

## COMPARACIÓN DEL TRATAMIENTO VISUAL V/S EL TRATAMIENTO DIGITAL DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS VERTICALES EN LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA FORESTAL

C. A. MENA y Y. M. ORMAZÁBAL

cmena@pehuenche.otalca.cl

Dpto. de Gestión Forestal y Ambiental, Fac. de Cs. Forestales, Universidad de Talca. Av. Lircay s/n. Talca. Chile.

**RESUMEN:** En el presente estudio se aplican y comparan los tratamientos visual y digital de fotografías aéreas verticales de escala media, con el fin de obtener una Base de Datos Cartográfica, en formato digital, sustentada en los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los términos de comparación son: Costos del proceso, Tiempo de ejecución, Precisión de la cartografía resultante y compatibilidad en la conexión con los SIG. Los resultados arrojan parámetros cualitativos y cuantitativos orientados a vislumbrar cuál es la metodología más apropiada para tratar la información geográfica y colocarla a disposición del usuario, de manera de prestar la mayor utilidad posible a la hora de tomar decisiones en actividades de planificación y gestión de los recursos medioambientales, especialmente en zonas de clara predominancia forestal, como ocurre en la Cordillera Costera y la Precordillera Andina de la VII Región del Maule.

**ABSTRACT:** In the present study the visual and digital processings of vertical aerial photographs of average scale are applied and compared, with the purpose of obtaining Cartographic Base of Data, in digital format, sustained in the Systems Geographic Information (GIS). The comparison terms are: Costs of the process, Run time, Precision of the resulting cartography and Compatibility in the connection with the SIG. The results throw qualitative and quantitative parameters oriented to glimpse which is the most appropriate methodology to deal with the geographic information and to place it to disposition of the user, to lend the greater possible utility at the time of making decisions in activities from planning and management of the environmental resources, specially in zones of clear forest predominance, as it happens in the Coastal Mountain range and Andean Pre Mountain Range of the VII Region of the Maule.

**Palabras clave:** fotogrametría, cartografía forestal y Sistemas de Información Geográfica.

### INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, el método utilizado para extraer, manejar y analizar la información que entrega la fotografía aérea ha sido el tratamiento visual. Sin embargo, algunos inconvenientes importantes, tales como el fatigoso trabajo humano y el tiempo empleado, han ocasionado la paulatina sustitución de este método por otras tecnologías más sofisticadas. De esta forma, hoy en día se puede optar por el tratamiento digital de la fotografía aérea, aprovechando de paso los vastos recursos que el ordenador aporta al análisis de datos (Chuvieco, 1990; Aronoff, 1995).

La decisión de cuál tratamiento adoptar en determinada situación, deberá considerar aspectos como: i) medios económicos y humanos disponibles, ii) rapidez y precisión exigida, iii) tipo y continuidad de las tareas (Chuvieco, 1996). Sin embargo, la cartografía digital

presenta grandes ventajas con respecto a la cartografía analógica; permite un almacenamiento más rápido y sencillo; permite la selección de porciones del territorio; posibilita la producción de cartografía a distintas escalas, de temáticas distintas y con cuanta información se desee incluir; permite realizar automáticamente cálculos de superficie, longitudes, coordenadas, correlaciones, operaciones de análisis espacial, etc.; permite transmitir información a cualquier distancia a través de un módem telefónico; permite una fácil y rápida actualización de mapas; y por último, posibilita la creación y mantenimiento de una base de datos cartográfica sustentada en los SIG (Mena, 1992; Bosque *et alii*, 1994).

En la actualidad, las organizaciones de planificación necesitan una gran cantidad de información precisa y oportuna sobre los recursos físicos y los factores socioeconómicos relacionados para ayudar a la guía de

sus decisiones de manejo y planificación (Avery *et alii*, 1985). En este contexto, el objeto del presente estudio es analizar cuál de los dos tratamientos, digital o visual, resulta más idóneo para explotar adecuadamente el flujo de datos que la fotografía aérea entrega, especialmente en zonas de clara predominancia forestal.

**Objetivos general:** Realizar un análisis comparativo de los tratamientos visual y digital de fotografías aéreas utilizadas en la confección de una base de datos cartográfica de zonas forestales.

**Objetivos específicos:** i) Elaborar una base de datos cartográfica del predio "El Picazo" a partir de interpretación de fotografías aéreas verticales de escala media, utilizando paralelamente el tratamiento visual y el tratamiento digital de éstas. ii) Comparar el tratamiento visual v/s el tratamiento digital aplicados a las fotografías aéreas del área de estudio en términos de costos del proceso, tiempo de ejecución, precisión de la cartografía resultante y compatibilidad en la conexión con los SIG.

## METODOLOGÍA

**Área de estudio:** La zona elegida corresponde al predio El Picazo (Figura 1), ubicado en la comuna de San Clemente, Provincia de Talca, en la Precordillera Andina de la VII Región. Sus coordenadas geográficas son: 35°31'19" a 35°33'19" Latitud Sur, 71°08'45" a 71°12'49" Longitud Oeste. Consta de 1423 ha y presenta altitudes que fluctúan entre los 400 y 900 m.s.n.m. La vegetación presente en el predio corresponde a bosques de pino radiata, eucaliptos, vegetación nativa y otras especies.

**Recolección de información de la zona de estudio:** el material fotogramétrico utilizado en el presente estudio correspondió al vuelo fotogramétrico realizado por el Servicio Aerofotogramétrico de la Fuerza aérea de Chile (FACH) en el año 1995 (Proyecto Fondef) a escala 1:20000. Además, se utilizó como material de apoyo la carta IGM 1:50000 y el Fotomosaico de suelos correspondientes a la zona de estudio. Además, se recopiló información de los recursos físicos existentes en el predio El Picazo, para ser incorporada a la base de datos. Esta información correspondió a: datos generales (antecedentes legales y administrativos, características climáticas y edafológicas) y datos específicos (árboles/ha, área basal, altura dominante, volumen y edad de cada una de las plantaciones presentes en el predio). Además, se realizaron visitas a terreno con el objeto de reconocer la zona, familiarizarse con los rasgos medioambientales y humanos presentes y reunir información auxiliar con la cual se diseñó la leyenda.



Figura 1. Vista 3D del predio El Picazo.

**Control terrestre:** la obtención de los puntos de control utilizados en la aplicación de los tratamientos, se realizó por medio del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

**Aplicación del tratamiento visual:** La cartografía temática base se confeccionó utilizando la carta IGM 1:50000 y el fotomosaico de suelos de la zona de Vilches. Los mapas temáticos resultantes fueron: altimetría (curvas de nivel cada 25 m) y suelos. Estos se elaboraron en formato analógico, usando la técnica de superposición. Posteriormente, se procedió a la fotointerpretación, con lo cual se obtuvo la cartografía temática de: cobertura vegetal, red de caminos, límites prediales y red hidrográfica. La información obtenida se traspasó desde las fotografías al mapa base por medio de un Sketchmaster vertical.

**Aplicación del Tratamiento digital:** Desde el fotomosaico de suelos se obtuvo el mapa temático de suelos, el cual se ingresó y almacenó en el ordenador vía mesa digitalizadora, por medio del módulo ADS del software PC Arc/Info. Para corregir las deformaciones de las fotografías aéreas debido al relieve, se utilizó la técnica de Restitución. Esta se llevó a cabo usando un Restituidor óptico-mecánico reconvertido a formato digital. El resultado fue la obtención de los mapas temáticos de: cobertura vegetal, red de caminos, red hidrográfica, límites prediales y curvas de nivel cada 10 m.

**Elaboración de la base de datos cartográfica:** La elaboración de la base de datos se realizó utilizando el software ArcView 3.1. Se agruparon y organizaron las coberturas obtenidas para cada tratamiento, incorporando la información alfanumérica recolectada previamente. En el caso del tratamiento visual fue necesario digitalizar la cartografía final en la mesa digitalizadora, utilizando el módulo ADS del software PC Arc/Info.

**Comparación de los tratamientos digital y visual:** la comparación de los tratamientos se llevó a cabo en términos de: Tiempo de ejecución (se cuantificó las h/Hombre de trabajo empleadas en la aplicación de cada tratamiento); Costos del proceso (se identificó y cuantificó los costos en materiales, equipos y h/Hombre en cada tratamiento); Precisión de la cartografía resultante (se estimó las diferencias de superficie arrojadas por cada tratamiento para cada tipo de bosque existente en el predio); y Conexión con los SIG (se cuantificó el costo y tiempo que requirió cada tratamiento para conectarse con los SIG).

## RESULTADOS

Los resultados arrojados por el presente estudio se muestran a continuación (Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4, Tabla 6, Tabla 7 y Figura 2).

Tratamiento Visual		Tratamiento Digital	
Item	Costo (\$)	Item	Costo (\$)
Material Fotogramétrico	54.000	Material Fotogramétrico	120.000
Material Cartográfico	85.100	Material Cartográfico	78.210
Material de Oficina	9.110	Material de Oficina	7.110
Fotointerpretación	176.000	Fotointerpretación Previa	80.000
Visitas a terreno	138.000	Visitas a Terreno	138.000
Apoyo terrestre	434.000	Control Terrestre	434.000
Traspaso Sketchmaster	50.000	Restitución	750.000
<b>Total</b>	<b>946.210</b>	<b>Total</b>	<b>1.607.320</b>

Tabla 1. Costos de la aplicación de los tratamientos.

Tratamiento Visual			Tratamiento Digital		
Etapa	Tiempo de ejecución		Etapa	Tiempo de ejecución	
	Hrs.	Días		Hrs.	Días
Fotointerpretación	88	11	Fotointerpretación Previa	40	5
Visitas terreno	24	3	Visitas terreno	24	3
Apoyo Terrestre	16	2	Control terrestre	16	2
Traspaso Sketchmaster	16	2	Restitución	40	5
<b>Total</b>	<b>144</b>	<b>18</b>	<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>15</b>

Tabla 2. Tiempo de ejecución de los tratamientos.

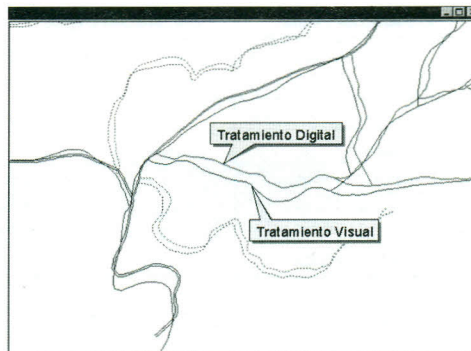


Figura 2. Error espacial de caminos en el tratamiento visual.

Segmento de clasificación	Superficie por el Trat. Digital (ha.)	Superficie por el Trat. Visual (ha.)	Error de Superf. para el Trat. Digital (%)	Error de Superf. para el Trat. Visual (%)
Plantación de Pino Radiata	482.931	469.428	0.00	-2.80
Bosque de Pino Radiata	212.589	205.725	0.00	-3.23
Otros Usos	67.100	73.341	0.00	9.30
Bosque Nativo	370.716	401.968	0.00	8.43
Zona de Protección	170.669	205.405	0.00	20.35
Eucalipto	117.707	114.659	0.00	-2.59
<b>Total</b>	<b>1.421.712</b>	<b>1.470.526</b>	<b>0.00</b>	<b>3.43</b>

Tabla 3. Diferencias de superficie entre tratamientos.

Tratamiento Visual		Tratamiento Digital	
Item	Costo (\$)	Item	Costo (\$)
Digitalización	24.000	—	—
Edición Creación de la	200.000	Edición Creación de la	40.000
Base de Datos Software	120.000 686.000	Base de Datos Software	120.000 686.000
Hardware	600.000	Hardware	600.000
<b>Total</b>	<b>1.630.000</b>	<b>Total</b>	<b>1.446.000</b>

Tabla 4. Costos de conexión a los SIG.

Tratamiento Visual		Tratamiento Digital	
<i>Etapa</i>	<i>Tiempo de ejecución</i>	<i>Etapa</i>	<i>Tiempo de ejecución</i>
	<i>Hrs. Días</i>		<i>Hrs. Días</i>
Digitalización	8 1	—	— —
Edición	40 5	Edición	8 1
Confección Base de Datos	32 4	Confección Base de Datos	32 4
Total	80 10	Total	40 5

Tabla 5. Tiempo de conexión a los SIG.

Tratamiento Visual		Tratamiento Digital	
<i>Etapa</i>	<i>Tiempo de ejecución</i>	<i>Etapa</i>	<i>Tiempo de ejecución</i>
	<i>Hrs. Días</i>		<i>Hrs. Días</i>
Aplicación del Tratamiento	144 18	Aplicación del Tratamiento	120 15
Conexión a los SIG	80 10	Conexión a los SIG	40 5
Total	224 28	Total	160 20

Tabla 6. Tiempos totales de ejecución.

Tratamiento Visual		Tratamiento Digital	
<i>Item</i>	<i>Costo (\$)</i>	<i>Item</i>	<i>Costo (\$)</i>
Aplicación del Tratamiento	24.000	Aplicación del Tratamiento	1.607.320
Conexión a los SIG	1.630.000	Conexión a los SIG	1.446.000
Total	2.576.210	Total	3.053.320

Tabla 7. Costos totales de ejecución.

## CONCLUSIONES

—El costo del tratamiento digital es un 69.9% más alto que el del tratamiento visual; sin embargo el costo de conexión a los SIG es un 11.29% más bajo que el tratamiento digital; con lo que el costo total del proceso para el tratamiento digital es sólo un 18.5% más que el del tratamiento visual, siendo este último de \$ 2.576.210.

—El tiempo de ejecución del tratamiento visual es un 20% más alto que el del tratamiento digital; y un 100% más alto en la conexión a los SIG, con lo que el tiempo total para el tratamiento visual es un 40% más alto que el del tratamiento digital, siendo este último de 160 h (20 días).

—El tratamiento visual sobreestima la superficie en un 4.91%, producto de la no corrección del error debido al relieve. Además, no representa a los elementos en su correcta posición geométrica.

—La restitución permite trabajar a nivel de detalle submétrico, con lo que la cartografía resultante es de gran precisión geométrica, además posibilita una mejor clasificación y delimitación de los elementos a representar, sobre todo en el caso de elementos de pequeñas magnitudes, tales como construcciones o franjas de protección.

—El tratamiento digital ofrece mayores ventajas comparativas en la cartografía forestal respecto del tratamiento visual, puesto que entrega una base de datos de alta precisión sobre la cual se pueden planificar tareas productivas sin inducir a error en la estimación de la superficie de los rodales, ni en su ubicación espacial. Lo cual, en el caso de este estudio, significa subestimar la superficie de bosque de Pino radiata en un -3.23%, o sobreestimar la superficie de zonas de protección en un 20.30%, con todas las implicancias desfavorables que ello trae consigo, tanto económicas como medioambientales.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARONOFF, S. 1995. Geographic Information Systems: A management perspective.
- AVERY, T. E.; BERLIN, G. L. 1985. Interpretation of aerial photographs.
- BOSQUE, J.; ESCOBAR, F.; GARCÍA, E.; SALADO, M. 1994. Sistemas de información geográfica: prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI.
- CHUVIECO, E. 1990. Visual versus digital analysis for vegetation mapping: some examples on Central Spain. *Geocarto International*. 3: 21-30.
- CHUVIECO, E. 1996. Fundamentos de teledetección espacial.
- MENA, J. 1992. Cartografía digital. Desarrollo de un software interno.