

Producción de mosaicos por hojas del MTN50 en el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea para la visualización y distribución vía Web.

E. Domenech¹, C. García¹, G. Villa¹, A. Arozarena¹, S. Molina².

¹Subdirección de Producción Cartográfica
Instituto Geográfico Nacional
C/ General Ibañez de Ibero, 3. 28003 Madrid
{edomenech, cggonzalez, gmvilla, aarozarena}@fomento.es

²Dpto de Fotogrametría y Topografía
Dirección de Sistemas de Información
Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A
C/ Valentin Beato, 6. 28.037 Madrid
{smb}@tragsa.es

Resumen

Uno de los componentes del Plan Nacional de Observación del Territorio es el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) cuyo objetivo es obtener una cobertura ortofotográfica bienal de todo el territorio español. Ante la cada vez más rápida disponibilidad de datos, surge la necesidad de una diseminación eficiente, planteándose el nuevo reto de la visualización y la distribución de toda la cobertura ortofotográfica vía Web. La solución idónea es publicar mosaicos de ortofotografías en formato comprimido, recortadas rectangularmente según la distribución de hojas del MTN50, lo más actuales posibles y con el mayor nivel de resolución existente.

Palabras clave: PNOT, PNOA, Distribución Web, Mosaico Rectangular, Máxima Actualidad, Máxima Resolución.

1 Introducción

El Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) tiene como objeto la coordinación en lo referente a la adquisición, tratamiento y extracción de información a partir de imágenes aeroespaciales. Se pretende optimizar los recursos económicos evitando la duplicidad de esfuerzos. La armonización de bases de datos y la normalización de procesos serán consecuencia de este Plan.

Uno de los componentes del PNOT es el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) cuyo objetivo es obtener una cobertura ortofotográfica bienal de todo el territorio español.

En el PNOA participan Organismos de la Administración General del Estado y de las comunidades autónomas, quienes lo financian de forma conjunta, siendo el Instituto Geográfico Nacional quien actúa como coordinador del proyecto. Cada comunidad autónoma es la responsable de producir las ortofotografías correspondientes a su ámbito geográfico en base a las especificaciones técnicas del proyecto. Las zonas limítrofes se ortoproyectan por cada una de las comunidades autónomas afectadas, de forma que se duplica una franja de terreno para garantizar la total cobertura del territorio Nacional.

En el año 2004 se inicia el proyecto y las ortofotografías producidas en esta fase tienen las siguientes características:

- Tamaño de píxel de la imagen de 50 cm.
- Formato TIF y ECW.
- Cortes de imágenes coincidentes con la distribución de hojas 1:5.000 ó 1:10.000.

La experiencia adquirida en las primeras etapas del proyecto, las propias necesidades de los agentes involucrados y los requerimientos de usuario suponen la incorporación en el año 2007 de cambios en las especificaciones técnicas del proyecto. La principal variación es que, de manera generalizada, cada cuatro años se tendrán dos coberturas completas de todo el territorio español, una correspondiente a ortofotografía precisa a 25 cm de resolución y otra de ortofotografía rápida a 50 cm de resolución. No obstante, estas especificaciones iniciales, podrán ser modificadas por cada comunidad autónoma de acuerdo con sus necesidades particulares y contando con sus propios recursos, siempre y cuando no suponga un detrimento en la calidad del producto definido en las especificaciones técnicas. Otras características a destacar en esta etapa del proyecto son:

- Se seguirá contando con ortofotografías recortadas de acuerdo a la distribución de hojas 1:5.000 ó 1:10.000 únicamente en formato TIF.
- Mosaico en formato ECW por hojas correspondientes a la distribución del MTN50. Estos mosaicos serán la unión, para cada uno de los bloques de producción de cada comunidad autónoma, de las ortofotografías correspondientes según cortes 1:5.000 ó 1:10.000.

El escenario que se genera en el PNOA supone que para un año determinado se producirá aproximadamente una cobertura ortofotográfica del 50% de todo el territorio español con una resolución que podrá ser de 50 cm ó de 25 cm, dependiendo de los requerimientos de producción de cada comunidad autónoma. Durante el siguiente año se producirá el otro 50% de la cobertura total del territorio español.

La visualización y la distribución de toda la cobertura ortofotográfica vía Web, planteará nuevos retos para el proyecto: desde un punto de vista cartográfico decidir qué ortofotografías distribuir y desde un punto de vista técnico determinar un número y un volumen de ficheros adecuado para estos fines. La solución idónea es la de ortofotografías en formato comprimido ECW recortadas según la distribución de hojas del MTN50. De esta forma se obtiene un número manejable de ficheros (1.100 aproximadamente en lugar de los 16.000 o los 64.000 ficheros que habría en caso de contar con ortofotografías por hojas 1:10.000 ó 1:5.000) y un tamaño razonable de cada fichero, tanto para ortofotografías de 50 ó 25 cm.

2 Objetivos

Los mosaicos por hojas del MTN50 señalados en las especificaciones técnicas del año 2007 no podían ser utilizados para la distribución vía Web, principalmente porque estos mosaicos son el resultado de unir todas las ortofotografías por hojas 1:5.000 ó 1:10.000 correspondientes a una hoja MTN50 de una comunidad autónoma y de un año concreto en un único fichero. La ortofotografía resultante presenta un problema para su visualización vía Web ya que cada uno de los mosaicos por hojas 1:50.000 podría estar incompleto (por no disponerse de todas las hojas 1:10.000 ó 1:5.000) ó en caso de estar completo, aparecerán en los bordes de las imágenes unas zonas sin información radiométrica como consecuencia directa de la convergencia de meridianos. La convergencia de meridianos hace que las coordenadas de la esquina superior izquierda de cada uno de los recortes de

imágenes por hojas 1:10.000 ó 1:5.000 sufra un incremento en la coordenada X a lo largo de los meridianos e Y a lo largo de los paralelos (Figura 1). La consecuencia será que al unir hojas consecutivas, estos desplazamientos en coordenadas dejarán zonas de la nueva imagen mosaicada sin información y, por lo tanto, con valores radiométricos en negro o en blanco, dependiendo cual sea el color del fondo. Aunque se cuente, para cada ortofotografía, con una pequeña zona de solape con las ortofotografías colindantes, el problema persistirá a la hora de unir las distintas imágenes.



Figura 1. Mosaico de hojas 10.000 de la HMTN50 0682 y 0683

Por este motivo es necesario elaborar nuevos mosaicos por hojas MTN50, distintos a los planteados en las especificaciones técnicas, que rellenen estas zonas sin información. En este punto, se plantean dos necesidades: resolución geométrica y actualidad del dato, independientemente de su resolución. La gran cantidad de información ortofotográfica posibilita generar coberturas de todo el territorio español de acuerdo a estas necesidades.

El resultado será que vía Web se proporcionarán dos coberturas completas de todo el territorio español, una formada por mosaicos de acuerdo a la distribución de hojas del MTN50 de máxima resolución (ortofotografías de 25 cm) y otra formada por mosaicos de acuerdo a la distribución de hojas del MTN50 de máxima actualidad (ortofotografías más recientes).

Para generar los mosaicos que integran cada una de estas dos coberturas, será necesario saber qué ortofotografías por hojas 1:10.000 ó 1:5.000 van a ser las que lo formen. De manera que para poder realizar una selección de las ortofotografías que constituirán cada uno de los mosaicos se tendrán que conocer dos datos: la resolución y la fecha de referencia. Aunque una ortofotografía se puede obtener a partir de distintas imágenes con fechas diferentes, se le asignará una única fecha de referencia a toda la ortofotografía, la menos actual que suponga un porcentaje

representativo, de modo que la implementación de los algoritmos de búsqueda y selección de imágenes sea más sencilla y garantice la máxima actualidad.

Un mosaico de máxima resolución por hoja MTN50, se formará seleccionando de entre todas las ortofotografías disponibles para esa hoja, aquellas que tengan un tamaño de píxel menor y en caso de que existan varias ortofotografías, se tomará aquella que tenga una fecha de referencia mas reciente. Por otro lado, el mosaico de ortofotografía de máxima actualidad por hoja MTN50, se formará seleccionando de entre todas las ortofotografías disponibles para esa hoja, aquellas que tengan una fecha de referencia mas reciente, y en caso de coincidencia, se tomará aquella que tenga un tamaño de píxel menor.

Cada mosaico así producido irá acompañado de sus correspondientes metadatos ISO y de un fichero Shape que indicará para cada píxel del mosaico, la resolución geométrica y la fecha de referencia. Esta fecha de referencia podrá ser distinta a la que se asignó a cada una de las ortofotografías que integra el mosaico final, debido al procedimiento seguido. Se le asignará la fecha correspondiente a la imagen con la que se obtuvo la ortofotografía por hojas 1:5.000 ó 1:10.000, dando así una mayor exactitud temporal al documento obtenido.

Cuando se produzca una nueva ortofotografía, en función de los valores de resolución y de fecha de referencia asignados a la misma, se actualizará el mosaico por hoja MTN50 de máxima resolución geométrica, el de máxima actualidad ó ambos. De la misma forma serán actualizados los metadatos y los ficheros Shape asociados. Los mosaicos, metadatos y ficheros Shape sustituidos serán enviados a un repositorio de información histórica. En todo momento se contará, por tanto, con las dos coberturas ortofotográficas actualizadas, la de máxima resolución y la de máxima actualidad.

3 Generación de Cortes Rectangulares por hoja MTN50

Las coordenadas de los cortes de los mosaicos se determinaron a partir de las coordenadas geodésicas de las esquinas de la hoja de la serie MTN50 en el sistema ETRS89 establecidas según el RD1071/2007. Mediante transformación segura [1] (fórmulas de la DMA, grado 6) se calcularon las coordenadas UTM de cada hoja MTN50 con redondeo al milímetro. El corte de cada mosaico será el rectángulo circunscrito a cada hoja del MTN50 con respecto a sus cuatro esquinas teóricas,

redondeando estas por exceso a múltiplos de 10 metros y con un rebase de 50 metros para garantizar que la hoja esté completamente contenida.

Un tratamiento especial han tenido los cortes MTN50 de cambio de huso:

- Se han calculado las esquinas de los cortes MTN50 como la envolvente de los cortes PNOA25 que realmente se proyectan en cada huso, de manera que se ha generado una primera serie de mosaicos MTN50 rectangulares incompletos de cambio de huso. Además para evitar que el mosaico presente cuñas blancas se ha procedido a reducir la dimensión del corte al mínimo que contenga información de imagen.
- Se han calculado las esquinas como una hoja normal en los dos husos afectados, para obtener la serie de mosaicos MTN50 rectangulares completos de cambio de huso, re proyectando la información necesaria para completar la hoja.

El procedimiento seguido garantiza que la imagen resultante contenga los MDT25 del PNOA, generados igualmente mediante el rectángulo que circunscribe a los cortes de orto PNOA25 que componen cada hoja 25.000, además de contener evidentemente todos los cortes 5.000 del PNOA25 correspondientes a la hoja MTN50 y ser múltiplos de 10m.

3.1 Cálculo de las esquinas de hoja MTN50

El método de cálculo de las coordenadas UTM a partir de las coordenadas geodésicas de las esquinas de hoja se basa en las fórmulas de la DMA hasta su grado 6, que garantizan una transformación segura. Esta rutina, programada inicialmente por Molina, S (SGE, 1996) para automatizar el cálculo de la convergencia de los meridianos y de los incrementos en X, Y para el centro de hoja por cambio de DATUM para la serie L de la cartografía militar, ha sido adaptada para generar la base de datos de los esquinas de hoja de las distintas series, para su posterior utilización en el cálculo de los cortes de ortofotografía (50 cm y 25 cm), esquinas de los mosaicos MTN50 y cortes MDT25 del PNOA.

```
'TRANSFORMACION DE COORDENADAS GEODESICAS A UTM
'FORMULAS DE LA D.M.A
'
' S. Molina. S.G.E 1996
On Error GoTo errgeoutm
Dim dL As Double, I As Integer, T As Double, Cc As Double, Aa As Double, M0,
M As Double, E2 As Double
Dim K0 As Double, EP2 As Double, N As Double, k As Double
'Paso de grados a radianes
```

```

    alat = alat * pi / 180
    alon = alon * pi / 180
    E2 = f * (2 - f)
' CALCULO DE LA LONGITUD DEL MERIDIANO CENTRAL DEL HUSO CORRESPONDIENTE
    I = (nh - 30) * 6 - 3
    dL = alon - I * pi / 180
' CALCULO DE PARAMETROS DE LA TRANSFORMACION
    K0 = 0.9996
    EP2 = E2 / (1 - E2)
    N = a / Sqr(1 - E2 * Sin(alat) ^ 2)
    T = Tan(alat) ^ 2
    Cc = EP2 * Cos(alat) ^ 2
    Aa = Cos(alat) * dL
    M0 = 0
    M = a * ((1 - E2 / 4 - 3 * E2 ^ 2 / 64 - 5 * E2 ^ 3 / 256 - _
    7 * E2 ^ 24 / 16384) * alat - (3 * E2 / 8 + 3 * E2 ^ 2 / 32 + _
    45 * E2 ^ 3 / 1024) * Sin(2 * alat) + (15 * E2 ^ 2 / 256 + _
    45 * E2 ^ 3 / 1024) * Sin(4 * alat) - (35 * E2 ^ 3 / 3072) * _
    Sin(6 * alat))
' DETERMINACION DE COORDENADAS TRANSFORMADAS
    x = K0 * N * (Aa + (1 - T + Cc) * Aa ^ 3 / 6 + (5 - 18 * T + _
    T ^ 2 + 72 * Cc - 58 * EP2) * Aa ^ 5 / 120) + 500000
    y = K0 * (M - M0 + N * Tan(alat) * (Aa ^ 2 / 2 + (5 - T + 9 * Cc + _
    4 * Cc ^ 2) * Aa ^ 4 / 24 + (61 - 58 * T + T ^ 2 + 600 * Cc - _
    330 * EP2) * Aa ^ 6 / 720))
    k = K0 * (1 + (1 + Cc) * Aa ^ 2 / 2 + (5 - 4 * T + 42 * Cc + _
    13 * Cc ^ 2 - 28 * EP2) * Aa ^ 4 / 24 + (61 - 148 * T + _
    16 * T ^ 2) * Aa ^ 6 / 720)
    If alat < 0 Then y = y + 10000000
Exit Sub
errgeoutm:
MsgBox "Error. " & Err.Description
End Sub

```

20080305_ESQUINAS_HMTN50_ETRS89_redondeo_al_mm										
Clásico	CCFF	NWX	NWY	NEX	NEY	SWX	SWY	SEX	SEY	Huso
95	05-07	539056,12	4760926,18	566225,7	4761135,05	539161,52	4742418,35	566404,42	4742627,13	29
96	06-07	566225,7	4761135,05	593395,43	4761451,75	566404,42	4742627,13	593647,5	4742943,69	29

Tabla 1. Coordenadas UTM de esquinas de hoja MTN50

3.2 Cálculo de las esquinas de los mosaicos MTN50 rectangulares

El procedimiento empleado en el cálculo de las esquinas atendiendo a la regla de envolvente de hoja, redondeo múltiplo de 10 y rebase de 50 m se ha desarrollado en VB6.0. A continuación se lista el programa de Molina, S. (Tragsatec, 1998) para la determinación de las esquinas de los cortes rectangulares de los mosaicos MTN50 (Tabla 2):

```

Dim tbl1, tbl2 As Recordset
Dim aux, aux1
Set Wrk=CreateWorkspace("", "admin", "", dbUseJet)
Set bd=Wrk.OpenDatabase(origen_pc & "\080422_HMTN", False)
Set tbl1=bd.OpenRecordset("080305_Esq_HMTN50_ETRS89_red_al_mm",dbOpenTable)
Set tbl2=bd.OpenRecordset("080530_Esq_CORTES_ETRS89_HMTN50",dbOpenTable)

```

```

tbl1.MoveFirst
Do Until tbl1.EOF
  tbl2.AddNew
  tbl2("CLASICO")=tbl1("CLASICO")
  tbl2("CCFF")=tbl1("CCFF")
  tbl2("Huso")=tbl1("Huso")
  tbl2("SWX")=Int(Mini(tbl1("NWX"),tbl1("SWX"))/10)*10-50
  tbl2("NWX")=tbl2("SWX")
  tbl2("SWY")=Int(Mini(tbl1("SWY"),tbl1("SEY"))/10)*10-50
  tbl2("SEY")=tbl2("SWY")
  aux1=Maxi(tbl1("NWY"),tbl1("NEY"))
  aux=Int(Maxi(tbl1("NWY"),tbl1("NEY"))/10)*10
  tbl2("NWY")=aux+50
  If aux<>aux1 Then tbl2("NWY")=tbl2("NWY")+10
  tbl2("NEY")=tbl2("NWY")
  aux1 =Maxi(tbl1("SEX"),tbl1("NEX"))
  aux=Int(Maxi(tbl1("SEX"),tbl1("NEX"))/10)*10
  tbl2("SEX")=aux+50
  If aux <> aux1 Then tbl2("SEX")=tbl2("SEX")+10
  tbl2("NEX")=tbl2("SEX")
  tbl2.Update
tbl1.MoveNext
Loop
tbl1.Close
tbl2.Close
bd.Close
End Sub

```

20080530_ESQUINAS_CORTES_ETRS89_HMTN50										
Clásico	CCFF	NWX	NWY	NEX	NEY	SWX	SWY	SEX	SEY	Huso
95	05-07	539000	4761190	566460	4761190	539000	4742360	566460	4742360	29
96	06-07	566170	4761510	593700	4761510	566170	4742570	593700	4742570	29

Tabla 2. Coordenadas UTM de cortes rectangulares de hoja MTN50

Las esquinas de los mosaicos MTN50 rectangulares así calculadas coinciden con las del rectángulo que circunscribe a los cortes del PNOA25 (envolvente de las hojas 1/5.000 con la regla de múltiplo de 10 y rebase de 50 m) que componen cada hoja 50.000, salvo en las hojas donde se produce un cambio en el signo de la convergencia (Figura 2), donde el rebase de 50 m de la hoja 1/5.000 atravesada por el meridiano central es mayor al rebase de 50 m respecto de las esquinas de hoja 50.000. Las esquinas de estas hojas hay que determinarlas mediante mínimos y máximos de las coordenadas de los cortes correspondientes al PNOA25, que se pueden calcular mediante el mismo procedimiento anterior, pero partiendo de las esquinas de hoja 1/5.000, en lugar de las esquinas de hoja MTN50.

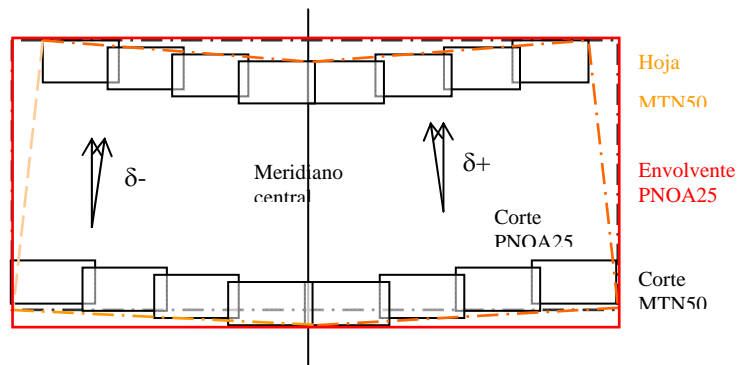


Figura 2. Caso especial meridiano central (cambio de signo de convergencia)

4 Producción de Mosaicos Rectangulares por hoja MTN50

4.1 Consultas de Máxima Actualidad y Máxima Resolución. Gráficos de Recintos de Fecha.

El método considerado inicialmente para la generación de recintos de fecha de coberturas de ortoimagen consistió en asignar a cada corte de ortofoto la fecha que representa un mayor porcentaje dentro de ese corte. Estos porcentajes se obtenían mediante intersección de la cobertura de vuelo y la cobertura de ortofotos, considerando las fechas de los focos que afectarían a cada corte. Posteriormente, mediante la disolución de recintos de ortofoto por igual fecha (mes y año), se generaban los mapas de recintos de fecha que servían para proporcionar esta información al usuario a través de la Web.

Con el fin de obtener un mayor grado de aproximación, se ha considerado necesario introducir una variante, que consiste en obtener las coberturas de fecha mediante el cálculo de los Polígonos de Thiessen de los focos aerotriangulados, disolviendo los recintos por fecha (mes y año), para posteriormente, intersectar la cobertura de fechas con la de ortofotos, determinando las regiones de cada fecha para cada ortofoto. Este procedimiento da una mayor aproximación al problema, si bien un procedimiento riguroso debería partir de los recintos reales de mosaico definidos en la producción de la ortofoto.

Para establecer el criterio de consulta de máxima actualidad a partir de las ortofotos existentes para una hoja MTN50, se asigna la fecha más antigua de las existentes

en cada ortofoto con un porcentaje representativo a partir de los recintos de fecha generados con los polígonos de Thiessen. Este procedimiento garantiza que el orden de selección y visualización no se vea afectado por superficies no representativas y desactualizadas. Esta asignación de fechas se hace únicamente a nivel de consulta, generándose posteriormente el fichero Shape de fechas reales (aproximadas) a partir de los Polígonos de Thiessen, como fichero asociado al mosaico rectangular MTN50.

El procedimiento seguido en el cálculo de los recintos de fecha y asignación de fechas de ortofoto para la consulta de máxima actualidad es el siguiente:

- A partir de la información del vuelo, se le asigna a cada fotografía empleada en la fase de AT sus correspondientes datos de mes y año.
- Posteriormente, se calculan los polígonos de Thiessen, como superficie de máxima probabilidad de uso efectivo de imagen en el cálculo de la ortofotografía.
- Por último, se disuelven los polígonos de Thiessen por fecha, considerando recintos equivalentes aquellos que tengan la misma información de mes y año. Las zonas sobrevoladas (debido a interrupciones de pasada, zonas de solape, etc.) requieren de un tratamiento visual para resolver el caso. En la Figura 3 puede comprobarse con líneas discontinuas oblicuas, los límites de polígono original en zonas de solape de vuelo, y en sombreado, el corte ortogonal una vez decidida la fotografía donde se produce la transición del vuelo.

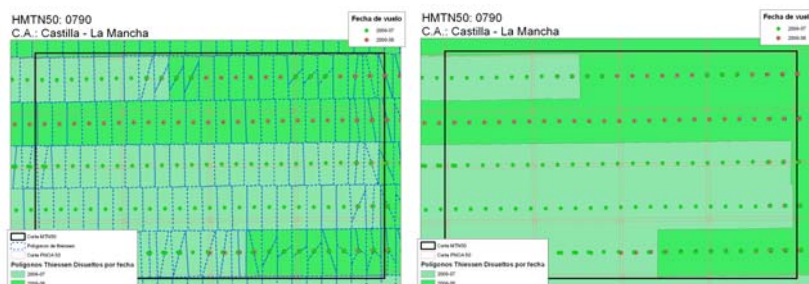


Figura 3. Disolución de polígonos Thiessen por fecha (mes/año)

- A partir del gráfico real de recintos de fecha, se puede asignar ya a cada ortofoto la fecha a considerar en la consulta de máxima actualidad, intersectando este gráfico con la cobertura de ortofotos:

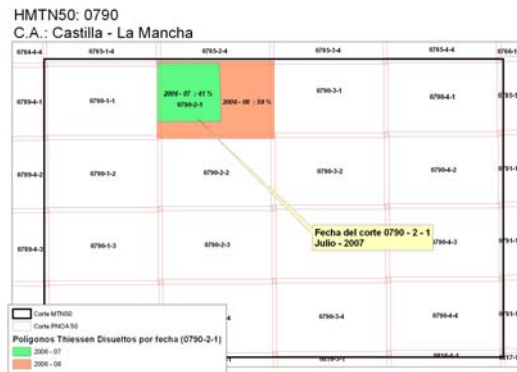


Figura 4. Asignación de fechas de orto para consulta Máx. Actualidad

Para cada hoja MTN50, la consulta de máxima actualidad genera, independientemente de la resolución, una tabla con las ortofotografías más actuales necesarias para cubrir la hoja rectangular MTN50 (incluyendo las de borde), ordenadas por fecha. Como segundo criterio de selección, para evitar registros duplicados (en los límites de C.A, por ejemplo) con igual fecha, se establece como criterio de selección el que tenga mejor resolución.

Para poder establecer el criterio de consulta de máxima resolución a partir de las ortofotos existentes para una hoja MTN50, basta con asignar la resolución real de cada ortofotografía, al ser esta homogénea en todo su ámbito.

Para cada hoja MTN50, la consulta de máxima resolución genera, independientemente de la fecha, una tabla con las ortofotografías de máxima resolución necesarias para cubrir la hoja rectangular MTN50 (incluyendo las de borde), estableciendo como segundo criterio, para evitar duplicidades, el de mayor actualidad. El orden de los registros se establece atendiendo a la fecha de cada ortofotografía.

4.2 Generación de Mosaicos

Las tablas generadas mediante las consultas de máxima actualidad y resolución se emplean para generar el mosaico comprimido en formato ECW (factor 1:10). El procedimiento emplea un Script de ER-Mapper, que permite generar el algoritmo necesario para mosaicar todas las ortofotografías, respetando el orden de los registros en la visualización de las imágenes, recortar el mosaico por las esquinas del corte rectangular MTN50, y comprimir a ECW.

4.3 Generación de Mosaicos de Cambio de Huso.

Para facilitar las tareas de visualización de las ortofotografías en los servicios Web actualmente disponibles, se planteó la necesidad de completar los mosaicos MTN50 de cambio de huso, inicialmente producidos con las ortofotografías en su huso cartográfico oficial, tal como se exigen en especificaciones PNOA.

Se plantearon distintos métodos, aplicados en otros proyectos, que inicialmente suponían tiempos de proceso altos, para concluir finalmente, en la realización de una transformación directa de la Hoja MTN50 de cambio de huso (incompleta) y sus alrededores con Global Mapper, y un mosaicado de la imagen resultante con la correspondiente Hoja MTN50 en el otro huso, cortando por las esquinas de MTN50 rectangular, lo que supone tiempos de proceso muy inferiores a los inicialmente planteados.

4.4 Metadatos.

Cada mosaico va acompañado de sus correspondientes metadatos de acuerdo a la norma ISO19115, generados con la aplicación CAMEDIT. La estructura de los metadatos de máxima resolución y de máxima actualidad es análoga, y contienen, además de los metadatos generales del proyecto, la relación de ortofotografías que componen el mosaico, de manera que se asegura la trazabilidad del proceso.

Junto con las imágenes de los mosaicos rectangulares MTN50 se generan los gráficos de fecha y de resolución en formato shape como información asociada. Adicionalmente se generan, por disolución de bordes de hoja, los gráficos nacionales de recintos de fecha y de resolución, que permiten consultar para cada píxel terreno, su máxima resolución y actualidad.

Referencias

- [1] DMA, Defense Mapping Agency. 1991. Datums, Ellipsoids, Grids and Grid Reference Systems. DMA Technical Manual 8358.2
- [2] Núcleo Español de Metadatos (NEM v1.0). Subgrupo de Trabajo del Núcleo Español de Metadatos. 2005-02-23
- [3] Instituto Geográfico Nacional, <http://www.ign.es>; <http://www.idee.es>