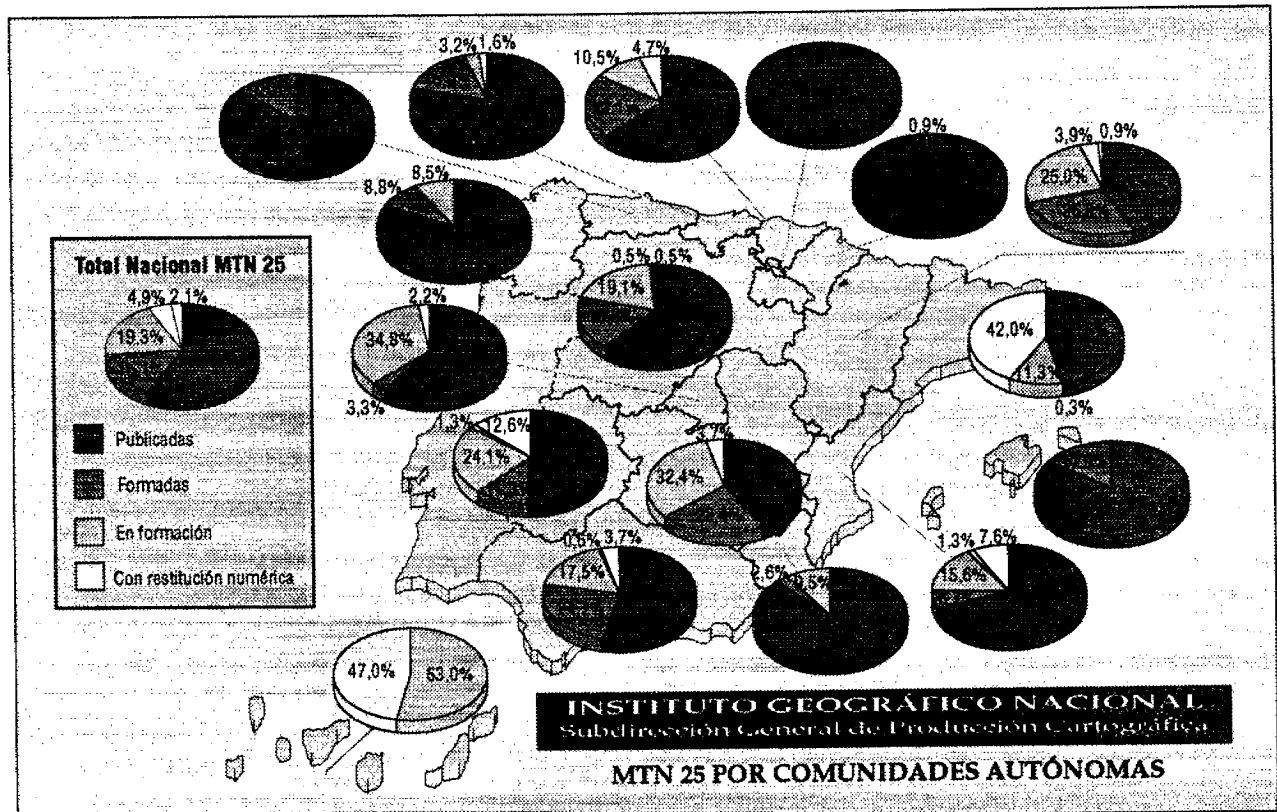
En la actualidad, está realizado el 70 por 100 y se prevé su finalización en el próximo año. Resulta especialmente destacable el ritmo de producción seguido en los tres últimos ejercicios (500 hojas/año), en base a una metodología de trabajo de alta productividad con todas sus fases informatizadas, obteniéndose como producto básico el mapa digital a partir del que, mediante técnicas de filmación láser, se obtienen automáticamente los positivos destinados a la publicación del mapa impreso.

La tecnología desarrollada, rigurosa y asequible, puede perfectamente ser objeto de transferencia a terceros países siendo apropiada para la elaboración de cartografía digital a escalas medias.

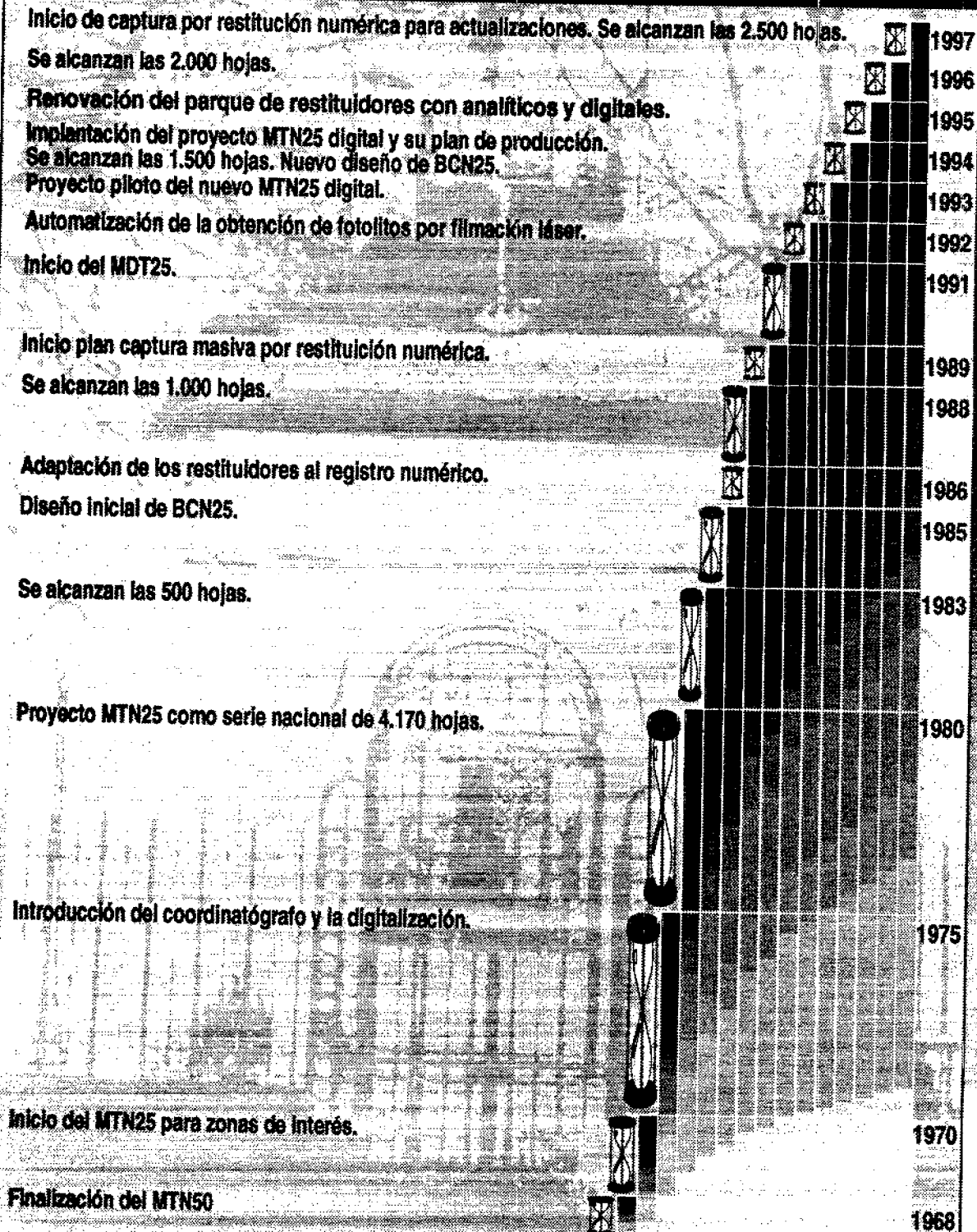
RESUMEN

El Instituto Geográfico Nacional de España tiene como proyecto cartográfico prioritario la formación del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 (MTN25) como cartografía básica del Estado, ofreciendo una representación detallada y precisa del territorio en sus aspectos morfológicos y de los derivados de la presencia del hombre y sus acciones, así como del medio natural.

Iniciada su producción en 1975, su objetivo era complementar el Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (MTN50) cuya ejecución acababa de finalizar, en aquellas zonas cuya dinámica o importancia lo requería, de modo



EVOLUCIÓN DEL PROYECTO MTN25



1. El proyecto cartográfico MTN25

La ejecución de este proyecto involucra a más de 200 personas, distribuidas tanto en los Servicios Centrales como en los Servicios Regionales del Instituto Geográfico Nacional, y a una potente infraestructura informática de la que debe destacarse el soporte lógico cuyo núcleo principal fue desarrollado y, hoy día, continuamente optimizado con recursos humanos propios del I.G.N.

Durante 1997 se pretenden cumplimentar dos importantes objetivos. El primero de ellos consiste en completar la cobertura del Estado teniendo en cuenta tres tipos de productos a escala 1:25.000: hojas realizadas por procedimientos clásicos analógicos, hojas realizadas por procedimientos digitales y hojas con restitución fotogramétrica en soporte digital. El segundo objetivo lo constituye la ejecución del proyecto piloto para la obtención del MTN50 por generalización del MTN25 digital, para su inmediata puesta en marcha.

Finalmente en 1998 se pretende, como principal objetivo, completar la cobertura digital del Estado a escala 1:25.000 mediante las hojas realizadas por procedimientos digitales y las hojas con restitución fotogramétrica en soporte digital.

2. Ficha técnica del MTN25

Referencia cartográfica

Península y Baleares:

- *Sistema de Referencia:*
Elipsoide Internacional (Hayford, 1924).
Datum Europeo.
Origen longitud Greenwich.
- *Sistema Geodésico:*
RE50 (Red Europea Unificada).
- *Sistema Representación:*
Proyección UTM.

Islas Canarias:

- *Sistema de Referencia:*
Elipsoide WGS 84.
Datum REGCAN 95.
Origen longitud Greenwich.
- *Sistema Geodésico:*
REGCAN 95.

- *Sistema Representación:*
Proyección UTM.

Contenidos

Se corresponden con una densidad de información adecuada para su lectura fácil. Son los contenidos tradicionales de un mapa topográfico.

- *Geografía física:*
Relieve.
Hidrografía.
Usos del suelo.
- *Geografía humana:*
Núcleos y construcciones.
Recursos naturales e industria.
Comunicaciones.
Divisiones administrativas.
Apoyos geodésicos.
- *Toponimia y rotulación*

Método

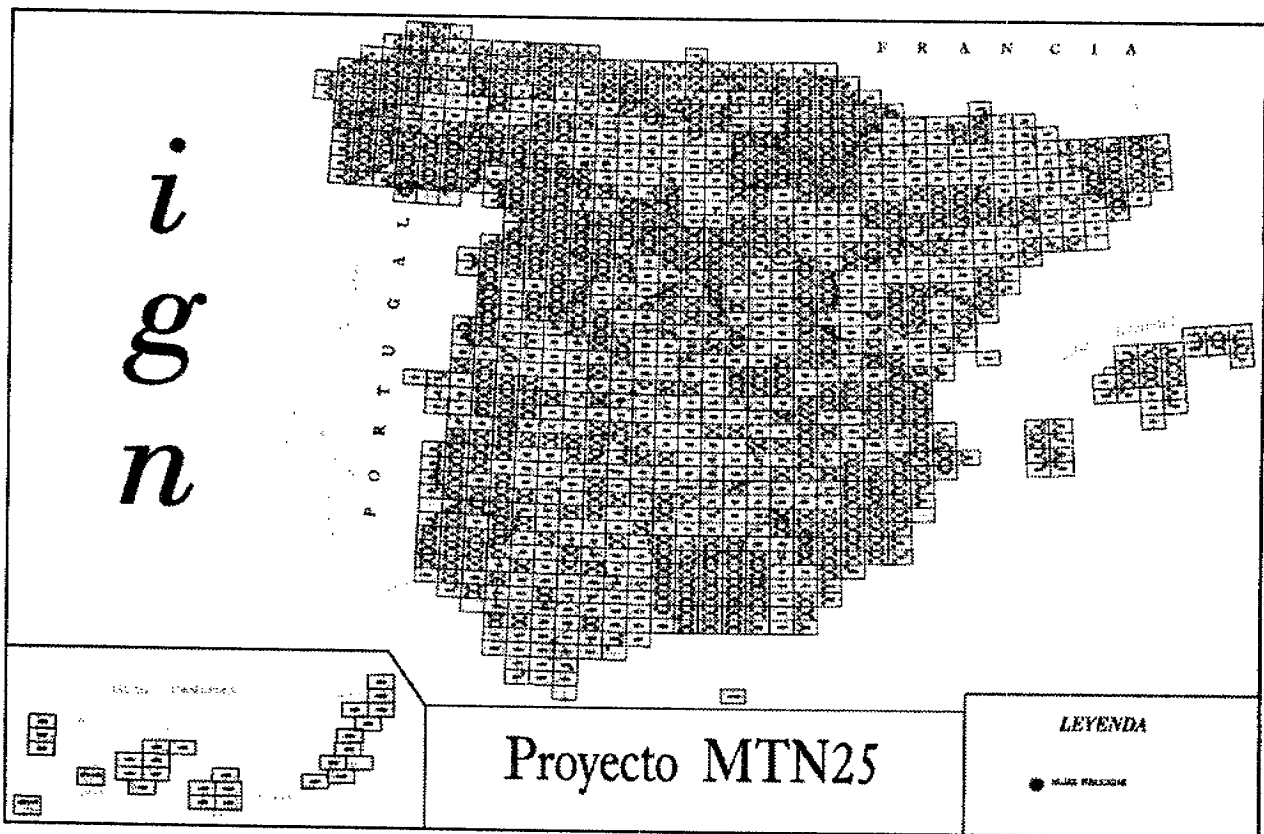
Garantiza una precisión dos veces superior a la requerida para la escala del mapa impreso.

	<u>precisión</u>
Anclaje en Geodesia RE50	0,1 m
Apoyo de campo topografía clásica/GPS	0,4 m
Vuelo fotogramétrico, b/n o color, con o sin apoyo aéreo cinemático GPS	ef: 1/40.000-1/50.000
Aerotriangulación y restitución numérica.....	3 m
Inspección de campo	
Formación y edición cartográficas informatizadas	
Trazado automático	12,5 μ
Control de calidad	

Planificación

Asegura un alto nivel de producción, así como su coordinación y control.

- *Plan de producción trianual.*
- *Desarrollo en planes anuales.*
- *Seguimiento semanal, con evaluaciones trimestrales.*



3. Descripción de las etapas que componen el proceso productivo

La metodología aplicada en la producción del MTN25 se recoge en una red PERT que define los objetivos, tareas, situación y tiempos de cada estadio del proceso. Al tratarse de un proyecto que implica un considerable volumen de recursos humanos y técnicos, son necesarios unos mecanismos de control y seguimiento que permiten ajustar periódicamente las posibles desviaciones e incidencias inherentes a cualquier flujo de producción. Además, en todas las fases del proceso se realiza una validación tanto de la información de entrada como de la de salida. De esta manera, se evita el arrastre y acumulación de errores en los pasos sucesivos.

3.1. Tratamiento previo de la información procedente de restitución numérica.

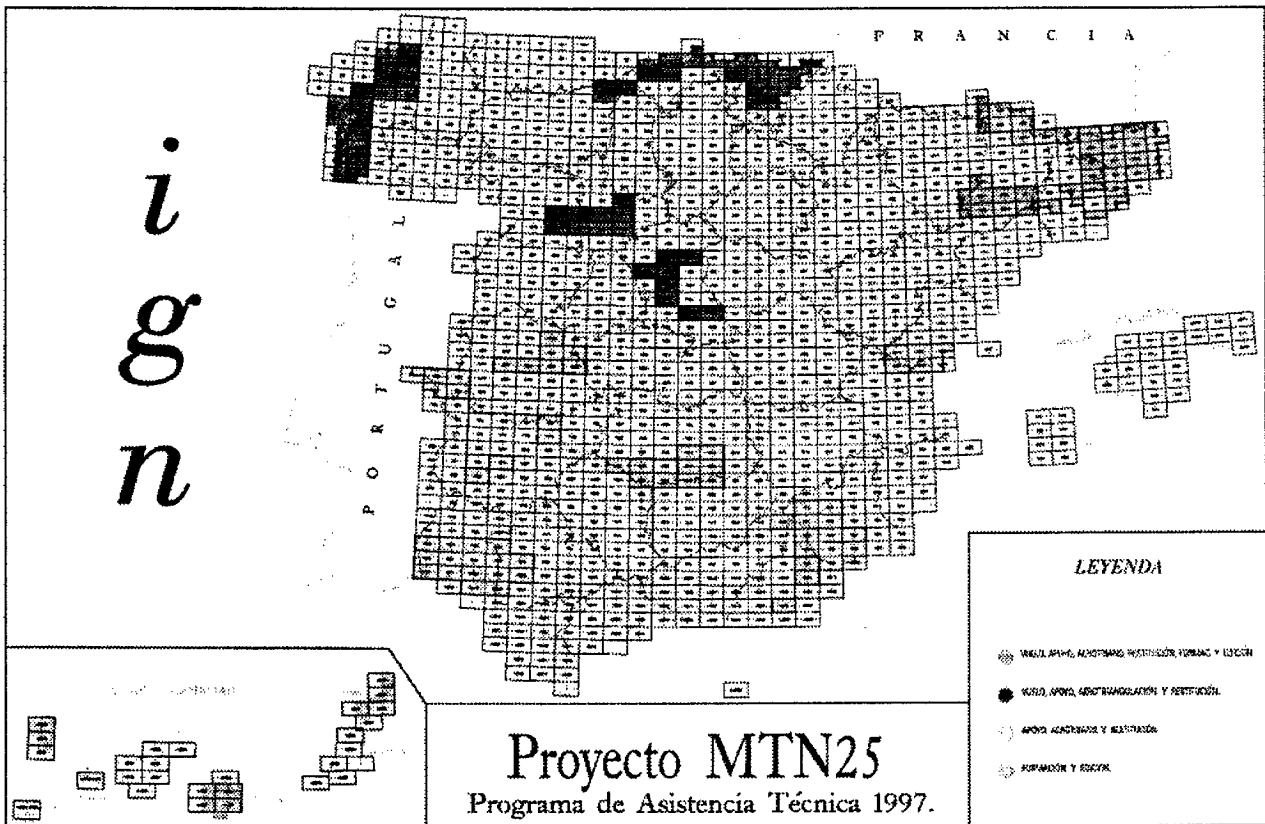
La denominada "Fase Previa" tiene como objetivo la obtención de un fichero con cierto "aspecto" de mapa, que sirva como soporte de trabajo y preparación de las fases siguientes. La experiencia ha demostrado que utilizar esta "preminuta" como base de recogida de datos de campo facilita en gran medida la tarea frente a la utilización de un simple trazado obtenido directamente de la restitución fotogramétrica.

La "Fase Previa" consiste, a grandes rasgos, en el paso de 3 a 2 dimensiones y recodificación de los elementos restituidos, la creación de recintos de usos del suelo a partir de los polígonos restituidos, la simbolización automática de ciertos elementos del mapa y la colocación de los exteriores o información marginal. Simultáneamente, se detectan posibles anomalías existentes en el fichero como elementos con codificación incorrecta o falta de continuidad geométrica, solapamiento de elementos disjuntos, etc.

3.2. Formación

Podemos definir la formación como el conjunto de tareas encaminadas a la selección y identificación precisa de la información que conformará el contenido del mapa para una escala determinada. En el caso del MTN25, la información geográfica se agrupa en los siguientes bloques:

- Altimetría.
- Planimetría.
 - Construcciones y núcleos urbanos.
 - Comunicaciones.
 - Hidrografía.
 - Usos del suelo.
 - Toponimia.
 - Divisiones administrativas.



La fase de formación es responsabilidad de un Ingeniero Técnico en Topografía y consta de tres partes claramente diferenciadas:

- Estudio y preparación previa de la preminuta.
- Investigación de campo.
- Redacción de la minuta definitiva.

En la primera parte, con el trazado obtenido tras la “Fase Previa” y una extensa documentación externa, se efectúa un estudio interrelacionado de la información, señalando las dudas e indeterminaciones que deben resolverse, al tiempo que se contemplan los elementos que es necesario añadir, suprimir o modificar y se revisan las líneas límite. A continuación, en base al estudio precedente se efectúan los trabajos de investigación de campo, destacando especialmente la investigación y compilación de la toponimia. Por último, los resultados de los trabajos de campo se incorporan a la preminuta para conformar la minuta digital definitiva.

3.3. Edición

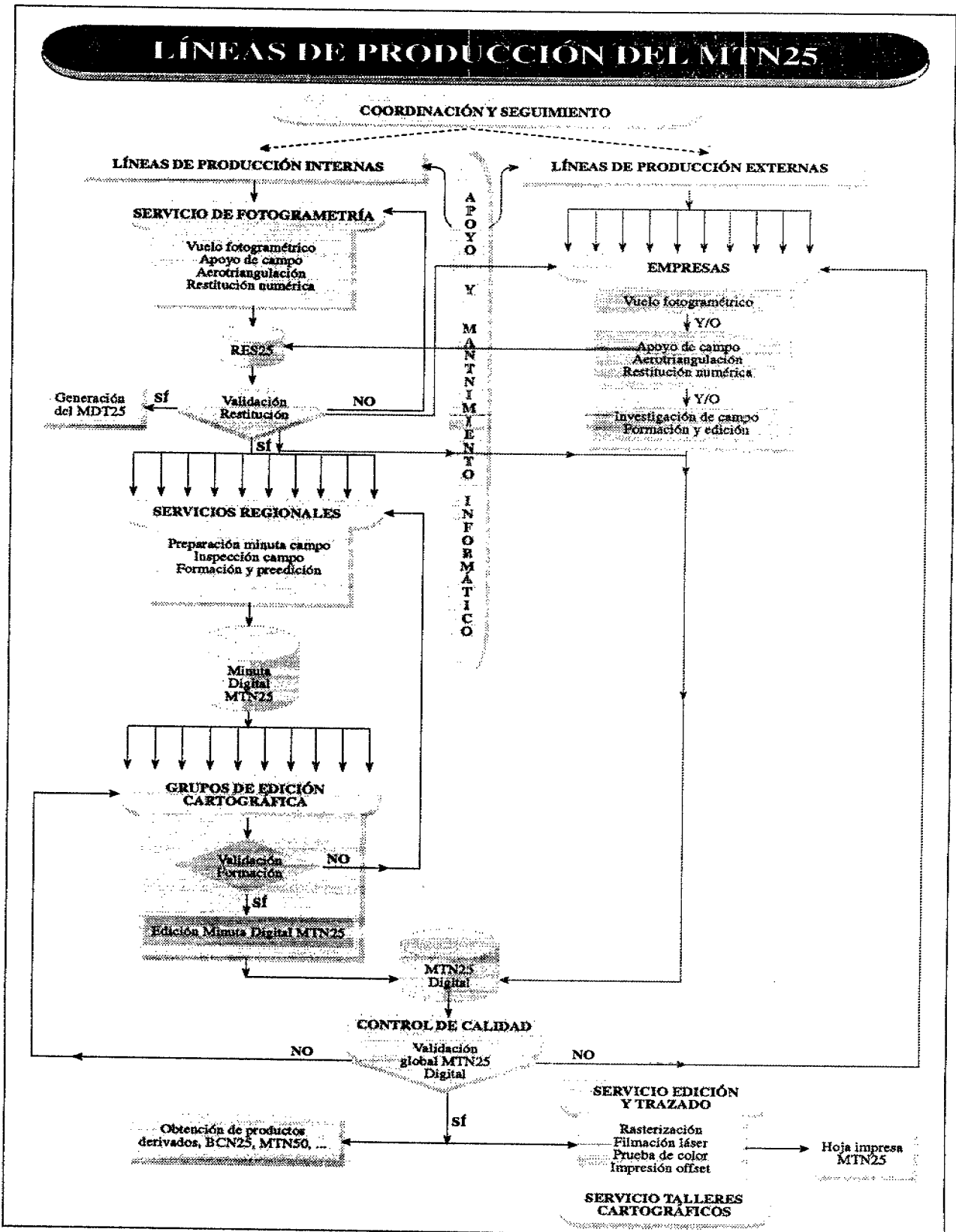
Por edición entendemos el proceso de la información contenida en la minuta digital para representarla según la simbolización y el nivel de generalización definidos en la normativa cartográfica de la serie.

El trabajo de edición se realiza parte de manera automática y parte interactiva a través de un menú informático de trabajo diseñado y desarrollado específicamente para el MTN25. En realidad el menú es el mismo que integra las herramientas informáticas utilizadas en la “redacción” de la minuta definitiva de la fase de formación. Por ello la minuta digital ya contiene una parte de los trabajos de edición necesarios, que denominamos preedición.

En la fase de edición, que realizan Delineantes Cartográficos, se contemplan las siguientes operaciones:

- Tratamiento de altimetría: representación de desmontes y terraplenes, escarpados, roquedos, rotulación de curvas de nivel, etc.
- Tratamiento de vías de comunicación: simbolización de carreteras y ferrocarriles, resolución de intersecciones (enlaces/raquetas, nudos, pasos inferiores y superiores, ...), etc.
- Tratamiento de construcciones y núcleos urbanos: simbolización de edificaciones, adecuación de la estructura de los cascos de población de acuerdo al nivel de generalización, etc.
- Tratamiento definitivo de usos del suelo, a partir del primer tratamiento en la “Fase Previa”.

LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DEL MTN25



- Tratamiento de la información marginal del mapa.
- Rotulación de la toponimia: selección correcta de fuentes y cuerpo en función de la categoría del topónimo, ubicación óptima de topónimos en función de los elementos circundantes, etc.

Finalizada la edición de la minuta, un Delineante Cartográfico Revisor efectuará una revisión minuciosa sobre un trazado en plotter de inyección de tinta para detectar y, en su caso, realizar las operaciones de edición residuales que resulten necesarias.

3.4. Control de calidad

Todo el trabajo de las fases precedentes se plasma en un trazado con un aspecto muy aproximado al de la publicación impresa. Este trazado se somete a una validación global por una unidad que actúa exprofeso de forma independiente al resto del entorno de producción.

El objetivo de esta fase es doble. Por una parte, garantizar la homogeneidad del mapa en todo su ámbito geográfico. Esto resulta imprescindible en una publicación de escala nacional en cuya elaboración interviene un amplio equipo humano y técnico que, además, se encuentra diseminado territorialmente. Y, por otra parte, asegurar un determinado estándar de calidad para la serie tanto en lo que se refiere a sus contenidos como a su representación cartográfica.

3.5. Filmación de positivos y publicación impresa

La validación definitiva por parte de la unidad de control de calidad desencadena, a partir de la ya hoja del MTN25 digital, una serie de operaciones sucesivas que terminan con la disponibilidad del mapa impreso:

- Rasterización de los ficheros vectoriales de la hoja.
- Filmación de fotolitos en un fotoplotter láser.
- Prueba de color mediante el procedimiento CROMALÍN.
- Pasado de planchas litográficas.
- Impresión offset.

4. El proyecto global MTN25

Pero el mapa impreso no es más que una faceta de un proyecto más amplio. Alrededor del MTN25 digital hay toda una serie de productos digitales y analógicos, algunos derivados del mismo mapa digital y otros subproductos de las distintas fases de su ejecución.

4.1. Productos digitales.

- **RES25:** Restitución fotogramétrica numérica, realizada en equipos de primer orden, procedente de vuelos a escalas 1:40.000 y 1:50.000 (excepcionalmente 1:70.000), codificada con un nivel alto de discriminación de elementos.

- **MDT25:** Modelo digital del terreno constituido por una malla cuadrada UTM de 25 metros de ancho, subdividida estrictamente según la distribución en hojas del MTN25. Dicha subdivisión se materializa en ficheros que contienen las cotas de los puntos de la malla en forma de matriz de caracteres ASCII.

- **MTN25D:** Hoja en soporte digital visualizable bajo entornos WINDOWS.

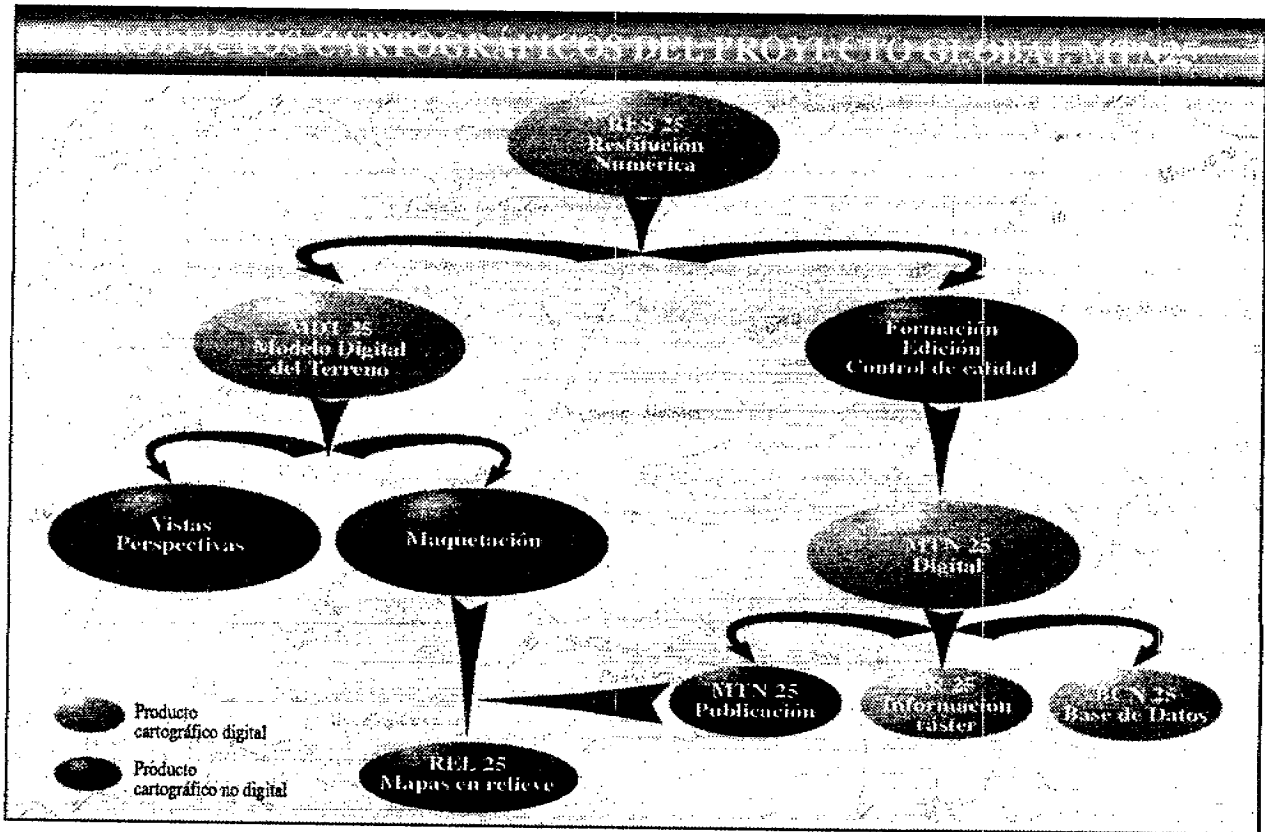
- **BCN25:** Serie digital de información geográfica con determinado nivel de estructuración topológica y de acuerdo a las siguientes especificaciones generales:

- La serie constará de tantos ficheros como hojas componen el MTN25, y se obtendrá a partir de la información digital que haya sido utilizada directamente para obtener la edición impresa del Mapa. De esta forma quedará asegurada la completa fidelidad entre la información digital e impresa que se suministra a los usuarios.
- Cada fichero contendrá la información necesaria para identificar y describir geoméricamente los elementos geográficos presentes en una hoja del MTN25, sin necesidad de utilizar la simbolización cartográfica convencional.
- La información se ajustará al formato de transferencia del I.G.N., diseñado expresamente para comercializar su producción de información digital, sin perjuicio de que puedan utilizarse otros formatos internos y/o externos si se estima oportuno.

4.2. Productos no digitales.

- **MTN25:** Producto central de la serie, es el mapa impreso como publicación de propósito general de la Cartografía Básica del Estado.

- **Representaciones perspectivas:** Trazado de vistas perspectivas en forma y extensión a petición del usuario.



- **Maquetaciones:** Maquetas del terreno elaboradas mediante máquina fresadora gobernada por ordenador que utiliza el modelo digital del terreno MDT25.
- **Mapas en relieve:** Moldeado de cartografía en relieve sobre PVC.

- Explotación de líneas administrativas para estudios de mercado.
- Anteproyectos de obra civil.
- Simulación de escenarios e infografía, etc.

4.3. Otras aplicaciones.

El MTN25 digital, además de constituir un detallado inventario métrico del Estado y fuente de los productos digitales y analógicos antes citados, también proporciona una infraestructura básica que permite desarrollar infinidad de aplicaciones en numerosos sectores tecnológicos. Baste para ilustrar este hecho la siguiente relación a título de ejemplo:

- Proyectos de telefonía móvil y seguimiento de móviles.
- Realización de estudios de ubicación e interacciones en ingeniería de medio ambiente.
- Base cartográfica para georreferenciación con GPS.
- Localización de ocurrencias de tráfico y su transmisión por el sistema RDS.

5. Conservación de la serie

Carecería de sentido un Plan de Producción Cartográfica que no contemplase de forma explícita la actualización de la serie.

Durante el primer trienio de vigencia del Plan (1995-97), por razones obvias, todos los recursos del Proyecto MTN25 se han dedicado a completar el Mapa.

Sin embargo, las nuevas condiciones con que se abordarán los subsiguientes planes plurianuales permitirán que a partir de la finalización de una hoja, ésta entre inmediatamente en expectativa de conservación. Ello significa que el Servicio Regional responsable debe proceder a la actualización continua de los ficheros digitales de cada hoja finalizada, en base tanto a documentación externa (planes de proyecto, planes urbanísticos, ...), como a levantamientos adicionales con medios propios.

A este efecto, se ha licitado la adquisición de receptores GPS móviles para nuestros Servicios Regionales, que les permitan la incorporación de nuevos elementos lineales o alteraciones producidas en los mismos de forma rápida y precisa. Para conseguir una precisión congruente con los requerimientos métricos, se hace necesario seguir el método diferencial, a cuyo fin se ha estudiado la ubicación estratégica de receptores fijos en determinados puntos del territorio.

Esta infraestructura, que se implantará el próximo mes de septiembre, permitirá la aplicación del método con garantía de precisiones submétrica para cualquier punto del Estado.

También se ha previsto ubicar estaciones de restitución digital en nuestros Servicios Regionales para facilitar la ac-

tualización de elementos superficiales como urbanizaciones y otros usos del suelo. Esta tecnología, que ya ha sido validada por los Servicios Centrales del I.G.N. con la utilización de cinco equipos, será implantada a partir del próximo ejercicio.

Con todo ello, y con la asistencia técnica del sector privado complementando nuestros medios, quedará asegurada la conservación continua de la serie digital.

La periodicidad de la puesta en soporte papel de cada hoja (reediciones) será selectiva, para lo cual se establecen cuatro niveles en función de su dinámica de cambio y de su interés estratégico y comercial. Los plazos oscilan entre cuatro años (nivel I) y siete años (nivel IV), implicando un volumen medio anual de unas 650 hojas.



Máquina offset de cuatro colores en los talleres cartográficos del Instituto Geográfico Nacional.