

Automatización de los Proyectos de Concentración Parcelaria

Por: Álvarez, C.J. *; Touriño, J.**; Rivera, F.F.***; Crecente, R.*; González, X.P.*; Doallo, R.**; Parapar, J.**;
Bruguera, J. ***; Boullón, M.***

RESÚMEN

Pese a que en la actualidad el proceso de concentración parcelaria cuenta cada vez con más ayudas informáticas, éstas se limitan a la introducción de datos y a la salida de resultados, incluso pese a la existencia de aplicaciones que facilitan los cálculos, lamentablemente, ninguna genera automáticamente soluciones ni realiza aportaciones sobre la calidad de los resultados obtenidos.

Este trabajo presenta una ayuda a la automatización de procesos de concentración parcelaria, denominada CoPa, desarrollada en la actualidad como versión prototipo. CoPa utiliza la capacidad de los Sistemas de Información Geográfica para el tratamiento de toda la información gráfica y alfanumérica involucrada en el proceso, basándose en un sistema de redistribución de la propiedad y de evaluación de resultados automático.

La capacidad de CoPa de generar múltiples soluciones alternativas, mediante la modificación de los diferentes parámetros de control, así como la evaluación de los resultados, a través de la selección de parámetros de evaluación (indicadores) que el técnico estime oportunos, supera la limitación tradicional de solución única y mejora los resultados del proceso.



1.- INTRODUCCION

En el año 1999 se creó un grupo de investigación formado por miembros del Departamento de Ingeniería Agroforestal, del Departamento de Electrónica y Computación de la Universidad de Santiago de Compostela, y del Departamento de Electrónica y Sistemas de la Universidad de La Coruña, contando con la experiencia profesional en procesos de concentración parcelaria, de la empresa EIDO GALICIA S.L. y el apo-

* Dr. Ingeniero Agrónomo. Departamento de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Santiago de Compostela.

** Departamento de Electrónica y sistemas. Universidad de La Coruña

*** Departamento de Electrónica y computación. Universidad de Santiago de Compostela.



yo de la Subdirección General de Estructuras Agrarias, de la Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria de la Xunta de Galicia, administración responsable del proceso de Concentración Parcelaria en Galicia, para buscar aportaciones y soluciones a la problemática que supone la realización de proyectos de concentración parcelaria.

Tradicionalmente los proyectos de concentración parcelaria tienen que contemplar un alto número de agentes involucrados en el proceso: gran cantidad de propietarios en cada zona de actuación, la Administración como generadora y controladora del proceso, y las diferentes empresas que intervienen, desde los estudios previos hasta la ejecución de las obras (González, 2002).

Lo anterior plantea que el volumen de información que es necesario manejar en el procedimiento: datos de partida, elaboración de los mismos y obtención de resultados, se transforma en una de las limitaciones del proceso de concentración parcelaria tradicional. Las peticiones de los propietarios, las alegaciones y reclamaciones de los mismos a los acuerdos, el control administrativo, los plazos de trabajo, etc., viene a condicionar dramáticamente la rapidez del proceso.

Las características que más destacan del proceso tradicional, parten del tratamiento manual de la información, lo

cual conlleva una lentitud y dificultad que se trasmite y acumula a lo largo del proceso, siendo un aspecto difícilmente solucionable (Crecente y otros, 2002). Esta circunstancia provoca independientemente de la gran exigencia de tiempo para llevar a cabo una actua-

ción, mencionada anteriormente, que se convierta la búsqueda de soluciones en un proceso lineal con una estrategia de solución única, limitando la calidad de la solución, es decir, el nuevo reagrupamiento de la propiedad.

En la actualidad el proceso de concentración cuenta cada vez con más ayudas informáticas, que en un primer momento se limitaron a la introducción de datos y a la salida de resultados, llegando incluso a existir aplicaciones que facilitan los cálculos, aunque ninguna realiza aportaciones que modifiquen el sistema de solución única (González y otros, 2000). Esto nos enfrenta a que las soluciones que se obtienen no son modificables fácilmente, es decir en condiciones de tiempo y cantidad de

trabajo aceptables, ante nuevos criterios, modificación de los datos de partida, reclamaciones aceptadas, etc., no pudiéndose retroalimentar el proceso. Es imposible observar las diferentes soluciones que podríamos obtener ante diferentes puntos de partida o procesos de solución, obviamente, como hemos dicho, debido a la gran cantidad de información a manejar, que limita la capacidad de trabajo.

Como ejemplo de lo anterior, podemos decir, que un estudio realizado para la Xunta de Galicia (Crecente y otros, 2001), donde se consideraba la concentración parcelaria en Galicia desde sus inicios hasta el año 1999, arrojaba la siguiente información: 308.142 ha de superficie concentrada en Galicia, afectando a 147 ayuntamientos, y a 765 parroquias. La superficie en actuación es de 190.025 ha, afectando 182 ayuntamientos y a 257 parroquias.

Asimismo el estudio realizado sobre las 923 zonas de concentración en Galicia, muestra que la duración media del procedimiento es de 3.643 días (10 años), oscilando entre una duración mínima de 642 días y una máxima de

SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS DE CONCENTRACION PARCELARIA

308.142 HA DE SUPERFICIE CONCENTRADA

11.753 días. Por último señalar que en cuanto a la evaluación de la actuación a través de los índices clásicos de concentración (I.C.) y reducción (I.R.) obtenemos como valores medios en Galicia de 5,7 para el I.C. y 77,8 para el I.R. (la referencia a España es un valor medio de 7,4 para I.C. y 86,4 para el I.R.).

Con la situación de partida anterior, el equipo de investigación vió validada su línea de trabajo por la Conferencia Interministerial de Ciencia y Tecnología del Gobierno Español, la cual le concedió financiación, por importe de más de 270.500 €, para desarrollar durante el año 2000 y 2001 el proyecto de investigación titulado "Diseño de una Aplicación en Sistemas de Información Geográfica para la Formulación de



Proyectos de Concentración Parcelaria”. Es importante destacar que la financiación provenía parcialmente de fondos FEDER de la Unión Europea y se obtuvo en convocatoria pública.

El proyecto dió un enfoque novedoso al problema de la concentración parcelaria, basándose en dos objetivos fundamentales. En primer lugar, la necesidad de generar un Sistema de Información Territorial que permitiese realizar el procedimiento de almacén, gestión y edición de toda la información necesaria en las diferentes fases de la concentración parcelaria, en una forma lo suficientemente adecuada para mejorar la realización del proceso. Mientras que el segundo de los objetivos del proyecto de investigación, concretó la posibilidad de implementar un procedimiento que mejoró el planteamiento tradicional de solución única, mediante la aplicación de algoritmos matemáticos (Tourinho y otros, 2001).

La contribución del equipo de investigación se ha centrado en tres aspectos significativos, que pretendemos presentar en este artículo.

a) La utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como procedimiento de manejo de la información con todos los agentes del proyecto, a realizar durante todos las fases del proceso en tiempo real.

Como hemos comentado, es imprescindible para que el proceso se realice de forma adecuada y rápida, que la intervención de los agentes de la concentración en las diferentes fases del pro-

ceso, especialmente de los propietarios, sea lo mas fácil e inmediata posible.

Es necesario recordar que en la concentración parcelaria estamos actuando sobre la propiedad legal de los agricultores y selvicultores, para proceder a su modificación, esto trae consigo que en la diversas fases existentes sea necesario presentar los resultados de la empresa que realiza el trabajo, y que estos sean alegados y reclamados por los propietarios. Hacer esto en tiempo real, abre la posibilidad de una participación directa de los propietarios, con lo que se conseguirá una mejora notable de la calidad y rapidez del proceso, asimismo también facilitará el control de la Administración, y por último, la empresa podrá ver validado su programa de trabajo, es decir, facilitamos la intervención de todos los agentes del proyecto.

b) El desarrollo de procedimientos operativos de cálculo mediante la implementación de diferentes algoritmos que permitan un desarrollo de un proceso de solución que mejore el proceso tradicional.

Como sabemos, si consideramos las diferentes variables y factores que intervienen en el proceso de concentración parcelaria, podemos decir que el número de soluciones existentes tiende a infinito, por lo que si proponemos una primera fase de generación de alternativas de solución, debemos tener en cuenta toda la información disponible para que las soluciones generadas sean factibles técnica, económica y territo-

- UTILIZACION DE SIG - DESARROLLO DE PROCEDIMIENTO DE CALCULO - PARAMETROS DE EVALUACION

rialmente hablando. Es decir, debemos desarrollar un sistema automático de generación de alternativas de solución que sean factibles, de forma que a lo largo del proceso puedan evolucionar a posibles soluciones al problema.

c) Dotar al procedimiento operativo anterior de parámetros de evaluación que permitan validar las soluciones obtenidas y el proceso metodológico.

Es totalmente imprescindible que el sistema de generación de soluciones cuente con medios propios que permitan validar la evolución de las soluciones generadas en todo el proceso, de forma que podamos seleccionar aquella que se considere más adecuada en función de los criterios que considere oportunos el proyectista.

Es precisamente este proceso de evaluación comparativa de soluciones alternativas, lo que permite considerar de forma eficaz las ventajas e inconvenientes de cada una, es decir, plantear cual es la mejor entre dos dadas, seleccionar cual nos va acompañar durante todo el proceso de evolución de las soluciones, y nos va permitir determinar la mejor.

Obviamente, la ventaja del proceso que pretendemos obtener parte de la rapidez y seguridad con que realizamos la generación y evaluación de soluciones, y la consecuente validación de las mismas. Conformando ambas etapas el procedimiento operativo de cálculo que desarrollamos como mejora al procedimiento manual tradicional.

En el momento actual, después de dos años de trabajo, disponemos de una aplicación piloto denominada CoPa, que incluye los planteamientos que describimos en el presente artículo. De cualquier forma, interesa destacar que esta aplicación tiene el carácter de modelo piloto y que nuestra pretensión a partir de ahora se centra en el perfeccionamiento del mismo mediante su aplicación a más casos reales.

2.- PROCEDIMIENTO OPERATIVO

Independientemente de las legislaciones existentes en cada Comunidad Autónoma de España, consideramos que todos entendemos que la situación de partida para nuestra actuación (la actuación de CoPa) se inicia una vez que la zona de actuación ha sido decretada, tras haberse realizado estudios previos de viabilidad por la Administración.

La actuación de CoPa se concreta específicamente en las fases de Bases Provisionales, Bases Definitivas, Proyecto de Concentración y Acuerdo de Concentración. En estas fases, por un lado CoPa desarrolla totalmente la capacidad de manejar información entre los agentes participantes, facilitando la transmisión de resultados y las alegaciones consiguientes; mientras que por otro lado su capacidad de intervenir en el proceso de cálculo nos dirige a validar la solución más adecuada mediante un proceso continuo de ayuda al técnico. Por último, CoPa también es de utilidad en las fases de Reorganización de la Propiedad, dado que nos puede suministrar la información que ha elaborado en forma de títulos de propiedad.

3. ACTUACIÓN DE CoPa

El sistema CoPa está compuesto de dos bloques, por un lado un sistema de base de datos y por otro lado una aplicación específica para la asistencia de los procesos de concentración parcelaria, estando desarrollados dentro de un entorno de sistemas de información geográfica.

Es interesante señalar que se persiguió un diseño modular de la herramienta, utilizando lenguajes y metodologías de programación estándar, lo que permitirá un sencillo mantenimiento y ampliación futura de la aplicación, así como su utilización en diversos sistemas informáticos, ya que dicha aplicación se puede transferir a las empresas del sector, así como a la Administración Pública. Cabe destacar la posibilidad de adecuar CoPa a cualquier plataforma SIG disponible en el mercado. El proceso de trabajo se desarrolla tal y como se muestra en la Figura 1.

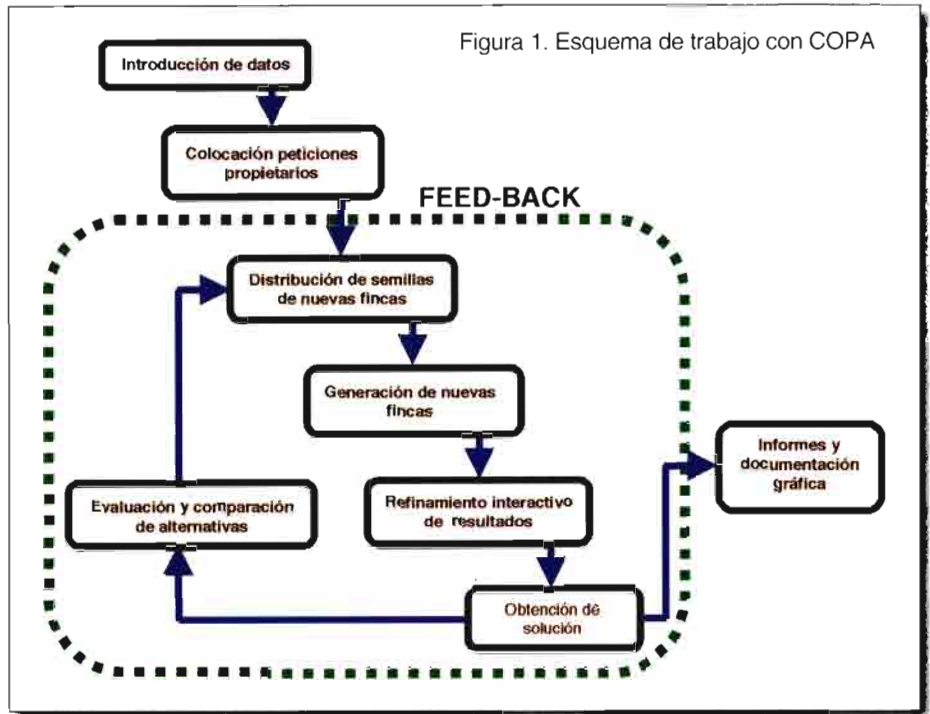


Figura 1. Esquema de trabajo con COPA

Tras las primeras fases de introducción de datos y de gestión de los mismos (peticiones), se entra en un proceso de retroalimentación en el que se van realizando iteraciones hasta conseguir los resultados deseados.

Es en esta fase donde se distribuyen las semillas (peticiones de los propietarios) a partir de las cuales se generarán los lotes de reemplazo y se configuran las fincas de cada propietario, acción que realiza automáticamente CoPa, asimismo, la aplicación se acompaña de un mecanismo de evaluación que facilitará la tarea de refinamiento y que también actúa automáticamente. Pese al automatismo de estos dos procesos, el técnico proyectista puede decidir y seleccionar las variables que intervienen en el proceso de generación y evaluación de soluciones que estime más adecuadas.

Una vez alcanzada la solución más adecuada el proceso se finaliza generando los listados según los modelos oficiales y los planos cartográficos correspondientes.

Toda la información necesaria para el proyecto de concentración, CoPa la almacena en una base de datos relacional vinculando los datos gráficos con los alfanuméricos, transformándola a medida que el proceso se desarrolla.

La interfaz de usuario, que está orientada a un experto en concentra-

ción parcelaria pero no por ello experto en informática, es mediante un entorno gráfico de ventanas tipo Windows estándar, y sólo requiere del mismo conocimiento de informática básicos, ocultando al usuario la gran complejidad subyacente en las técnicas de concentración parcelaria.

El proceso automático de generación de nuevas fincas se realiza por masas. El usuario puede elegir aquellas masas en las que previamente haya ajustado manualmente el valor de las peticiones.

Se puede calcular una masa, varias masas o toda la zona de concentración al mismo tiempo. Además, la generación de fincas sobre una masa se puede repetir cuantas veces se desee, ya sea cambiando la posición de las peticiones o variando los parámetros que rigen el proceso de generación automática obteniéndose así varias soluciones alternativas que luego se pueden evaluar.

3.1. Aplicación de CoPa: redistribución de la propiedad

Como ejemplo demostrativo de la aplicación de CoPa en la redistribución automática de la propiedad, consideramos la masa de la figura adjunta, correspondiente a la zona de concentración de Vilaformán (Lugo), en la cual se

han localizado siete peticiones de propietarios.

La primera aplicación que realizamos consiste en que el programa genere la solución a partir de las siete peticiones, resolviéndose al mismo tiempo todas las peticiones, con parámetros de control que buscan la forma de parcela compacta y desarrollado cada finca desde el punto central donde esta cada petición. En la parte superior de la Figura 2 se ven una secuencia con las etapas del proceso y la solución del mismo.

La segunda aplicación, desarrollada sobre la misma masa, varía los parámetros de control. En primer lugar las peticiones se resuelven siguiendo un orden determinado y buscando parcelas paralelas a la línea de máxima pendiente, según la topografía de la masa. En la parte inferior de la Figura 2 se ven las etapas del proceso y la solución del mismo.

Como vemos, a partir del mismo problema inicial, podríamos obtener infinitas soluciones.

3.2. Aplicación de CoPa: parámetros de evaluación

En el ejemplo anterior claramente una de las soluciones es “pintoresca”, mientras que la otra podría tener validez agronómica. En otros casos, esa evaluación comparativa no es tan obvia, por lo cual es necesario utilizar la capacidad de evaluación de soluciones de CoPa para que el técnico dirija el proceso.

Los parámetros de evaluación del proceso se basan en la realización automática por parte de CoPa de unos indicadores. Su aplicación a la situación de partida (bases del proyecto) y a la final (acuerdo de concentración), nos permitirá la evaluación comparativa entre

ambas, y en consecuencia será de aplicación para cualquiera de las diferentes alternativas, etapas y soluciones del procedimiento.

Los índices de evaluación calculados son almacenados en la base de datos. Se calcularán los índices en diferentes tablas a distintos niveles (finca, propietario, masa, etc). De este modo el técnico, mediante una rápida consulta de estos resultados podrá decidir si desea modificar algún parámetro de cálculo, ya sea a nivel parcial (repetir alguna masa, propietario, etc.) o total (repetir todo el proceso).

El programa CoPa cuenta con tres tipos de indicadores en función de enfoque que desarrollan: los de dispersión, los morfológicos y los cualitativos. A continuación describiremos alguno de los más utilizados. Interesa resaltar la capacidad del programa para elaborar una función objetivo, donde a través de la ponderación de la importancia de cada uno de ellos, se pueda realizar un análisis multicriterio de acuerdo con lo que determine cada proyectista en cada caso específico.

Los índices de dispersión son índices que cuantifican la dispersión de las parcelas de un propietario en los dos estados, antes y después del proyecto de concentración parcelaria. En buena lógica, después de la concentración, el número de parcelas es menor y su distribución más compacta, y esto será lo que se empleará para evaluar la calidad del estrategia de reparto. Entre los principales índices de dispersión que consideramos destacamos:

- Dispersión de los centros de gravedad: definimos el centroide de una parcela como el resultado de realizar los valores medios de las coordenadas de todos los puntos que definen la línea de contorno. Una vez determinado el centroide de la parcela, se calcula la dis-

tancia desde este al centro de gravedad de cada propietario. El índice de desplazamiento de los centros de gravedad se calcula obteniendo el valor medio de las distancias desde los centroides de las parcelas al centroide del propietario.

- Variación de los centros de gravedad: con este índice se pretende únicamente cuantificar la variación de los centros de gravedad de los propietarios en la situación proyectada con respecto a situación inicial.

- Circuito *Hamiltoniano*: valora la necesidad de tiempo y/o recorrido para que un propietario acceda a todas y cada una de sus parcelas o fincas.

Los índices morfológicos valoran si se produjo una mejora apreciable en la forma y en el tamaño de las parcelas. Normalmente se va a producir una mejora en la forma de las parcelas, pero es conveniente valorar si los propietarios ganaron además con la forma de las nuevas parcelas, para esto se verán índices que relacionan el perímetro de las parcelas con su superficie útil o aprovechable, la facilidad de ser mecanizada, etc. Los más destacados son:

- Índice de aprovechamiento de las parcelas: cuantifica la geometría de las parcelas a la hora de sacar provecho agronómico o forestal

- Índice de capacidad productiva: valora la geometría de la parcela para ser mecanizable

Por último, los índices cualitativos valoran cualidades influenciadas tanto por la dispersión de las parcelas como por su forma y tamaño. Son índices del tipo de: cantidad y calidad de suelo que aporta y recibe un mismo propietario.

Para mostrar la capacidad de los parámetros de evaluación de CoPa se muestran los resultados de su aplicación al parcelario de Bases de Acuerdo de la zona de concentración de Vila-pena (Trabada – Lugo) en la Tabla 1.

Los índices morfológicos indican de forma global la lógica mejora de la superficie de las parcelas, y la consecuente reducción de perímetro, con lo que se mejora la aprovechabilidad relativa.

En cuanto a los índices de dispersión, el agrupamiento de las propiedades de cada agricultor disminuye los tiempos de transporte y aumenta la efectividad en el trabajo.

Como se puede ver, las diferencias

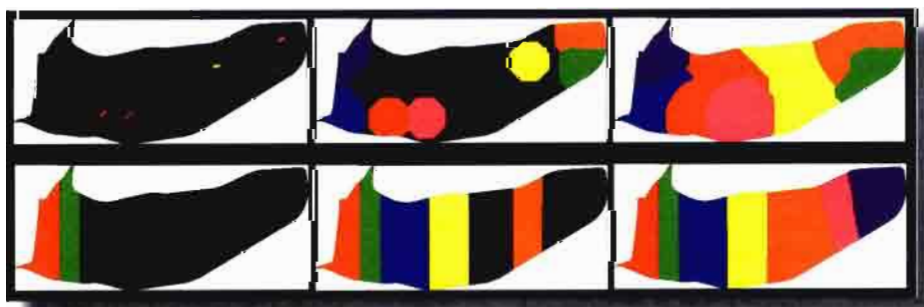


Figura 2.- Aplicación de CoPa

Tabla 1. Parámetros de evaluación para Bases y Acuerdo de la Zona de Concentración de Vilapena (Trabada Lugo)

TOTAL ZONA	NUM PARC	SUP	SUP MEDIA PARC	PERIM. DE PARCELAS	S/P ²	S/P	MOMENTO CENTROIDE	DIST PARC-CENTR	CIRCUITO HAMILTON
BASES	1053	70 ha	0,066 ha	121,9 km	4,197	476	18405910652	316,6 km	278,1 km
ACUERDO	213	69 ha	0,323 ha	52,0 km	4,590	984	13671437870	44,0 km	66,5 km

MEDIA POR PROP	NUM PARC	SUP	SUP MEDIA PARC	PERIM. DE PARCELAS	S/P ²	S/P	MOMENTO CENTROIDE	DIST PARC-CENTR	CIRCUITO HAMILTON
BASES	10,9	0,72 ha	0,066 ha	1,3 km	0,0433	4,9	189751656	3,3 km	2,9 km
ACUERDO	2,3	0,71 ha	0,313 ha	0,6 km	0,0488	10,5	145440828	0,5 km	0,7 km
Mejora	79,1%		373,2%	56,0%	12,9%	-113,4%	23,4%	85,7%	75,3%

entre Bases y Acuerdo se aprecian directamente en la Figura 3, y de forma cuantitativa podemos ver la mejora que ha supuesto el proceso concentrador en la Tabla 1. Cuando las diferencias no son tan significativas, es decir, durante el proceso de generación de soluciones, la evaluación entre dos alternativas dadas, en la busca de la mejor, es donde los parámetros de evaluación muestran su mayor efectividad.

4.- CONCLUSIONES

Del trabajo realizado hasta la actualidad y en concreto de la aplicación del prototipo de CoPa, podemos plantear las experiencias y aprendizajes, que concretamos en dos aspectos fundamentales dadas las características de la actuación: dentro del aspecto socio político y del aspecto técnico.

a) Contexto social y político

- El procedimiento descrito y realizado a través de CoPa hace más eficiente a la concentración parcelaria.
- Hace la planificación más transparente.
- Facilita la participación pública en las diferentes fases del proceso.
- Mejora la cooperación entre administraciones, expertos y la comunidad, es decir, entre los agentes de la concentración parcelaria
- Ayuda a resolver conflictos.

b) Contexto Técnico

- Ayuda a tomar decisiones, con una base técnica adecuada y tras la consideración de múltiples alternativas.

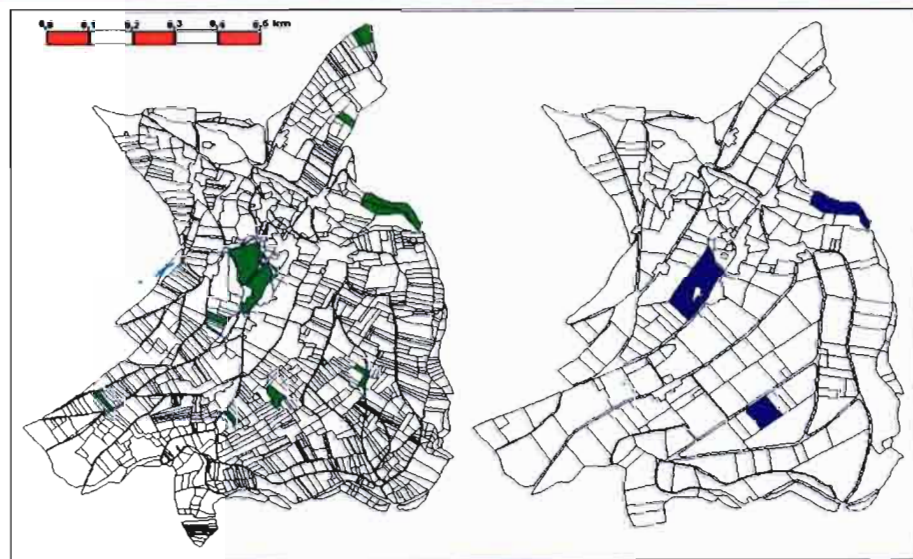


Figura 3.- Parcelario de Bases y de Acuerdo de la Zona de Concentración de Vilapena (Trabada Lugo).

- Posibilita el manejo de toda la información del proceso.
- Posibilita la obtención de la alternativa más adecuada.
- Planteamiento de análisis de múltiples alternativas y desarrollo de la más adecuada.
- Participación de todos los agentes implicados en el proceso.
- Aplicabilidad a otros procesos territoriales.

De cualquier forma la conclusión práctica de este equipo de trabajo se concreta en considerar que CoPa es de gran utilidad, que puede ampliar sus campos de actuación y, por último, que necesita muchas horas de trabajo, muchas zonas de concentración y, en definitiva, seguir perfeccionándose.

4.- REFERENCIAS

CRECENTE, R.; ÁLVAREZ, C.J.; FRA, U. 2002. Economic, social and environmental impact of land consolidation in Galicia. Land use policy. En prensa (número de abril).

CRECENTE, R.; FRA, U.; ÁLVAREZ, C.J. 2001. Concentración parcelaria en Galicia. Caracterización e avaliación. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela. 175 pp.

CONZALEZ, X.P.; CANCILA, J.; CRECENTE, R.; ALVAREZ, C. 2000. Diseño de una aplicación en Sistemas de Información Geográfica para la formulación de proyectos de concentración parcelaria. V Congreso internacional de ingeniería de proyectos. AEIPRO. Lérida.

GONZALEZ, X.P. 2002. Evaluación de los procesos de concentración parcelaria mediante sistemas de información geográfica. Tesis Doctoral Departamento de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Santiago de Compostela. 411 pp.

TOURINO, J.; RIVERA, FF.; ALVAREZ, C. ET AL. 2001. Copa: a gis-based tool for land consolidation project. In proceeding of the 9th ACM International Symposium on Advances in Geographics Information Systems. Atlanta, Georgia. Edited by W.G. Aref (New York: ACM Press), pp.53-58