



Roger Caritg i Bofill

Investigador del Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra, de l'Institut d'Estudis Andorrans (CENMA-IEA)



Roger Caritg i Bofill

Evolució del paisatge: anàlisi del canvi dels usos del sòl a través de fotografies aèries

Resum

Des del Centre d'Estudis de la Neu i de la Muntanya d'Andorra s'ha realitzat l'estudi sobre l'evolució del paisatge andorrà a través de la comparativa dels mapes de cobertes del sòl dels anys 1972 i 1995. Per dur a terme aquest estudi ha estat necessari realitzar la rectificació geomètrica de les fotografies aèries de l'any 1972 a partir d'un programari especialitzat com ho són els sistemes d'informació geogràfica (SIG). Posteriorment, mitjançant un procés de fotointerpretació s'ha elaborat la cartografia digital de cobertes del sòl de l'any 1972 amb la mateixa metodologia que es va usar per fer el mapa de l'any 1995. El fet de tenir dos mapes de diferents anys però fets amb els mateixos criteris ha permès extreure les estadístiques bàsiques de cada mapa i fer una anàlisi comparativa dels canvis que s'han produït. Els principals que s'han detectat han estat: un augment considerable de les zones dedicades al sòl urbà i les infraestructures, una disminució dels conreus, un augment i densificació de les zones boscoses, i finalment una lleugera pèrdua dels matollars i els prats.

Introducció

Andorra és un país estrictament de muntanya situat al bell mig dels Pirineus. La seva vall principal està orientada al sud però les valls que se'n deriven presenten una amalgama d'orientacions i pendents ben diferents. Des de la part més baixa, a la frontera de la Farga de Moles (850 m), fins al sostre del país, el cim del Comapedrosa (2.942 m), Andorra presenta un gradient altitudinal de més de 2.000 m.

Tots aquests condicionants geogràfics, i malgrat les reduïdes dimensions del país (468 km²), Andorra ofereix una gran varietat d'ambients que es tradueixen en 175 hàbitats diferents, descrits pel *Mapa d'Hàbitats d'Andorra*. Sens dubte, una gran riquesa quant a diversitat paisatgística i biològica.

El fet que hi hagi tanta diversitat d'hàbitats en un territori tan reduït propicia que molts d'aquests ambients estiguin exposats a un estat de fragilitat constant. En aquest sentit, el comportament de l'home en el seu esdevenir de desenvolupament del territori és un dels factors més determinants del canvi del paisatge.

Durant el primer terç del segle xx el sistema de vida de la

població d'Andorra es basava en un model econòmic lligat exclusivament a la ramaderia, l'aprofitament forestal i en menor mesura una agricultura de subsistència. A mitjan segle, amb la construcció de les primeres vies de comunicació, Andorra comença a rebre els primers turistes. De cop i volta s'obre una nova dimensió en l'estil de vida dels prop de 6.000 andorrans que aleshores hi vivien. En les següents dècades aquest procés es va accelerant, les activitats tradicionals es van perdent i la gent del país i els nous immigrants es dediquen a les activitats de serveis orientades a complaure el benestar dels turistes. La població augmenta fins a gairebé 64.000 persones l'any 1995.

Aquest procés de canvi en la sectorització del món laboral provoca una gradual transformació del paisatge andorrà. És en aquest punt quan el Cenma s'ha plantejat estudiar i quantificar de forma objectiva els canvis que s'han produït en el territori. Una manera d'avaluar aquests canvis és mitjançant la comparativa i l'anàlisi dels mapes de cobertes del sòl de diferents anys. Aquest tipus d'estudi requereix elaborar prèviament els mapes de cobertes del sòl de diferents anys, usant sempre la mateixa metodologia perquè siguin comparables entre ells.

Objectius

Els principals objectius de l'estudi són:

- El primer objectiu és realitzar el que s'anomena la rectificació geogràfica de les fotos aèries d'Andorra de l'any 1972. Això significa poder dotar de coordenades geogràfiques i del perfil orogràfic que pertoca cada una de les fotografies aèries.
- Elaborar el mapa de cobertes de l'any 1972 de forma digital a partir les fotos aèries i a través d'un sistema d'informació geogràfica (GIS).
- Fer l'estudi comparatiu entre el mapa de cobertes de l'any 1972 i el de l'any 1995 i concloure de forma quantitativa quins canvis s'han produït en el territori amb el pas dels anys.
- Documentar el procés d'elaboració dels mapes i la metodologia usada en l'estudi comparatiu.
- Difondre l'estudi i la cartografia a través de la web del Cenma perquè sigui descarregable per tothom.

Metodologia

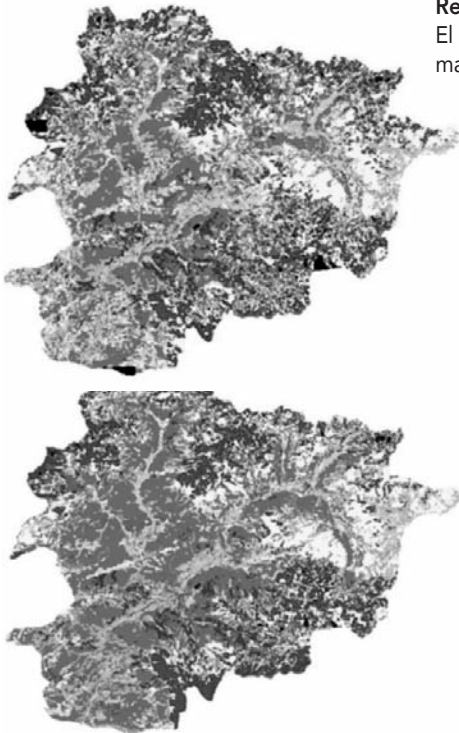
La metodologia usada per realitzar aquest estudi s'ha basat

prèviament en l'elaboració del mapa de cobertes del sòl del 1972 amb els mateixos criteris que s'havien utilitzat per elaborar el mapa de cobertes del sòl del 1995. Això significa que s'ha tingut en compte i s'ha treballat amb la mateixa projecció cartogràfica, la mateixa escala de treball, el mateix nombre de categories i la mateixa interpretació a l'hora de definir cada una de les categories dels mapes.

La digitalització dels mapes i la posterior comparativa s'ha realitzat a partir d'un sistema d'informació geogràfica, que és el programa informàtic que ens permet analitzar informació i bases de dades referenciades en l'espai.

Paral·lelament, també s'ha tingut en compte que tant la cartografia generada com la informació que documenta aquesta cartografia, les anomenades metadades, compleixi els estàndards definits a escala mundial per la OGC (Open Geospatial Consortium).

Figura 1. Imatge dels mapes de cobertes del sòl. El primer de l'any 1972 i el de sota, de l'any 1995



Resultats

El primer resultat que se n'obté són els dos mapes de cobertes del sòl dels anys 1972 i 1995.

S'han considerat les categories que es llisten a continuació:

- 1- Arbrat clar
- 2- Arbrat dens
- 3- Matollars
- 4- Prats i herbassars
- 5- Roquissars
- 6- Tarteres
- 7- Zones nues
- 8- Aigües continentals
- 9- Conreus
- 10- Zones urbanitzades
- 11- Vies de comunicació
- 12- Glaceres i neus permanents
- 13- Zones esportives i lúdiques
- 14- Zones d'extracció minera
- 15- Sense dades

Comparativa dels mapes

Les estadístiques bàsiques dels mapes és el càlcul que permet avaluar com han augmentat o disminuït cada una de les categories que formen el mapa.

A continuació es mostra la taula i el gràfic amb les estadístiques bàsiques.

Categoria	Àrea (ha) 72	Àrea (ha) 95	Àrea (%) 72	Àrea (%) 95	Diferència any 95-72 (%)	Increment (%)
Arbrat clar	759,3	378,4	1.62	0.81	-0.81	-50.17
Arbrat dens	15438,6	17879,5	33.01	38.23	5.22	15.81
Matollars	5616,2	4742,4	12.01	10.14	-1.87	-15.56
Prats i herbassars	13648,8	12258,9	29.18	26.21	-2.97	-10.18
Roquissars	2662,9	2656,5	5.69	5.68	-0.01	-0.24
Tarteres	6032,8	6591,8	12.90	14.09	1.19	9.27
Zones nues	170,2	475,9	0.36	1.02	0.65	179.52
Algües continentals	192,9	190,6	0.41	0.41	0.00	-1.21
Conreus	1669,8	801,2	3.57	1.71	-1.86	-52.02
Zones urbanitzades	238,4	618,1	0.51	1.32	0.81	159.32
Vies de comunicació	102,1	163,1	0.22	0.35	0.13	59.75
Glaceres i neus permanents	0	0	0	0	0	0
Zones esportives i lúdiques	0	8,7	0	0.02	0.02	0
Zones d'extracció minera	0	4,6	0	0.01	0.01	0
Sense dades	237,8	0	0.51	0	-0.51	-100
Suma	46769,7	46769,7	100	100		

La taula 1 mostra la comparativa amb les dades del MCSA de l'any 1972 amb el MCSA del 1995. Les dues primeres columnes mostren l'àrea ocupada per cada categoria expressat en hectàrees (ha). Les dues següents, el percentatge d'extensió de cada categoria sobre el total de l'àrea de país. La cinquena columna mostra la diferència percentual que s'ha produït l'any 1995 respecte del 1972. La darrera columna és l'increment percentual que s'ha produït en cada categoria l'any 1995 respecte de l'any 1972.

La fórmula emprada en el càlcul de l'increment percentual (6ª columna taula 1) és la següent:

$$\text{Increment percentual} = [(V_f - V_i) / V_i] * 100$$

On:

V_f= Valor final (en aquest cas any 1995)

V_i= Valor inicial (en aquest cas any 1972)

El gràfic següent mostra l'àrea ocupada (%) per cada categoria dels anys 1972 i 1995, respectivament.

Taula 1. Estadístiques bàsiques del mapa de cobertes del sòl dels anys 1972 i 1995. Les dades de les àrees estan expressades en hectàrees (ha)

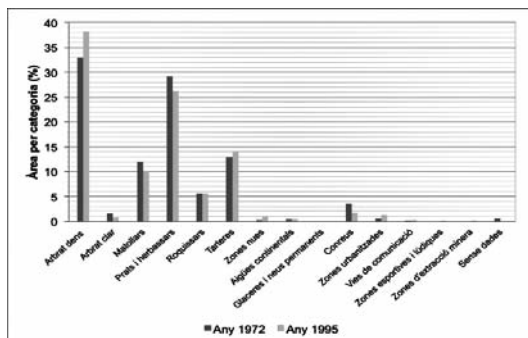


Figura 2. Representació del percentatge ocupat per cada categoria els anys 1972 i 1995

Llegint les dades de la taula 1 i la figura 2 es pot fer una primera lectura dels canvis que s'han produït durant aquest període de 23 anys. El més destacat amb extensió de territori és l'augment del bosc dens. Ha augmentat un 5% amb extensió de territori fins a ocupar l'any 1995 un 38% de la superfície del país. Aquest augment de la massa boscosa contrasta amb la disminució de la categoria de matollars i la categoria

de prats i herbassars, amb un 2% i un 3% respectivament de la superfície total d'Andorra.

Hi ha quatre categories que, tot i que a escala global representen molt poca superfície, mostren un canvi substancial durant aquest període (1972-1995). Es localitzen en el fons de vall i són canvis provocats, en gran mesura, per l'activitat antròpica. Aquest grup de categories són: zones nues, conreus, zones urbanitzades i vies de comunicació. Això no obstant, tot i l'augment de l'activitat antròpica, observem que l'espai destinat en el conjunt d'aquestes quatre categories disminueix de 122 ha, que representa un 0,26% de la superfície total. Aquest fet s'explica pel clar abandonament de les zones destinades al conreu, que és la categoria més estesa d'aquest grup. Les altres tres categories augmenten un 146%, i en un percentatge molt alt ho fan en les zones abandonades pels conreus.

L'altre bloc de categories, format per roquissars, tarteres i aigües continentals, representa una cinquena part del país. Es considera que són unes categories amb poca capacitat per variar, ja que són canvis de tipus geomorfològics que només es poden detectar amb una escala temporal molt més àmplia. Els canvis detectats entre els dos mapes no són significatius.

Anàlisi del territori a partir d'una matriu de canvis

Per poder dur a terme una anàlisi més acurada dels canvis que s'han produït, i saber-ne les possibles causes, s'ha calculat el que s'anomena una matriu de canvis o matriu de confusió (taula 2). És una taula bidimensional que serveix per comparar dos mapes i poder determinar les zones que coincideixen i les zones on s'han produït canvis. També es podrà constatar quins canvis s'han produït.

1972 // 1995	Aigües	A. clar	A. dens	Conreus	Matollars	Prats i herbassars	Roquissars	S. dades	Tarteres	Vies de Comunic.	Zones nues	Zones urbanes	Total (ha)	Error (%)	Exactitud (%)
Aigües	165,08 (85,58)	0,77 (0,40)	3,64 (1,89)	0,22 (0,12)	1,43 (0,74)	8,64 (4,46)	5,80 (3,01)	0,00 (0,00)	3,69 (1,91)	0,12 (0,06)	2,21 (1,14)	1,29 (0,67)	192,90	14,4	85,6
A. clar	0,12 (0,02)	56,10 (7,39)	541,85 (71,36)	0,25 (0,03)	84,20 (11,09)	45,45 (5,99)	10,67 (1,41)	0,00 (0,00)	11,92 (1,57)	1,97 (0,26)	5,92 (0,78)	0,82 (0,11)	759,29	92,6	7,4
A. dens	6,19 (0,04)	66,80 (0,45)	14080,85 (91,21)	39,85 (0,26)	623,65 (4,04)	232,78 (1,51)	86,65 (0,57)	6,26 (0,04)	103,54 (0,67)	41,35 (0,27)	64,10 (0,42)	82,64 (0,54)	15438,67	8,8	91,2
Conreus	1,26 (0,08)	3,14 (0,19)	186,30 (11,16)	689,24 (41,28)	177,78 (10,85)	342,58 (20,52)	3,71 (0,22)	1,77 (0,11)	0,84 (0,05)	13,55 (0,81)	44,56 (2,67)	205,06 (12,28)	1669,77	58,7	41,3
Matollars	0,58 (0,01)	108,61 (1,93)	1791,02 (31,89)	6,98 (0,12)	2738,12 (46,75)	436,04 (7,76)	133,19 (2,37)	0,11 (0,00)	312,16 (5,56)	14,92 (0,27)	57,65 (1,03)	16,80 (0,30)	5616,18	51,2	48,8
Prats i herb.	10,97 (0,08)	112,66 (0,83)	927,25 (6,79)	54,94 (0,40)	821,73 (6,02)	10361,78 (75,92)	270,45 (1,98)	4,36 (0,03)	785,50 (5,76)	29,32 (0,21)	228,08 (1,67)	41,63 (0,30)	13648,67	24,1	75,9
Roquissars	0,65 (0,02)	6,27 (0,24)	107,15 (4,02)	0,05 (0,00)	117,10 (4,40)	248,15 (9,32)	1920,49 (72,12)	0,00 (0,00)	254,44 (9,55)	1,19 (0,04)	5,48 (0,21)	2,00 (0,08)	2662,96	27,9	72,1
S. dades	0,15 (0,06)	0,62 (0,26)	40,01 (16,83)	0,39 (0,16)	117,10 (10,83)	54,17 (22,79)	47,91 (20,15)	0,00 (0,00)	68,74 (26,91)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	237,75	100,0	0,0
Tarteres	3,15 (0,05)	20,49 (0,34)	156,75 (2,60)	0,21 (0,00)	129,18 (2,14)	480,69 (7,97)	174,45 (2,89)	0,00 (0,00)	5050,05 (83,71)	0,99 (0,02)	15,98 (0,26)	0,83 (0,01)	6032,77	16,3	83,7
Vies de comunicaci	0,28 (0,27)	0,07 (0,07)	16,85 (16,50)	1,04 (1,01)	6,76 (6,62)	6,49 (6,35)	0,68 (0,67)	0,00 (0,00)	0,10 (0,10)	46,42 (45,47)	5,50 (5,39)	17,91 (17,54)	102,09	54,5	45,5
Z. nues	0,72 (0,42)	0,81 (0,47)	23,38 (13,73)	5,04 (2,96)	13,34 (7,83)	38,49 (22,60)	0,31 (0,18)	0,55 (0,32)	0,89 (0,52)	11,97 (7,03)	44,93 (26,39)	29,84 (17,53)	170,26	73,6	26,4
Z. urbanes	1,41 (0,59)	0,02 (0,01)	4,35 (1,83)	3,00 (1,26)	3,27 (1,37)	3,78 (1,59)	0,08 (0,03)	0,34 (0,14)	0,01 (0,00)	1,30 (0,54)	1,46 (0,81)	219,33 (92,02)	238,36	8,0	92,0
Total (ha)	190,57	378,36	17879,41	801,21	4742,31	12259,04	2656,38	13,39	6591,89	163,09	475,86	618,15	46769,67		
Error (%)	13,4	85,2	21,2	14,0	42,3	15,5	27,7	100,0	23,4	71,5	90,6	64,5			
Exactitud (%)	86,6	14,8	78,8	86,0	57,7	84,5	72,3	0,0	76,6	28,5	9,4	35,5			

Per interpretar correctament aquesta taula s'ha de tenir en compte que la columna vertical hi ha representades les categories del mapa de l'any 1972; a la fila horitzontal hi ha les categories del mapa de l'any 1995. El primer que s'extreu de la taula és el percentatge de territori que coincideix d'un any a l'altre (caselles de la diagonal marcades) i també poder veure en què han canviat les parts no coincidents.

Les dues darreres columnes mostren per a cada coberta l'error i l'exactitud que hi ha del mapa de l'any 1972 respecte del mapa de l'any 1995. Les dues últimes files són el mateix però expressat al revés, és a dir, l'error i l'exactitud del mapa de l'any 1995 respecte de l'any 1972. Per posar un exemple pràctic, es pot llegir que el 78,8% de l'arbrat dens representat l'any 1995 formava part de l'arbrat dens de l'any 1972. D'altra banda, el 91,2% de l'arbrat dens interpretat en el mapa del 1972 forma part de l'arbrat dens del mapa de l'any 1995.

Els valors estan expressats en hectàrees, i entre parèntesis figuren els percentatges per tal d'obtenir-ne una lectura més fàcil i més completa.

En termes generals, durant el període de 1972 a 1995, un 24,4% del territori andorrà ha sofert algun canvi. A continuació es descriuen els canvis més destacats.

Taula 2. Matriu de confusió. A la columna vertical hi ha les categories del MCSA72 i a l'horitzontal les categories del MCSA95. Valors expressats en hectàrees i entre parèntesis en percentatges. Les columnes *Error* i *Exactitud* mostren el percentatge que coincideix per a cada categoria d'un mapa respecte de l'altre, en les columnes els errors i les coincidències del mapa de l'any 72 respecte el de l'any 95, i en les darreres dues files els errors i les coincidències del mapa de l'any 95 respecte el de l'any 72

Canvis detectats a partir de la matriu de canvis

Les taules de matriu de canvis permeten fer múltiples interpretacions sobre els canvis ocorreguts. Això no obstant, s'ha de tenir en compte que totes aquestes lectures es fan des d'un punt de vista global de tot el país. Per estudiar una vall o un sector determinat, caldria seleccionar la zona d'estudi i generar una matriu de canvis específica per a aquella zona. Els principals canvis que es poden ressaltar a partir de la matriu de canvis són:

Canvis en el bosc

A mesura que avançava el segle xx l'ús antròpic de les zones forestals ha anat minvant. Aquesta conducta s'ha traduït en el canvi més remarcable en extensió. Concretament, en termes relatius, el bosc ha augmentat de presència més d'un 5%. Fent la lectura a partir de la matriu de canvis es pot destacar que un 32% del que era matollar ha evolucionat cap a arbrat dens; el 72% del bosc esclarissat, l'11% dels conreus o el 7% dels prats i herbassars també han esdevingut arbrat dens. Amb tots aquests valors es pot deduir que la dinàmica ecològica del bosc és anar guanyant terreny en tots aquells ambients on no s'intervinguí.

La figura 3 correspon a la banda oest de la vall d'Incles, on el

bosc se situa entre els 1900 i 2.200 m d'altitud. Es pot apreciar un lleuger augment de la zona boscosa, sobretot pel que fa a la densificació i la continuïtat. L'augment en alçada, en la zona del llinar entre els prats alpins i el bosc, l'increment no és tan destacat.

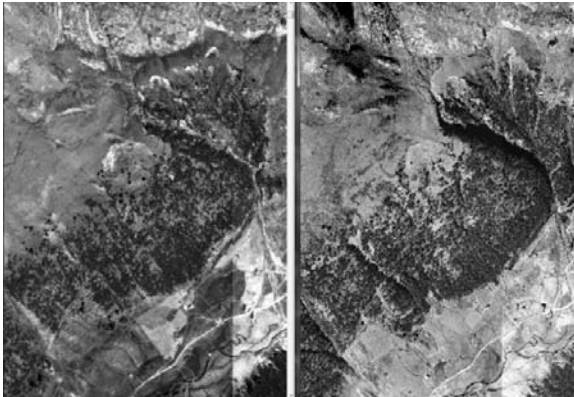


Figura 3. Imatge de l'augment del bosc a la zona de la vall d'Incles. La fotografia de l'esquerra és de l'any 1972 i la de la dreta de l'any 1995

Canvis agrícoles

Com ha passat en la majoria dels països europeus, la dinàmica laboral s'ha anat traslladant cap a feines del sector secundari i terciari. El pes relatiu de la població que es dedica a l'agricultura i ramaderia ha anat disminuint amb el pas dels anys. A Andorra ha passat de 1,16% l'any 1972 al 0,67% l'any 1995. Aquesta transformació laboral s'ha vist reflectida sobre el terreny en una disminució del 52% de les zones

dedicades als conreus, les quals s'han transformat, segons la matriu de canvis, un 20% en prats i herbassars; un 11% en matollars i un altre 11% en zones d'arbrat dens. Un altre 12% del conreu, 205 ha, ha passat a formar part del creixement urbà.

A la figura 4 s'observa que les zones que envoltaven la població de la Massana estaven aprofitades majoritàriament per conreus. L'any 1995 es detecta una gran pèrdua d'aquests conreus.

Alguns es transformaran en zona edificada, però n'hi ha d'altres que seran absorbits pel bosc o simplement es quedaran com a zones nues a causa de l'abandonament.



Figura 4. Imatge de la pèrdua de conreus a la zona de la població de La Massana. La fotografia de l'esquerra és de l'any 1972 i la de la dreta de l'any 1995

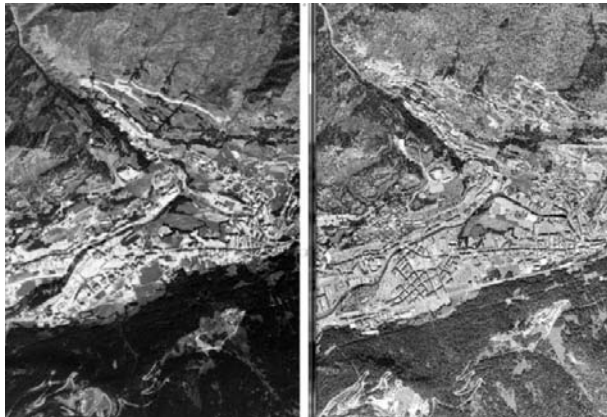
Canvis en les zones urbanes

Les categories de les zones urbanitzades, zones nues i vies de comunicació són les que percentualment han augmentat més. Aquesta evolució s'accentua en el període estudiat (1972-95), quan es desenvolupen la majoria de canvis polítics, econòmics i socials més importants del segle xx. En aquells moments Andorra estava en un procés de clar creixement del sector turístic, comercial i financer.

Durant aquest període la població andorrana es va triplicar, d'unes 21.000 persones de l'any 1972 es va passar a gairebé 64.000 l'any 1995, en gran part pel corrent migratori positiu provinent dels països veïns. Aquest augment de la població conjuntament amb la nova situació socioeconòmica provocà un conjunt de canvis estructurals a tota la zona del fons de vall, i sobretot a la zona d'Andorra la Vella i Escaldes-Engordany.

A partir de la matriu de canvis es pot determinar en quines zones es van assentar les noves zones urbanes. Cal destacar el terreny guanyat en les zones de conreu (205 ha), a les zones que abans es consideraven vies de comunicació i han passat a formar part de carrers urbans (18 ha), a les zones nues (30 ha). També ha guanyat territori a les cobertes forestals més properes al fons de vall, concretament en zones d'arbrat dens (83 ha), en zones de prats i herbassars (41 ha) i en zones de matollars (17 ha).

Figura 5. Imatge de l'augment de les zones urbanes a la població d'Escaldes-Engordany. La fotografia de l'esquerra és de l'any 1972 i la de la dreta de l'any 1995



Bibliografia

- CENTRE DE BIODIVERSITAT (2001) *Mapa de cobertes del sòl d'Andorra*, escala 1:5.000 (CD-ROM). Institut d'Estudis Andorrans. ISBN: 99920-2-016-4.
- DALMASES, C.; BURRIEL J. A.; PONS, X. (2001) "El mapa de cobertes del sòl d'Andorra". *Hàbitats* 3: 6-21. Centre de Biodiversitat. Institut d'Estudis Andorrans.
- CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; FERRÉ, A.; NINOT, J. M. (2003) *Mapa Digital dels Hàbitats d'Andorra*, escala 1:25.000 (CD-ROM). Centre de Biodiversitat. Institut d'Estudis Andorrans.
- CARRERAS, J.; CARRILLO, E.; FERRÉ, A.; NINOT, J. M. (2003) *Memòria completa del Mapa Digital dels Hàbitats d'Andorra*, escala 1:25.000. Centre de Biodiversitat. Institut d'Estudis Andorrans.
- IBÀÑEZ, J.; BURRIEL, J. A. *Ocupació del sòl a Catalunya: 3a edició del Mapa de Cobertes (MCSC-3)*. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF)
- BURRIEL, J. A.; IBÀÑEZ, J. J.; PONS, X. *Cambios en los usos y las cubiertas del suelo en el ámbito metropolitano de Barcelona*. Actas de la I Reunión de Inventario y Teledetección Forestal. Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2005.

La figura 5 mostra com el conglomerat urbà format per Andorra la Vella i Escaldes-Engordany és una de les zones que va créixer més durant el període estudiat, com a conseqüència de convertir-se en el principal eix comercial del país. Paral·lelament, es pot veure com els conreus que es veuen a la fotografia de l'any 1972 eren un terreny massa valuós per dedicar-lo a aquest ús, i per tant s'ha anat transformant progressivament en zones edificades.

Andorra ha tingut un creixement urbanístic molt accentuat durant les darreres dècades, i l'espai apte del país per a aquest tipus d'ús és realment molt reduït. Aquest fet provoca que la gran majoria de la gent tingui una percepció que viu en un indret densament poblat i edificat. No obstant això, si es comparen les dades de zones urbanes d'altres països amb la d'Andorra s'observa que, parlant en valors relatius, hi ha poques diferències. Andorra l'any 1995 tenia un 1,32% de la seva superfície dedicada a l'espai urbà. Espanya i França estaven, l'any 2000, amb 1,17% i un 3,08%, respectivament, de la seva superfície ocupada per a l'ús urbà. Aquestes dades demostren que ens movem en una mitjana similar a la d'altres països europeus, però, sens dubte, el condicionant orogràfic és el principal factor limitador del creixement urbanístic andorrà.

Canvis d'altres cobertes

Algunes de les cobertes del sòl com aigües continentals, tarteres o roquissars presenten una dinàmica de canvi molt

baixa en el període estudiat. Són cobertes que evolucionen en una altra escala temporal i per tant el transcurs d'unes dècades representa un temps insignificant per la seva evolució, excepte que estiguin en alguna zona que hi hagi la intervenció directa de l'home.

El fet que en les dades es puguin llegir alguns canvis és per l'error implícit a l'hora de fer els mapes o el procés de rectificació geomètrica de les fotografies aèries.

Conclusions

La rectificació geomètrica de les fotos aèries de l'any 1972 i la posterior elaboració del mapa de cobertes del sòl d'aquest mateix any ha permès analitzar, amb l'ajuda d'un sistema d'informació geogràfica (SIG), l'evolució que ha tingut Andorra fins a l'any 1995.

La comparativa entre els mapes de cobertes del sòl de l'any 1972 i 1995 és la manera d'analitzar i quantificar de forma objectiva els canvis que s'han produït. El càlcul del que s'anomena matriu de confusió entre les dues bases cartogràfiques permet descriure quins canvis hi ha hagut i on han succeït.

Tot i que en valors absoluts el creixement de l'arbrat dens és el més destacat quant a l'extensió, les cobertes d'influència més antròpica, zones urbanes, zones nues, vies de comunicació i conreus són les que percentualment presenten una dinàmica de canvi molt més elevada.

L'estudi de l'evolució de les cobertes del sòl i l'anàlisi de la dinàmica de canvis que es produeix pot ajudar a simular escenaris futurs i facilitar la planificació de la gestió del territori.

La forma de continuar estudiant l'evolució del paisatge andorrà és mitjançant la realització de nous mapes de cobertes del sòl, que permetran fer la comparativa amb els mapes històrics.

És molt important que tant la cartografia com les dades estiguin a l'abast tothom i sobretot de totes aquelles persones vinculades en la gestió del territori. És per aquest motiu que el Cenma ho fa accessible a través de la pàgina web del Sigma: www.sigma.ad

SALADIÉ, S.; PINTÓ, J. (2008) *Identificació i cartografia dels valors paisatgístics del Camp de Tarragona*. Segon Congrés Català de Geografia.

MARTÍ, C. *La utilización de SIG (Orthobase ErdasImagine 8.4, ArcView 3.2) para el análisis de la transformación del paisaje litoral del centro de la costa brava en los últimos 50 años*. Departament de Geografia. Universitat de Girona.

AGUAYO, M.; PAUCHARD, A.; AZÓCAR, G.; PARRA, O. *Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo xx. Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje*. Inèdit.

HENRIQUEZ, C.; AZÓCAR, G.; AGUAYO, M. (2006) "Cambio de uso del suelo y escorrentía superficial: aplicación de un modelo de simulación espacial en Los Ángeles, VIII Región del Biobío". *Revista de Geografía, Norte Grande*, diciembre, número 036. Xile.

BONFILIO, N.; BOSQUE, J.; GÓMEZ, M.; PLATA, W. "Análisis de cambio del uso del suelo en el Estado de México mediante Sistemas de Información Geográfica y técnicas de regresión multivariantes. Una aproximación a los procesos de deforestación." *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*. Núm. 69, p.33-52. 2009.

GRAU, A.; CASTELLS, R.; DEU, M.; GUÀRDIA, A.; GUERRERO, C.; ROJALS, X.; BURRIEL, J. A.; IBÁÑEZ, J. J.; PONS, X. (2007) *El mapa de cobertes del sòl de Catalunya com a eina d'estudi de Sant Llorenç del Munt i l'Obac*. VI Trobada d'Estudiosos de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. Diputació de Barcelona.

Departament d'Estadística. *Estadístiques de la població d'Andorra*. Govern d'Andorra. www.estadistica.ad.