

METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA EUROPEA DE USOS DEL SUELO (CORINE LAND COVER 2000). APLICACIÓN A LA REGIÓN DE CASTILLA-LA MANCHA (ESPAÑA)

Castaño, S.; Ruiz-Gallardo, J.R.; Gómez-Alday, J.J.; Hoyos, J.F. & Sánchez, J.

Grupo de Teledetección y S.I.G. Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Castilla-La Mancha. Campus Universitario s/n. 02071 – Albacete. Spain. Santiago.Castano@uclm.es

Palabras clave: usos del suelo, cartografía, fotointerpretación, SIG, CORINE, Castilla-La Mancha.

Resumen

La cartografía de usos de suelos se ha convertido en una de las más demandadas por la sociedad, administraciones nacionales e internacionales, empresas, centros de investigación territorial, universidades, etc. Su valor aumenta no sólo con su calidad, sino también con su nivel de actualización. Las técnicas de observación remota de la Tierra, convenientemente conjugadas con Sistemas de Información Geográfica, en donde el proceso se puede enriquecer con valiosa información complementaria, se han mostrado como de innegable ayuda en ambos procesos. Pero es en el nivel de organización de tareas y en los procesos de verificación de resultados donde los encargados de su desarrollo encuentran mayores dificultades.

En esta comunicación se presenta el método implementado para la corrección de la cartografía europea Corine land Cover del año 1990, así como su actualización al año 2000, en la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha, lo que significa un análisis de cerca de 80.000 km². Su importancia radica en que los autores, en su experiencia, han prestado especial atención y esfuerzo en el desarrollo de las facetas organizativas de los 10 técnicos que trabajaban en su confección, así como en las tareas de verificación de los resultados obtenidos.

Métodos como el propuesto, pueden resultar de especial interés en el caso de cartografías elaboradas por diferentes grupos, que después deban ser complementarias, ya que de esta forma, quedan estandarizados los procedimientos, y homogeneizados los resultados finales.

1. Introducción

El programa CORINE (*Coordination of Information of the Environment*) se inicia en virtud de una decisión del Consejo de Ministros de la Unión Europea (CE/338/85), pasando en 1995 a ser responsabilidad de la Agencia Europea de Medioambiente [1]. Su finalidad es la creación y actualización permanente de una base de datos a escala 1:100.000 sobre los usos del suelo del territorio europeo. Los datos se obtienen mediante la fotointerpretación de imágenes multispectrales obtenidas por Satélites de Observación de la Tierra y posteriormente se integran en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

La importancia de este proyecto radica en el hecho de ser, posiblemente, la única información cartográfica homogénea para 15 países de la Unión Europea [1]. Ello es debido a que los planteamientos y condicionantes técnicos (datum, escala, precisión, información de base y nomenclatura de las clases) son los mismos para todos los países implicados.

El primer levantamiento del CORINE Land Cover (CLC) se realizó en el año 1990 y recientemente ha finalizado la elaboración de su primera actualización al año 2000. En ambos casos el proyecto se ha dirigido y coordinado en España desde el Instituto Geográfico Nacional (IGN). En este período de diez años las técnicas (metodologías, hardware, software, resolución geométrica y radiométrica de las imágenes, etc) han sufrido un gran desarrollo, lo que ha planteado una serie de problemas. En efecto, la necesidad de enlazar correctamente la actualización del año 2000 con la información del año 1990 ha obligado a volver a trabajar la información del año 1990 para adecuarla a la precisión de las herramientas que existen en la actualidad, lo que implicaba desarrollar una metodología y un sistema de trabajo para el que no existían precedentes, ya que era necesaria su aplicación en el enorme rango de peculiaridades que caracterizan a tan variado conjunto de países implicados. Ello cobra vida en la “Guía técnica y metodológica de actualización de la base de datos Corine Land Cover”, desarrollada por el *Joint Research Center* [2].

En España, dadas las características de las Autonomías que constituyen el Estado, el IGN optó porque cada Comunidad Autónoma elaborara el Corine Land Cover del año 2000 (CLC00) de su territorio a partir del Corine

Land Cover del año 1990 (CLC90). Por otro lado, un elemento de dificultad añadido es que, además de los tres niveles de ocupación del suelo determinados por la AEMA en sus 5 clases temáticas (Nivel 3), se ha ampliado la tipología de las clases de ocupación del suelo hasta cinco niveles (Nivel 5). Este factor hacía necesario generar cuatro productos que tenían que ser idénticos en su geometría y escala, y coherentes estadísticamente, eso es, reduciendo el nuevo Nivel 5 a Nivel 3, los resultados deberán ser idénticos. Así, los productos resultantes fueron:

- 1990N3: base de datos del año 1990 con leyenda a Nivel 3.
- 1990N5: misma base del año 1990 pero con leyenda ampliada a 5 clases por nivel temático.
- 2000N3: base de datos del año 2000 con leyenda a Nivel 3.
- 2000N5: misma base del año 2000 pero con leyenda ampliada a 5 clases por nivel temático.

Estos se completan con la correspondiente base de datos de cambios, es decir, los mapas que muestran dónde se encuentran los cambios sufridos en el territorio, y cual es su tipología:

- Chang_N3: base de datos de cambios en la ocupación de suelo a nivel 3.
- Chang_N5: base de datos de cambios en la ocupación de suelo a nivel 5.

La aplicación de la metodología propuesta por la citada guía facilitada por la AEMA, presenta un buen número de problemas, pero en resumen, puede decirse que adolece de una metodología bien definida y con total ausencia de detalle. Y todo ello, a pesar de que se van redactando numerosos documentos, a modo de adenda, complementos, rectificaciones, etc., que intentan solventar estos inconvenientes [3,4,5,6,7]. Es por ello, que en este estudio se presenta un método detallado en etapas de trabajo, aunque huyendo de los elementos específicos del territorio en el que se ha aplicado. Este método, puede constituir una guía aplicable a la realización de cualquier tipo de cartografía temática, ya sea en territorios reducidos o de gran extensión.

Su puesta a punto se ha efectuado en el desarrollo del trabajo de actualización y corrección de la cartografía CLC, en un extenso territorio como es la Comunidad de Castilla-La Mancha, y cuyas principales características se detallan en el siguiente apartado.

2. Descripción del área de estudio

Castilla-La Mancha es una extensa región de 79.412 km², que suponen 60 hojas CLC. La región ocupa la submeseta sur de la Península Ibérica, y que presenta una amplia diversidad geomorfológica, fisiográfica y geopolítica. Su estructura consiste en una extensa llanura terciaria que ocupa la parte central del territorio y que queda limitada por cordilleras hercínicas al norte y cordilleras alpinas al sur.

En la región encontramos amplio abanico de climas que, según la clasificación de Köppen, oscilan desde el Estepario (B Sk) al Templado Mediterráneo de montaña (Csb), aunque predomina el Templado Mediterráneo de veranos cálidos e inviernos fríos (Csa). El rango de variación de las precipitaciones es amplísimo, desde los poco más de 200 mm en el Sureste, a los más de 1000 mm en las zonas montañosas y en el Norte de la región [8].

Hidrográficamente, son 8 las cuencas hidrográficas que, en mayor o menor medida abarca su territorio [8], y 4 los ríos de primer orden que lo surcan: Guadiana, Guadalquivir, Tajo, Júcar y Segura, naciendo los tres últimos en la región. Aparecen un buen número de presas y grandes embalses, que aumentan la riqueza y variedad territorial.

Toda esta diversidad se manifiesta en una amplia variedad de tipos de ocupación del suelo, tanto de orden natural, como de influencia antrópica. De hecho, en CLC90 ya se encontraron 44 clases a N3 y 66 a N5 [9].

3. Método propuesto.

Como datos de partida, el órgano gestor del proyecto (IGN), proporcionó:

- Cartografía digital CLC90.
- *Technical and Methodological guide for updating CORINE Land Cover data base.*
- Imágenes fusión Landsat ETM+, del año 2000, georreferenciadas.
- Cartografía digital BCN200.
- Ortofotografía aérea (B/N, 1 m de resolución espacial) vuelo 1997.

En cuanto al software utilizado, ha sido: como SIG básico de trabajo: Arc-View 3.2 (personalizado con la construcción de herramientas); Arc-Info (V 7.2.1 y V 8.2) para algunas labores SIG, no permitidas con el primero, y ENVI y ER-Mapper, como elementos complementarios para realizar tratamientos en las imágenes.

Como paso previo al tratamiento de los datos, en el Sistema de Información Geográfica se redujo el volumen y se homogeneizaron las capas de la Base de Datos del CLC90 mediante la aplicación de un proceso de “tunneling” con un “snap” de 5 m. Este consistió en una reducción del número de nodos que definen las líneas. Su resultado fue una reducción del volumen de archivo en más de 1/3 (de 270Mb a 80Mb) sin pérdida de información. Para ello, se utilizó Arc-Info.

Toda la metodología se ha desarrollado sobre la base de una sola capa vectorial denominada Capa Madre (CM). Se trata de una única base de datos que contiene todos los productos necesarios (cobertura 90, 2000, cambios, etc, todo ello a nivel 3 y 5), sobre la cual se integraron y corrigieron los datos del año 1990 y se digitalizaron los correspondientes al año 2000. Como soporte de base para digitalización de contornos y reajuste de límites, se seleccionó la imagen de satélite del año 2000 debido, en primer lugar, a su mejor fiabilidad en la georreferenciación, y a su mejor calidad de visualización (fusión con pancromática de 15 m de resolución espacial) El producto obtenido presentaba una absoluta coherencia geométrica para ambos años, lo cual eliminaba una importante fuente de errores geométricos. De esta única CM se derivan los diferentes productos a Nivel 3 y 5, los cuales, al provenir de una misma base georreferenciada, presentaban, obviamente, coherencia absoluta, y al separarlos después de todos los procesos, garantizaba que las capas de Nivel 5 contuvieran exactamente al Nivel 3, así como, que todos los polígonos de las capas del CLC90, tuvieran los mismo límites que las del CLC00 (salvo en los cambios hallados). En cuanto a las escalas de trabajo en pantalla, la habitual fue de 1:50.000, pero para analizar e integrar fotografía aérea se trabajó generalmente a 1:25.000; para los trabajos de revisión y topología, la escala aumentó a 1:5.000 y para las uniones entre hojas se llegó a 1:1.000.

En esencia, el método puede ser resumido en 4 fases: Etapa 1: corrección y ajuste del CLC90; Etapa 2: actualización de CLC00; Etapa 3: verificación de resultados; Etapa 4: elaboración de los productos finales (figura 1).

3.1. Etapa 1 (E1): Corrección y Ajuste CLC90

En esta primera etapa se procede a ajustar los límites de los polígonos de la capa CLC90, subsanando todos los errores que se cometieron en 1990 y se adecuan a los límites de la CM. Esta etapa se subdivide en cinco tareas (Figura 2): E1a: corrección del CLC90; E1b: revisión del ajuste CLC90; E1c: control de topología; E1d: asignación de códigos; y E1e: corrección de los polígonos menores a 25 ha del CLC90.

E1a: Corrección del CLC90. Cada fotointérprete parte de una hoja de CM original a escala 1:100.000 sobre la que deben ajustar los límites de los polígonos a sus homólogos en la imagen. Para ello, como información base, además del CLC90 original, se dispone de las imágenes LANDSAT de 1990 y de 2000.

La superposición de ambas imágenes muestra un desplazamiento no sistemático de la imagen de 1990 con respecto a la del año 2000. Dado que la CM sobre la que se va a trabajar debe ajustarse a la imagen del año 2000 corregida, los polígonos originales (1990) se reajustan geoméricamente, para adaptarlos a la misma (si éstos no han cambiado), conservando su forma original en lo posible. **En resumen, en esta fase, la imagen TM 1990 se utiliza, casi exclusivamente, con valor temático más que geométrico.**

Para la realización de la corrección del CLC90 se empleó la extensión de ArcView denominada “*digitalización en modo ráfaga*”. Por otro lado, se elaboraron herramientas de apoyo a la corrección de modo que posibilitaran: a) la sincronización de múltiples ventanas, b) la visualización con escalas predefinidas (1:100.000, 1:50.000, 1:25.000, 1:10.000), c) accesos directos a las funciones más utilizadas y, d) la consulta de la superficie (ha) para uno o más polígonos.

CORINE Land Cover (Proyecto I&CLC2000)

DIAGRAMA DE FLUJO

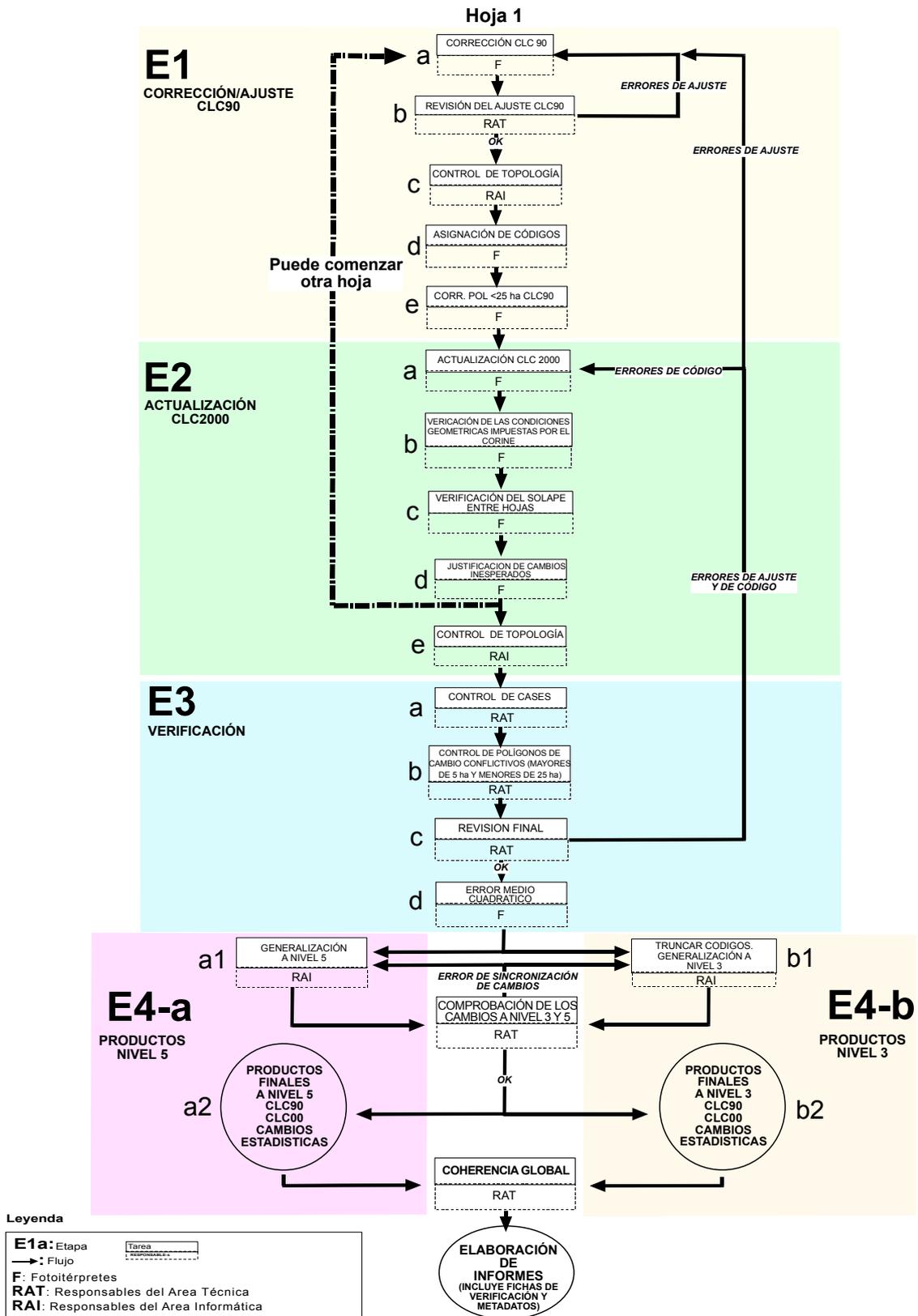


Figura 1: Diagrama de flujo donde se muestra las etapas de trabajo seguidas (E1 a E4) así como los responsables de cada tarea para el desarrollo de proyecto Corine Land Cover. F: Fotointérprete; RAT: Responsable Área Técnica; RAI: Responsable Área Informática.

E1b: Revisión del ajuste CLC90. En esta primera revisión se verifica el ajuste realizado en la fase E1a. Para ello, un técnico experimentado, diferente al que ha elaborado la hoja, la divide en 8 sectores para mayor facilidad, y comprueba que el ajuste geométrico se ciñe a las normas establecidas por la normativa general [6]. Los errores más frecuentes han sido: omisión de pequeños polígonos, aunque superiores a 25 ha, o aparición de polígonos inferiores a esta cifra; dentro de las fronteras de un polígono, localización de pequeñas áreas con distancia entre límites inferior a 100 m; distancias del límite vectorial, al homólogo en la imagen, superior a 100 m; etc. Si aparecen menos de dos errores, el técnico de revisión lo corrige. En el caso de localizar más de tres errores, se devuelve la hoja a la etapa anterior (E1a) para que el fotointérprete la vuelva a corregir, pasando un nuevo control (E1b), cerciorándonos así, de que cumple con los requisitos, y pasando a la siguiente etapa.

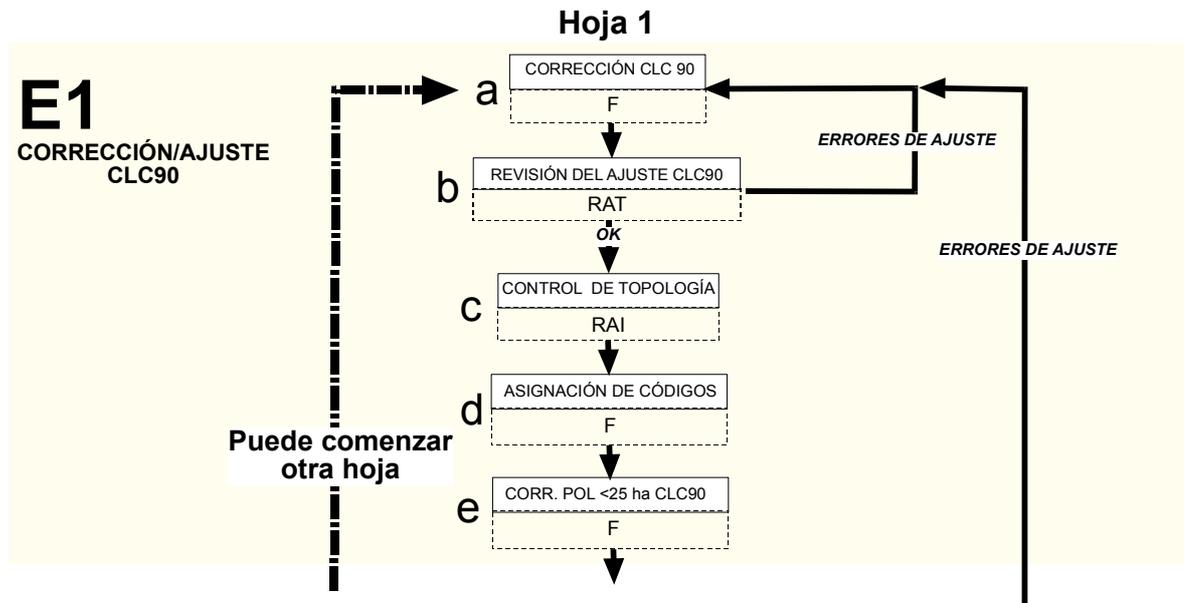


Figura 2: Diagrama de flujo de la Etapa 1 (E1), corrección y ajuste del CLC90. Procedimiento para ajustar los límites de los polígonos de la capa CLC90 a los límites de la CM. F: Fotointérprete; RAT: Responsable Área Técnica.

E1c: Control de Topología. La topología consiste en llevar a cabo una depuración de los posibles errores tales como arcos colgados, agujeros, etc., que son muy frecuentes en las hojas CLC90. Para ello se empleó Arc-Info. Al mismo tiempo, se reduce el número de nodos, lo que a su vez desemboca una nueva reducción del volumen físico de su archivo. No obstante, este proceso conlleva algunos problemas: por un lado, se vuelven a crear algunos micropolígonos que en la fase E1a se habían suprimidos, aunque, en su mayor parte, podrán ser automáticamente eliminados (subetapa E1e). Por otro lado, se pierden los códigos de cada polígono, aunque se recuperarán automáticamente en la siguiente subetapa (E1d).

E1d: Asignación de Códigos. Una vez tenemos la hoja CLC90 totalmente poligonizada y realizado el control topológico, la CM no posee códigos, por lo que debe procederse a su reasignación. Esta, puede efectuarse mediante la localización de los centroides de cada polígono en la capa original (previa al control topológico) y readjudicación a su homólogo en la CM corregida por asignación espacial. El proceso se realiza de forma semiautomática, ya que es necesaria una supervisión, y asignación manual para algunos casos puntuales. Todo ello se realiza sobre Arc-View.

E1e: Corrección de los polígonos menores a 25 ha del CLC90. Durante esta tarea se aplica la condición de supresión de polígonos menores de 25 ha, exceptuando los que pertenezcan a las clases de “Tejidos urbanos” y “Láminas de agua”, dado que a nivel nacional (N5), se estableció su mantenimiento. A nivel europeo (N3), serán posteriormente eliminados. Por otro lado, serán automáticamente suprimidos los polígonos lineales, es decir, aquellos con anchura inferior a 100 m. No obstante, se mantendrán (ampliándolos a 100 m) aquellos polígonos que destaquen por su importancia socio-económica como por ejemplo autopistas y autovías, ríos de primer orden, grandes canalizaciones, etc. Para realizar la corrección de los polígonos menores a 25 ha del CLC90 se emplearon

herramientas desarrolladas por este equipo, que selecciona automáticamente aquellos polígonos que incumplen este requisito. Esta fue construida sobre Arc-View.

3.2. Etapa 2: Actualización CLC2000.

En esta etapa se cumplirá un triple objetivo (véase figura 3): en primer lugar se revisarán los códigos del CLC90 original, ya que aparecen numerosos errores; por otro lado, se actualizará la nomenclatura a CLC00, dado que la leyenda han cambiado sustancialmente para las mismas clases, y finalmente, se determinarán los cambios sufridos en la ocupación del suelo.

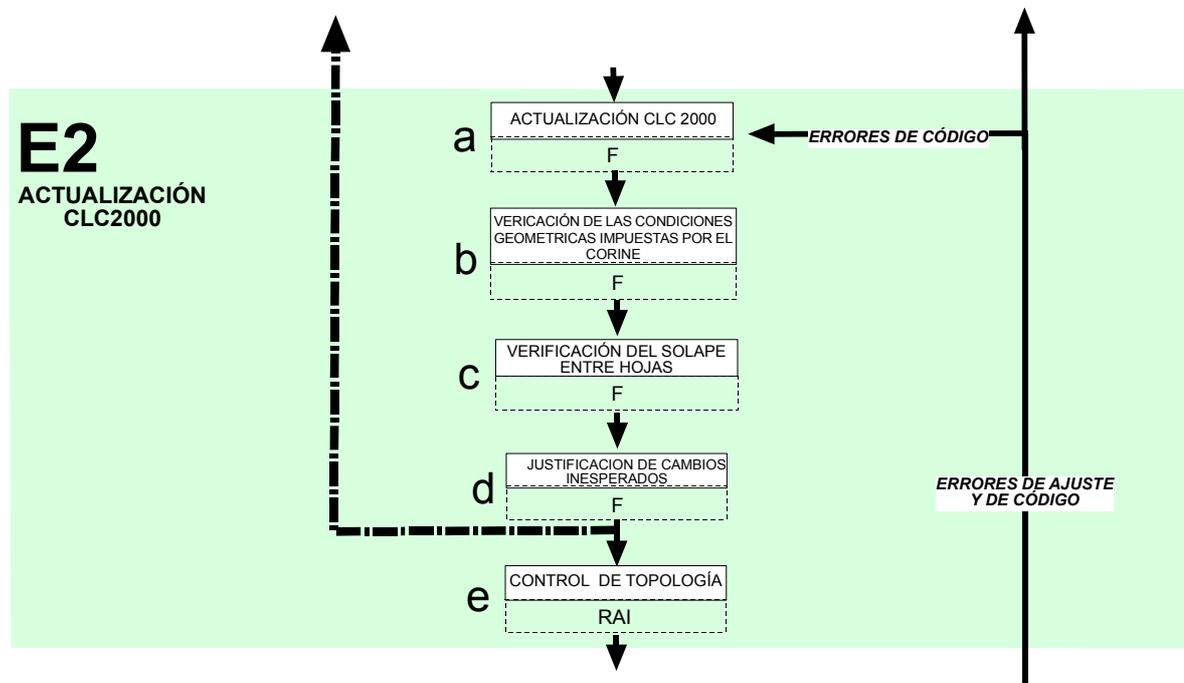


Figura 3: Diagrama de flujo de la Etapa 2 (E2), actualización del CLC90. Procedimiento para asignar los códigos del CLC90 y CLC00 para actualizar la capa del CLC90 al año 2000. En esta etapa, de manera simultánea se corrige la nomenclatura de 1990. F: Fotointérprete; RAI: Responsable Área Informática.

E2a: Actualización del CLC00. Durante esta tarea se realizará simultáneamente la corrección de la nomenclatura del CLC90 y la actualización del CLC00 con las herramientas de asignación de códigos desarrolladas e implementadas en E1a. En el proceso, se superponen alternativamente, las imágenes de los años 90 y 00, por lo que se detectarán fácilmente, los cambios sufridos en la superficie. Estos se digitalizan sobre la CM, debiendo ser siempre mayores a 5 ha. Para comprobarlo, el fotointérprete dispone de una herramienta de medición automática de superficies. Esta es la fase en la que más influye el fotointérprete, que con sus conocimientos y su correcto juicio sobre las coberturas existentes deberá corregir el CLC90 original y a la vez actualizarlo al CLC00. La validación del CLC90 y asignación semiautomática de CLC00 se ha llevado a cabo mediante el desarrollo de una extensión propia sobre Arc-View.

E2b: Verificación de las condiciones geométricas impuestas por el Proyecto Corine Land Cover. Una vez actualizada la hoja en la tarea precedente, se generalizan todos aquellos polígonos que no cumplan las condiciones que dicta el CLC [6]. Para ello se utilizan rutinas de Arc-View. Algunos ejemplos: corrección de polígonos con anchura inferior a 100 m, incluidos ríos y vías de comunicación; generalización de polígonos menores a 5 ha; etc.

E2c: Verificación del solape entre hojas. En esta tarea se comprueba que en la línea de solape entre las hojas vecinas, existe continuidad geométrica y temática. Es decir, se examina si las líneas que finalizan una hoja continúan en la vecina, y que el tipo de cobertura del polígono compartido, es el idéntico. El ajuste entre las líneas de polígonos contiguos debe de ser inferior a 5 metros. Para ello, se asciende hasta escalas de pantalla de 1:1.000. El proceso se realiza con ArcView.

E2d: Justificación de cambios inesperados. En esta subetapa se seleccionan los polígonos de cambio de la hoja para comprobar que son coherentes. Sobre la base de la tabla de probabilidad de cambios del CLC

(documento interno e inédito), se puede definir cada cambio como de tipo 1 (Posible; valor 1), de tipo 2 (Raro; valor 2) y de tipo 3 (Inesperado; valor 3). Los cambios de tipo 2 será necesaria su confirmación y los cambios de tipo 3 será requerida una explicación. La confirmación o explicación de los cambios se realizará mediante una herramienta informática que se ha elaborado en Arc-View, a tal efecto. La herramienta permite la clasificación y selección de los cambios según su tipo. Ésta, sobre el mapa, mostrará el polígono, abriendo una ventana de diálogo, en donde puede confirmarse o introducirse la correspondiente explicación al cambio.

Mientras la hoja pasa al control de topología (tarea E2e), el fotointérprete puede comenzar con la corrección (E1a) de otra hoja.

E2e: Control de topología. Una vez actualizado CLC00, la capa vuelve a procesarse, creando topología. En este caso, se impondrá un “snap” de 5m, utilizando Arc-Info. Así, se comprueba que no existan huecos u otros posibles errores originados por la generalización y/o nueva digitalización de fases anteriores.

3.3. Etapa 3: Verificación.

En esta fase se comprueba que los condicionante técnicos del proyecto CLC [6], se cumplen para cada hoja. Del mismo modo, se constata la continuidad de todas las hojas colindantes, de modo que se posibilite la formación de una capa continua, sin incoherencias de código ni de ajuste en la digitalización. Además, se comprobará la coherencia entre el código fotointerpretado y la cobertura que muestra la imagen, para su polígono homólogo (figura 4).

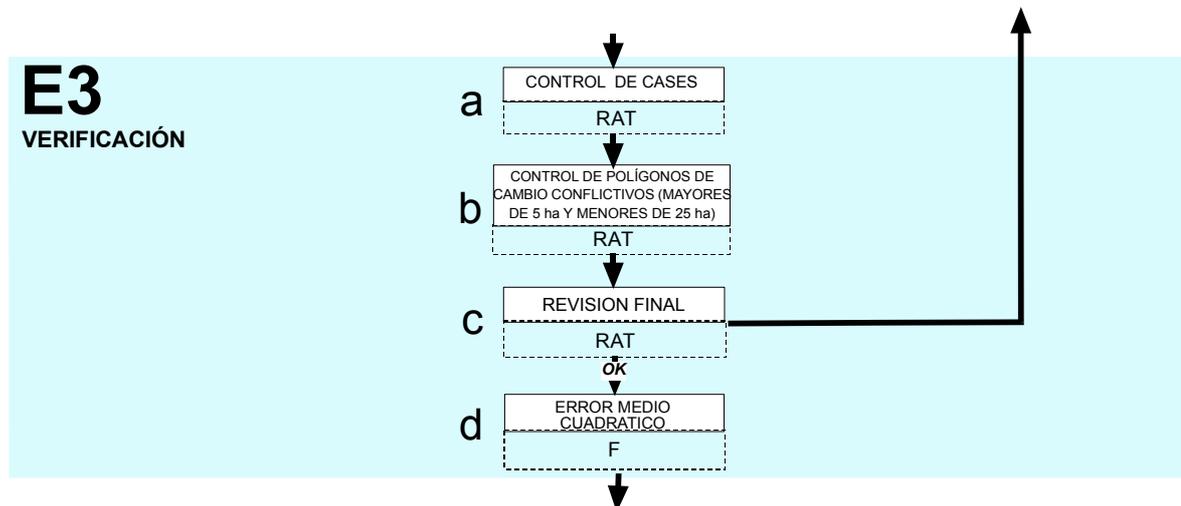


Figura 4: Diagrama de flujo de la Etapa 3 (E3), verificación. Procedimiento para comprobar que los condicionante técnicos del proyecto CLC00 se cumplen para cada hoja realizada. F: Fotointérprete; RAT: Responsable Área Técnica.

E3a: Control de cases. En esta tarea se evidencia que las líneas que definen polígonos compartidos por hojas vecinas, tienen continuidad y ajustan correctamente. Al tiempo, se verifica que el código es el mismo en ambas hojas. Cabe señalar que la máxima distancia de ajuste deberá ser inferior a 5 m para que al fusionar las hojas se obtengan líneas continuas sin quiebros ni ajustes forzados. En todo el proceso se emplea Arc-View.

E3b: Control de polígonos de cambio conflictivos (mayores de 5 ha y menores de 25 ha). En el proceso de localización de polígonos de cambio, puede ocurrir que alguno tenga una superficie de entre 5 y 25 ha, pero que no tengan ninguno circundante con el mismo código, con lo cual, finalizaría el proceso con un nuevo polígono de cambio real, pero con superficie insuficiente para aparecer como polígono independiente. Este control de polígonos de cambio conflictivos se llevó a cabo mediante el empleo de herramientas estándar de Arc-View.

E3c: Revisión final. Esta tarea consiste en la revisión de los códigos de cada polígono con el software de Arcview por un fotointérprete experimentado. Si durante esta revisión se detecta un número excesivo de errores (más de 3) se devuelve la hoja a la fase E1a. Si la hoja está correcta se devuelve al Equipo Técnico para el cálculo del error medio cuadrático.

E3d: Error Medio Cuadrático (RMSE). Para el cálculo del RMSE se crea, para cada hoja 1:100.000, una capa vectorial de tipo línea. Sobre la capa CLC90 y la imagen de satélite del 90 se sitúan un punto inicial y otro

final que definen una línea recta. El punto inicial es el borde de un polígono cualquiera de la capa madre, y el punto final es su equivalente en la imagen 90. Se trazarán un mínimo de 24 líneas por hoja completa. Cuando tenemos digitalizada esta capa le aplicamos una herramienta informática desarrollada para este caso, la cual genera una tabla con las coordenadas x e y iniciales y finales, junto con el valor del RMSE. La citada herramienta se ha implementado sobre Arc-View.

3.4. Etapa 4: Productos Finales

Esta última etapa consiste en la elaboración, obtención y tratamiento de los productos finales a Nivel 3 y 5 del proyecto CLC. Ésta se divide en dos tareas, una para cada nivel (figura 5).

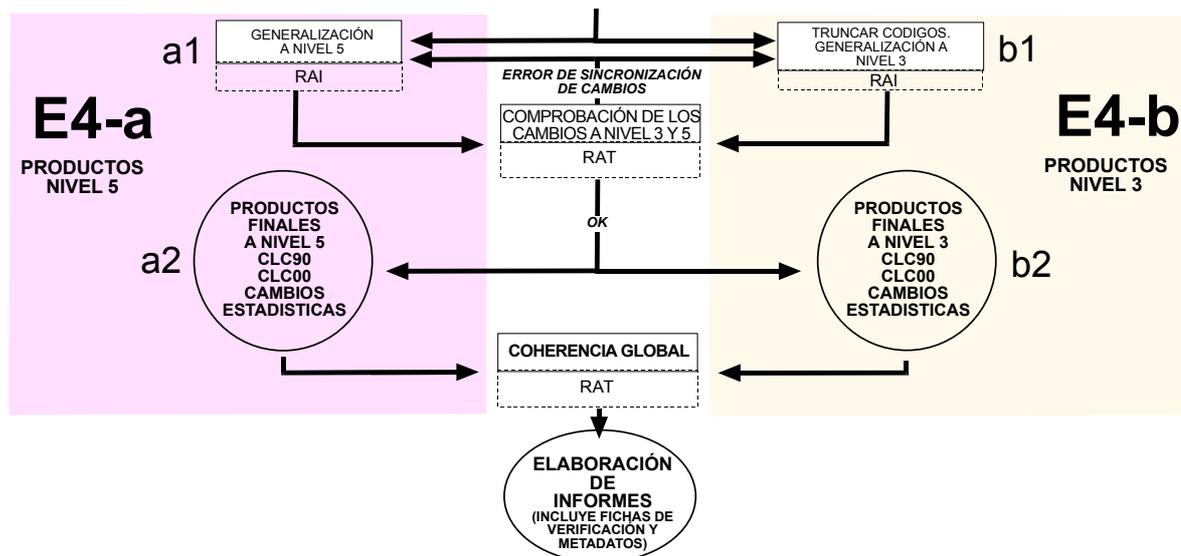


Figura 5: Diagrama de flujo de la Etapa 4. Esta etapa se desdoble en dos fases que muestran los procedimientos para elaborar los productos de Nivel 5 (E4-a) y productos de Nivel 3 (E4-b). RAT: Responsable Área Técnica; RAI: Responsable Área Informática.

E4a: Productos de Nivel 5. Los procesos elaborados, pueden sintetizarse en dos subtareas: a) Generalización a Nivel 5 y comprobación de los cambios a Nivel 3 y 5 (E4a1) y b) Productos finales de Nivel 5 (E4a2).

E4a1: Generalización a Nivel 5 y comprobación de los cambios a Nivel 3 y 5. Los pasos seguidos han sido los siguientes:

- Unión de todas las hojas de las que se dispone, creando una capa continua.
- Generalización de los polígonos, es decir, mediante la herramienta de Arc-View, “dissolve”, todos los polígonos contiguos que contengan el mismo código, quedarán unidos.
- Consulta sobre la existencia de polígonos menores a 25 ha. Sólo deben aparecer aquellos que pertenezcan al grupo de superficies urbanas o láminas de agua.
- Se comprueba que todos los códigos existentes, sobre todo en aquellos casos en los que la nomenclatura del CLC90 no coincide con la del CLC00, implicados o no en algún cambio, sean correctos.

b) E4a2: Productos finales de Nivel 5. Con los resultados obtenidos en la etapa anterior se generan los productos finales de Nivel 5. Estos son:

- Base de Datos del CLC de 1990 revisada y corregida en coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM) y formato vectorial (formato e00 de Arc/Info).
- Base de Datos del CLC de 2000 generada a partir de imágenes LANDSAT TM en coordenadas UTM y formato vectorial (formato e00 de Arc/Info).
- Base de Datos de los cambios acontecidos entre el CLC de 1990 y el CLC de 2000 generada a partir de su intersección y comparación, en coordenadas UTM y formato vectorial (formato e00 de Arc/Info).
- Base de datos numérica de la ocupación del suelo por clases, valores absolutos en Km² y ha. Estadísticas, en porcentaje, de la superficie de Castilla-La Mancha.

Como se ha comentado en apartados anteriores, dado que las nomenclaturas de CLC90 y CLC 00, no coinciden en su totalidad, para calcular las estadísticas de cambios, ha sido necesario adaptar los códigos del CLC00, a la nomenclatura del CLC90. Su automatización se ha conseguido mediante una tabla de doble entrada, implementada en ARCINFO. Para el caso de las indeterminaciones, es decir, para las correspondencias no unívocas (aquellas clases de 90, que podían corresponder a varias en la nomenclatura 00, o a la inversa), ha sido necesario hacerlo de forma manual, mediante la revisión por parte de un técnico.

E4b: Productos de Nivel 3. Esta tarea se subdivide, a su vez, en: a) *Truncar los códigos a Nivel 3.* Generalización a Nivel 5 y comprobación de los cambios a Nivel 3 y 5 (E4b1) y, b) *Productos finales de Nivel 3* (E4b2) (Figura 5).

E4b1: Truncado de códigos a Nivel 3 y su generalización. Comprobación de los cambios a Nivel 3 y 5.

Los pasos seguidos han sido los siguientes:

- En primer lugar, dado que tenemos una capa con todos los códigos de los polígonos a Nivel 5, se truncan Nivel 3 eliminando las dos últimas cifras. Esta operación se realiza con la función “Dissolve”.
- Se revisa la existencia de polígonos inferiores a 25 ha (incluidas en esta ocasión, las clases: “núcleo de población” y “lámina de agua”), generalizándolos a la clase más próxima, según la normativa [6].
- Las hojas se unen en una única capa, ya con los códigos a N3.
- Comprobación de los cambios. Para ello, cruzamos la capa de cambios de Nivel 3 y 5, verificando así, que los polígonos de cambio a Nivel 3 lo son también a Nivel 5. Todas las operaciones informáticas se realizan con las herramientas estándar de ArcInfo y ArcView.

E4b2: Productos finales de Nivel 3. Con los resultados obtenidos en la etapa anterior y mediante el empleo del software de ArcInfo se generan los productos finales de Nivel 3:

- Base de Datos del CLC de 1990 revisada y corregida en coordenadas UTM y formato vectorial (formato e00 de Arc/Info).
- Base de Datos del CLC de 2000 generada a partir de imágenes LANDSAT TM en coordenadas UTM y formato vectorial (formato e00 de Arc/Info).
- Base de Datos de los cambios acontecidos entre el CLC de 1990 y el CLC de 2000 generada a partir de su intersección y comparación, en coordenadas UTM y formato vectorial (formato e00 de Arc/Info).
- Base de datos numérica de la ocupación del suelo por clases, valores absolutos en Km² y ha. Estadísticas en porcentaje de la superficie de Castilla-La Mancha.

3.5. Validez de la metodología desarrollada. Coherencia global del proyecto.

Antes de la elaboración de los informes, como elemento de seguridad final, diferentes expertos, con experiencia y conocimientos sobre el medio físico de Castilla-La Mancha, imparciales y ajenos al proyecto, comprueban a escala espacial y bajo un punto de vista estadístico, la coherencia de los cambios encontrados y de las superficies de los mismos. Esto es, comprueban que los resultados finales están acordes con la realidad del territorio trabajado.

Esta tarea se considera de gran relevancia, porque es la que asegura, de forma global y objetiva, la fiabilidad de los datos obtenidos, y es capaz de detectar problemas o incoherencias que pudieran haber superado todas las revisiones anteriores.

Su correcta aplicación y éxito están ligados a la bondad del conocimiento que de Castilla La Mancha tengan estos expertos.

Además, es de destacar que el procedimiento de trabajo, inicialmente pensado para obtener un producto válido a escala 1:100.000, debido a la precisión de las herramientas utilizadas y a la meticulosidad en el proceso de trabajo, ha resultado geoméricamente válido para poderse cruzar con cartografías de mayor escala, incluso con el catastro de rústica (ver figura 6), sin que se observen grandes desviaciones geométricas y permitiendo detectar discordancias. Esto abre, para los productos CLC00 un gran abanico de utilidades y aplicaciones no previstas inicialmente.



Figura 6: Ejemplo de superposición de Catastro de rústica (1:5.000) sobre CLC00.

4. Conclusiones

Es difícil establecer conclusiones científicas en un trabajo de estas características, sin embargo, tras un año de trabajo en el tema y conociendo lo elaborado por muy diversos grupos, quisiéramos aportar unas consideraciones que creemos mejorarían y facilitarían futuras actualizaciones del CLC o similares:

La documentación existente actualmente sobre la actualización del CLC00 es exhaustiva en cuanto a los criterios a aplicar para la realización del trabajo, sin embargo, adolece de una metodología bien definida y desarrollada en detalle. Esto ha propiciado o permitido diferentes aproximaciones y enfoques, más o menos acertados por parte de cada uno de los equipos técnicos que han desarrollado el Proyecto en los diferentes países de la Unión Europea.

Esta ausencia de una metodología común puede desembocar en unos resultados correctos desde un punto de vista mecánico (cumplen los criterios mínimos exigidos) pero que presentan subjetividades y posibles incoherencias derivadas de la aplicación de diferentes aproximaciones y metodologías.

Estimamos que no solamente unos criterios claros, sino también una buena planificación y un correcto desarrollo metodológico común para todos los equipos que trabajen actualizaciones de CLC o cartografías similares, deben redundar en una mayor calidad y homogeneidad de los productos resultantes.

Por ello, presentamos nuestra metodología como un inicio de una temática a desarrollar y que se enriquecerá con las aportaciones de los grupos que trabajan estos temas.

Finalmente, se destaca que el método propuesto permite:

- a) Reducir el volumen físico de los archivos de trabajo, facilitando su gestión por parte del ordenador.
- b) Asegurar la completa coherencia (geométrica y temática) de las bases 90 y 00, mediante la utilización de la capa madre.
- c) Organizar un proceso de revisión de cada uno de los pasos más destacables en el proceso, que asegura un mínimo de errores en la coherencia geométrica, en la fotointerpretación y en los procesos automáticos.
- d) Automatización de un buen número de tareas, mediante la implementación de herramientas informáticas, que permiten por un lado la agilidad en los procesos, y por otro, la minimización del número de errores por acción humana.
- e) Aplicabilidad a otros lugares diferentes a la zona trabajada, e incluso, a otros proyectos de similares características.

Agradecimientos

Este trabajo se ha financiado con el proyecto Image & CORINE Land Cover 2000 de la Agencia Europea de Medio Ambiente, del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (Consejería de Medio Ambiente).

Referencias

- [1]. Arozarena, A. y Del Bosque, I., 2001. La ocupación del suelo- “Corine Land-Cover”. Proyecto de actualización I&CLC2000 de la Unión Europea. Teledetección. Medio Ambiente y Cambio Global, 633-638.
- [2]. Perdigao, V., and Annoni, A., 1997. Technical and Methodological guide for updating CORINE Land Cover data base. JCR-European Environment Agency.
- [3]. Bossard, M., Feranec, J. and Otahel, J., 2000. Corine land cover technical guide - Adendum 2000. May, 2000. EEA, Copenhagen.
- [4]. Buttner, G., Feranec, J and Jaffrain, G., 2002. Corine land Cover update 2000. Technical guidelines. EEA, Copenhagen.
- [5]. AEMA, 2002a. I&CLC2000 Technical Guidelines. Final draft, March 2002. European Environment Agency.
- [6]. AEMA, 2002b. CORINE Land Cover update I&CLC2000 project Technical Guidelines. Final versión. August 2002. European Environment Agency.
- [7]. AEMA, 2003. Guidelines for CLC2000 delivery. Draft 11 March 2003. CORINE Land Cover update I&CLC2000 project Technical Guidelines. Final versión. August 2002. European Environment Agency.
- [8]. Díaz, J. L., Sierra, J., Vázquez, A. y Zárata, A., 1990. Atlas de Castilla-La Mancha. Ed. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
- [9]. CLC90. Mapa CORINE Land Cover 90.