

Libros de **Cátedra**

Fotointerpretación en agrimensura

Jorge Marcelo Sisti

FACULTAD DE
INGENIERÍA

e
exactas


EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

FOTOINTERPRETACIÓN EN AGRIMENSURA

Jorge Marcelo Sisti

Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA


edulp
EDITORIAL DE LA UNLP

A mis nietos Justina y Benito Sisti de la Cruz.

Agradecimientos

A mi familia.

A la Universidad Nacional de La Plata que forma parte de mi vida desde temprana edad, y me permitió una larga trayectoria como docente-investigador de una universidad pública y gratuita a la que me enorgullece pertenecer.

*Profundizará en lo sutil y se atenderá a lo simple para
adentrarse en lo complejo.*

Marcos Díaz Mastellari, LEER EL DAO DE JING

Índice

| | |
|---|-----|
| Introducción | 8 |
| PRIMERA PARTE | |
| Agrimensura y Fotointerpretación | 9 |
| Capítulo 1 | |
| Breve historia de la carrera Agrimensura / Ing. Agrimensor en la Argentina..... | 10 |
| Capítulo 2 | |
| Agrimensura y Fotointerpretación en la UNLP..... | 21 |
| Capítulo 3 | |
| ¿Por qué Fotointerpretación en Agrimensura? | 23 |
| Capítulo 4 | |
| Fotointerpretación en la carrera Agrimensura/Ing. Agrimensor, U.N.L.P. | 29 |
| SEGUNDA PARTE | |
| Fotointerpretación o Análisis visual de imágenes | 36 |
| Capítulo 5 | |
| Fotointerpretación (o Análisis Visual de imágenes)..... | 37 |
| Capítulo 6 | |
| Aplicaciones de la Fotointerpretación o Análisis Visual..... | 88 |
| Capítulo 7 | |
| Ejemplos..... | 108 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Capítulo 8 | |
| Trabajos prácticos | 163 |
| Anexos | 192 |
| Bibliografía ampliatoria | 205 |
| El autor | 207 |

Introducción

Este texto trata de compilar y ordenar una metodología de enseñanza de la Fotointerpretación aplicable a las carreras de grado de Ingeniería en Agrimensura en la Argentina. Contiene principalmente buena parte de la experiencia propia tanto en el estudio y enseñanza de la especialidad, como elementos correspondientes a su aplicación en la vida profesional. Tanto quien suscribe como otros docentes que integraron la cátedra para el dictado de la asignatura, hemos ido elaborando material didáctico que fue sufriendo modificaciones y actualizaciones a lo largo del tiempo, y estaban muchos de ellos, en apuntes de cátedra aislados que se disponen para los alumnos de la carrera. Siempre con la recomendación expresa que fueran tenidos en cuenta como una versión de los autores con un determinado enfoque, y que podían y preferentemente debían ser consultadas otras fuentes para el mejor conocimiento de la técnica y ampliar la especialización de los más avanzados. Como texto dedicado a una asignatura de grado, los contenidos desarrollados se insertan dentro de una currícula de carrera (en 4^{to.} año, 1^{er.} semestre de la carrera en este caso), e intencionalmente no se desarrollan temas anteriores del plan de estudios (ejemplo: fotogrametría, geomorfología, topografía, que básicamente se dan por sabidos) ni se profundiza en temas que se abordan en asignaturas simultáneas o posteriores del plan (ejemplo: Cartografía, Percepción Remota, SIG). Por tanto, podría ser utilizado y aplicado en asignaturas afines que reúnan iguales características, completando sus contenidos con textos de la especialidad Fotointerpretación; no pretende abarcarse aquí la totalidad de las aplicaciones posibles. Esta primera versión de Libro de Cátedra es susceptible de ser mejorada y ampliada en futuras revisiones. Como se comenta en los primeros capítulos, el análisis visual (o “manual”) que se enseña en Fotointerpretación, es una de las fortalezas de nuestra profesión, que no invalidan las aplicaciones digitales desarrolladas actualmente (particularmente las aplicamos los agrimensores en Teledetección, Sistemas de información geográfica -SIG-, Cartografía, Infraestructura de datos espaciales -IDE- y Geodesia satelitaria por citar las más directas) sino que las potencian. Por ello parece aconsejable mantener la modalidad de enseñanza que permite desarrollar los conocimientos a los que otros usuarios de las imágenes aéreas no suelen acceder.

PRIMERA PARTE

Agrimensura y Fotointerpretación

CAPÍTULO 1

Breve historia de la carrera¹ Agrimensura / Ing. Agrimensor en la Argentina

Los comienzos de la agrimensura argentina en la concepción actual de sus actividades, pueden considerarse con la llegada de los españoles, en el siglo XVI.

Las Leyes de Indias de España describen criterio y modalidad de ruralismo y urbanismo, usos de la tierra, subdivisión de predios e implantación de ciudades.

En 1508 (s. XVI): Américo Vespucio prevé en su expedición la fundación de una ciudad en la margen occidental del “gran Paraná” (Río de la Plata), llevando “Experto en medir y amojonar”: el alarife Francisco Bernal.

Más tarde los nuevos “exidos” (ejidos) se proyectan en el típico “damero”, urbanización en manzanas cuadradas o rectangulares, es decir los macizos urbanos rodeados de calles perpendiculares entre sí.

En el siglo XVII ya se mencionaban a los agrimensores, con distintas denominaciones tales como peritos geógrafos, pilotos, alarifes (del árabe: el maestro... el que sabe), cosmógrafos, mensuradores, geómetras, medidores de tierras, topógrafos. **Eran los encargados de practicar la agrimensura, los que fijan límites.** Estos términos fueron utilizados entre 1580 y 1824. Eran los profesionales calificados para trazar rumbos (medir distancias no era un problema), con instrumentos como el *Abujón de Marear* (brújula). Inicialmente, sin corrección por declinación magnética.

La formación de estos primeros agrimensores tiene **dos características fundamentales:**

Formados en *matemáticas y ciencias -dibujo, cartografía, navegación-*; inicialmente con origen de sus estudios en Europa (España, Francia, Italia, Alemania);

Aplicaciones relacionadas con el *Ordenamiento Territorial*.

En 1799 a instancias del Dr. Manuel Belgrano se fundan en Buenos Aires las Escuelas de Dibujo y de Náutica. Pilotos, cartógrafos, matemáticos, geógrafos, dibujantes, fueron los primeros maestros. Las escuelas referidas junto con la Escuela de Medicina fundada en 1802, llevan

¹ Están incluidos otros títulos que dan o han dado incumbencias (hoy “*Alcances del Título*”) en Agrimensura, como Ing. Geógrafo, Ing. Cartógrafo, Ing. Geodesta.

suerte dispar acorde a los vaivenes políticos, son el punto de partida para la Universidad de Buenos Aires (UBA).

En 1821 el Edicto de creación de la UBA por Decreto del Gobernador Martín Rodríguez y su ministro Bernardino Rivadavia. Universidad Mayor, conformada en seis Departamentos, uno de ellos Ciencias Exactas. Su director Felipe Senillosa, español graduado en matemáticas en la Universidad de Alcalá de Henares, junto con Avelino Díaz, argentino graduado en la Escuela de Matemáticas antedicha.

También en 1821 el poder ejecutivo (provincial) crea el Departamento de Ingenieros Arquitectos, a cargo del primer catedrático de matemáticas de la Universidad. Ya se vislumbra una interacción Estado-Universidad. El Depto. de Ingenieros tiene que formar “una exacta y completa colección topográfica y estadística de la Provincia”.

En 1824 el Gobierno crea otra Comisión para (entre otras cosas) “crear un método de mensurar tierras y establecimiento de reglas precisas para proceder a amojonamiento y demarcación de tierras”. Aparece desde este año el término Agrimensor en documentos públicos. Ese año se crea la Comisión Topográfica.

Ejercicio profesional y formación

En 1824 se regula todo lo referente a lo técnico y legal del ejercicio de la agrimensura (“patentamiento” del profesional o idóneo), allí se define la necesidad de haberse graduado de “Agrimensor”, por las vías entonces en uso.

Se crea el Registro de Profesionales Autorizados, (iniciando por los de “derechos adquiridos”, pocos, en su mayoría egresados de las escuelas de matemáticas y náutica). Paso previo al reconocimiento del título expedido por Universidad. Se realizaba examen formal ante la Comisión Topográfica.

En 1824, primer agrimensor “patentado” (diplomado) previo examen, Teodoro Schuster.

En 1825 surgen las primeras Instrucciones para Agrimensores (Comisión Topográfica), donde entre otros procedimientos detallados, se indica realizar la corrección por Declinación Magnética. Estas Instrucciones tuvieron varias versiones posteriores.

El **26 de junio 1826**, es creado por Decreto Nacional el Departamento Topográfico. Este día se conmemora en Argentina el Día de la Cartografía.

En 1857 un Decreto Orgánico del Departamento Topográfico crea la “Escuela Especial de la Facultad de Agrimensores”, con un plan de estudios de tres años de duración que contenía asignaturas como: Aritmética, Algebra, Geometría Básica, Analítica y Descriptiva, Trigonometría esférica y rectilínea, Subdivisión de terrenos analítica y gráfica, Nivelación, Proyección de cartas geográficas e hidrográficas, Secciones cónicas, Cosmografía, traza de meridianos y medición de bases, Agrimensura, Instrumentos, su teoría, rectificación y usos sobre el terreno, y Dibujo topográfico.

Se debían rendir exámenes anuales, y luego uno general al finalizar. Era práctica requerida el trabajar junto con un profesional patentado durante un año, antes de presentar el examen final, y poder obtener el diploma de Agrimensor. Como dato curioso, en los planes de estudio actuales (2020) existe el requerimiento obligatorio dentro de la carrera universitaria regulada por la Ley de Educación Superior (L.E.S.) sancionada en 1995, de realizar Práctica Profesional Supervisada y/o Trabajo Final, lo que podría ser considerado una equivalencia con el requisito mencionado.

En 1860 debido a la intensa actividad, se estudia un completo *corpus juris* para reglar el ejercicio profesional, las Instrucciones generales para Agrimensores, vigentes desde 1861 por más de 80 años.

1861 resulta un año significativo en la historia de la agrimensura argentina:

- (a) Se sistematiza la formación del primer Registro de Agrimensores;
- (b) Se ponen en vigencia las Instrucciones Generales que marcan límites precisos para el ejercicio profesional;
- (c) Se normaliza el procedimiento conducente a la expedición de diploma de agrimensor.

La Agrimensura, carrera universitaria

La agrimensura argentina con estudios de nivel universitario cuenta con una evolución de más de cien años.

A partir de 1865 se crearon planes de estudios dentro del Departamento de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires con tres orientaciones: la de matemáticas puras, la de matemáticas aplicadas e historia natural. La universidad aún no expedía el título de Agrimensor, sino que después de aprobar una serie de cursos de matemáticas puras y de matemáticas aplicadas, el aspirante debía cumplir un año de práctica para diplomarse de Agrimensor en el Departamento Topográfico. Dentro de las matemáticas puras, debía cursar “Geodesia Teórica” y Topografía, mientras que en las matemáticas aplicadas encontramos “Dibujo Topográfico”. El ingeniero estaba habilitado, previa práctica a ejercer como “Agrimensor Público”.

En 1869, se gradúan los primeros agrimensores de origen universitario.

En la provincia de Buenos Aires el Departamento Topográfico, diplomó agrimensores hasta 1881.

La primera universidad que crea la carrera en 1877 fue la de Córdoba, el 13 de marzo de 1878 se aprobó por decreto del Superior Gobierno Nacional. El título expedido fue el de Agrimensor, siendo uno de los primeros del mundo.

Se indican las cuatro primeras universidades nacionales con carreras de Agrimensura y el año de comienzo. **Todas ellas tienen más de 100 años.**

- UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES (UBA). **1865.**

- UNIVERSIDAD DE CORDOBA (UNC). **1878**. La Universidad de Córdoba es la más antigua de Argentina, fundada en 1622.
- UNIVERSIDAD DE LA PLATA (UNLP). **1899**. En la Universidad Provincial que comenzó sus actividades en 1897; desde 1905 Univ. Nacional.
- UNIVERSIDAD DE TUCUMAN (UNT). **1913**. Univ. Provincial, que luego se Nacionaliza en 1922.

En U.N. La Plata y U.N. Tucumán han sido carreras fundadoras de las universidades.

En 1886 aparece la carrera de agrimensor en la UBA, con tres años de estudios. Entre 1865 y esta fecha, los egresados del Departamento de Ciencias exactas, obtenían ante la Comisión el *patentamiento* como agrimensor.

Debe mencionarse que la U.N. Tucumán en su creación propone características de sentido regionalista y vocación pragmática, para distinguirla y alejarla del sesgo enciclopédico de sus antecesoras U.B.A. y U.N. Córdoba destinándola a contribuir con el desarrollo del noroeste argentino a través de su inserción en tareas agrícolas y fabriles, sumando además tareas de extensión universitarias para la población. El espíritu de su fundador y promotor Dr. Juan B. Terán puede sintetizarse en el siguiente párrafo ante la Legislatura provincial en 1907: “El estudio científico de nuestro medio geográfico, social y económico es una exigencia del grado actual de nuestra civilización material, que será inestable mientras la investigación no limite los azares de la producción y la haga progresivamente fecunda”. Debe observarse que este espíritu promueve más tarde cambios profundos en la vida universitaria, iniciadas por los universitarios de la UN Córdoba y que alcanzaron nivel nacional con la Reforma Universitaria de 1918 (anticipándose 50 años al “Mayo Francés”) que transforma la enseñanza de mayor nivel estableciendo la autonomía universitaria, el cogobierno, la extensión universitaria, la periodicidad de las cátedras y los concursos de oposición.

Generalidades de la carrera Agrimensura

Tres años de duración, con los primeros dos o tres años en común con la carrera de Ingeniería Civil. Hacia mediados del siglo XX las carreras de agrimensura se van diferenciando con las de Ingeniería Civil, todavía con duración de 3 o 4 años según la Facultad. También varias Facultades expidieron títulos de Ingenieros Geógrafos, cuyo perfil profesional se corresponde completamente los Agrimensores.

En la Universidad de Córdoba en 1886 se otorgaba el título de Agrimensor al estudiante que había aprobado los tres primeros años de Ingeniería Civil, mientras que, en la Universidad de Buenos Aires, el plan 1936 debía cursar los primeros tres años de Ingeniería Civil más la asignatura “Agrimensura Legal”, asignatura específica para agrimensores.

Esto se repetía en distintas universidades, comenzando a revertirse recién a fines de los años cincuenta (segunda mitad del siglo XX) y progresivamente los sucesivos planes de estudio

ampliaron los contenidos curriculares. En el plan 1966 en la UNLP, la Agrimensura, aún con 3 años de duración, se distingue y separa de las carreras de Ing. Hidráulica, Construcciones y Civil. En UNLP desde 1980 la carrera se hace de 4 años y Trabajo Final, Desde la aplicación de la L. E. S. (ya en este siglo XXI), todas las carreras de ingeniería tienen obligatoriamente una duración mínima de 5 años incluyendo el Trabajo Final.

Las carreras de Agrimensura han ido incorporando a lo largo de estos años una serie de disciplinas específicas, quedando dentro de su campo de actividades exclusivas temas como la mensura y el catastro, que, sumados a las técnicas como las clásicas como la topografía, la geodesia y la cartografía, y más recientes la fotogrametría, fotointerpretación, teledetección, hidrografía, SIG, IDE, dan como resultado un nítido e inconfundible perfil profesional.

Otros hechos históricos de relevancia, con incidencia en la actividad de Agrimensura en Argentina

1882. Se funda la ciudad de La Plata. La ciudad de Buenos Aires pasa a ser Capital Federal del país, sede del Gobierno Nacional.

1882. Se establece que “Los Agrimensores o Ingenieros, mensurarán los territorios nacionales, e indicarán los territorios propicios para agricultura, para colonias y pueblos (Recalde. 1999. P. 60).”

1889. El senador Agrimensor Rafael Hernández presenta en la Provincia de Buenos Aires el proyecto de creación de la Universidad de La Plata, aprobada por ley el año siguiente.

1892. Reglamento General para mensuras de Territorios Nacionales: **indica que para hacer mensura se debe tener título de Ingeniero o Agrimensor de Universidades Nacionales.** Este reglamento indica, entre otros detalles, que se debe aclarar en la Mensura: *accidentes geográficos o topográficos notables, geología, fauna y flora, productividad.* Es notable la formación requerida para el trabajo profesional.

1901. La Oficina Topográfica del Ejército (creada por decreto en 1879) se transforma en el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) hoy Instituto Geográfico Nacional.

1905. Atlas del Plano Catastral de la República Argentina, de Carlos de Chapeaurouge.

1929. Se regulan por Ley las profesiones de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores. Desde entonces, **ejercicio profesional solamente por Títulos Universitarios** (antes, los habilitaba el Departamento Topográfico).

1941. Ley de la Carta #12.696. Ordena al I.G.M. los levantamientos topográficos y geodésicos para todo el territorio nacional complementada por leyes 19.278/1971 y 22.963/1983.

1958. Se funda la Federación Argentina de Agrimensores (F.A.D.A.)

1963. El **23 de abril**, se promulga en La Rioja la Ley que reconoce al Agrimensor como *Oficial Publico*. Esta fecha se transforma en Argentina en “**Día del Agrimensor**”.

1985. El 12 de setiembre se promulga la ley 10321 que estableció al Consejo Profesional de Agrimensura como entidad paraestatal de derecho público en la Provincia de Buenos Aires.

1988. El 16 de noviembre se promulga en la prov. de Bs. As. la ley 10.707, “Ley de Catastro”, que se pone en plena vigencia a partir del año 1994. A partir de la misma cambia muy favorablemente la realidad laboral y profesional del Agrimensor en la sociedad.

1995. Se sanciona la L.E.S. N° 24.521 (Ley de Educación Superior) que regula la enseñanza universitaria, especialmente según su artículo 43 “Cuando se trate de títulos correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público...”, como la Agrimensura. Sus planes de estudios homogeneizados a nivel nacional en sus contenidos obligatorios deben acreditar periódicamente ante CONEAU (Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria).

2007. El 15 de enero se promulga la ley 26.209 Ley Nacional de Catastro.

Alcances del título

Antes de 1980 las Universidades Nacionales tenían la atribución para determinar las incumbencias de los títulos que otorgaban. En cuanto a las Universidades Privadas, el Decreto 939/75 determinó que tales incumbencias las fijaría el Ministerio de Educación o bien las Universidades Nacionales en caso de títulos similares.

Desde 1980, las incumbencias de los títulos universitarios son reglamentadas por el Ministerio de Cultura y Educación. La Resolución 1560/80 del Ministerio de Cultura y Educación reglamenta las incumbencias profesionales de carácter general para los títulos universitarios y las incumbencias de 78 carreras, entre ellas la de Agrimensura.

1987. Se dicta la resolución del Ministerio de Educación N° 432/87, que define las incumbencias profesionales del Agrimensor e Ing. Agrimensor considerando equivalentes ambos títulos.

1995. Ley de Educación Superior (L.E.S # 24521). A partir de la mismas el título pasa a ser Ing. Agrimensor, de acuerdo al CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina, creado en 1989) Se homogenizan los contenidos a nivel nacional, y al ser incluida en el Art. 43 debe acreditar ante Coneau. Asimismo, se definen Alcances del Título y Actividades reservadas para la profesión.

Resolución M.E. Nación # 1054/ 02

Para el Ingeniero Agrimensor, profesión alcanzada x el art. 43 de la Ley (profesiones que su ejercicio afecta el interés público), se describe taxativamente la intensidad de la formación universitaria. En aplicación aún (2019) para los procesos de acreditación de las carreras de Ing. en Agrimensura.

2018. La Res. 1254/18 del M.E.N. menciona...

Que posteriormente la Ley de Educación Superior reemplazó el término de “incumbencias” por el de “actividades profesionales reservadas exclusivamente” para los títulos incluidos en la nómina del artículo 43 de dicha Ley.

ARTÍCULO 1º.- Determinar que los “alcances del título” son aquellas actividades, definidas por cada institución universitaria, para las que resulta competente un profesional en función del perfil del título respectivo sin implicar un riesgo directo a los valores protegidos por el artículo 43 de la Ley de Educación Superior.

ARTÍCULO 2º. - Definir que las “actividades profesionales reservadas exclusivamente al título” - fijadas y a fijarse por el MINISTERIO DE EDUCACIÓN en acuerdo con el CONSEJO DE UNIVERSIDADES -, son un subconjunto limitado dentro del total de alcances de un título, que refieren a aquellas habilitaciones que involucran tareas que tienen un riesgo directo sobre la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes.

(...)

ARTÍCULO 17º. Modificar la Resolución Ministerial N.º 1054 de fecha 24 de octubre de 2002, reemplazando el Anexo V-1 ACTIVIDADES PROFESIONALES RESERVADAS AL TÍTULO DE INGENIERO AGRIMENSOR por el Anexo XIV (IF-2018-06550375-APN-SECPU#ME) que forma parte integrante de la presente Resolución.

Resolución M.E. Nación # 1254/18. Anexo XIV. Actividades Profesionales Reservadas al Título de Ingeniero Agrimensor

Actividades Reservadas -Ing. Agrimensor (*transcripción del Anexo XIV*):

1. *Determinar y verificar por mensura límites de objetos territoriales legales de derecho público y privado, parcelas y estado parcelario, jurisdicciones políticas y administrativas, bienes públicos, objetos de derechos reales y todo otro objeto legal de expresión territorial con la respectiva georreferenciación y registro catastral.*
2. *Certificar el Estado Parcelario.*
3. *Diseñar y organizar los catastros territoriales.*

Durante 2018 el CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, de la R. Argentina) aprobó el *Libro Rojo* (Propuesta De Estándares De Segunda Generación Para La Acreditación De Carreras De Ingeniería En La República Argentina), describiéndose allí las Actividades Reservadas a la actividad del Ing. Agrimensor (básicamente las indicadas en el Anexo XIV: Mensuras, Catastro, Determinación y verificación de Estado Parcelario), siendo las restantes

actividades “Alcances del Título” (equivalente a las Incumbencias anteriores), determinadas por la formación de grado y el perfil profesional de la Universidad.

(Confedi. 2018. Libro Rojo, Anexo I, pág. 27):

“COMPETENCIA ESPECÍFICA

1.1. Determinar y verificar por mensura, Límites de objetos territoriales legales de derecho público y privado, parcelas y estado parcelario.

1.2. Determinar y verificar por mensura límites de jurisdicciones políticas y administrativas, bienes públicos, objetos de derechos reales y todo otro objeto legal de expresión territorial.

1.3. Realizar la georreferenciación de los objetos territoriales determinados por Mensura y su Registración Catastral.

2.1. Certificar el Estado Parcelario.

3.1. Diseñar y organizar los catastros territoriales.

DESCRIPTORES DE CONOCIMIENTO

Tecnologías Aplicadas

- Agrimensura Legal
- Cartografía Aplicada
- Catastro Territorial
- Fotogrametría
- Fotointerpretación y Teledetección
- Geodesia
- Mensuras
- Ordenamiento Territorial
- Sistemas de Información Territorial
- Topografía aplicada
- Valuaciones

Tecnologías Básicas

- Cartografía
- Derecho
- Dibujo Topográfico y Cartográfico
- Sistemas de información

- Sistemas de Medición Topográfica
- Teoría de errores

Ciencias y Tecnologías Complementarias

- Economía
- Elementos de Edificios
- Estudio y Trazado Especiales
- Formulación y evaluación de proyectos
- Geografía Física y Geomorfología
- Gestión Ambiental
- Seguridad del Trabajo y Ambiental
- Información Rural y Agrología
- Introducción a la Ingeniería
- Organización Industrial
- Planeamiento y Urbanismo

Ciencias Básicas de la Ingeniería

- Física: Electricidad, Electromagnetismo, Magnetismo, Mecánica y Óptica
- Informática: Fundamentos de Programación
- Matemática: Álgebra lineal, Cálculo diferencial e integral, Ecuaciones diferenciales, Geometría analítica, Probabilidad y estadística
- Sistemas de Representación”

Comentario del autor sobre este listado del Libro Rojo:

- Planeamiento y Urbanismo, y Cartografía, son Tecnologías Aplicadas (están mal encuadradas en el listado).
- Falta incluir entre las tecnologías Aplicadas: Hidrografía.

Definición de Agrimensura

En julio de 2020, la Academia Nacional de Agrimensura actualizó las definiciones de Mensura y de Agrimensura, agregando una detallada descripción de las Actividades del Agrimensor.

A continuación, se transcribe la definición de Agrimensura:

Profesión universitaria de grado regulada por el Estado y al servicio de la sociedad que, de acuerdo a la normativa legal vigente, posee actividades reservadas y exclusivas, que se concretan mediante la ejecución de actos de mensura por medio de los cuales se interpretan documentos alfanuméricos y gráficos e instrumentos portadores de actos jurídicos sobre inmuebles y objetos territoriales legales, a fin de definir sus límites y dimensiones, georreferenciarlos unívocamente, representarlos cartográficamente para su registración, certificación y publicidad en el registro público catastral.

Tiene competencias en la ejecución de mediciones directas e indirectas sobre el territorio, el posicionamiento geoespacial para establecer el marco geodésico de referencia, y la georreferenciación a elementos y hechos físicos y/o jurídicos, naturales o artificiales. Estos datos son registrados en sistemas de información territorial, como así también en documentos cartográficos y en sistemas de información geográfica, y se aplican para el ordenamiento territorial y ambiental, los avalúos, la seguridad jurídica inmobiliaria, el conocimiento integral del territorio y su geografía y la administración de los bienes y recursos naturales del Estado y de los particulares. Participa también en los estudios, proyectos y control de obras de ingeniería públicas y privadas. (Academia Agrimensura. 2020)

Referencias

Libros:

- Academia Nacional de Agrimensura. 2020. Recuperado de <https://academianacionaldeagrimensura.org/2020/07/27/definicion-de-agrimensura-y-las-actividades-del-agrimensor/>
- Recalde, José Martín. 1999. Evolución de la función social de la Agrimensura en el Río de La Plata. Consejo Profesional de Agrimensura, prov. Bs. As.
- Recalde, José Martín. 1998. Manuel Belgrano y la preocupación territorial en los albores de la patria. Consejo Profesional de Agrimensura, prov. Bs. As.
- Tonelli, José María. 2015. Rafael Hernández, el fundador de la Universidad de La Plata. CPA (Consejo Profesional de la Agrimensura, prov. de Buenos Aires).
- Vergés, Pedro. 1967. La Agrimensura y la formación de Agrimensores – 100 años de Agrimensura Argentina. UNLP.
- Vergés, Pedro. 1976. La iniciación de la enseñanza de las ciencias fisicomatemáticas y la creación del Departamento Topográfico. UNLP.

Normativas

- Ley De Educación Superior N°24.521 (L.E.S.) 1995. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/25394/texact.htm>

Res. M.E.N. 432/ 1987 . Recuperado de: [http://www.agrimensoreser.org.ar/index.php/featu-
res/incumbencias](http://www.agrimensoreser.org.ar/index.php/featu-
res/incumbencias) - <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/normas/2458.pdf>

Res. M.E.N. 1054/2002 . Recuperado de:

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1054-2002-79103/actualizacion>

<https://www.coneau.gob.ar/archivos/resoluciones/RM1054-02.pdf>

Res. M.E.N. 1254/2018 . Recuperado de:

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/310000-314999/310461/norma.htm>

Confedi, Libro rojo . Recuperado de:

https://www.ing.unlp.edu.ar/sitio/institucional/difusion/archivos/LIBRO_ROJO_DE_CONFEDI_estandares_de_segunda_generacion.pdf

CAPÍTULO 2

Agrimensura y Fotointerpretación en la UNLP

Como se mencionó anteriormente, Agrimensura fue una de las carreras fundadoras en la Universidad de La Plata. En 1903 se gradúan los primeros agrimensores.

La Universidad de La Plata nace como provincial, creada por Ley Provincial 2.333 promulgada el 2 de enero de 1890 (algunas actas refieren a fines de diciembre de 1889), sobre la base de su propuesta de fundación realizada por el Senador Agrimensor Rafael Hernández en junio de 1889. La inauguración pública de la flamante Universidad Nacional (la 3ra. del país, después de U.B.A. y U.N. Córdoba) acontece el 10 de abril de 1897. Rafael Hernández (hermano del autor del Martín Fierro), se graduó en la UBA en 1877 como Ing. Geógrafo, transformando tesis mediante su título al de Agrimensor.

La carrera se dictó inicialmente en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, hasta que entre los años 1968-71 (sic, pág. web de la Facultad) se crea la Facultad de Ingeniería y se dicta en ella desde entonces.

La carrera tuvo desde su creación tres años de duración, inicialmente con los primeros tres años de Ing. Hidráulico o Civil; luego con plan de estudios propio a partir de las primeras décadas del siglo XX. Anteriormente -es decir, hace más de 100 años-, la agrimensura era ejercida también por Ing. Civiles o Hidráulicos; costumbre que se prolongó demasiado ya que hasta el plan 1980 de estas Ingenierías, a los egresados de esas carreras se los habilitaba (más por costumbre histórica que por preparación académica) para hacer mensuras.

El último plan de estudios de Agrimensura con 3 años de duración fue el de 1966.

Fotointerpretación en la Facultad de Ingeniería UNLP

El plan 1966 fue reemplazado por el plan 1980 de 4 años de duración y Trabajo Final. En este plan de estudios (1980) se incorpora la asignatura Fotointerpretación como obligatoria en el 4to. año, con dictado anual como las demás asignaturas. Anteriormente, los contenidos de la técnica apenas se mencionaban en la asignatura "Fotogrametría".

En el plan de estudios 1988 todavía de 4 años y Trabajo Final, la asignatura Fotointerpretación es semestral y obligatoria, siempre en 4to. año, en este caso en 7mo. semestre (4to. año – 1er.

semestre). En este plan aparecen materias optativas, entre ellas Percepción Remota, de total correlación con fotointerpretación en el paso de técnicas analógicas o manuales, a técnicas digitales de análisis de imágenes. A partir del plan 2002, ya con la Ley de Educación Superior vigente y perfectamente definidos los alcances del título transformado en Ing. Agrimensor, Percepción Remota pasa a ser asignatura obligatoria de 4to. año (2do. semestre).

A partir del plan de estudios 2002, realizado bajo los preceptos de la L.E.S. y con el título de egreso unificado a nivel nacional como Ing. Agrimensor, la carrera pasa a tener 5 años de duración como todas las carreras de ingeniería del país, con un Trabajo Final incluido dentro de su currícula. La asignatura Fotointerpretación se mantiene como obligatoria, catalogada como Tecnología Aplicada, y se dicta siempre en el 7mo. semestre de la carrera. El nuevo plan de estudios 2018 también de 5 años de duración, mantiene la asignatura en el mismo semestre. Son asignaturas previas correlativas requeridas para los alumnos, las de Fotogrametría I (6to. Semestre, 3er. año), y Topografía II (3er. año) / Geomorfología (2do. Año)

El primer dictado de la asignatura data de 1984, por lo que lleva al presente (2020) 37 años consecutivos en la carrera Agrimensura/Ing. Agrimensor de la UNLP. Además del autor de éstas líneas quien lleva más de 20 años como Profesor Titular, otros docentes que han dictado y colaborado con las cátedras fueron: Agrimensores Arturo Urbiztondo, Cesar Romero, Walter Muriengo, Arturo Cabral, Malter Gianonni, Nicolás Alonso; Ing. Agrimensores Ignacio Doporto, Gonzalo Liaudat, Liliana Quispe Gutiérrez, Gonzalo Vázquez; Lics. en Geología Marta Deluchi, Javier Ulibarrena; ayudantes alumnos de Agrimensura Mariana Paiva, Anabella Gómez, Hernán Camps, Patricia Moyano, Silvina Pozo, Juan Zabala, Matías Pochat, Francisco Giorgetti, Juan Manuel Macías, y de Ing. en Agronomía Facundo Carricaburu - s.e.u.o.- A todos ellos va mi agradecimiento, con especial reconocimiento por su contribución en algunos textos que encuentran en este trabajo (Apuntes de Cátedra – Fotointerpretación), para el Agrimensor César Romero y la Lic. en Geología Marta Deluchi.

Referencias

Apuntes de cátedra – Fotointerpretación. Recuperado de www.ing.unlp.edu.ar/catedras/G0417

CAPÍTULO 3

¿Por qué Fotointerpretación en Agrimensura?

Se mencionaron en el Capítulo 1 rasgos de la historia de la carrera, formación y ejercicio profesional. Si bien desde 1929 se define que el ejercicio profesional lo habilitan los títulos universitarios, había muy diversas carreras y títulos, y el perfil profesional de cada carrera y universidad, eran el argumento para sostener el ejercicio profesional.

Desde 1980 las incumbencias profesionales de los títulos universitarios pasaron a ser definidos por el Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Para el caso de Agrimensura, la Resolución Ministerial #432 del año 1987. Se transcriben abajo las incumbencias profesionales (lo indicado en negrita en este texto, por cuenta del autor, con relación directa a la especialidad fotointerpretación).

Incumbencias Profesionales del Título de Agrimensor **(Resolución Ministerio de Educación de la Nación #432/87, Art. 3^{ro}.)**

- Realizar reconocimiento, determinación, medición y representación del espacio territorial y sus características.
- Realizar determinación, demarcación, comprobación y extinción de límites y líneas de ribera.
- Realizar determinación, demarcación, comprobación y extinción de jurisdicciones y políticas administrativas.
- Realizar determinación, demarcación, comprobación de hechos territoriales existentes y de actos posesorios y de muros y cercos divisorios y medianeros.
- Realizar por mensura la determinación, demarcación y verificación de inmuebles y parcelas y sus afectaciones.
- Estudiar, proyectar, dirigir, ejecutar e inspeccionar: divisiones, subdivisiones en propiedad horizontal, prehorizontalidad, desmembramientos, unificaciones, anexiones, concentraciones y recomposiciones inmobiliarias y parcelarias.
- Estudiar, proyectar, dirigir, ejecutar e inspeccionar levantamientos territoriales, inmobiliarios y/o parcelarios con fines catastrales y valuatorios masivos.
- Certificar y registrar el estado parcelario y los actos de levantamiento territorial.

- **Realizar e interpretar levantamientos planialtimétricos, topográficos, hidrográficos y fotogramétricos, con representación geométrica, gráfica y analítica.**
- **Realizar interpretaciones morfológicas, estereofotogramétricas y de imágenes aéreas y satelitarias.**
- Estudiar, proyectar, dirigir y ejecutar sistemas geométricos planialtimétricos y mediciones complementarias para estudio, proyecto, y replanteo de obras.
- Estudiar, proyectar, dirigir y aplicar sistemas trigonométricos y poligonométricos de precisión con fines planialtimétricos.
- Estudiar, proyectar, dirigir y aplicar sistemas geodésicos de medición y apoyo planialtimétricos.
- Realizar determinaciones geográficas de precisión destinadas a fijar la posición y la orientación de los sistemas trigonométricos o poligonométricos de puntos aislados.
- Realizar determinaciones gravimétricas con fines geodésicos.
- Efectuar levantamientos geodésicos dinámicos, inerciales y satelitarios.
- Estudiar, proyectar, ejecutar y dirigir sistemas de control de posición horizontal y vertical.
- Estudiar, proyectar, dirigir y ejecutar sistemas de información territorial.
- Elaborar e interpretar planos, mapas y cartas temáticas, topográficas y catastrales.
- Determinar el lenguaje cartográfico, símbolos y toponimia.
- Participar en la determinación de la renta potencial media normal y realizar la delimitación de las zonas territoriales.
- Participar en la tipificación de unidades económicas zonales e interpretar su aplicación.
- Participar en la formulación, ejecución y evaluación de planes y programas de ordenamiento territorial.
- Realizar tasaciones y valuaciones de bienes inmuebles.
- Realizar arbitrajes, peritajes, tasaciones, y valuaciones relacionadas con mensuras y mediciones topográficas y geodésicas, las representaciones geométricas, gráficas y analíticas y el estado parcelario.

Como se observa, la referencia a la fotointerpretación es clara, aunque algo inespecífica.

A partir de la aplicación de la L.E.S. (Ley de Educación Superior) N° 24.521 sancionada en 1995, las carreras universitarias cuyo ejercicio compromete el interés público de acuerdo a lo estipulado en el artículo 43°, deben cumplir con los requisitos de:

Contenidos curriculares básicos, carga horaria mínima, criterios de intensidad de la formación práctica, estándares para la acreditación de las carreras y actividades profesionales reservadas.

Estos requisitos se definen e instrumentan en la Resolución #1054 del año 2002. Se transcriben debajo los elementos más notorios en relación a nuestra asignatura y profesión (lo resaltado en negrita por cuenta del autor):

Res. M.E.N. 1054/02

Declárase incluidos en la nómina del **artículo 43°** de la Ley N° 24.521 **los títulos de Ingeniero Agrimensor** e Ingeniero Industrial.

“**Art. 2°** — Aprobar los contenidos curriculares básicos, la carga horaria mínima, los criterios de intensidad de la formación práctica y los estándares para la acreditación de las carreras correspondientes a los títulos consignados en el artículo 1°, así como la nómina de actividades reservadas para quienes hayan obtenido dichos títulos, que obran como Anexos”

I —Contenidos Curriculares Básicos—, II —Carga Horaria Mínima—, III —Criterios de Intensidad de la Formación Práctica —, IV —Estándares para la Acreditación— y V —Actividades Profesionales Reservadas— de la presente resolución.

Contenidos

- **Anexo I:** *(contenidos curriculares básicos para las carreras de ingeniería en agrimensura)*
 - Ciencias Básicas . . .
 - Tecnologías Básicas . . .
 - “Tecnologías Aplicadas: deben considerarse los procesos de aplicación de las Ciencias Básicas y Tecnologías Básicas para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas. A partir de la formulación de los problemas básicos de la ingeniería deben incluirse los elementos fundamentales del diseño, abarcando aspectos tales como el desarrollo de la creatividad, resolución de problemas de ingeniería, metodología de diseño, análisis de factibilidad, análisis de alternativas, factores económicos, ambientales y de seguridad, estética e impacto social. Las Tecnologías Aplicadas deberán formar competencias en: para el título de Ingeniero Agrimensor y títulos similares: Topografía, Agrimensura Legal, Catastro Territorial, Mensuras, Ordenamiento Territorial, Planeamiento y Urbanismo, Valuaciones, Geodesia, Cartografía, Fotogrametría, **Fotointerpretación**, y Teledetección y Sistemas de Información Territorial.”
 - Complementarias: . . .
- **“Anexo V-1:** *actividades profesionales reservadas al título de ingeniero agrimensor*
 - A. Realizar el reconocimiento, determinación, medición y representación del espacio territorial y sus características.
 - B. Realizar la determinación, demarcación, comprobación y extinción de los límites territoriales y líneas de ribera;

- C. Realizar la determinación, demarcación y comprobación de jurisdicciones políticas y administrativas; de hechos territoriales existentes y de actos posesorios; y de muros y cercos divisorios y medianeros.
- D. Realizar por mensura la determinación, demarcación y verificación de inmuebles y parcelas y sus afectaciones.
- E. Estudiar, proyectar, registrar, dirigir, ejecutar e inspeccionar: levantamientos territoriales, inmobiliarios y/o parcelarios con fines catastrales y valuatorios masivos; divisiones, subdivisiones en propiedad horizontal, prehorizontalidad, desmembramientos, unificaciones, anexiones, concentraciones y recomposiciones inmobiliarias y parcelarias.
- F. Certificar y registrar el estado parcelario y los actos de levantamiento territorial.
- G. Realizar e interpretar levantamientos planialtimétricos, topográficos, hidrográficos y fotogramétricos, con representación geométrica, gráfica, y analítica.**
- H. Realizar interpretaciones morfológicas, estereofotogramétricas y de imágenes aéreas y satelitarias.**
- I. Estudiar, proyectar, dirigir y ejecutar sistemas geométricos planimétricos y mediciones complementarias para estudio, proyecto y replanteo de obras.
- J. Estudiar, proyectar, dirigir y aplicar sistemas trigonométricos y poligonométricos de precisión con fines planialtimétricos.
- K. Estudiar, proyectar, dirigir y aplicar sistemas geodésicos de medición y apoyo planialtimétricos.
- L. Realizar determinaciones geográficas de precisión destinadas a fijar la posición y la orientación de los sistemas trigonométricos o poligonométricos de puntos aislados.
- M. Realizar determinaciones gravimétricas con fines geodésicos.
- N. Efectuar levantamientos geodésicos dinámicos, inerciales y satelitarios.
- O. Estudiar, proyectar, ejecutar y dirigir sistemas de control de posición horizontal y vertical y sistemas de información territorial.
- P. Elaborar e interpretar planos, mapas y cartas temáticas, topográficas y catastrales.**
- Q. Determinar el lenguaje cartográfico, símbolos y toponimia.
- R. Participar en la determinación de la renta potencial media normal y realizar la delimitación de las zonas territoriales.
- S. Participar en la tipificación de unidades económicas zonales e interpretar su aplicación.
- T. Participar en la formulación, ejecución y evaluación de planes y programas de ordenamiento territorial.
- U. Realizar tasaciones y valuaciones de bienes inmuebles.
- V. Realizar arbitrajes, peritajes, tasaciones y valuaciones relacionadas con las mensuras y mediciones topográficas y geodésicas, las representaciones geométricas, gráficas y analíticas y el estado parcelario.”

Entre las actividades resaltadas en negrita en este Anexo V, incisos G, H y P, **directamente relacionadas con la Fotointerpretación**, en forma similar a la Res. 432/87.

Se destaca ahora que la Fotointerpretación además de estar referida en las actividades de los incisos indicados, pasa a estar definida explícitamente en el Anexo I, integrando las Tecnologías Aplicadas, asignaturas específicas que forman al egresado y que justifican el otorgamiento de incumbencias profesionales.

Resolución del M.E.N. 1254/2018

Recientemente, la Res. 1254/18 establece que un subconjunto de las actividades descriptas, pasan a ser **Actividades Reservadas al título**, siendo las restantes Alcances Profesionales que al no afectar el interés público (Art.º 43 de L.E.S.) son definidos por cada Institución universitaria que dicta la carrera.

Actividades Reservadas (las que encuadran dentro del Art.º 43): Art. 17 y Anexo XIV. *Brevemente, son: las Mensuras, el Catastro, y la ejecución de Estados Parcelarios.*

- *ARTÍCULO 17.- Modificar la Resolución Ministerial Nº 1054 de fecha 24 de octubre de 2002, reemplazando el Anexo V-1 ACTIVIDADES PROFESIONALES RESERVADAS AL TÍTULO DE INGENIERO AGRIMENSOR por el Anexo XIV (IF-2018-06550375-APN-SECPU#ME) que forma parte integrante de la presente Resolución.*
- *ANEXO XIV ACTIVIDADES PROFESIONALES RESERVADAS AL TÍTULO DE INGENIERO AGRIMENSOR 1. Determinar y verificar por mensura límites de objetos territoriales legales de derecho público y privado, parcelas y estado parcelario, jurisdicciones políticas y administrativas, bienes públicos, objetos de derechos reales y de todo otro objeto legal de expresión territorial con la respectiva georreferenciación y registración catastral. 2. Certificar el estado parcelario. 3. Diseñar y organizar los catastros territoriales.*

Referencias

Ley De Educación Superior N°24.521 (L.E.S.) 1995. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/25394/texact.htm>

Res. M.E.N. 432/ 1987. Recuperado de <http://www.agrimensoreser.org.ar/index.php/features/incumbencias> - <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/normas/2458.pdf>

Res. M.E.N. 1054/2002. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-1054-2002-79103/actualizacion>

<https://www.coneau.gob.ar/archivos/resoluciones/RM1054-02.pdf>

Res. M.E.N. 1254/2018. Recuperado de

<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/310000-314999/310461/norma.htm>

Confedi, Libro rojo. Recuperado de

https://www.ing.unlp.edu.ar/sitio/institucional/difusion/archivos/LIBRO_ROJO_DE_CONFEDI_estandares_de_segunda_generacion.pdf

CAPÍTULO 4

Fotointerpretación en la carrera Agrimensura/Ing. Agrimensor, U.N.L.P.

Como se refirió en el capítulo anterior, la asignatura se dicta en 4^{to}. año (de los 5 años de duración de la carrera Ing. Agrimensor), 7^{mo}. semestre en los Planes de estudios 2002 y 2018.

Está tipificada como **Tecnología Aplicada** en los términos de la L.E.S. y la resolución M.E.N. 1054/2002, es decir contenidos obligatorios en el plan de estudios, ya que otorgan incumbencias profesionales.

Es notorio que prácticamente se encuentra en una instancia de la carrera, en la que los alumnos han superado todas las asignaturas básicas, y comienzan el tramo final con materias específicas en las que van definiendo sus preferencias o inclinaciones profesionales, ya que puede decirse que la totalidad de los que ingresan en esta etapa concluyen la carrera. Es decir, ya han visto y asimilado, ciencias básicas (Matemáticas – Físicas – Sistemas de representación) varias asignaturas complementarias, y algunas tecnologías aplicadas (Topografía, Geodesia, Fotogrametría, comienzos de Agrimensura Legal).

- *Correlativas previas*: Directa: Fotogrametría I (3^{er}. año), Indirectas (por árbol): Topografía II (3^{er}. año), Física II Topografía I, Geomorfología (2^{do}. año).
- *Correlativas posteriores*: Percepción Remota (4^{to}. año), Indirectas (por árbol): Sistemas de Información Geográfica (5^{to}. año)

En función de estos contenidos previos, los requerimientos de la especialidad, se diseñó el contenido del **Programa de la asignatura**, que se desarrolla en 80 hs totales (5hs semanales).

Programa de la asignatura Fotointerpretación

Objetivos

Aprovechar la completa información que ofrece la fotografía aérea y las imágenes satelitales, desarrollando técnicas de análisis e interpretación para sus aplicaciones: catastrales, viales, hidrológico-hidráulica, cartográficas temáticas y básicas, planeamiento territorial, agronómicas, relevamientos topográficos, relevamientos hidrográficos. Provee conceptos específicos con un conocimiento claro de su campo de aplicación general y particular en la Agrimensura.

Programa sintético

Bases disciplinarias y metodología de Fotolectura, Fotoanálisis y Fotointerpretación. Estereoscopía. Alcances y aplicaciones; ventajas y limitaciones de la técnica. Requisitos y condiciones para su práctica. Criterios de primer orden: tamaño, forma, posición relativa, tono o color, textura, pattern (patrón). Disciplinas básicas complementarias: hidrología, geomorfología, edafología, geología, agrología. Criterios de segundo orden: drenaje, vegetación, fisiografía, uso y ocupación del suelo, erosión. Elementos de gabinete y campaña. Correlación terrestre-aérea. Aplicaciones a la agrimensura: estudio de la propiedad inmueble, relevamientos de mejoras, control de evasión impositiva. Elementos de agrología y producción de la tierra libre de mejoras. Valuación rural y subdivisión. Aplicaciones en tareas topográficas, fotogramétricas, catastrales, trazados de obras. Conceptos de estabilidad geomorfológica. Representación del relieve. Estudio y relevamiento de un área mediante fotointerpretación. Explotación visual de imágenes satelitales. Realización de un trabajo de aplicación que involucre la toma de decisiones respecto de los materiales a emplear, criterios y conceptos, métodos, así como su presentación y justificación técnico-económica.

Programa Analítico

- La percepción remota. Sensores naturales y artificiales. Reseña sobre su evolución. El espectro electromagnético. El sentido de la vista. Estereoscopía. Importancia de su empleo en la fotointerpretación.
- La fotografía aérea. Productos de Aplicación habitual. Sitios y modos de consulta y adquisición.
- Fotolectura, Fotoanálisis y Fotointerpretación. Definición de sus alcances y aplicaciones. Conocimientos y condiciones necesarias que debe reunir el especialista en los distintos niveles.
- Criterios de la fotointerpretación. Descripción. Definiciones. Bases disciplinarias y metodológicas para su empleo. Criterios de primer orden, abstractos o fotográficamente puros: tamaño, forma, posición relativa, tono o color, textura, pattern. Objeto – estructura.
- Correlación con disciplinas básicas complementarias: geomorfología/geología, hidrología, edafología/ agrología.
- Estabilidad geomorfológica. Aplicación en esas ciencias. Puntos de contacto con la Agrimensura.
- Criterios de segundo orden: drenaje, vegetación, fisiografía, uso y ocupación del suelo, erosión.
- Las relaciones foto-cartográficas, objetivos y niveles de trabajos. Modelos perceptuales, planteos de hipótesis.
- Programación para el estudio y relevamiento de un área mediante fotointerpretación. Elementos básicos de gabinete y campo. Tareas preliminares de gabinete. Trabajos de correlación terrestre aérea (campaña).
- Tarea de gabinete definitiva.

- Fotointerpretación aplicada a la agrimensura: aplicaciones Catastrales (urbano – rural), revalúos rurales y subdivisión; Topográfico-Geodésicas; en Obras de Ingeniería, Trazados, Levantamientos hidrográficos.
- Planificación de tareas de campaña.; Cartográficos, en levantamientos Aero fotogramétricos, en actualización cartográfica, en cartas temáticas, curvas de forma; Otras aplicaciones, pericias, en evaluación de riesgos e impactos ambientales, inventarios.
- Análisis visual de imágenes satelitales. Nociones sobre su empleo y características particulares. Complementación con fotos aéreas.

Bibliografía

Textos de Consulta:

a) En Castellano:

- Strandberg Carl, Manual de Fotointerpretación.
- Carre F., Lectura y explotación de fotografías aéreas (tomos I y II).
- Chuvieco E. Fundamentos de teledetección espacial. Edit. Rialp, 1990 y actualizaciones.
- Graham Ron & Read Roger E., Manual de Fotografía Aérea, Ed. Omega.
- Scanvic, Teledetección Aplicada, Ed. Paraninfo.
- Fernández García, Felipe. Introducción a la Fotointerpretación, Ed. Prometeo Libros.
- Soeters R., Apuntes sobre la clase de geomorfología, CIAF. (Centro Interamericano de Fotointerpretación. Bogotá, Colombia)
- Van Es E., Geología básica para ingenieros. C.I.A.F.
- Romer, Fotogeología aplicada. Eudeba.
- Apuntes producidos por la cátedra.

b) En otros idiomas:

- Lillesand & Kieffer, Remote Sensing and Image Interpretation, Edit. Wiley.
- American Society of Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS), Manual of Photo-Interpretation.
- Lueder, Aerial Photo-Interpretation.
- International Society of Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), Actas de Congresos, Comisión VII.

c) Páginas web relacionadas.

Actividades prácticas

Gabinete: Trabajos prácticos con fotografías aéreas e imágenes satelitales. Fundamentalmente uso de estereoscopios de bolsillo, lupas y auxiliares. Cada práctica implica la presentación de una copia del material utilizado junto con el documento gráfico y texto de informe como representación del análisis realizado sobre el paisaje estudiado. Apoyatura con material cartográfico de diferentes procedencias.

Orden de los trabajos:

1. Introducción - Definiciones - Manipulación de Fotos Aéreas (2 hs);
2. Adquisición de Fotos Aéreas (4 hs);
3. Criterios de 1er. Orden (3 hs);
4. Drenaje y Criterios de 2do. Orden (4 hs);
5. Relieve-vegetación-accesibilidad (5 hs);
6. Unidades Foto mórficas (3 hs);
7. Catastro Urbano y Catastro Rural (6 hs);
8. Propuesta metodológica aplicación en Agrimensura. (3 hs);
9. Proyecto de Aplicación de la técnica (12 hs). Esta actividad involucra además exposición oral y discusión de criterios utilizados, incluye uso de imágenes de la web;
10. Análisis visual de imágenes satelitales, blanco y negro y falso color de diferentes escalas, con y sin realces, antiguas y actuales. (12 hs).
 - *Instrumental*: fundamentalmente estereoscopios de bolsillo y de espejos, lupas, cartas y mapas, en soporte impreso y/o digital. También se utilizan fotografías aéreas, foto índices, gráficos de recorridos, impresiones fotográficas y ploteos, de imágenes satelitales color y blanco y negro.
 - *Laboratorio*: 1, Visita a laboratorios fotográficos y de procesamiento de imágenes. (total, 6 hs).
 - *Uso de PC*: para elaboración de informes y/o consultas web.
 - *Trabajo de Campo*: salida por los alrededores de la ciudad, con material fotográfico a escalas medianas y grandes, para individualizar accesibilidad, elementos de referencia, cambios producidos, puntos de control, obstáculos para aplicación de técnicas de relevamiento, correlación terrestre-aérea, distorsión vertical de la visión estereoscópica, control de mapeo. (4 hs). Con imágenes impresas y navegador GPS.

Metodología de la Enseñanza

La materia se aborda introduciendo al alumno en los principios básicos de la fotointerpretación, conociendo en modo gradual los elementos y herramientas que tendrá que utilizar para aplicarla. El análisis del paisaje y los elementos que lo componen, interactúan con el medio y a través de éste se encuentran gran cantidad de puntos de aplicación vinculados a la Agrimensura. La introducción en la aplicación se hace a través de clases orales, con adecuados soportes

bibliográficos e informáticos, ilustrando con muy amplia variedad de imágenes aéreas, fotos e imágenes satelitales. Entre los recursos habituales para el dictado teórico (con adecuada cantidad de ejemplos prácticos), se utilizan presentaciones *PowerPoint*, filmas, vídeos. Dado que esta asignatura requiere fundamentalmente entrenamiento práctico, se fija un horario de consulta adicional para utilizar material y recursos del Departamento. Se dispone una buena cantidad de apuntes realizados para esta asignatura, que ha sido parte elaborado por la Cátedra y parte tomado de la bibliografía recomendada; los apuntes son revisados, actualizados y ampliados en forma regular. A continuación de las clases se tratan temas prácticos que están ordenados según una rutina de procedimiento, asociada a las técnicas de análisis e interpretación de imágenes. Una vez adoptada la técnica de análisis, se realizan prácticos específicos de aplicación en distintas ramas de la Agrimensura. Una vez asumidas las metodologías de manipulación del material, se utiliza la misma en algunas clases con computadora personal, internalizando ventajas e inconvenientes de cada método. La modalidad de dictado es teórico-práctica, por lo que ambas actividades se realizarán en forma simultánea y coordinada, para lograr un aprendizaje más eficiente. Las prácticas son supervisadas por personal auxiliar docente, de modo de verificar la adecuada realización de las ejercitaciones. Como parte complementaria de las aplicaciones esperadas, se realiza un Proyecto que contemple diversos enfoques de la técnica, que debe ser expuesto en clase, con apropiados elementos de soporte. Esta exposición es parte del requerimiento de formación en expresión oral y escrita que resulta en la completa formación profesional.

Sistema de evaluación

El régimen de evaluación contempla dos modalidades diferentes de aprobación de la materia:

- 1) promoción directa, cuya nota final estará comprendida entre 6 y 10;
- 2) promoción por examen final, cuya aprobación requerirá de una calificación entre 4 y 10 puntos.

Se realizan durante el curso dos evaluaciones: la primera hace hincapié en los aspectos conceptuales y metodológicos de la técnica; la segunda contempla la adecuada aplicación en problemas de agrimensura, e incluye dentro de la misma al Proyecto que debe ser presentado como tal y expuesto y defendido en forma verbal. La duración de los exámenes parciales teórico-prácticos, está prevista en 4 hs. El Proyecto de Aplicación se realiza en grupos de entre 2 y 4 alumnos.

Material didáctico

La cátedra ha realizado apuntes y guía de trabajos prácticos (metodología del t.p.) que se encuentran disponibles en la página web.

Temas:

- Introducción - Definiciones - Adquisición de Fotos Aéreas.

Principios básicos.

- Criterios de 1er. Orden: Tono/Color, Textura, Tamaño, Factores Asociados.
- Drenaje y Criterios de 2do. Orden: relieve, erosión, vegetación.
- Aplicaciones en topografía, accesibilidad.

- Unidades Fotomórficas (pmu's).
- Aplicaciones en Catastro Urbano y Catastro Rural.
- Proyecto de Aplicación de la Técnica.
- Introducción al análisis visual de imágenes satelitales.
- Secuencia aplicación en Agrimensura.
- Análisis de la Vegetación.
- Reglas de Oro de la Fotointerpretación (traducción).
- Secuencia Mapeo Temático.
- Drenaje.

Otro grupo de material soporte bibliográfico vinculado al tema, está agregado en la página de la cátedra en el ítem “Lecturas web”.

Instrumental: fundamentalmente estereoscopios de bolsillo y de espejos, lupas, cartas y mapas, en soporte impreso y/o digital. Se trabaja fundamentalmente sobre fotos aéreas métricas estereoscópicas a eje vertical, también se utilizan, foto índices, gráficos de recorridos, impresiones fotográficas y ploteos, de imágenes satelitales color y blanco y negro.

Actividad Laboratorio-Campo

Se visualiza in situ el proceso de planificación de vuelo, cámaras métricas, tomas de vista, aviones y laboratorio fotográfico completo con una visita a la Base Aeronaval Punta Indio. En la misma campaña según disponibilidad, se realizan correlaciones entre foto aérea y el terreno, y posicionamiento satelital.

Trabajos Prácticos que se desarrollan durante el curso semestral

| TP # | Denominación |
|------|---|
| 1 | Manipulación de Aerofotogramas |
| 2 | Criterios de Primer orden: Tono – Textura - Pattern |
| 3 | Método P.M.U. |
| 4 | Drenaje (1) |
| 5 | Drenaje (2) – Curvas de forma. |
| 6 | Catastro urbano - Aplicación |
| 7 | Valuaciones rurales - Uso del suelo agrícola - Aplicación |
| 8 | Análisis visual de imágenes satelitales |
| 9 | Proyecto de aplicación (en equipo) - Aplicación |

- Los trabajos 1 a 5 se desarrollan durante la 1^{er}. mitad del semestre: *Conocimiento de la técnica.*
- Los siguientes, incluido el “Proyecto”, en la 2^{da}. mitad: *Aplicaciones de la técnica.*

Algunas referencias complementarias en el curso, Teórico/Prácticas:

| TEMA | Fuente /referencia | En Anexos |
|---|---|-----------|
| Vídeo de aplicación en inteligencia | Documental History <i>Channel</i> / usos en vigilancia-es-pionaje; ejemplos varios, incluida referencia a crisis de los misiles en Cuba | NO |
| Reglas de Oro | Cuerpo de fotointérpretes de U.S.A. / actitud del intérprete que utiliza la técnica – recomendaciones - resultados. | SI |
| PMU's (Método de las Unidades Fotomórficas) | Apunte de Posgrado en hidrología en Europa. / Método de análisis, homogeneización de criterios. | SI |
| Visita técnica | Contenido informe visita Base Punta Indio. Propia (Cátedra). | SI |

Referencias

Página web de la carrera en la Fac. Ing. UNLP: Recuperado de https://www.ing.unlp.edu.ar/ingeniero_agrimensor

SEGUNDA PARTE

Fotointerpretación o Análisis visual de imágenes

CAPÍTULO 5

Fotointerpretación (o Análisis Visual de imágenes)

Fotointerpretación

Una Definición

La **Fotointerpretación** es una técnica mediante la cual se detectan, identifican, y separan o clasifican, los objetos o fenómenos de la superficie terrestre, utilizando procesos y criterios lógicos de interpretación sobre fotografías aéreas o imágenes satelitales, obteniendo información útil.

La extracción de la información que contienen las imágenes aéreas es la esencia, la tarea principal de la fotointerpretación. Por medio del descifrado de éstas se pueden obtener conocimientos muy variados sobre el terreno observado.

Los registros bajo análisis pueden estar en diferentes soportes:

- a) Copias fotográficas, ploteos o similar: habitualmente denominadas *hard copy* (copia “dura”, es decir copia física). Principal característica: escala definida, representación no modificable. Podrá ser analizada con o sin ayuda de equipos auxiliares (estereoscopios, lupas, etc.) En este caso suele referirse como análisis manual o analógico (por contraposición al análisis digital, que utiliza equipos informáticos.)
- b) Copia digital o “virtual” (*soft copy*), se visualiza en la pantalla de la computadora. Si bien las técnicas de análisis visual son aplicables, resulta frecuente que puedan manipularse las escalas de visualización y la representación de contrastes y colores.

Otros comentarios sobre la técnica

La fotointerpretación es un método de investigación que a través de las fotografías aéreas permite deducir e identificar las características de los objetos y del área fotografiada. Junto con la fotointerpretación, surge la fotogrametría o sea la ciencia y técnica de obtener medidas de gran precisión a partir de la captación de fotografías aéreas o terrestres tomadas bajo ciertas condiciones.

Entonces la fotointerpretación forma parte de un vasto campo de métodos sensoriales remotos, es decir aquellos que permiten estudiar el objeto sin estar en contacto directo con él.

Inserción en la Percepción Remota

Definición global:

Sistema de obtención de información sobre un objeto, área o fenómeno, a través del análisis de los datos adquiridos por un dispositivo que no está en contacto físico con el objeto, área o fenómeno bajo observación.

Ejemplos:

- variaciones de la distribución de fuerzas (gravímetros).
- variaciones de la distribución de ondas acústicas (sonar).
- variaciones de la distribución de energía lumínica (vista).

Definición Específica

Sistema de adquisición, tratamiento, procesamiento e interpretación de datos que se han obtenido en el espectro electromagnético. Estos datos dan información sobre objetos terrestres u objetos que se encuentran en la superficie terrestre, y son obtenidos sin estar en contacto físico, desde plataformas en movimiento.

Otra Definición de P. Remota

Es la técnica que permite obtener información confiable de objetos físicos y del medio ambiente a partir de procedimientos de registro, medición e interpretación realizados sobre imágenes de estos.

Como puede concluirse, pese a que el desarrollo de la fotointerpretación o análisis visual de imágenes ha sido anterior al concepto global de percepción remota, está implícita y explícitamente dentro de la ésta última.

Consideración conceptual

Como se verá más en detalle, unos de los requisitos para la aplicación de la técnica (el análisis visual o “manual”) es el conocimiento del modo en que fue generado u obtenido el registro (fotográfico o digital) que está bajo análisis.

Buena parte del desarrollo del conocimiento se basa en el análisis estereoscópico de la foto aérea a eje vertical, proveniente de levantamientos fotogramétricos. Debido a que en el plan de estudios de la carrera (como se ha visto en capítulo anterior), la asignatura fotogrametría es previa a ésta, no se desarrollan aquí temas inherentes a esa especialidad en cuanto a modalidad de captura y tipos de registros, que básicamente se dan por sabidos y se aplican en el desarrollo del curso.

Por otra parte, la asignatura Percepción Remota que se imparte en el semestre siguiente, se ocupa de los medios de captura satelitales y el procesamiento digital de imágenes, no se incluyen en este texto esos contenidos por formar parte de otro curso, necesariamente posterior al desarrollo de la técnica de fotointerpretación.

Breve Reseña Histórica

La historia de la Percepción Remota comenzó hace unos 600 millones de años, cuando alguna forma inferior de vida animal diferenció algunas de sus células, volviéndolas fotosensibles. También durante millones de años dicho rudimento fotosensible evolucionó convirtiéndose en un poderoso y sofisticado sensor, el ojo humano (ver en anexo). Este tuvo un imitador mecánico o artificial: la cámara fotográfica, que hizo su aparición hace algo más de un siglo y que fue muy mejorada durante la década de 1930 (principalmente por J. N. Niepce y L. M. Daguerre) para ser aplicada luego a la fotografía aérea. La Segunda Guerra Mundial dio un gran impulso a la fotografía aérea, así como a otras formas de percepción remota. Sin embargo, el "salto cuántico" en esta disciplina se produjo en la década de 1960 cuando las plataformas satelitales reemplazaron a las aéreas y los sensores electrónicos multiespectrales, acoplados a computadoras, reemplazaron las cámaras fotográficas.

Algunos hitos:

- 1859 - Félix de Tournachon (Francia) toma las primeras fotos aéreas desde un globo cautivo.
- 1903 - Julius Neubronne patenta una cámara para pecho de palomas.
- 1909 - Wilbur Wright (EEUU) adquiere la primera foto aérea desde un avión, en Centocelli, Italia.
- 1915 - Desarrollo de la primera cámara aérea, con fines bélicos.
- 1931 - Stevens desarrolla una película (en blanco y negro) sensible al infrarrojo.
- 1934 - Se funda la actual A.S.P.R.S.
- 1944 - 2^{da}. guerra mundial, desarrollo de películas infrarrojas y el radar.
- 1946 - Primer fotografía espacial desde un cohete V-2
- 1957 - Comienza la era espacial con el lanzamiento del Sputnik, por U.R.S.S.
- 1960 - Primer satélite meteorológico, TIROS (N.O.A.A., EEUU).
- 1962 - Crisis de los Misiles (Cuba – EEUU), el equipo de fotointérpretes norteamericano juega un rol decisivo ante un posible conflicto bélico nuclear a nivel mundial.
- 1965 - Misiones Géminis y Apolo (NASA, U.S.A.), con cámaras fotográficas.
- 1969 - Misiones Apolo y Skylab primeras fotos multiespectrales y de resolución métrica variable.
- 1972 - Lanzamiento del satélite Landsat (entonces llamado ERTS) primero con registros no fotográficos.
- 1986 - Lanzamiento del primer satélite de observación terrestre comercial, SPOT (C.N.E.S., Francia). 1995: múltiples sistemas comerciales de relevamiento: Landsat, Spot, ERS-1 (E.S.A. – Agencia Espacial Europea), JERS-1 (Japón), LISS (India), Resours (Rusia).
- 1996 - Lanzamiento SAC B (Argentina).
- 1997 - CONAE instala en Falda del Cañete (Córdoba) antena para recepción de datos satelitales, brindándolos abiertamente a la comunidad científico-educativa-empresarial del estado argentino.

- 1999 - Ikonos (resolución espacial de 1m en pancromático) .
- 2000 - Primer satélite argentino para percepción remota: SAC-C, más de 12 años de vida útil.
- 2005 - Google masifica el acceso a vistas satelitales de todo el planeta, a través de Google-Earth.
- 2002 - Terra /Aster – Modis (USA - Japón) .
- 2004 - Envisat -1 (ESA). Decenas de programas de observación operativos. Argentina con proyectos internacionales; SAC – D /Aquarius.
- 2018 - SAOCOM 1 A - radar SAR banda L (argentino)

Componentes macro del Sistema

Consideramos que existen dos grandes partes para la obtención de los registros:

- 1) El vehículo/plataforma, y
- 2) El instrumento / “cámara”.

Ambas partes han tenido desarrollos tecnológicos sostenidos e impactantes por igual en la técnica. Los desarrollos en las aplicaciones se centraron en el aprovechamiento para obtener información principalmente con fines bélicos (grandes desarrollos de la técnica en las dos guerras “mundiales”, y luego en la “guerra fría” todas del siglo XX), y afortunadamente la potencialidad de la herramienta se utilizó muy eficazmente en períodos de paz para su aplicación dilatada en las ciencias de la Tierra, entre las que encontramos a la Agrimensura.

Por otra parte, la técnica de extracción de información de los registros, se ha sustentado históricamente en la habilidad humana de interpretarlos, utilizando herramientas de apoyo que también evolucionaron. Al inicio la explotación de las imágenes era exclusivamente analógica sobre los mismos registros/imágenes impresas. El advenimiento de los registros digitales junto con el desarrollo de las computadoras fue aplicando los criterios de interpretación a algoritmos matemáticos que facilitarían la detección, separación y clasificación de los registros sobre la superficie terrestre. En la actualidad, donde predomina la utilización de imágenes “virtuales”, sobre la pantalla de una computadora o teléfono celular, el análisis visual suele minimizarse y desconocerse, y por ello ser desaprovechado por falta de formación específica. Debe ser entendido que los medios y herramientas auxiliares de extracción de información, no proveen en sí mismos capacidad de análisis o inteligencia, es decir, la formación del operador es fundamental para el uso de la técnica en forma provechosa y eficiente.

Aplicaciones

La observación aérea y desde el espacio ha ido aumentando sus usos y aplicaciones en forma exponencial.

En otro capítulo ampliaremos sobre las Ciencias de la Tierra y en particular para Agrimensura.

A medida que se desarrollaban las técnicas de capturas fotográficas (inicialmente con métodos fotográficos ó “químicos”, más recientemente con métodos digitales), los

conocimientos de la óptica, los tipos de energías utilizables, y las plataformas aéreas, cada vez más las fotos aéreas e imágenes satelitales han sido requeridas para cualquier tipo de aplicación que involucre cartografiar el territorio. En particular, en los tiempos de guerra se han desarrollado y potenciado capacidades de adquisición de datos que han resultado decisivas en la historia de la humanidad a partir del 1er. conflicto bélico de escala “mundial” y hasta el presente. A este tipo de utilización suele denominársele vigilancia, patrullaje, espionaje, o términos similares. Las dos grandes potencias mundiales surgidas con posterioridad a la 2da. guerra “mundial” USA y URSS hicieron denodados esfuerzos y desarrollos que desde lo armamentista (fuerza) y la estrategia (inteligencia) intentaron inclinar la balanza mundial entre concepciones opuestas. Durante la “guerra fría”, período que puede situarse entre 1945 (bombas atómicas) y 1989 (caída del muro de Berlín), la carrera espacial iniciada por Rusia en octubre de 1957 abrió un camino que incidió directamente en la teledetección. Muchos episodios que pudieron haber desencadenado el temido y posiblemente apocalíptico 3er. conflicto mundial, fueron (y son) resueltos a través de los intérpretes de fotografías e imágenes (y otros tipos de registros que actualmente exceden las imágenes y tienen que ver con el tráfico de información, por ejemplo). En particular, la posibilidad del conflicto último tuvo un pico en octubre 1962 con el episodio denominado “Crisis de los Misiles en Cuba”, motivo posterior de libros y películas, documentales y ficción, en las que los papeles de los fotointérpretes de aplicaciones militares trascienden a la población. Con relación a esta actividad, que no está en el alcance de este texto profundizar, hacemos una referencia sobre los fotointérpretes y su función, que se agrega en un texto en Anexos.

Hoy toda esta tecnología, forma parte de nuestra vida cotidiana a través de múltiples tipos de imágenes que fueron libradas al uso civil, al haber equipos mucho más sofisticados que por su aplicación de uso militar o estratégico se mantendrán dentro del secreto de estado de cada propietario.

Seguimiento

Hemos desarrollado sumariamente la descripción de la actividad y su objetivo, es decir “Qué Haremos”.

En el próximo paso relataremos “Quiénes lo Haremos” / Factor Humano. Es decir, características que deberían poseer las personas que utilizan la técnica, denominados fotointérpretes.

En el paso siguiente describiremos “Cómo lo Haremos”, criterios y procesos que nos permiten llegar al objetivo de transformar los datos (imágenes) en información útil. Metodología de desarrollo de la técnica.

Método propuesto

El desarrollo del conocimiento del análisis visual, puede hacerse por diferentes caminos. En particular, la utilización de imágenes impresas (principalmente fotografías aéreas de eje vertical, provenientes de vuelos fotogramétricos) y su interrogación estereoscópica, contribuye a desarrollar una de las cualidades que debe tener obligatoriamente un/a fotointérprete:

paciencia. Por esta razón, aún con conocimientos especializados sobre el tratamiento digital de imágenes, se ha optado por continuar desarrollando el curso basándonos en herramientas analógicas tradicionales.

Características del fotointérprete

Generalidades

Iniciamos el trabajo de interpretación visual haciendo referencia al medio que dio origen al desarrollo de la técnica, las fotografías métricas a eje vertical, en escala de grises (denominadas también, fotografías en blanco y negro, o B&N).

Por diversas razones, es todavía muy útil continuar utilizando este tipo de material, para desarrollar la habilidad de interpretar imágenes de forma tradicional, sobre registros impresos, principalmente fotográficos. En la literatura inglesa se hace referencia al trabajo sobre *hard copy* (copia “dura” o copia materializada, por contraposición al archivo en soporte virtual *soft copy*).

El fotointérprete inicia su labor sobre un registro que posee una determinada escala, es decir una región de la superficie terrestre (expresable en km² o ha.) registrada sobre unos pocos dm². Entonces el primer paso del analista es conocer o determinar la escala del registro, relación geométrica entre el terreno y su representación. *Respecto de la escala:* también denominada “escala media” o “escala aproximada”; la escala no es constante ni uniforme. La imagen fotográfica está afectada por las deformaciones geométricas entre otras cosas por ser una proyección central: desplazamiento debido al relieve, desplazamiento debido a la inclinación de la cámara en el momento de la toma fotográfica, distorsión de las lentes, y una serie de deformaciones menores como, por ejemplo: cambios dimensionales por tensión o variación de temperatura y humedad. Luego podrá profundizar al respecto sobre si toda/s la/s imágenes que está observando tienen la misma escala. En fotogrametría convencional a eje vertical, la escala media de los fotogramas puede determinarse en función de la distancia focal de la cámara y la altura media de vuelo sobre el terreno.

Un segundo elemento pasa a ser requerido: sitio, emplazamiento geográfico, lugar, región. Este requisito involucra comenzar a agregar información que dispone el analista y que podría no ser distinguible a partir del registro. Relacionado con los **Niveles de Referencia**, global y local. Un analista podría prescindir de disponer este dato, y aun así realizar su labor, pero su trabajo estaría incompleto.

El tercer elemento sobre el material bajo estudio está relacionado con su fecha de captura. Muchas veces es imperioso conocerla; otras, podrá no disponerse con precisión y solamente se harán hipótesis al respecto en función de elementos externos al material.

Como requisito básico, una vez avanzado sobre los elementos macro recién indicados, es el conocimiento de cómo se formó la imagen. Condiciones de adquisición en la toma o captura del dato, y procesamiento que siguió el material hasta llegar a sus manos.

Por ello, haremos referencia al material fotográfico antes mencionado, ya que los desarrollos posteriores, que involucran obtener imágenes en soportes digitales, múltiples canales espectrales algunos muy alejados físicamente de la información provista por los sensores “ópticos”, y sobre todo la manipulación digital de estos registros, hacen de ésta otra especialidad habitualmente denominada “interpretación digital”. Esta última, lleva asociada inevitablemente, etapas de análisis visual, que muchas veces se minimizan o se desconocen, ocasionando errores desde menores a gravísimos pese a la potencia de la herramienta informática.

Requerimientos del interprete

Requisitos de Habilidad Mental y Agudeza Visual.

- Un fotointérprete requiere condiciones físicas que le permitan una fácil visión binocular y buena visión cromática. – *Agudeza Visual*
- Su tarea se verá además afianzada si posee o desarrolla las aptitudes de *observación aguda y minuciosa* de las imágenes, y las de una aplicación equilibrada de ***imaginación, paciencia y juicio***. – *Habilidad mental*

Etapas de la interpretación.

Se distinguen o reconocen tres niveles, de complejidad creciente:

- **Fotolectura:** Lectura de fotogramas; se refiere al **reconocimiento e identificación de objetos** (edificios, caminos, límites de predios, vegetación, etc.) y su **posición relativa**.
- **Fotoanálisis:** Proceso de **separar y analizar las partes que componen un todo y establecer su interrelación**, con el fin de identificar el elemento estudiado basándose en las características de sus componentes individuales. Se obtienen algunas conclusiones cuantitativas o semicuantitativas por el estudio del tamaño y otras características métricas directamente visibles en la fotografía. P.ej. además de identificar un camino, éste puede ser clasificado de acuerdo a su tipo, ancho, capacidad, red vial de pertenencia.
- **Fotointerpretación:** Comprende los procesos anteriores, pero además **incluye un estudio detallado de los elementos que aparecen en las imágenes a fin de llegar a una correcta evaluación de los mismos, mediante un estudio deductivo o inductivo**. Deducción se refiere aquí como el estudio que **de lo general lleva a lo particular basándose en evidencias convergentes**, mientras que en el método inductivo de lo particular se llega a lo general.

Análisis visual

La finalidad de la interpretación visual, es interpretar la realidad del paisaje de la superficie terrestre. Aquí es importante definir tres conceptos: Interpretar, Identificar y Paisaje.

- *Paisaje*: Existen diferentes acepciones del término paisaje, según la disciplina que lo defina (geografía, ecología, arquitectura, etc.), pero todas las definiciones tienen en común, lo siguiente: “Es una unidad constituida en un espacio con características morfológicas y funcionales similares en función de una escala y una situación o localización”.
- *Identificar*: Según la RAE: Reconocer si una persona o cosa es la misma que se supone o se busca.
- *Interpretar*: Explicar acciones, dichos o sucesos que pueden ser entendidos de diferentes modos.

Contexto

Debe tener presente al menos tres consideraciones de importancia:

- La observación o vista se realiza desde arriba hacia a la Tierra (perspectiva poco familiar a priori, ya que habitualmente miramos hacia el horizonte: → “cambio de Perspectiva”).
- Se realizan registros de radiaciones electromagnéticas que exceden las longitudes de onda del espectro visible (→ no estamos viendo lo que estamos acostumbrados a ver, se expande la visión biológica).
- Infrecuentes modos de vista en escalas y resoluciones (los objetos adquieren extrañas formas y apariencias respecto a lo que estamos acostumbrados).

Niveles de referencia

Para quienes trabajan con fotografías aéreas e imágenes satelitales, es necesario construir un nivel de referencia de conocimientos elementales sobre las técnicas de interpretación, entender los procesos de detección, reconocimiento e identificación, y conocer las limitaciones y posibilidades de la herramienta imagen empleada.

Son necesarios en la formación de este nivel, entre otros, algunos conocimientos de (geo)morfología de la superficie de la tierra.

De la misma manera, es necesario tener el conocimiento sobre vegetación, usos del suelo, y aspectos antropogénicos o elementos culturales.

Del mismo modo, serán requisito conocimientos de física para reconocer las imágenes de los objetos producidas por diferentes cámaras e instrumentos. (Conocimiento del sistema de captura, ver: «principios básicos»).

Solemos reconocer al menos dos diferentes Niveles de Referencia:

- Conocimiento del tema de su interés (agrimensura, geología, foresta, vigilancia, ...→ nivel de referencia general)
- Conocimiento de la región geográfica (nivel de referencia local)

Algunos autores agregan un tercer nivel de referencia, "Específico".

Tareas de la Interpretación de imágenes

Implícito en la definición y en las etapas de interpretación, se encuentran las tareas a desarrollar:

- Clasificación. La clasificación en fotointerpretación principalmente se hace sobre bases hipotéticas, producidas por los aspectos de los objetos o elementos que aparecen en la imagen y que son interpretados por un individuo con cierta cantidad y clase de conocimientos. Pueden reconocerse tres niveles:
 - Detección
 - Reconocimiento
 - Identificación
- Delineación. Marcar e identificar las regiones y LÍMITES entre clases y objetos.
- Enumeración. Listado de clases y elementos reportados / reconocidos / separados.
- Medición:
 - Posicionales y espaciales (ubicación / coordenadas, longitudes absolutas / relativas, superficies absolutas / relativas).
 - Intensidades (fotometría).

Principios Básicos

- Una imagen es una representación fotográfica / analógica del paisaje terrestre.
- La imagen está compuesta por patrones indicadores de rasgos y eventos que reflejan las características físicas, biológicas y culturales de la superficie terrestre, para un instante determinado.
- Es requisito del análisis conocer cómo se formó la imagen estudiada.
- Patrones similares en ambientes similares representan condiciones similares y diferentes patrones representan diferentes condiciones.
- El tipo y cantidad de información que puede ser obtenida de una imagen es proporcional al conocimiento, experiencia, habilidad del intérprete, la eficiencia del método usado y el conocimiento de las limitaciones del sistema.

Estereoscopia

Estereoscopia: del griego: *stereos* = sólido, y *skopein* = mirar; sería la capacidad humana de observar o reconocer sólidos o volúmenes, término que actualmente utilizaríamos como vista en 3D (tres dimensiones: largo, ancho y alto), en contraposición con la vista en un plano (sólo 2D).

Se incluye la visión estereoscópica como un requisito muy conveniente de habilidad visual que debe poseer un Fotointérprete. Es un fenómeno fisiológico no completamente definido y puede suceder que una persona con visión normal tenga ciertas dificultades para obtener la visión tridimensional mediante la estereoscopia, lo que generalmente supera con entrenamiento adecuado.

La estereoscopia en la interpretación de fotos aéreas es casi indispensable y consiste en la percepción de las tres dimensiones a partir de la observación de un par de fotos aéreas que contienen imágenes de una misma zona tomadas desde puntos distintos y que reúnen condiciones como: escalas similares, rumbo constante del avión relación base de toma (B)/altura de vuelo (Z) dentro de ciertos límites, etc. Por ejemplo, $0,02 < B/Z < 2$. En el primer caso (B/Z cercano a 0,02), un par estereoscópico tendría muy poca diferencia entre sus fotos integrantes; mientras que, en el otro extremo, las dos fotos serían muy diferentes, imposibilitando el proceso de reconocimiento por parte de nuestra mente. Un rango de valores usuales y apropiados de B/Z sería entre 0,5 y 1,5; el extremo menor es cercano al que utiliza la foto aérea de eje vertical, mientras que el extremo mayor suele lograrse con al menos una de las dos tomas de vista oblicua.

Para facilitar la visión estereoscópica y a la vez aumentar el tamaño aparente de los objetos observados, se suelen emplear instrumentos auxiliares como los estereoscopios, ya sean de bolsillo o de espejos, o también instrumental fotogramétrico. Ellos permiten observar un sector de una fotografía o su totalidad con uno de los ojos, mientras con el otro se observa otra fotografía o el sector homólogo, lo que posibilita transformar las direcciones convergentes de la visión binocular natural (en que las líneas resultan paralelas para un punto ubicado en el infinito y convergen en la medida en que el objeto se encuentra más cerca del observador) en paralelas, porque el enfoque de los ojos se coloca en infinito, merced al uso de las lentes, pese a que las fotos se encuentran a pocos centímetros de los ojos. (10 a 12 aproximadamente en los estereoscopios de bolsillo.)

A fin de permitir trabajar prolongadamente con el mínimo de fatiga visual, los estereoscopios deben poseer buenas cualidades ópticas, tales como: idéntico aumento en ambos oculares (los oculares son en general lentes acromáticos compuestos por dos cristales pegados; uno plano hacia el ojo y otro convexo hacia la fotografía), escasa distorsión para que no se deforme el relieve que se percibe, facilidad de su empleo en función del fin que se persigue (utilización en el campo o en gabinete, examen de parte del par o de su totalidad simultáneamente, etc.)

Cada tipo de estereoscopio presenta sus "pro" y sus "contra", los que son evaluados por los alumnos/as a través de su uso en la realización de los trabajos prácticos que se desarrollan.

Respecto a los estereoscopios de uso habitual, debe tenerse noción, por un lado, de los aumentos o rango de magnificación:

Para los de bolsillos un factor frecuente de ampliación es 2 (dos) veces, (“2 X”); pueden encontrarse algunos con rango 4 X, pero tienen como dificultad la menor distancia entre el estereoscopio y las fotos, lo que dificulta su utilización para trazado de líneas bajo los mismos.

Para los de espejos, los rangos de aumento son: 1 X (sin ningún elemento de ampliación), 1,5 X (con lupas sobre los prismas), 4 X (con binoculares). Las aplicaciones entre extremos son: 1 X, se visualiza todo el modelo estereoscópico simultáneamente; mientras que con 4 X el sector bajo estudio resulta más pequeño.

Otro elemento que debe tenerse siempre presente al trabajar con visión estereoscópica asistida por equipos, es la **Exageración Vertical**, o cambio de escala del plano vertical de elevaciones respecto del terreno observado. (para estereoscopios de espejos este valor puede fluctuar entre 2 y 4 veces, distorsión o mayor escala vertical respecto de la horizontal).

Ejemplo: Exageración vertical estereoscópica (E_v)

Si H es la altura de vuelo sobre el terreno y B es la base aérea o distancia entre dos exposiciones consecutivas, b es la base del estereoscopio (distancia entre los oculares del estereoscopio) y d la distancia de visión del observador (desde los oculares a las fotos), tendremos que:

$$E_v = \left(\frac{B}{H}\right) * \left(\frac{d}{b}\right) \rightarrow \text{aprox}$$

Para que no exista exageración del relieve se tiene que cumplir que $B/H=b/d$ (orto estereoscopia).

Estrategias del Fotointérprete

“Procedimientos disciplinares que habilitan al Fotointérprete para relatar patrones geográficos del terreno en función de su apariencia en la imagen” (Lillesand & Kieffer. 2000.)

- **Observación de Campo** (cuando la imagen no permite definir).
- **Reconocimiento directo** (experiencia acumulada para patrones similares en ambientes similares; → 4^{to}. principio básico, «Perogrullada!»).
- **Interpretación por Inferencia** (agregando conocimiento de elementos que no son directamente visibles en la imagen; ejemplo: presumir presencia de un puente que no se observa en la imagen, cuando se produce un cruce entre un camino y un río)
- **Interpretación probabilística** (agregando conocimiento de elementos que no están incluidos en la imagen, ej.: calendarios de siembra, usos del suelo específicos en función de la topografía).
- **Interpretación determinística.** (Conocimiento preciso del sistema de captura, altura de la toma de vista, geometría, altura del sol, formas del tipo de paisaje).

Conocimiento del material fotográfico

Se mencionan a continuación elementos de análisis aplicables al material Aero fotogramétrico en escala de grises, particularmente por su histórica extendida utilización y la aplicabilidad del método de análisis a otros tipos de capturas.

Respecto de la calidad de la imagen

- **Nitidez.** Es función de: las características del objetivo de la cámara, el enfoque del sistema, el movimiento de la imagen (producido por vibraciones o tiempo de exposición prolongado sumado a la velocidad relativa de la plataforma sobre el terreno), características del material fotográfico (poder de resolución, valor de función gamma, revelado, etc.).
- **Contraste.** Es función de: iluminación solar y condiciones atmosféricas en el momento de toma, la reflectividad del objeto y su entorno, la refracción por niebla atmosférica (“calima”), sensibilidad espectral de la emulsión (pancromática, infrarroja, etc.); transmisión espectral del filtro (y del objetivo), proceso de revelado del negativo, proceso de revelado y copiado del positivo.
- **Escala.** Es función de: valor de distancia focal de la cámara, altura de vuelo sobre el terreno, topografía del área.

Equipos y Auxiliares

Esterescopios, iluminación, estereómetros (p.e. barra de paralaje), elementos de dibujo y trazado, ampliadores.

Toda vez que el material bajo análisis provenga de capturas por medios digitales, el intérprete deberá tener conocimientos específicos de cómo se formó la imagen y los posteriores procesos y transformaciones sufridos hasta llegar al producto en estudio. Como dicho anteriormente, los métodos relativos al procesamiento digital de imágenes están incluidos en el curso posterior de Percepción Remota, por lo que tanto no se lo incluye aquí.

Secuencia Metodológica

- 1) ESTUDIO GENERAL DE LA ZONA DE TRABAJO: ANTECEDENTES (cartografía, informes, datos externos, estadísticas, etc.)
- 2) SELECCION DEL MATERIAL A EMPLEAR (en función del Objetivo)
- 3) Definir escala y productos de aplicación, RESOLUCIONES en función del detalle deseado. Tomas de vista existentes (de archivo / catálogo) o a requerir.
- 4) ADQUISICION DEL MATERIAL.
- 5) Detección de Elementos que Faciliten la Orientación y Detección:

PROCEDER DE LO SIMPLE A LO COMPLEJO:

Vías de comunicación, drenaje, topografía, cubierta vegetal, aspectos rurales agrícolas; uso del suelo, edificaciones, zonas industriales, residenciales.

6) SEPARACION DE FOTOUNIDADES. ELABORACION DE HIPOTESIS DE TRABAJO:

INTERPRETACION - JUSTIFICACION.

7) CHEQUEOS / CORRELACIONES *IN SITU*:

8) PLANIFICACIONES DE LA TAREA DE CAMPAÑA.

9) DETERMINACIONES CUANTITATIVAS: superficiales, lineales, comparativas, otras.

10) CONTROL DE CALIDAD del Producto.

11) Balance / CONCLUSIONES.

Adquisición del material para su análisis: fotografías aéreas / imágenes satelitales

Fotos aéreas

Para completar su formación, el fotointérprete debería tener un panorama de los sitios donde poder adquirir fotografías aéreas, además del tipo de producto. El material podrá ser, de acuerdo con la escala que se requiera:

- a. Copias de contacto (igual escala de foto y de toma).
- b. Diapositivas de contacto.
- c. Ampliaciones.
- d. Reducciones.
- e. Índices de recorridos.
- f. Foto índices.
- g. Mosaicos.

No todos los proveedores disponen todos los materiales mencionados. Algunos en la actualidad ofrecen solamente el escaneo del negativo.

Organismos del estado argentino que han realizado históricamente levantamientos aerofotogramétricos.

- Instituto Geográfico Nacional (anteriormente Instituto Geográfico Militar, del Ejército Argentino). <http://www.ign.gob.ar> Sede en Avda. Cabildo 381 C1426 - C.A.B.A.
- Base Aeronaval de Punta Indio, Armada Argentina. Sede en Verónica, prov. Bs. As.
- II Brigada Aérea de Paraná, Fuerza Aérea Argentina. Sede en Paraná, prov. Entre Ríos.
- Servicio de Hidrografía Naval, Armada Argentina. <http://www.hidro.gov.ar/> Sede en Montes de Oca N.º 2124. C.A.B.A.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, I.N.T.A. <https://inta.gob.ar/>
- Dirección de Geodesia, provincia de Buenos Aires. Hoy dentro de ARBA (Agencia de Recaudación de la provincia de B.A. www.arba.gov.ar

Al presente año 2020 los tres primeros continúan con capacidad operativa para vuelos fotogramétricos “tradicionales” habiéndose comenzado a utilizar desde hace pocos años una cámara métrica digital por parte del IGN.

Imágenes satelitales

Existen muy diversos sistemas de observación y variados proveedores internacionales. En general cada proveedor dispone un catálogo on-line, y se podrán seleccionar parámetros entre los que intervienen (se menciona solamente el caso de las imágenes “ópticas”, no las de imágenes oblicuas de radar SAR): resolución espacial, resolución radiométrica, resolución espectral, revisita / repetitividad, estereoscopía, ancho barrido, fecha del requerimiento, programabilidad, costo del servicio (existen imágenes “free” de resoluciones medianas; para altas resoluciones son misiones comerciales con precios de productos muy variados). En nuestro país, la referencia obligada como organismo estatal específico es la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales, www.conae.gov.ar / <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae>).

| <i>NIVEL / Denominación</i> | <i>Resolución espacial</i> |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| I - Global | 1.1 km o menor |
| II - Continental | Entre 1.1 km y 100 m |
| III - Biomasa | Entre 100 m y 30 m. |
| IV - Regional | Entre 30 m y 3 m. |
| V - Ploteo | Entre 3 m y 1 m. |
| VI - Campo | Mejor que 1 m. |

Escalas de las imágenes para diferentes aplicaciones

El rango de escalas de las fotografías aéreas métricas de formato estándar (23 x 23 cm de lado) estaba condicionado por la focal de las cámaras (ángulo: normal, gran angular, súper gran angular), y las alturas máximas y mínimas de las aeronaves que las transportaban.

Es usual referirse a la escala de la fotografía aérea, como la escala del negativo del vuelo, aun cuando luego fueran susceptibles modificaciones de escala mediante ampliación/reducción, limitadas éstas asimismo a los equipos de laboratorio fotográfico de postprocesado.

Las escalas van desde 1:3000 las de mayor detalle, hasta 1:80.000 las de escala menor y gran cobertura.

Para requerimientos en áreas urbanas, con gran detalle de resolución (de unos poco cm.), se utilizaban escalas entre 1:3.000 a 1:8.000; la escala 1:10.000 ha sido utilizado para vuelos que

cubrían zonas suburbanas. Actualmente, para altas resoluciones y escalas superiores, se utilizan vuelos UAV con registros digitales y procesamiento multiestereoscópico fotogramétrico. Para mayor precisión métrica, se están utilizando junto con estos registros ópticos, levantamientos Lidar.

Para cartografía de grandes extensiones, se utilizaban vuelos a escalas pequeñas entre 1:50.000 y 1:80.000. Se desconoce en nuestro país disponibilidad de vuelos fotogramétricos a escalas menores.

Las escalas intermedias entre 1:20.000 y 1:40.000 han sido utilizadas para zonas rurales de extensiones variadas (regiones, provincias).

Registros aerofotogramétricos no se disponen de todo el país. Hay regiones que nunca han sido registradas de este modo, y algunas otras cuentan con un único registro histórico. Son muy contadas las regiones o lugares que disponen más de un vuelo.

Rangos de Escalas o Resolución espacial para el uso de Imágenes satelitales / fotos aéreas

Para escalas pequeñas, de gran cobertura superficial, ya han dejado de utilizarse las fotos aéreas, han sido reemplazadas por las imágenes satelitales. Estas últimas, en gral. se las refiere por su resolución espacial (en lugar de la escala del negativo que se empleaba en fotos aéreas), siendo una referencia la del cuadro siguiente:

Otra manera de referir las escalas, en función de la resolución espacial.

En función de la densidad de los datos o muestras obtenidas, del grado de minuciosidad con que se pretende conocer un cierto fenómeno en determinada área, y armónicamente de la escala apropiada para la graficación de los resultados, era costumbre también distinguir a los levantamientos en los niveles de: Reconocimiento, Semidetallados y Detallados.

En el cuadro anterior, los niveles de mayor detalle (IV - V- VI), con anterioridad a las fotos aéreas en función de las escalas se las denominaba: RECONOCIMIENTO (IV), SEMIDETALLADO (V) y DETALLADO (VI)

En los niveles de "Reconocimiento y Exploratorios" se delimitan y caracterizan los rasgos generales o de mayor magnitud del área estudiada.

En el nivel "Semidetallado" se describen y grafican los rasgos generales, identificando sus componentes y aspectos complementarios sin llegar a desagregarlos en sus mínimos detalles, operación está que corresponde ya al nivel "Detallado".

El empleo de la interpretación de imágenes aerofotográficas debe en consecuencia, dentro de las posibilidades de disponer de las mismas, efectuarse mediante escalas de vuelo más apropiadas con relación al nivel de levantamiento y al objeto del estudio, es decir, al fenómeno que habrá de relevarse.

El cuadro que sigue, basado en una tabla elaborada por el Dr. A.P. Vink (*The use of Aerial Photographs Integrated Surveys of Resources*) han sido agregados al mismo los levantamientos catastrales (en consideración la carrera Agrimensura que nos ocupa, con base en la experiencia propia); el cuadro es una guía para orientarse en las relaciones que vinculan a: El Tipo de Levantamiento (horizontalmente: niveles de relevamiento; verticalmente: objeto o fenómeno a

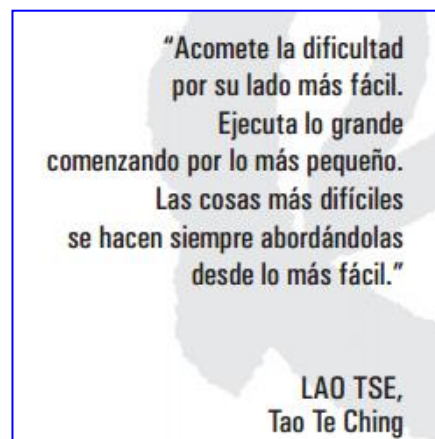
estudiar) y La Escala de Fotografías Aéreas que es conveniente utilizar en la Fotointerpretación correspondiente al trabajo programado.

| TIPO DE LEVANTAMIENTO | EXPLORACION Y RECONOCIMIENTO | SEMIDETALLADO | DETALLADO |
|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| | Escalas 1:500.000 a 1:100.000 | Escalas 1:100.000 a 1: 20.000 | Escalas 1:20.000 a 1: 1.000 |
| <i>Geología</i> | 1:100.000 1: 50.000 | 1: 60.000 1: 25.000 | 1:35.000 1:25.000 |
| <i>Ing. Civil</i> | 1: 70.000 1: 30.000 | 1: 35.000 1: 15.000 | 1:20.000 1: 5.000 |
| <i>Geomorfología</i> | 1:100.000 1: 50.000 | 1: 60.000 1: 15.000 | 1:35.000 1:10.000 |
| <i>Geografía</i> | 1: 70.000 1: 40.000 | 1: 20.000 1: 10.000 | 1:15.000 1: 2.000 |
| <i>Suelos</i> | 1:70.000 1:30.000 | 1:30.000 1:10.000 | 1:25.000 1:10.000 |
| <i>Silvicultura</i> | 1: 70.000 1:30.000 | 1:20.000 1:10.000 | 1:10.000 |
| <i>Vegetación</i> | 1: 70.000 1: 30.000 | 1: 20.000 1: 5.000 | 1:10.000 1: 5.000 |
| <i>Hidrología</i> | 1: 70.000 1: 30.000 | 1: 35.000 1: 15.000 | 1:20.000 1: 5000. |
| <i>Catastro Rural</i> | 1:100.000 1:40.000 | 1: 50.000 1: 20.000 | 1:25.000 1:10.000 |
| <i>Catastro Urbano</i> | 1: 40.000 1: 15.000 | 1: 20.000 1: 5.000 | 1:1000 1: 2.000 |

Como se mencionó, en nuestro país no ha habido prácticamente vuelos fotogramétricos a escalas menores que 1:80.000.

Metodología / Cómo lo haremos

“Proceder de lo simple a lo complejo”
(Haded, 2013.)



Criterios de aplicación: Elementos para el análisis de fotografías

El análisis de fotografías aéreas se define como el proceso de separar y analizar las partes que componen un todo y establecer su interrelación, con el fin de identificar el elemento estudiado basándose en las características de sus componentes individuales.

En el análisis de las fotografías se llega también a algunas conclusiones cuantitativas o semicuantitativas por el estudio del tamaño y otras características métricas directamente visibles en la fotografía.

Así, por ejemplo, además de identificar un camino, éste puede ser clasificado de acuerdo a su tipo, ancho y capacidad.

Es necesario considerar una serie de conocimientos que en forma directa o indirecta y analizada en conjunto ayudan al fotointérprete a identificar los elementos de su interés.

Para la identificación de detalles y objetos del terreno mediante sus imágenes, existen ciertos elementos pictóricos que, individual o conjuntamente han de tenerse en consideración para arribar con el mayor grado de certeza a su definición. Dichos elementos de juicio forman parte del conjunto de "**criterios**" que utiliza metodológicamente la fotointerpretación.

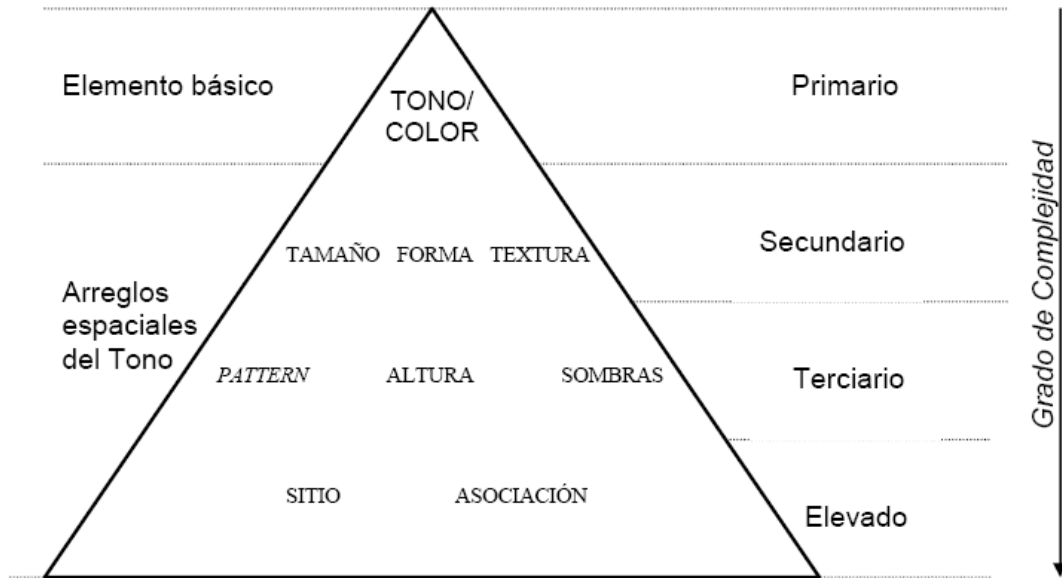
- **1^{er} Orden, o fotográficamente puros.** (no menos de cinco)
 - Tono o color.
 - Forma.
 - Dimensión (Horizontal y Vertical) / Sombras (*)
 - Posición relativa / Sitio / Asociación / Entorno (*)
 - Textura.
 - "Pattern" (Patrón o modelo)
- **2^{do} Orden. Objetivos o reales.** (no menos de cuatro)
 - Drenaje.
 - Uso y ocupación de la tierra. / Elementos culturales. (*)
 - Vegetación.
 - Erosión / Formas fisiográficas / Relieve / Paisaje / Geoformas. (*)

(*): No son sinónimos; a veces se los encuentra desagregados o no mencionados en el listado, aunque incluidos en su utilización dentro de cada ítem.

El empleo de estos criterios de fotointerpretación conduce a obtener conclusiones muchas veces sin que el intérprete note que los está empleando, ya que la experiencia hará que asocie automáticamente algunos de ellos con los objetos que identifica. Un ejemplo de esto lo constituye **la forma** al identificar un camino o un curso de agua. Sin embargo, **ningún criterio debe ser utilizado con prescindencia de los otros** ya que por sí solos no aportan toda la información necesaria para arribar a conclusiones un poco más elaboradas. Por ejemplo, en fotografías en escala de grises, en general las superficies de tonos oscuros corresponden a zonas húmedas o con presencia de vegetación, pero en zonas salinosas los bajos (con mayor presencia de humedad) suelen

presentar tonos claros; o un curso de agua sin sedimentos que en general se verá negro puede aparecer blanco si la superficie se comporta como un espejo reflejando la luz del sol.

Ordenamiento primario de los elementos de la imagen fundamental para el proceso de análisis



Esta figura (Fuente: A.S.P.R.S.- Manual de Fotointerpretación) ilustra en manera general las relaciones jerárquicas entre los elementos básicos para el análisis de imágenes. Nótese la fundamental importancia del elemento primario (tono/color). Los arreglos espaciales del tono/color resultan en elementos de mayor complejidad.

Técnicas de interpretación visual y computarizada

| Elementos de interpretación | Dominio | Ejemplo técnicas de interpretación en computadora |
|-----------------------------|--------------------|--|
| Tono | Espectral | <i>Density slicing</i> (partición en rebanadas) |
| Color | Espectral | Clasificación multiespectral |
| Textura | Espectral/Espacial | Clasificador de Texturas |
| <i>Pattern</i> | Espectral/Espacial | Transformaciones espaciales y clasificaciones |
| Tamaño | Espacial | Algoritmos de segmentación y clasificadores de tamaños |
| Forma | Espacial | Clasificadores de sintaxis. |
| Sitio | Espacial | Modificadores <i>a priori's</i> |
| Asociación | Espacial | Clasificadores contextuales. Clasificadores de sintaxis. |

Fuente: "Manual of Remote Sensing", ASPRS

Criterios de primer orden, o fotográficos

Tono (o Color)

El tono es la respuesta fotográfica a las diversas intensidades y longitudes de ondas relativas de la luz emitida o reflejada por cuerpos, objetos, o fenómenos de la superficie terrestre. En las imágenes aéreas de utilización más frecuente, se expresa en la gama de los grises (blanco y negro).

El tono constituye un criterio fotográfico puro o de 1^{er} orden, (también lo calificamos entre los abstractos) de gran relevancia en la fotointerpretación, pues se manifiesta ligado estrechamente a la naturaleza del objeto o material correspondiente y a los factores condicionantes que lo modifican. Los límites de la tonalidad, resultan auxiliares muy valiosos, a los que podemos considerar inscriptos en el empleo de este criterio. Lo mismo podemos decir del "ritmo" o "arreglo" que es posible apreciar por la alternancia de las diferentes tonalidades que componen la escena, o algún sector de ésta.

Este **criterio de 1^{er} orden**, es en verdad el origen o causa básica de la existencia de la imagen. Su diversidad y correspondencia son consecuentes con los elementos de la escena que impresionan la emulsión de la placa fotográfica, y componen las formas homólogas apreciables por la vista del foto lector. Los puntos, líneas o superficies de los objetos absorben y reflejan en forma característica la energía solar recibida (interacción entre materia y energía). La porción de energía por ellos reflejada, es la que impacta al sensor fotográfico, produciendo los tonos correspondientes. Esta tonalidad (o color) será función de la intensidad o cantidad de luz liberada por el objeto, así como de sus frecuencias (o longitudes de onda) componentes y del tipo de emulsión y procesos de laboratorio utilizados.

El **color** contribuye positivamente en fotografías aéreas en colores a la identificación de objetos y su influencia es mucho mayor que la diferenciación de tonos de gris correspondientes a una fotografía en blanco y negro. Para un fotointérprete experimentado, la imagen en colores tendrá muy pocas ventajas sobre la imagen en blanco y negro, ya que con su experiencia y haciendo abstracción de los colores podrá obtener de ésta prácticamente la misma información que obtendría de una imagen en colores. No obstante, debe observarse que esta afirmación es aplicable a registros obtenidos directamente sobre película fotográfica.

Para utilizar correctamente las diferencias en tonalidad de las fotografías es necesario conocer los factores que tienen influencia sobre estos tonos. Un mismo objeto por ejemplo un río, puede aparecer en una parte de la fotografía completamente negro, mientras que en otra parte de la misma foto puede aparecer de color blanco como consecuencia de la diferente reflectividad del agua (contenido de elementos en suspensión o sedimentos) o debido al ángulo de incidencia de los rayos solares.

En forma similar dos objetos diferentes por ejemplo un pequeño lago y un tanque metálico pueden parecer ambos en idénticos tonos de gris por reflejar la misma cantidad de radiaciones luminosas.

El ingeniero agrónomo emplea las diferentes tonalidades para diferenciar tipos de suelos, el geólogo para diferenciar estructuras geológicas y tipos de rocas y el forestal para

identificar especies o grupos de especies. Sin embargo, no todo cambio de tonalidad implica necesariamente un cambio en las características del objetivo observado. Un mismo tipo de suelo puede aparecer bajo varias tonalidades en una misma foto dependiendo, por ejemplo, del cambio de humedad.

La experiencia del fotointérprete es de suma importancia para evitar errores debidos a factores secundarios.

La sensibilidad de la emulsión y la transmisión del filtro empleado también determinan la tonalidad que se produce en la fotografía.

Finalmente es necesario recordar que variando el proceso de revelado es posible modificar las tonalidades de la fotografía con lo cual queda demostrado que la diferente tonalidad nunca debe ser el único factor determinante de la identificación de un objeto.

La densidad del tono de gris puede ser medida en un densitómetro o micro densitómetro y representada en forma numérica a efectos de automatizar el proceso de fotointerpretación, sin embargo, debido a los múltiples factores que la determinan no resulta un procedimiento práctico, a menos que se comparen simultáneamente imágenes multiespectrales de una misma zona.

Además de colaborar eficientemente en el reconocimiento de los objetos y fenómenos que se presentan en la superficie terrestre (naturales o por acción antrópica), y siempre recordando que no sin el auxilio de los demás criterios, la tonalidad, con sus particulares "intensidades relativas", los "ritmos" o "arreglos" que puede presentar, y las diversas formas de sus límites y sus modos de cambio, constituye un importantísimo elemento de juicio para deducir características de los materiales: granulometría, porosidad o permeabilidad, con relación a la presencia de agua o humedad que son capaces de retener.

Factores condicionantes de la tonalidad

La mayor reflectividad es la causante de los tonos más claros. Pero es preciso saber que coexisten variados factores condicionantes de la tonalidad, y hacen que este criterio requiera un tratamiento sumamente cuidadoso.

- Técnicos. Se encuentran relacionados con:
 - Condiciones de toma/captura de la imagen: tiempo de exposición, filtros correctores del halo atmosférico que suprimen o viran sectores del espectro, etc.
 - Película. Emulsión utilizada en distintos rangos de sensibilidad (pancromática, infrarroja).
 - Revelado y copiado (procesos de laboratorio).
 - Papel o material utilizados en la copia positiva emulsión sensible que soportan y "peso" del papel. La experiencia indica como más aconsejable el doble peso semi-mate (no brillante), y de poco contraste (grano fino).
 - Muy frecuentemente, aunque en la escena fotográfica sean uniformes, los tonos de la zona central de la foto se presentan más claros que los de sus bordes, por razones de orden técnico.

- Climáticos, meteorológicos y temporales:
 - El clima propio de una región confiere respuestas tonales diferentes a similares materiales.
 - Resultan importantes: la presencia de bruma atmosférica, la nubosidad, la inclinación de los rayos solares (latitud y época del año) y su relación con la hora de toma.
 - La estación del año condiciona los tonos, sobre todo por los estados de humedad y de la vegetación. (estos dos factores son responsables fundamentales de las modificaciones en la tonalidad). Los vientos de cada estación pueden introducir cambios por remoción del suelo (erosión eólica).

- Terrestres o del objeto registrado:

En esto existe una gran variedad de influencias, tales como: el relieve; el tipo de suelo y/o de rocas; la vegetación; el agua, nieve, hielo y humedad presente en los suelos; la textura y color propios de los materiales; la altura, densidad y color propio de la vegetación, o la ausencia de ésta; los rasgos de erosión; la actividad del hombre que modifica las condiciones naturales y construye obras de diversos portes; la actividad animal en general; las formas y volúmenes de los objetos que proyectan sombras; la rugosidad o micro relieve de las superficies.

- Personal:

Este factor corresponde a las aptitudes naturales adquiridas en el entrenamiento del fotogrametrista para percibir y separar los distintos tonos de grises o de colores. Es sabido que no todas las personas disponen de igual sensibilidad visual, y hasta pueden existir limitaciones como la del daltonismo.

Las emulsiones fotográficas actuales superan el espectro visible del ojo humano, y la computadora detecta diferencias tonales con gran precisión y amplitud de banda constituyendo así aliados poderosos del fotointérprete al aportarle un mayor campo de sensibilidad, y objetividad en la apreciación.

Principios básicos de aplicación del criterio

- El criterio de tonalidad, así como los demás, no debe ser utilizado en forma aislada sino en concurso y correlación con todos los otros criterios.
- En igualdad de condiciones (relieve, cobertura vegetal, humedad, etc.), la uniformidad tonal expresa cualidades y propiedades similares u homogéneas.
- El tono proporciona información localizada que no corresponde extender fuera del "pattern".

- Ha de ser muy cuidadosa la aplicación de este criterio por el fotointérprete, como se desprende de los principios ya enunciados, así como de lo que se leerá en el resto del capítulo.

Informaciones que más directamente puede brindar el tono

Algunas relaciones entre la intensidad de las tonalidades fotográficas y los cuerpos, superficies, materiales o fenómenos que las causan. (con emulsión pancromática).

- Tonos blancos:
 - Áreas de color blanco o muy claras. (alta reflectividad) o Materiales granulares de gran porosidad (gravas y/o arenas)
 - Superficies especulares que reflejan casi toda la luz que les incide, debido además a la posición relativa entre cámara-superficie-sol (lagos, lagunas, techos, patios, pavimentos).
 - Remociones recientes o frecuentes. Por el uso del suelo picadas, desmontes, recolección) o por causas naturales (derrumbes, taludes inestables, erosión intensa en lámina o en cárcava).
 - Zonas áridas (clima seco) con materiales impermeables (esquistos arcillosos), arenales, piedras, pedregullos, gravas, cobertura vegetal.
 - Hormigueros extensos y activos, vizcacheras (remoción intensa).
 - Nieve.
 - Manchas blancas. A veces la imagen presenta manchas blancas que responden a imperfecciones accidentales de laboratorio. Pueden estar localizadas en los negativos o bien solo en las copias.
- Tonos negros o grises muy densos:
 - Áreas u objetos de color negro no reflectantes.
 - Sombras.
 - Masas de agua profundas, con escasa o sin turbidez.
 - Quema o incendio de campo muy recientes. Con el transcurso del tiempo se aclaran fuertemente.
 - Suelos orgánicos y con alto contenido de humedad.
 - Lavas o áreas negras en las copias por haber sido "arrancada" la emulsión en el negativo. Accidental o deliberadamente.
- Tonos grises claros:
 - En zonas de clima árido son predominantes y pueden responder a todo tipo de material, sea éste granulométricamente grueso o fino.

- En zonas de clima húmedo están asociados a los materiales permeables (arenas, rodados, clastos), a ciertos tipos de cultivos y a su estado de crecimiento (cereales maduros), y a algunas especies forestales según la época del año.
- Áreas urbanas en fotografías aéreas de escala pequeña (o en imágenes satelitales.) Potreros sin cultivo o "en barbecho", de áreas rurales.
- Tonos grises oscuros:
 - Suelos con predominio de la fracción limo. Cuanto más limosos, más oscura se hace su imagen.
 - Presencia de humedad retenida en superficie, por escasa permeabilidad o bien por cercanía de la capa freática.
 - Algunas formaciones rocosas como basaltos y lavas, las que, aunque generalmente permeables, son originariamente oscuras.

Observaciones generales

Las tonalidades fotográficas para las superficies terrestres son dependientes de la cobertura vegetal que en ellas se encuentren presentes. Su ausencia motiva en general las tonalidades claras, que dependerán en su grado del material expuesto, su macro y micro relieve, del tenor de humedad contenido, y de todos los demás *factores condicionantes*. La presencia de la vegetación le confiere a la imagen tonalidades variadas y variables, que serán dependientes, para su gradación, de múltiples factores, entre los que podemos mencionar como principales.

Forma

Es la silueta del objeto; la cual depende mucho del punto de vista. Hay formas regulares (que normalmente corresponden a objetos o fenómenos de origen artificiales), y formas irregulares (normalmente naturales).

Cada elemento de la superficie fotografiada, ya sea producto de los agentes naturales o resultado de la actividad antrópica, posee o adopta formas propias que se reproducen de determinadas maneras en su imagen fotográfica. Ellas se pueden apreciar como proyecciones planas horizontales en cada fotograma, o bien tridimensionalmente mediante la visión del par estereoscópico, en la que aparece una exageración relativa de sus dimensiones verticales aparentes. Dicha exageración, respecto de la visión natural (a ojo desnudo), no es más que el resultado de la relación entre la base estereoscópica de toma y su altura de vuelo, la que es mucho mayor que la primera. Y resulta sumamente conveniente a la hora de "sentir" diferencias de altura o de cotas relativas, ya que, en la mayoría de los casos, pueden constituir elementos de juicio definitivos para la identificación del detalle observado. La **forma**, la **dimensión vertical** y la **posición relativa** son tres de los **criterios** de 1er **orden o fotográficamente puros** que se encuentran afectados en forma directa por la exageración del relieve que produce la visión estereoscópica de las fotos aéreas.

La forma de los objetos, observada en una fotografía aérea tampoco es la que el observador esté acostumbrado a ver y por eso es necesario adquirir experiencia mediante el estudio de muchos pares de fotografías para aprender a ver los objetos desde un punto de vista diferente. La forma contribuye a delimitar la clase a que pertenece un objeto y en muchos casos permite su clara e inequívoca identificación. Por ejemplo, una carretera y una vía férrea pueden parecer muy similares, en una fotografía, sin embargo, por las características especiales de pendientes y curvas de la vía férrea, ésta puede ser fácilmente diferenciada.

En el estudio de una zona industrial, el análisis del tipo de estructura (forma de techo, chimeneas, ventilación, sistema de iluminación) pueden conducir a la identificación de un tipo de fábrica y en algunos casos hasta es posible estimar su capacidad de producción.

La sombra proyectada por objetos elevados que interfieren los rayos solares, cuando aparece bien definida, puede constituir un interesante medio para apreciar las formas de aquellos, especialmente cuando sus texturas son de tipo esquelético, lo que hace difícil de verlos con estereoscopia. Como ejemplos podemos citar: Torres con armadura de acero (molinos, radio, alta tensión), árboles con follaje escaso (palmeras, araucarias, secos), etc.

En general las formas lineales rectilíneas se asocian a la actividad humana. Un curso de agua recto es un canal, o un río que se ha canalizado; un espejo de agua de bordes rectilíneos y bien definidos en todo su contorno será cava o un estanque artificial.

Dimensión o tamaño

El tamaño del objeto observado puede ser una gran ayuda para su plena identificación.

Por supuesto, estará en función de la Escala de la imagen, elemento esencial e inicial del análisis, que el fotointérprete debe manejar.

Dos elementos diferentes pueden aparecer en la imagen fotográfica muy parecidos, sin embargo, la diferencia en tamaño puede ser el factor decisivo para su identificación. El tamaño se refiere a las tres dimensiones de un cuerpo, de manera que además de medir las coordenadas planas se podrá medir la altura, por ejemplo, utilizando la barra de paralaje. Las sombras pueden ser también muy útiles para estimar el tamaño de un objeto.

Dimensión horizontal: Es la que se percibe en forma directa en la foto aérea, ya que no requiere imprescindiblemente de la visualización estereoscópica.

Corresponde a la proyección plana horizontal de los cuerpos representados por la imagen. Su correlación con las dimensiones reales de los mismos se encuentra regida por la escala de vuelo.

Dimensión vertical: Su apreciación puede constituir un dato imprescindible para obtener conclusiones en la lectura. Para ello se hace uso de la visión estereoscópica sobre los pares y su medición puede ser estimada por la apreciación que resulta de compararla con dimensiones verticales conocidas de objetos próximos. La escala vertical resulta siempre exagerada por la estereoscopia respecto de la horizontal en un determinado par de fotografías aéreas, porque esta última solo depende de la relación entre la distancia focal de la cámara y la altura de vuelo, mientras que la escala vertical, es función de la proporción que se da

entre la base de toma normal (distancia entre dos fotogramas sucesivos) y la altura de vuelo. La variación de esta relación hace que la superposición longitudinal también varíe entre dos fotografías sucesivas.

Se pueden lograr precisiones mayores en la determinación de una dimensión vertical, utilizando procedimientos de la fotogrametría, de los cuales el más accesible y conocido es el de la barra de paralaje. Asimismo, las sombras producidas por la iluminación solar, pueden aportar datos aproximados sobre estas dimensiones.

Sombras: es la oscuridad en un área o espacio debido a que los rayos solares (o de la fuente de iluminación energética utilizada) no llegan por la interposición de algún elemento natural o artificial (p.e una construcción) que forma parte del terreno. Las sombras pueden ocultar importantes fenómenos, pero también ayudan a la percepción tridimensional de los objetos, lo cual puede ayudar a su distinción. Son muy dependientes de la fecha de adquisición de la imagen y del relieve local. También modifican la señal de una misma cubierta o sustrato recibida por el sensor ya que se produce una tonalidad ligeramente distinta pudiendo separar la misma categoría o clase en dos, cuando en realidad es la misma. Las sombras largas, correspondientes a horas tempranas (salida del sol) u ocasos, pueden utilizarse como un indicador de desniveles relativos en el terreno, en particular cuando no se dispone la posibilidad de estereoscopía.

Posición relativa/ Localización

Es la ubicación de los objetos en relación a otros objetos o con el contexto que los rodea.

La distancia entre los mismos, el estar aislados o en conjunto, y la presencia o ausencia de otros elementos en el lugar puede hacer variar la interpretación que se haga de ellos.

La localización de un objeto respecto del paisaje o de otros alrededores, tanto en el plano como en el espacio, puede suministrar un valioso elemento de juicio para su acertada identificación. Existe en general una lógica asociación de este criterio con el origen, destino o naturaleza del elemento percibido en la lectura.

Un pequeño punto lejano sobre una carretera podrá ser asociado con un automóvil, la misma imagen en medio de un campo es más difícil de asociar.

Pero la posición relativa no se refiere únicamente a la disposición que presentan los objetos entre sí, sino también a la presencia o ausencia de determinados objetos en un lugar determinado. Por ejemplo, sendas de animales que confluyen a un punto puede indicar la presencia allí de un comedero o un tanque australiano.

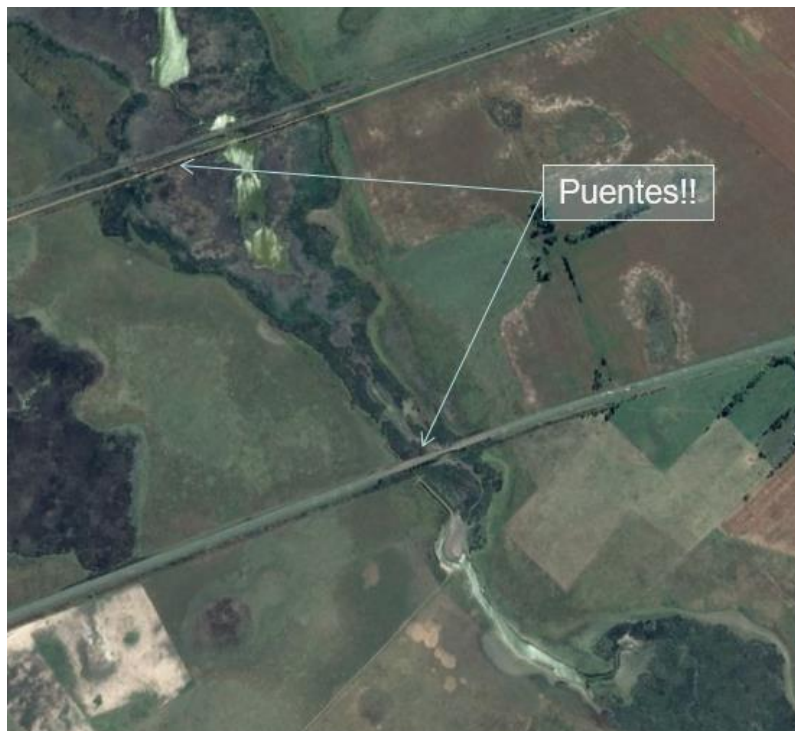
El ejemplo siguiente es elocuente, aplicando el criterio de asociación, y luego deducción:



Imagen del Google Earth.
Color Natural.
Provincia de Buenos Aires.

En la imagen de arriba (elaboración del autor), fueron reconocidas a escala mediana, obras lineales, centros urbanos y un curso de agua.

Asociando el conocimiento del terreno y uso de la lógica, es dable esperar que, en la intersección de las obras lineales con el curso de agua, pueda suponerse la presencia de un puente o alcantarilla o similar.



Textura

La textura puede ser definida como la distribución de tonos que presenta un conjunto de unidades que son demasiado pequeñas para ser identificadas individualmente en una fotografía. Es la asociación a una impresión táctil del área de fotografía observada.

El tamaño de los objetos que determina la textura varía con la escala de la fotografía y en algunos casos puede ser elemento suficiente para la identificación de objetos, pudiendo llegar a desaparecer como tal, para la misma superficie-objeto si la escala crece considerablemente, siendo válida sin duda la consideración inversa.

En fotografías de escala grande de zonas boscosas, las hojas son demasiado pequeñas para poder ser diferenciadas unas de otras, sin embargo, contribuyen a darle una textura especial a cada copa individual. En fotografías de escala pequeña, tomadas sobre zonas boscosas la copa será el elemento que define la textura del tipo de bosque.

Así, por ejemplo, una plantación frutal corriente presentará, a escala 1:5.000, su imagen como un conjunto de ejemplares perfectamente individualizables; pero esa misma superficie, en escala fotográfica 1:20.000 o menor, ofrecerá una textura "moteada" regular, que se hará tanto más fina cuanto mayor sea el denominador de la escala del fotograma, hasta llegar a desaparecer inclusive como textura moteada para escalas muy pequeñas. Por ejemplo, para las escalas fotográficas y satelitarias iguales o menores que 1:100.000, en la que la separación entre los árboles podrá llegar a ser en la imagen, menor que 0,01 mm. En tal caso, si la superficie plantada es suficientemente extensa, aparecerá con tonalidad uniforme *textura* "lisa", mal llamada a veces como "sin *textura*".

El criterio de textura constituye un valioso auxiliar para separar y reconocer áreas de similares características, las que como se ha definido, están constituidas por un conjunto de elementos tonales con determinada distribución y tamaños, los que a su vez responden a objetos o fenómenos de la superficie fotografiada.

Las mayores contribuciones en la imagen aérea para la conformación de una textura son los factores que aportan sobre todo la vegetación, asociada al *suelo* que la soporta (montes naturales, forestaciones, pastos, cultivos) y especialmente cuando su escala es suficientemente pequeña incluyendo las imágenes satelitales, las *áreas urbanas* y en general el *uso del suelo*. (zonas residenciales, industriales, barrios de emergencia, cementerios, apotreramientos, áreas petrolíferas.).

En los casos de imágenes satelitales y aerofotos de escalas muy pequeñas, es posible asociar asimismo a las *texturas* con formas fisiográficas extendidas (dunas, sistemas de drenaje, áreas deltaicas, coladas basálticas, terrazas fluviales y fluvio-glaciares, etc.).

La calificación de las diferentes texturas puede ser expresada en la forma que lo desee el fotointérprete. Será satisfactoria en la misma medida en que resulte representativa y comprensible para quien deba utilizar el respectivo informe.

Algunos términos más utilizados para referirse al tipo de textura son: lisa, áspera, granular, lanosa, moteada, etc.

Pattern (Modelo, Patrón).

Definición: calidad que adquiere un sector o la totalidad de la imagen fotográfica (restringida, local o regional), debido a la particular presencia, disposición y proporciones de formas, tonos y texturas que la componen. Ello hace que configure un conjunto individualizable como patrón o modelo.

El patrón se refiere a la agrupación ordenada de ciertos elementos con características especiales. El drenaje, los cultivos, la vegetación y el uso de tierra pueden presentar ciertos patrones tipo, que permiten deducir o inferir una serie de elementos o características no directamente visibles en las fotografías. El tipo, densidad y forma del drenaje pueden ser un indicativo muy claro del tipo de terreno o roca.

La escala y la extensión de la imagen bajo observación son condicionantes de la formación de un modelo o patrón fotográfico. En general, si se observa un sector reducido del ámbito de un "pattern" y a mayor escala, desaparece configurado como tal, o no se lo percibe pues los elementos constitutivos son apreciados como aspectos aislados y en detalle.

Si se lo observa a escala suficientemente menor, es decir en forma inversa a la descrita en el párrafo anterior, puede ocurrir que algunos de los componentes adquieran decididamente un aspecto textural, o bien alcance a modificarse la textura que los caracterizaba como integrantes del modelo del que formaban parte. Esto muestra la íntima relación entre ambos criterios. Resulta a veces un dilema, escoger cuál de ellos usar en la apreciación foto analítica.

La experiencia indica que, en gran cantidad de casos los límites totales del "pattern" no pueden ser establecidos por el fotointérprete, por no disponer de la cobertura suficientemente extensa o abarcante para ello.

Patterns frecuentemente visualizados (escalas y tamaños diversos):

- Áreas urbanas
- Cementerios
- Canchas de golf
- Barrios-parque
- Ciertos tipos y prácticas de cultivos (ej. arrozales)
- Áreas medanosas costeras o continentales
- Áreas lagunadas de alta densidad
- Áreas de bosques isleteados.
- Áreas bajo riego
- Villas de emergencia
- Zonas de quintas y floricultura
- Grandes destilerías
- Áreas de explotación agropecuaria
- Arcas de explotación petrolífera
- Zonas montañosas, según tipo de roca, clima y vegetación asociada
- Deltas y estuarios
- Llanuras de inundación
- Valles y terrazas fluviales.

Observaciones adicionales sobre el pattern:

Si se modifica alguno de los componentes, el patrón cambia o se desdibuja como tal.

En general, la combinación de: clima-materiales-uso y ocupación del suelo, producen modelos característicos.

La identificación del "pattern", cuando se configura definitivamente, constituye uno de los más valiosos criterios de la fotointerpretación, pues dentro del mismo resultan aplicables los principios generales de correspondencia entre los caracteres definidos por los otros criterios y los elementos de la superficie que representan.

Criterios de segundo orden: objetivos o reales del terreno relevado

Drenaje

Definición: en fotointerpretación se asocia al drenaje como las huellas o marcas que deja sobre el terreno el agua (o más ampliamente, las precipitaciones) al discurrir superficial o subsuperficialmente, o al permanecer sobre el mismo.

Debe observarse que el término drenaje desde el punto de vista de la ingeniería hidráulica no tiene el mismo significado, sino que refiere genéricamente a formas de sacar o conducir excesos de agua de un determinado lugar, natural o artificialmente.

Entre los criterios de interpretación visual de imágenes, situamos al drenaje como de "segundo orden" junto con la vegetación, el uso y ocupación del suelo / elementos culturales, y la fisiografía / relieve / erosión / paisaje.

Elementos constitutivos del drenaje serán (listado no excluyente):

- Ríos
- Cañadas
- Arroyos
- Zanjones / Cárcavas (también son geoformas)
- Lagos / Lagunas
- Embalses / Diques
- Canales

El estudio del drenaje es de gran importancia en fotointerpretación, porque los patrones identificados y sus características de densidad y frecuencia pueden ser utilizados como criterios para identificación de fenómenos geológicos, geomorfológicos, o hidrológicos, de gran importancia para el conocimiento del medio, y particularmente necesarias para el estudio y diseño de obras civiles.

Para casos de áreas reducidas resulta fundamental la identificación de los sitios de acumulación de agua y su incidencia en el aprovechamiento del suelo rural.

Patrón de drenaje superficial: es el modelo de distribución de drenaje superficial y drenaje poco profundo que cubre un área.

Los principales factores que determinan las características del drenaje son:

- Clima (lluvias, humedad, temperatura, etc.)
- Vegetación.
- Pendiente Topográfica
- Características del terreno (material, permeabilidad, etc.).

Ciclo del agua

Las aguas de precipitaciones se originan principalmente sobre la superficie del mar (73% de la sup. terrestre). La radiación solar convierte en vapor 2 a 3 litros de agua/m²/día

(Fuente web, USGS)



Mecanismos del Agua

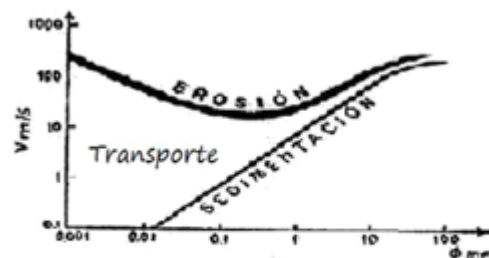
Dentro del Ciclo hidrológico (figura): a nivel continental, habrá zonas con pendientes importantes, en las que el agua cobra velocidad y consiguientemente fuerza para romper, erosionar y arrastrar materiales por donde discurre. Otro tanto ocurrirá a nivel regional y de cada cuenca: los cursos tendrán sus nacientes en las divisorias de aguas, y luego van reuniéndose aumentando su caudal. Transportan materiales por diversos mecanismos (flotación, acarreo, rodamiento, disolución), y luego al perder energía y capacidad de transporte, los sedimentan y depositan.



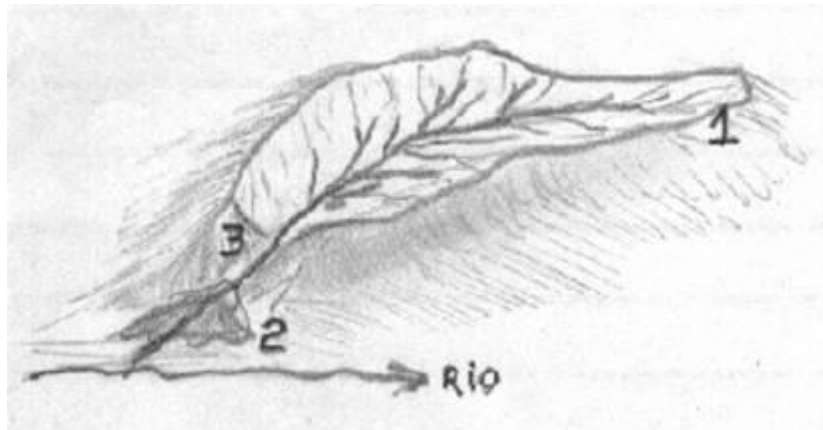
En función de la pendiente (i%).
 → Relacionar con el ciclo:
Erosión / Transporte / Sedimentación

Perfil longitudinal macro de un escurrimiento

En hidrodinámica, un gráfico denominado de “Hjulstrom”, representa diámetro de las partículas (mm) en abscisas y velocidad del flujo (cm/seg) en ordenadas, ilustra los sectores por encima del que se produce erosión, y por debajo el que produce sedimentación; entre ambas, transporte.



Arcillas / Arenas / Gravas



En este esquema de cuenca: 1) Erosión, 2) Sedimentación, 3) Transporte.

Ecuación fundamental de la hidrodinámica:

→ El escurrimiento se produce desde donde el curso de agua tiene mayor energía, hacia donde tiene menor energía.

Ecuación de Energía Total (E_t) (D. Bernoulli):

$$E_t = E_h + E_v + E_p$$

Es decir: E. Total = E. Posición (o Potencial) + E. Velocidad (o Cinética) + E. Presión

En los escurrimientos a superficie libre, el último término es nulo. En los confinados, la presión puede ser mayor, menor o igual que la presión atmosférica.

Dinámica de los cursos de agua:

- Trenzado
- Recto
- Meándrico

Relacionado con el tipo de flujo que tienen los escurrimientos, de flujo laminar o turbulento, en diferentes secciones dentro del mismo. En física está asociado al N° de Reynolds. En dinámica trezado, predominan flujos turbulentos; en dinámica recta, flujo lamina; en meándrico se pueden encontrar tamos rectos, pudiendo combinarse con la morfología del cauce y la carga de sedimentos, tornando al flujo helicoidal.

Tipos de drenaje (distinguimos tres grandes diferentes).

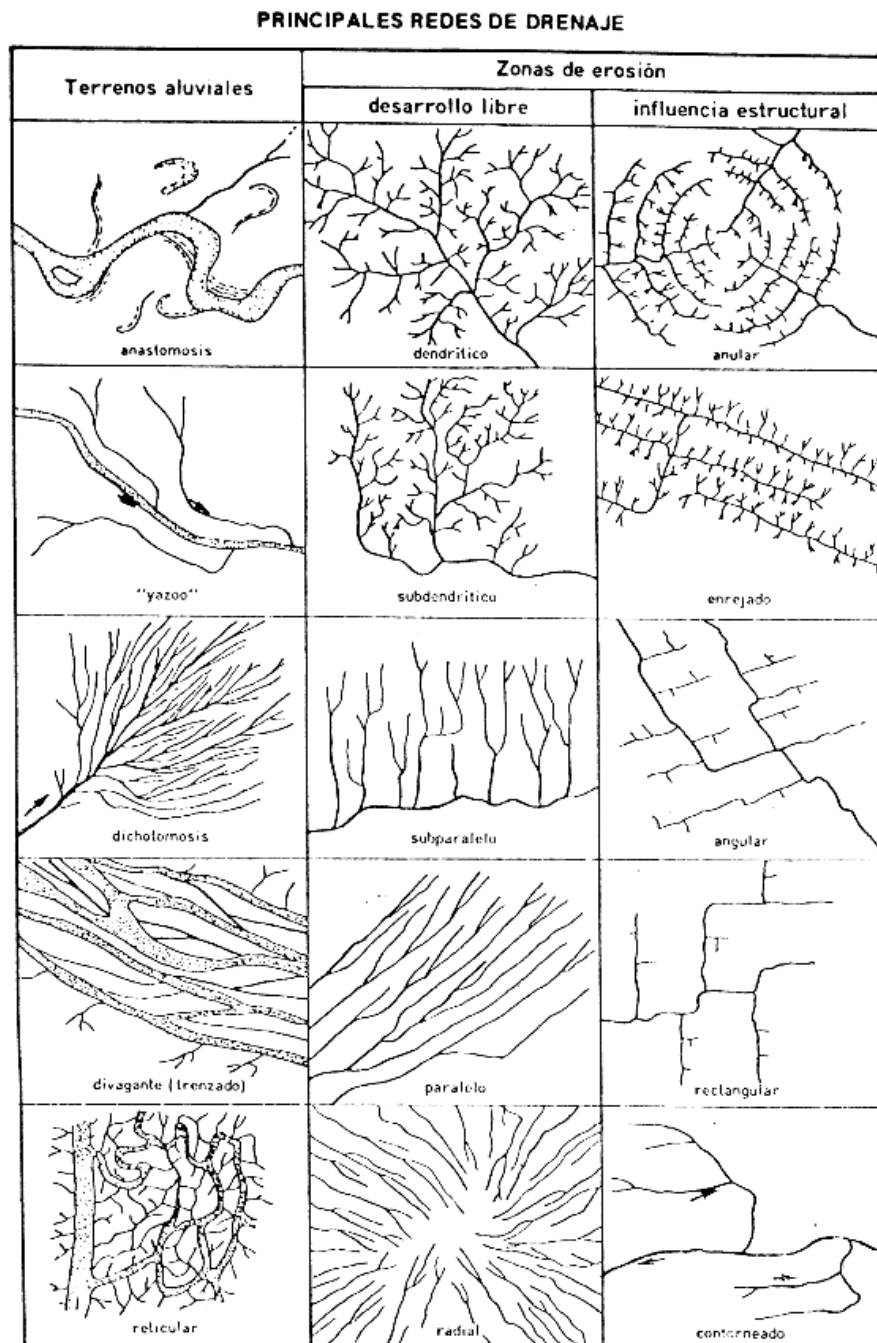
El *patrón* se refiere a una disposición u ordenamiento espacial de elementos particulares que muestra una foto, y comprende la repetición característica de ciertas formas.

- Patrones erosionales formados por procesos de erosión (por ejemplo: patrones dendrítico, paralelo, radial, anular, rectangular, etc.). Mecanismos erosionales del agua: impacto directo, congelamiento, gravedad, licuefacción, disolución, raíces.

- Patrones de deposición formados por procesos de sedimentación (por ejemplo: patrones trenzado, recto, meándrico, reticular, etc.) Mecanismos por gravedad, acumulación, floculación.
- Patrones especiales desarrollados en regiones con drenaje especial (por ejemplo: patrón de montículos, desordenado, sumidero, etc.)

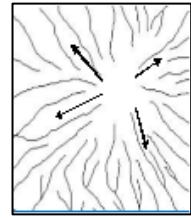
Todas las características anteriores deben ser estudiadas cuidadosamente, antes de proceder a dibujar un drenaje con el fin de hacer resaltar aquellas características más importantes, que podrán ser de gran utilidad en estudios posteriores.

Se ilustra en gráfico siguiente algunos esquemas típicos de patrones de drenaje:

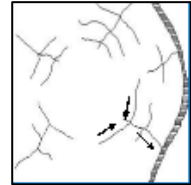


Descripción de asociaciones para algunos patrones típicos

Radial centrifugo: los ríos fluyen de una parte central hacia la periferia, típico de plegamientos en domos y conos volcánicos.; Para radial centrípeto, los cursos convergen a una zona central más baja (depresiones y cuencas endorreicas), donde se producen además procesos de infiltración y evaporación.

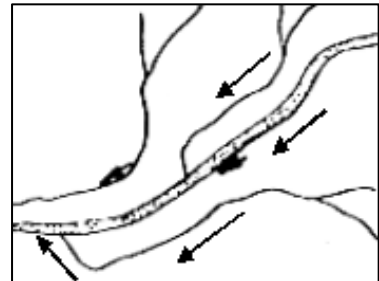


Variante: Anular: aquí el domo ha plegado estratos con diferente dureza y permeabilidad, y los tributarios siguen los estratos más débiles, confluyendo hacia los cursos radiales; Radial centrifugo, depresiones, cuencas endorreicas, allí confluyen los cauces.



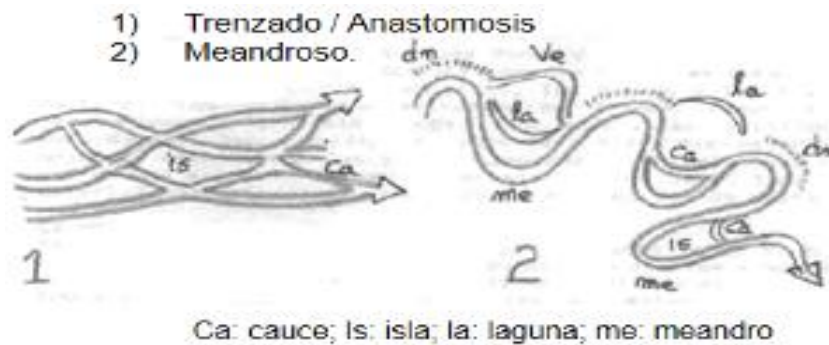
Dendrítico: de desarrollo libre (no predomina ningún tipo de control), la descripción viene del término griego “*dendros* (árbol), por su similitud con un tronco principal, hacia el que convergen ramas de ancho decreciente en tamaño y creciente en número.

Yazoo: es el nombre de un río afluente del Mississippi. Río de llanura que al desbordar sedimenta los acarrees de mayor tamaño al borde del cauce menor, formando albardones. Estos albardones logran cierta consistencia, de tal modo que cuando un afluente se acerca al cauce colector, le cuesta romper el albardón y corre entonces paralelo al cauce principal, hasta que adquiere suficiente energía como para romperlo y verter al río mayor.



Meándrico: indicar erosión/deposición, corriente helicoidal; diferentes velocidades de meandros se cortan formando lagunas (*oxbows*), grandes caudales y bajas pendientes, busca equilibrio energético el río.

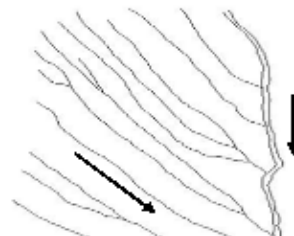
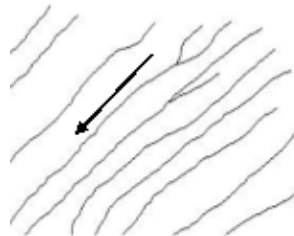
Las condiciones de equilibrio en un cauce aluvial involucran la interacción de cuatro factores básicos: caudal sólido (sedimentos, tamaño de las partículas de sedimento); caudal líquido; pendiente del curso. Ocasionalmente a este patrón se le denomina “Anastomosis”, aunque este término implica analogías con la anatomía humana, que no tienen una total correlación con los meandros; empero, sí la tendría con el patrón trenzado.



Trenzado: en corrientes con grandes pendientes pueden acarrear o caer por erosión/meteorización de laderas bloques grandes, que hacen cambiar el curso de las corrientes. Algo similar ocurre en pendientes suaves, pero por sedimentación, formando islas alargadas en la dirección de la corriente. En montaña los flujos de escurrimiento son turbulentos, mientras que en llanura pueden ser rectos.



Paralelo: los colectores y cursos principales se mantienen prácticamente en la misma dirección, los que responden a una región extensa con pendiente suave y constante (abajo, izq.); *Variante*: subsubparalelo, donde un colector principal es oblicuo a una serie de tributarios que tienen toda una misma orientación (abajo, derecha)



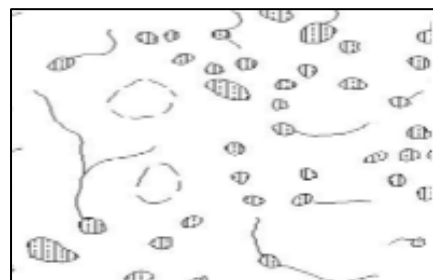
Dicotomosis: en Piedemonte (abanicos) y en nivel de base (lagunas, otros cursos, mar). Cuando hay cambio de pendiente fuerte a media, Abanico (abajo derecha); de pendientes suaves a niveles de base, Delta (abajo izquierda).



Anguloso / rectangular. Se desarrolla en terrenos cuyo subsuelo está conformado por rocas duras fracturadas, formando una red de diaclasas, guían el drenaje en superficie en forma de recodos abruptos. Tiene un fuerte control estructural.



Especiales: karst (sumideros), disolución de calizas y dolomitas por agua de lluvia ($H_2O + CO_2$) transforma la caliza (dura) CO_3 en hidróxido de cal (soluble) $CO_2(OH)$. Las depresiones locales, con la acumulación de agua de lluvia van disolviendo la roca, provocando depresiones en superficie (dolinas o sumideros) que van dando lugar a fenómenos de *pipping* (creación de túneles verticales) que



van lentamente agrandando su diámetro. El agua desciende hasta los estratos impermeables y allí continúa escurriendo sobre ellos (cambia su dirección, pasa de vertical, a seguir la del estrato) y disolviendo la roca caliza, formando cavernas. En ocasiones, los túneles verticales alcanzan diámetros grandes y se derrumban, quedando un hueco en la superficie terrestre, sin huellas marcas de drenaje visibles sobre la misma. En las cavernas, que pueden alcanzar dimensiones muy importantes (en Portocristo, Mallorca, una caverna tiene un lago y un auditorio dentro) y se forman estalactitas y estalagmitas.

Controles del drenaje

Mencionamos que pueden predominar según el tramo del curso o de la red, alguno de los siguientes:

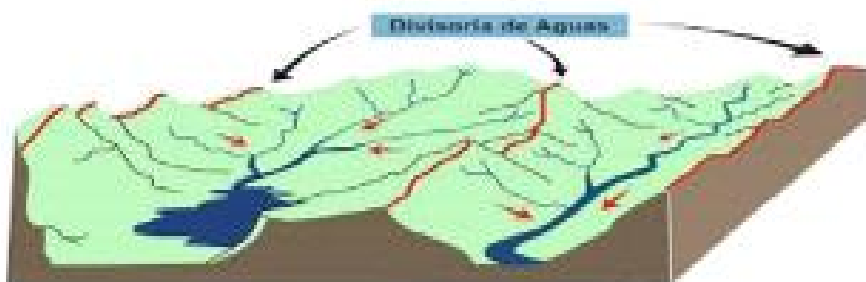
- Topográfico: la pendiente es el factor modelante principal. Ej. patrón Radial
- Estructural: la existencia de anomalías (o cambios bruscos) en la forma de las redes, indican controles estructurales. Ej. patrón anguloso.
- Litológico: el tipo de roca o sustrato, influirá modelizando la red. Ej. kárst / sumideros.

Líneas divisorias de agua / divisorias de cuencas

Las líneas divisorias de aguas son las líneas que separan las aguas de lluvia, determinando hacia qué lado de dicha línea correrá el agua caída. Por medio de estas divisorias se definen perfectamente las cuencas sobre fotografías aéreas, con el fin de delimitar su área.

Si no se dispone de puntos de control el intérprete podrá representar la información altimétrica relativa a un área dibujando curvas de forma.

Estas líneas intentan representar puntos de igual altura relativa (similares a las curvas de nivel, pero sin control altimétrico) que reflejen de la mejor forma posible las principales características morfológicas del terreno. Estas curvas pueden considerarse curvas de nivel aproximadas ya que en general representan muy bien la forma del terreno, pero no unen necesariamente puntos de igual cota.



Al dibujar las curvas de nivel o curvas de forma se debe tener mucho cuidado de interpretar correctamente el tipo de terreno sobre el cual se está dibujando ya que las curvas pueden asociarse a la expresión morfológica de los tipos de litologías.

Los perfiles característicos del drenaje (valles en forma de U, V, etc.) también deben ser correctamente identificados para que las curvas no pierdan su valor interpretativo.

Algunas **caracterizaciones** habituales o variables cuantitativas aplicables a la descripción de los tipos de drenaje:

- Grado de uniformidad u homogeneidad del patrón debido a las características físicas del material.
- Densidad: la densidad (D) se define como la relación o cociente entre la longitud total del drenaje (sumatoria de longitudes de cauces determinados) y el área drenada (cuenca o subcuenca estudiada).

$$D = \text{Long. Drenaje} / \text{Área}$$

La densidad es por consiguiente una medida o indicador comparativo de la permeabilidad del terreno.

- Frecuencia (F): la frecuencia se define como la relación entre el número de caminos de drenaje (tramos de cauces) y la superficie del área drenada.
 $F = \text{Número caminos drenaje} / \text{Área}$
- Grado de control: se refiere a la orientación del patrón y proporciona información sobre geología estructural, movimientos tectónicos, etc.
- Angulosidad: se refiere a los cambios de dirección que aparecen en los caminos que componen un patrón y proporciona información sobre materiales, fallas ocultas y estructuras subterráneas.
- Ángulos de unión: el ángulo que forma una corriente secundaria al desembarcar en una corriente principal un indicativo del tipo de material y puede servir para descubrir estructuras ocultas.

a) Grado de homogeneidad (f. caract. físicas del mat.)

b) Densidad (permeabilidad del terreno): $D = \sum L_i / A$.

c) Frecuencia: $F = N_{\text{tramos}}^o / A$. *

d) Capacidad de percolación: $I = D * F$ (no aplicable a grandes regiones).

e) Grado de control (si predomina algún tipo de los tres mencionados).

f) Angulosidad (cant. e intensidad de los cambios de dir. en los cursos de la red)

g) Textura: definida por D & F: Fina / Media / Gruesa.

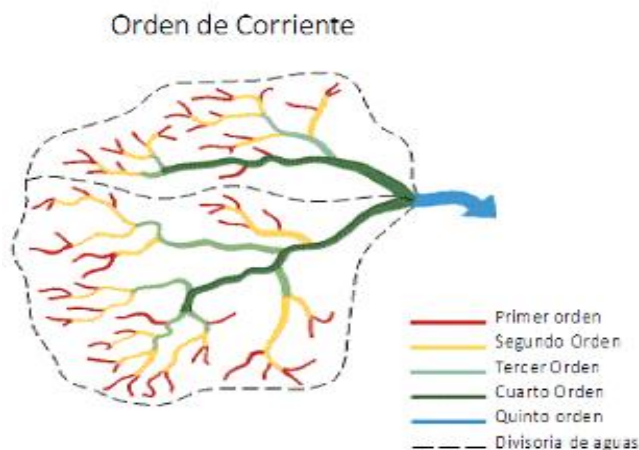
h) Angulo de unión (ángulo entre corriente secundaria y ppal.)

i) Grado de integración. Integrado / No integrado.

j) Relación de bifurcación: $R_{bu} = N_u / N_{u+1}$ - ($R_{bu} < 3$, crecidas ctes. a lo largo del río; $R_{bu} > 5$, picos de crecidas; o control estructural)

Orden de Corriente

Para una cuenca o subcuenca que puede describirse desde sus nacientes, numerando sus cursos en orden creciente desde las nacientes. Se inicia con el 1, cuando convergen dos torrentes del mismo orden, crece al siguiente. (Ver gráfico: dos corrientes de orden 1, dan origen a otro de orden 2; dos de orden 2, a una de orden 3, y así sucesivamente; dos corrientes de distinto orden, no aumenta). En el ejemplo, la cuenca es de orden 5.



Cuando no se dispone toda la cuenca y sí el colector principal, puede ser útil numeración inversa: 1 al colector, 2, cada afluente a éste; 3 cada afluente al anterior.

Vegetación.

a) Generalidades

En fotointerpretación, la vegetación está indicada entre los “*criterios de 2^{do}. orden*” u “*objetivos*”, es decir que son propios del terreno bajo estudio, y que contribuyen junto a los otros criterios del mismo nivel (drenaje, relieve/erosión, uso del suelo, actividad antrópica) y por aplicación de los “*criterios de 1^{er} orden*” o “*fotográficos*” a los mismos, a explicar el paisaje observado y a elaborar hipótesis que justifiquen esta descripción.

Entre los principios que hemos denominado “básicos” en la aplicación de la técnica tenemos:

“Una imagen es una representación del paisaje terrestre, y está compuesta por patrones indicadores de rasgos y eventos que reflejan las características físicas, biológicas y culturales de la superficie terrestre.”

En la cual el término subrayado contiene el estudio de la cubierta vegetal.

La cobertura vegetal de la tierra o suelo, es fácilmente identificable en una fotografía aérea, particularmente el contraste de los diferentes tipos de vegetación. Otro de los principios básicos reza que *la repetición o variación de patrones indicarán similitud o diferencia de parámetros o condiciones*.

Se hace mención que, en teleobservación, el estudio de la vegetación puede ser profundizado y ser mejor evaluado cuando se utilizan registros que incluyen energía infrarroja, tanto en película fotográfica como en sensores digitales. Dado que estas disquisiciones se han desarrollado particularmente con los registros digitales y su proceso, que se analizarán en el curso de Percepción Remota del semestre siguiente, no serán tratados aquí.

Ejemplos, en particular cuando el registro es en un único canal espectral (representación tradicional en escala de grises, también denominado B&N erróneamente):

- Un bosque se distingue fácilmente de una zona de praderas o de campos cultivados. El conocimiento del uso agrícola del suelo es una indicación del valor de las tierras.

Es necesario para una correcta identificación de especies y patrones, el establecimiento de claves de interpretación y referencias, con la conveniencia de realizar verificaciones directas en el terreno.

- Los ingenieros forestales obtienen gran información de las reservas forestales empleando fotografías aéreas. Se pueden obtener tipos de especies, tamaño, edad, extensión del bosque, enfermedades que los afectan, etc. Para estas aplicaciones, las fotografías color e infrarrojo son de gran utilidad, aunque no han tenido un uso amplio en nuestro país. En los últimos años, las técnicas de clasificación automatizada de imágenes digitales proveniente de satélites de observación terrestre han sido utilizadas en forma masiva para el inventario de los recursos forestales de toda la nación.
- Otras aplicaciones dan cuenta que trazas antiguas de parcelamiento y hasta conductos subterráneos o antiguas excavaciones son identificables con ayuda de la vegetación. La compactación diferente del suelo luego de tapar una excavación genera una diferente densidad de vegetación la cual es claramente visible en una fotografía aérea.

De lo expuesto, puede concluirse inicialmente desde el aspecto del fotoanálisis, la vegetación podría comportarse de maneras contrapuestas:

1. Enmascarando el paisaje, o
2. Contribuyendo a detectar estructuras ocultas.

b) Tipificaciones

Ahora bien, habiendo mencionado la relativamente fácil detección de la cubierta vegetal sobre las fotos aéreas o imágenes, veremos algunos enfoques distintos, que integrados en la medida justa darán elementos de *juicio* (junto con la correspondiente paciencia e imaginación) al fotointérprete para realizar su labor (la nómina siguiente no pretende agotar los criterios de aplicación).

1. Condición de presencia o ausencia de vegetación:
 - a. Presencia: indicaría existencia de estratos orgánicos en el suelo sobre el que se desarrolla la masa vegetal, teniendo por lo tanto ese suelo una cuota de fertilidad, presencia de humedad y/o precipitaciones.
 - b. Ausencia: podríamos estar en presencia de alguno de los siguientes casos: afloramientos rocosos (sin presencia de suelos sobre ellos); suelos inorgánicos y por lo tanto infértiles; presencia se sequía (humedad insuficiente para vida vegetal); procesos erosivos superficiales (lixiviación o lavado de la materia orgánica del suelo); procesos de remoción en masa.
2. Tipos o características de vegetación observada.
 - a. pasturas / hierbas / matorrales.
 - b. arbustiva.
 - c. arbórea, bosques altos o bajos.

- d. cultivos, con diferencias según tipos de cultivo y lugar geográfico, geometría de las parcelas, marcas de arado, estadios, etc.
3. Densidad o distribución:
 - a. Homogénea
 - b. Heterogénea
 4. Origen:
 - a. Natural (monte nativo). Variedad de especies, ordenados naturalmente según variables topográficas y edáficas.
 - b. Artificial / Implantado: caracterizados principalmente por especies únicas o poco variadas, y la geometría de la explotación.
 5. Disposición:
 - a. individuos aislados;
 - b. areal, con superficies geométricas o no;
 - c. lineal, recta a sinuosa.
 6. Salud vegetal:
 - a. detección de zonas con variaciones en la respuesta tonal, por polución, enfermedad, etc.
 - b. identificación de áreas con riesgos de erosión fluvial, deslizamientos, erosión eólica, etc.
 7. En agricultura (ítem más vinculado al uso del suelo rural - otro criterio de 2do. orden- que al propio análisis de la vegetación):
 - a. determinación de superficies de cuadros o potreros de explotación;
 - b. identificación de diferentes cultivos;
 - c. identificación de usos agrícolas (extensivo /intensivo) o no agrícola.

Consideraciones sobre el análisis de la vegetación en Agrimensura

Desde el punto de vista de la profesión, existen varios aspectos que interesarán especialmente en la detección de la masa vegetal:

1. Transitabilidad: el determinar el tipo de cubierta en forma certera, nos permitirá definir el tipo de movilidad necesaria para la planificación de trabajos de campaña: tipo de vehículo, cuatro ruedas, dos ruedas, caballo, helicóptero, botes, etc., o bien anticipar las dificultades al transitar el terreno a pie.
2. Visibilidad:
 - a. obstáculo visual para el caso de operación con equipos ópticos (teodolitos, niveles, estaciones totales, etc.), con la necesidad de abrir picadas o utilizar medios de elevación, torres, etc.;

- b. obstáculos para observaciones GPS.
3. Cuantificación: para los casos de relevamientos indirectos, la formación del agrimensor es única en cuanto a la posibilidad para definir el grado de precisión de las determinaciones, por conocimiento de las deformaciones de las tomas fotográficas, de los sistemas de proyección cartográficos, de los métodos utilizados en la cuantificación (mallas de puntos, curvímetros, mesas digitalizadoras, planímetros, etc.), así como en la precisión de la georreferencia.

Uso y ocupación de la tierra – Factores culturales – Infraestructura

La acción del hombre sobre el suelo no solo modifica en forma directa su medio ambiente al implantar construcciones, caminos, canales, alambrados, etc., (con lo cual aparecen nuevos elementos físicos en el terreno) sino que además esas modificaciones provocan muchas veces alteraciones que también cambian el aspecto del paisaje. Así por ejemplo al construir un camino no solo agrega un elemento al suelo (terraplenes, alcantarillas, pavimento, etc.) sino que además puede estar modificando la red de drenaje, y zonas que antes estaban secas ahora pueden quedar inundadas por largo tiempo. O al explotar el suelo para uso agrícola puede alterar sus propiedades físicas y químicas haciéndolo más o menos permeable o susceptible a la erosión eólica.

Es por ello que el paisaje cambia sustancialmente con el uso que el hombre hace de él y por supuesto que ello se ve reflejado en las fotografías.

Las zonas adyacentes a los grandes centros urbanos (y las ciudades mismas) cambian constantemente debido a los distintos usos que se le van dando a la tierra. Zonas que en determinada época pueden haber estado despobladas, aparecen ocupadas o la tierra subdividida (loteos); se trazan caminos o calles nuevas; se forestan y desforestan áreas arboladas; etc.

En general el uso y ocupación del suelo son motivo de análisis para el fotointérprete que deberá acudir a sus conocimientos del lugar o deberá deducir aquello que desconozca, para reconocer esos elementos y cambios producidos por el hombre.

Entre otros serán motivo de análisis:

- Vías de comunicación
- Construcciones
- Límites
- Áreas de explotación del suelo

Vías de comunicación

- Carreteras, caminos, senderos, autopistas.
- Vías férreas.
- Puentes, túneles, viaductos
- Canales
- Líneas de alta tensión
- Oleoductos, acueductos, gasoductos etc.

Estos elementos aparecen en fotografías aéreas como bandas de diferentes anchos y de tonos que pueden variar desde blanco a negro dependiendo del material base que lo componen.

Las carreteras deberán clasificarse teniendo en cuenta su importancia, ancho y material del pavimento (hormigón, asfalto, grava, etc.).

A medida que decrece la importancia del camino, se va reduciendo el ancho del pavimento, es de peor calidad o las especificaciones geométricas son menos estrictas y los cruces son más sencillos.

En general los **caminos** se diferencian de las líneas férreas por tener mayor ancho, curvas más cerradas, pendientes más pronunciadas, puentes más anchos cruces a nivel y conectes con otras vías (o estacionamientos para descanso de conductores).

Las **vías férreas** son generalmente angostas presentan tramos rectos muy prolongados, cruces a desnivel y su color depende fundamentalmente del tipo de piedra que constituye la base sobre la cual se apoyan los durmientes. Sólo en fotografías de escala muy grande pueden observarse los durmientes. En terrenos montañosos abundan los túneles y los rellenos.

Los **puentes** son fácilmente localizables a lo largo de vías de comunicación sobre cruces de ríos, arroyos o canales. Presentan un cambio en la imagen debido a la estructura (metálica o de concreto) y por su altura arrojan sombra (si la foto no es tomada a medio día) y en los accesos presentan formas prolongadas de relleno.

En **túneles**, la vía parece penetrar en la montaña y luego se vuelve a observar que continúa. A veces pueden distinguirse las bocas de entrada y salida, dependiendo de la escala de las fotos y los contrastes que presentan. Al igual que los puentes, los viaductos presentan gran diferencia de nivel con el terreno circundante, no hay rellenos en la zona y la sombra arrojada es también prolongada.

Los **canales** aparecen también como estrechas bandas cuyo tono depende de la pureza del agua. En terreno plano la banda es recta y en terreno montañoso sigue las curvas de nivel. Son cruzadas generalmente por puentes de carreteras o vías férreas y la pendiente es sumamente pequeña.

Las **líneas de alta tensión**, oleoductos y elementos similares en general son difíciles de observar directamente sobre las fotografías, especialmente cuando la escala es pequeña, sin embargo, por la presencia de torres o estaciones de bombeo puede reconstruirse la línea.

Construcciones

- Edificios residenciales
- Edificios públicos (escuelas aeropuertos monumentos plazas)
- Construcciones industriales (fabricas, galpones)
- Otros (iglesias, molinos etc.)

Las construcciones son fáciles de identificar sobre fotografías aéreas por su forma, su altura, su color generalmente blanco con techos oscuros y por la sombra arrojada.

Las **casas o instalaciones de campo** pequeñas pueden identificarse por caminos o senderos que llegan hasta las construcciones o por las zonas arboladas que en general los circundan. En zonas residenciales, la densidad de construcción, ancho de calle y altura de edificios permiten distinguir muy claramente el tipo de vivienda que se trata.

Las **zonas industriales** se caracterizan por construcciones bajas con techos de varias aguas (iluminación), chimeneas, tanques de agua y zonas de estacionamiento amplias o zonas para carga y descarga de materia prima y productos elaborados. En algunos casos las características bien definidas de un cierto tipo de industria permiten su plena identificación en fotos aéreas.

En **zonas urbanas** las fotografías de escala grande permiten la completa identificación de las unidades o zonas residenciales con sus escuelas, parques y edificios públicos o templos religiosos (caracterizados por sus torres).

Límites

- Límites naturales.
- Límites de parcelas rurales.
- Límites de predios urbanos

Los **límites de elementos naturales** como lagos y ríos aparecen muy bien marcados en las fotografías aéreas, especialmente si se trata de emulsiones infrarrojas, pero los límites de parcelas por tener un carácter eminentemente legal no son directamente identificables en las fotos.

Las líneas de **alambrado, muros** de piedra o barro en general están encerradas en una franja de terreno de varios metros de ancho en la cual no se cultiva y por consiguiente son fáciles de identificar. Sin embargo, no todo cambio de patrón o tono en la fotografía corresponde a un límite de propiedad; en general es necesario poseer la documentación legal correspondiente (título de propiedad, descripción del predio, etc.) para su identificación o bien recorrer el campo para identificar plenamente los vértices y límites en las fotos.

En áreas urbanas, la delimitación de predios es más sencilla debido a los cambios de las construcciones, sin embargo, requieren fotografías o imágenes a escala muy grande para proceder a una delimitación precisa. Aún en estos casos, un control de campo es indispensable para verificar los límites de la propiedad.

Uso actual de la tierra

En cada caso particular será necesario estudiar los usos de la tierra correspondientes, para establecer la leyenda apropiada, la cual podrá incluir algunos de los siguientes elementos: bosques, áreas cultivadas, (cultivos especiales), huertas, frutales, pantanos, afloramientos rocosos, pastos, etc.

Para la diferenciación de estos elementos, es de fundamental importancia considerar la época del año o estación en que se han tomado las fotografías.

Los bosques aparecen como áreas oscuras de contornos irregulares, aún en los casos de bosques artificiales. La densidad del follaje debe ser considerada en relación al tipo de vegetación y a la estación.

Las áreas cultivadas se presentan en general de tono gris y su intensidad varia con el grado de humedad del suelo. Las huellas o marcas dejadas por el arado o líneas de siembra son características.

Las huertas de árboles frutales (igual que los viñedos) se caracterizan por las líneas de árboles regularmente esparcidos, igual tipo, igual tamaño y altura de copa.

Los pantanos se presentan como zonas planas, muy mal drenadas, con vegetación característica. El tono depende de las características del agua y del reflejo que ésta produce en función de la inclinación de los rayos solares.

Los afloramientos rocosos en general se presentan de color claro, con pendientes pronunciadas, poca vegetación y formas angulares (dependiendo del tipo de roca).

Los pastos se caracterizan por su tono uniforme, baja altura, la presencia de animales (observables en fotografías de escala grande) y cambios de tonos por variación de la humedad del suelo.

Consideraciones adicionales

Se ha mencionado particularmente los criterios de primer orden que contribuyen a detectar y reconocer actividades culturales, en particular con el reconocimiento sobre imágenes tradicionales, es decir, en escala de grises. Actualmente, la amplia posibilidad de adquirir imágenes en color natural o falso color infrarrojo, facilitan en mucho el reconocimiento de elementos naturales y artificiales visibles en los registros. Las formas y tamaños, conformando muchas veces patrones inequívocos, contribuyen a la mejora en la extracción de información. En particular, los métodos de clasificación digital multiespectral, relevan o complementan la actividad de análisis visual. Aunque, estas poderosas herramientas informáticas que pueden producir procesamiento a granel de grandes volúmenes de datos, si no tienen una supervisión de un intérprete de imágenes en su proceso de entrenamiento y control de calidad, pierden casi totalmente su confiabilidad.

Mapeo edafológico o de tipos de suelos, algunos conceptos vinculados al enfoque agronómico

El suelo es un cuerpo natural que se desarrolla en la intersección de la litosfera, la atmósfera, la biosfera y la hidrósfera.

Se compone de elementos sólidos, líquidos y gaseosos, de origen orgánico e inorgánico, que están en la superficie de la Tierra.

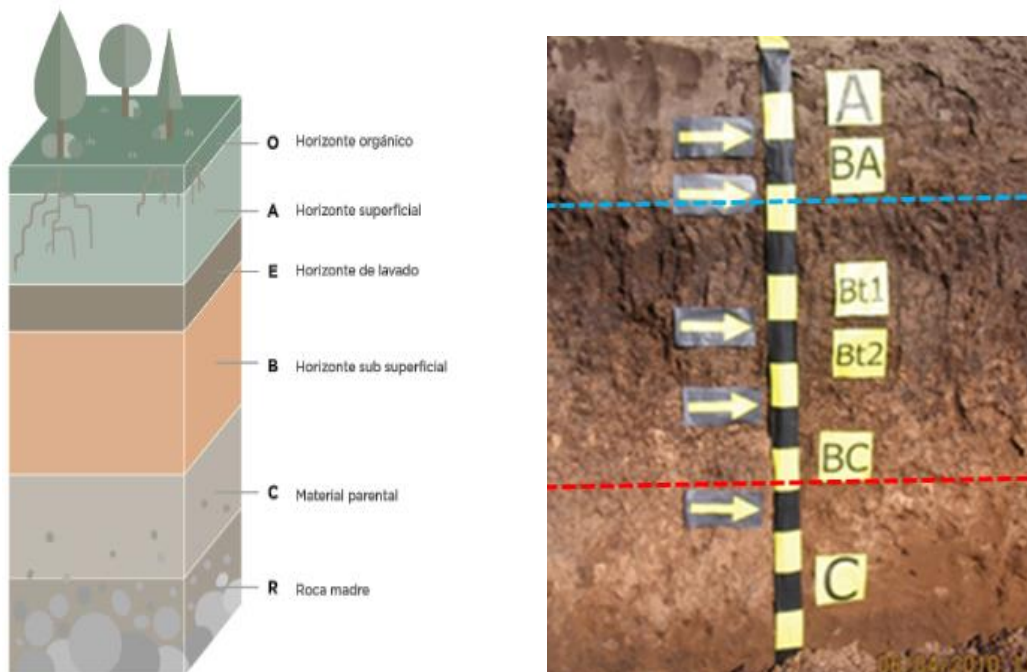
Los elementos sólidos corresponden a los minerales y a la materia orgánica producto de la descomposición de restos animales y vegetales.

Principales “horizontes” que se utilizan para identificar tipos de suelos

Se llaman horizontes del suelo a una serie de niveles horizontales que se desarrollan en el interior del mismo y que presentan diferentes caracteres de composición físico-química, textura, adherencia, etc. El perfil del suelo es la organización vertical de todos estos horizontes.

Clásicamente, se distingue en los suelos completos o evolucionados tres horizontes fundamentales (A, B y C), actualmente se reconocen 5 que desde la superficie hacia abajo son:

- Horizonte O: "Capa superficial del horizonte A"
- Horizonte A, o zona de lavado vertical: Es el más superficial y en él existen las raíces de la vegetación. Su color es generalmente oscuro por la abundancia de materia orgánica descompuesta o humus elaborado, determinando el paso del agua arrastrándose hacia abajo, de fragmentos de tamaño fino y de compuestos solubles.
- Horizonte B o zona de Precipitado: Carece prácticamente de humus, por lo que su color es más claro (pardo o rojo), en él se depositan los materiales arrastrados desde arriba, principalmente, materiales arcillosos, óxidos e hidróxidos metálicos, etc., situándose en este nivel los encostramientos calcáreos áridos y las corazas lateríticas tropicales.
- Horizonte C o subsuelo: Está constituido por la parte más alta del material rocoso, sobre el que se apoya el suelo, más o menos fragmentado por la alteración mecánica y la química (la alteración química es casi inexistente ya que en las primeras etapas de formación de un suelo no suele existir colonización orgánica), pero en él aún puede reconocerse las características originales del mismo.
- Horizonte D, horizonte R, roca madre o material rocoso: es el material rocoso subyacente que no ha sufrido ninguna alteración química o física significativa. Algunos distinguen entre D, cuando el suelo es "autóctono" y el horizonte representa a la roca madre, y R, cuando el suelo es "alóctono" y la roca representa sólo una base física sin una relación especial con la composición mineral del suelo que tiene encima.



Abajo Izquierda, esquema teórico. Derecha: perfil real, identificado

Reconocimiento sobre imágenes B/N, principales claves

1. Señalado anteriormente en los principios básicos de análisis de imágenes (referido en Clase como “verdad de Perogrullo”)
 - a) Suelos parecidos depositados en condiciones ambientales parecidas, toman aspectos parecidos.
 - b) Suelos que son distintos o que fueron depositados por fuerzas distintas toman aspectos distintos.
2. Si los suelos adoptan aspectos semejantes, puede suponerse que:
 - a) los suelos se formaron a partir de un mismo tipo de roca original; y/o
 - b) fueron depositados de la misma manera; y/o
 - c) fueron depositados bajo las mismas condiciones ambientales.
3. Los puntos críticos anteriores son válidos para un mismo tipo de registro (tipo de bandas, cámaras, resolución, etc.)
4. La subdivisión natural del suelo para clasificaciones incluye: a) series, b) tipos, y c) fase. El tipo es la unidad de subdivisión natural más pequeña. Se basa en la textura del suelo.
5. La diferenciación de series de suelos se basa en las características de los horizontes de suelos.
6. En algunos casos, los materiales del suelo (texturas del suelo) pueden identificarse a través de la forma de los barrancos que se forman en ellos.
7. Las clasificaciones genéticas se basan en el camino seguido por los suelos hasta su situación actual. Pueden ser así residuales o bien transportados por alguna fuerza específica.
8. Los perfiles de los suelos naturales suelen describirse por los horizontes **A, B y C**.
9. La porosidad del suelo es una medida del volumen total de los espacios vacíos o poros; la permeabilidad del suelo es un indicador de la velocidad a la que puede moverse el agua en el suelo.
10. La permeabilidad y la profundidad de la roca del sustrato son las consideraciones más importantes en la localización de filtros de tierra.

Clasificaciones del Uso del Suelo Agrícola – U.G.I.

La leyenda se preparó tomando como base el sistema de nueve categorías de la **Unión Geográfica Internacional**. Se adoptó este sistema debido a su carácter internacional, a que los resultados de los estudios que emplea este sistema son compatibles con otros importantes proyectos sobre el uso de la tierra, ya terminados o en ejecución, y a que sus categorías básicas pueden ampliarse en forma que describan tan completamente como fuera necesario a la variedad agrícola encontrada en el país.

Las nueve grandes categorías van en orden descendente, de acuerdo con la intensidad de uso de la tierra. Son las siguientes:

| Nueve grandes categorías de la UGI | Nueve grandes categorías utilizadas en el Proyecto de Zonificación Agrícola (GOES - OEA) |
|---|---|
| 1 centros poblados y tierras no agrícolas | 1 centros de población y tierras no agrícolas |
| 2 horticultura | 2 hortaliza comercial |
| 3 árboles y otros cultivos permanentes | 3 cultivos permanentes |
| 4 tierras de cultivos | 4 tierras de cultivos anuales |
| 5 pastos mejorados permanentes | 5 pastos cultivados (introducido y/o pasto nativo) |
| 6 praderas no mejoradas | 6 pasto natural (variedades nativas y/o introducidas) |
| 7 tierras boscosas | 7 tierras con vegetación natural |
| 8 pantanos y ciénagas | 8 terrenos húmedos |
| 9 tierras improductivas | 9 tierras improductivas |

Clasificaciones útiles y fácilmente reconocibles para asignar a los usos del suelo

1. En función de la ubicación (particularmente empleada en actividades de Agrimensura, y otras profesiones afines)
 - URBANO
 - Suburbano
 - Subrural
 - RURAL

Los dos intermedios a veces se confunden en uno solo, con alguna de esas denominaciones. La extensión de las unidades de producción será claramente diferente entre las clases principales.

2. En función de la intensidad
 - Extensiva
 - Intensiva

3. En función de su destino
 - Vivienda
 - Producción
 - Infraestructura

Ejemplos:

| Usos en URBANA (listado no excluyente) | Usos en RURAL. Fundamental para su clasificación: tamaño del parcelamiento, instalaciones reconocibles para el intérprete, entorno/contexto. (listado no excluyente) |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Calles - Plazas, parques - Edificios Públicos - Viviendas - Comercial - Iglesias, Templos religiosos. - Aeropuertos (pistas de aterrizaje, hangares, aeronaves) - Puertos (próximo a cursos de agua; presencia de embarcaciones) | <ul style="list-style-type: none"> - Ganadería (extensivo / intensivo: tambos, <i>feed lot</i>, criaderos de aves, etc.). - Agrícola (extensivo / intensivo: huertas, invernaderos). - Forestal, frutal, cortinas. - Ductos (picadas, acceso a las torres/estaciones de bombeo, electroductos, gasoductos) - Canteras / Minería - Rutas, caminos - Vías férreas - Canales - Puentes (sombras) - Líneas de Alta Tensión - Diques, contenciones estabilidad - Túneles. |

Relieve – Fisiografía – Paisaje – Geoformas – Erosión

Se agrupan en este rubro varios términos que no son sinónimos, y que son susceptibles de variada jerarquización. Pueden encontrarse en diversos textos, como ítems diferentes. No obstante, este agrupamiento hace referencia para nuestra actividad agrimensural, a conocimientos necesarios de entorno, geografía, y regiones diversas sobre las que desempeñamos nuestra actividad. Buena parte de lo que aquí referimos, ha sido dictado en la asignatura Geomorfología que han aprobado anteriormente los/as alumnos/as de este curso; haremos referencia entonces a los elementos para reconocerlos en las fotos aéreas (referencia obligada a las de eje vertical y en B&N) e imágenes satelitales.

Respecto del panorama, o región observada más o menos extensa, puede contener uno o varios Paisajes, y variados patrones en función de la escala.

Definiciones de paisaje hay muy variadas según la ciencia que la utilice (geografía, medioambiente, arquitectura, por ej.), pudiendo utilizar lo que tienen en común aquí: “Es una extensión o región con características morfológicas y funcionales similares en función de una escala y una ubicación”. Un paisaje entonces contendrá relieve, formas/geoformas, erosión, por citar términos agrupados para este ítem.

En los paisajes encontraremos elementos naturales y/o artificiales, que podrán explicar o justificar las geoformas y viceversa.

Este ítem tiene relación directa con todos los mencionados anteriormente: drenaje, vegetación, usos del suelo y elementos culturales.

Análisis de las geoformas

El análisis de las formas del relieve provee información valiosa sobre la composición y origen de los diferentes terrenos. Junto con el conocimiento de las influencias climáticas sobre los procesos geomórficos, el análisis de las geoformas es uno de los “elementos” más importantes para la identificación de los materiales sobre las imágenes.

Una geoforma es un cuerpo tridimensional: tiene forma, tamaño, volumen y topografía, elementos que presentan un relieve. Un primer paso es reconocer o identificar su topografía, drenaje, textura, tono o color, vegetación natural y uso del suelo.

Algunas geoformas típicas: deltas, abanicos, lechos rocosos, terrazas, llanuras de inundación (ordinaria/extraordinaria), batolitos, afloramientos, conos volcánicos, mesetas, plegamientos, suelos residuales (lista no excluyente, algunos autores refieren a 36 formas básicas).

Una geoforma está compuesta por materiales característicos: arenas, loess, gravas, arcilla, cuerpos masivos. Tiene una génesis de origen que explican los materiales que la componen.

Muy sucintamente, hemos visto en geología que se reconocen tres grandes tipos de rocas que componen los continentes: ígneas, metamórficas y sedimentarias. Entre las ígneas modeladas por las altas temperaturas, suele hacerse una gran subdivisión fácil de interpretar: extrusivas (de “enfriamiento rápido”), e intrusivas (de “enfriamiento lento”). Entre las metamórficas, modeladas presión y temperatura en proporciones diversas, una característica distintiva es la esquistosidad, o planos de debilidad; suele incluirse en este tipo las rocas modificadas por la química. Entre las sedimentarias, la característica principal es que han sido depositadas en estratos (o capas) horizontales los diversos grupos de materiales.

Todos estos tipos de roca, originadas en diferentes eras geológicas (primario, secundario, terciario), dieron origen durante millones de años expuestas a la intemperización (erosión y meteorización) y las fuerzas que someten a la corteza terrestre, es decir factores exógenos y endógenos (mencionados más adelante), a la formación de suelos. Estos suelos desarrollados en términos geológicos “recientemente”, se los sitúa en el cuaternario, y se superponen (donde existen) a la topografía subyacente. Sobre los suelos hacemos una mención más adelante en éste mismo capítulo.

Respecto de los orígenes de las rocas

En general, los terrenos **sedimentarios** son de relativamente fácil reconocimiento en imágenes y brindan más información litológica, comparado con las rocas ígneas y metamórficas. Los terrenos sedimentarios tienen una mayor diversidad de tipos de rocas, frecuentemente mostrando una pronunciada resistencia diferencial a la erosión. Las rocas más resistentes sobresalen en el relieve, y contrariamente, los estratos menos resistentes aparecen socavados por los

procesos de meteorización y erosión. Entonces son distinguibles en las imágenes por su aspecto bandeado, originado en la alternancia de estratos. La intensidad del bandeo refleja varios factores: su espesor, diversidad e inclinación de las unidades rocosas, así como su extensión y la cantidad de cubierta superficial por materiales sueltos.

Los **estratos** pueden ser diferenciados por su bandeo siguiendo los contornos topográficos y los cambios en pendientes debido a la presencia de rocas de diferente dureza y resistencia. Quedan más en evidencia en regiones áridas, donde se producen formas características como **mesetas**. Para estratos que han sido plegados, el reconocimiento de los terrenos sedimentarios es particularmente fácil por sus formas características (anticlinal-sinclinal). Asimismo, la estratificación muchas veces ayuda a reconocer fracturaciones, fallas y diaclasas, y erosión posterior a la formación del relieve

Las rocas **ígneas extrusivas** (volcánicas) suelen tener patrones lobulares típicos (ej.: coladas de lava), y relación estructural con las rocas que las rodean, y particulares características topográficas y erosionales (ej. Cono volcánico). Los cambios tonales y de colores, permiten reconocer muchas veces diferentes coladas de lava de un mismo origen. En función de la antigüedad de la formación, deformaciones, plegamientos y meteorización posteriores pueden transformar estos elementos de reconocimiento.

Las rocas **ígneas intrusivas** no suelen tener formas distintivas, pudiendo mostrar comportamientos o relaciones estructurales con respecto a las rocas vecinas que denotan su presencia. Pueden formar dorsales (lomas) o depresiones, y sus patrones de fracturación pueden indicar angulosidad e intrusiones o diques. Los cuerpos intrusivos de extensiones importantes pueden mostrar formas circulares fácilmente apreciables. A veces la topografía lo evidencia por inclinación o combamiento de rocas suprayacentes. Debido a su origen, tienen apariencia masiva y carecen de estratificación. Su masividad y homogeneidad suelen presentar patrones de lineamientos cruzados, que se distinguen por diferencias tonales, topográficamente o por la vegetación. Los patrones de fracturación extensos, pueden obedecer cuando presentan llamativa regularidad, a la estructura interna de cristalización y clivaje de la roca madre.

Sobre las rocas de origen **metamórfico**, solo diremos que son de muy difícil reconocimiento características especiales, quizás algunos indicios de lineamientos y cambios de colores faciliten suponer la presencia de esquistosidad.

Para todos los casos de diferentes tipos de rocas o sustratos, el patrón de drenaje colaborará definitivamente en su reconocimiento.

Algunos conceptos básicos de geomorfología

1. Los procesos físicos de hoy operaron en el pasado geológico.
2. La estructura geológica condiciona las formas del relieve.
3. El proceso geológico se expresa en la *geoforma*.
4. Cuando los diferentes agentes modelan la corteza se produce la secuencia que evidencia tales etapas.
5. *La complejidad es más común que la simplicidad en las geoformas.*

6. La geología del cuaternario domina la topografía.
7. La adecuada interpretación del paisaje exige conocer los cambios geológicos y climáticos pasados.
8. La presión y temperatura del clima regional son necesarias para entender los procesos geológicos.
9. Se debe mirar la geomorfología de hoy en el contexto de las geoformas pasadas.
10. Conocer los mecanismos (endógenos y exógenos) modeladores o formadores del paisaje.

De este decálogo, tendremos presente especialmente las 5 y 10, que formarán parte del acervo del fotointérprete.

Relieve / Formas Fisiográficas

La superficie de la tierra es compleja y variada. Los detalles del relieve muestran diferencias que existen debajo de la superficie. Las formas del relieve muestran las huellas de los movimientos internos de la tierra de la erosión y de la deposición. Las alineaciones de tonalidades y las irregularidades en las estructuras topográficas y de avenamiento pueden indicar la existencia de fallas y fracturas. El color y las diferencias de color (que aparecen como tonalidades de gris en las fotografías en blanco y negro) son claves importantes, ya que pueden indicar diferencias entre las unidades de suelo y tipos de roca. Las diferencias de tonalidad indican frecuentemente variaciones en la porosidad y permeabilidad del suelo, y variaciones en la vegetación debidas a diferencias químicas en el suelo.

Agentes modeladores del relieve.

Se menciona que el relieve mostrará la génesis del material con que está compuesta la corteza terrestre, expuesta a sus agentes modeladores. A escala macro los podemos clasificar en Endógenos y Exógenos, según provengan de la superficie de la tierra hacia abajo o hacia arriba respectivamente. Los mencionaremos aquí, y en el Anexo haremos una breve descripción de ellos. Ambos agentes generan relieves positivos y negativos.

Sobre los agentes endógenos, originados principalmente por la tectónica de placas en las épocas geológicas más reciente: orogenia, epirogenia, sismos, vulcanismo, plegamientos, desplazamientos, fracturas (fisuras, diaclasas, fallas).

Sobre los agentes exógenos: también denominados meteorización y/o intemperización, con componentes físicas/mecánicas, químicas y biológicas. El clima (precipitaciones y temperaturas); agua; mares / tsunamis; vientos / tornados; glaciares; movimientos masivos; flora y fauna (excluida la raza humana).

Se hace la salvedad que las aguas subterráneas, las raíces de la vegetación y animales que actúan debajo de la superficie, se los puede considerar no obstante agentes exógenos.

Suelos

Ya han sido mencionados en el punto anterior al referir a su uso en lo que hace a su observación desde el aire. Diremos aquí que, desde el punto de vista de su génesis y su constitución,

estarán estudiados por las especialidades de geología y agronomía, quienes realizan habitualmente la cartografía edafológica o Mapas de Suelos, con una decisiva utilidad de la fotointerpretación. Desde el punto de vista de las obras civiles, la ingeniería estudia y profundiza en la mecánica de suelos, aplicable en las extensiones de obra.

Para los agrimensores, el análisis de los suelos implica principalmente el conocimiento de *agrológica* por su potencialidad de explotación (agrícola, ganadera, urbanística, minería, etc.), de comprensión necesaria por la actividad del catastro rural tanto parcelaria como valuatoria; y geomorfológica por las características de conocer comportamientos del paisaje por su trabajo en territorios inexplorados, que conlleva programación logística de las campañas topográfico-geodésicas y su componente de seguridad en las operaciones de relevamiento in-situ.

Referencias

- American Society of Photogrametrica & Remote Sensing (ASPRS)*, Manual of Remote Sensing. ASPRS, Manual of Photo-Interpretation.
- Campbell, James B. 2002. *Introduction to remote sensing*. The Guilford Press.
- Duque Escobar, Gonzalo P. 1998. Manual de Geología para Ingenieros. Univ. Nacional de Colombia.
- Goyzueta, Felipe. Uso actual de tierras. Recuperado de [https://www.academia.edu/8303314/USO ACTUAL DE TIERRAS](https://www.academia.edu/8303314/USO_ACTUAL_DE_TIERRAS)
- Graham, Ron. y Read, Roger E. 1990. Manual de fotografía aérea. Ed. Omega.
- Haded Hernán. 2013. Reversible. Recuperado de <http://www.reversiblelibro.com>
- Lillesand & Kieffer. 2000. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Edit. Wiley.
- López Vergara, Ma. Luisa. 1971, Manual de Fotogeología. Madrid, Junta de Energía Nuclear.
- Lueder, Donald R. “*Aerial Photo-Interpretation*”, Editorial: McGraw-Hill Inc., US.
- Romer, Henry. 1969. Fotogeología aplicada. Eudeba, Bs As.
- Scanvic, Jean-Yves. 1989. Teledetección Aplicada. Ed. Paraninfo.
- Short, Nicholas M. 2009. *The remote sensing tutorial*. N.A.S.A. (National Aeronautics & Space Administration). Digital.
- Soeters, Robert. 1976. Apuntes sobre la clase de geomorfología. CIAF.
- Strandberg, Carl H. 1975. Manual de fotografía aérea. Edit. Omega, Barcelona.
- Short, Nicholas M. “The remote sensing tutorial”. N.A.S.A. (National Aeronautics & Space Administration). Digital, actualiz. 2009.
- USGS (United States Geological Survey). Recuperado de <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Vink, A.P. “*The use of Aerial Photographs Integrated Surveys of Resources*”.
- Página web CONAE: www.conae.gov.ar

CAPITULO 6

Aplicaciones de la Fotointerpretación o Análisis Visual

Hemos venido desarrollando los elementos a considerar del paisaje terrestre, para obtener información útil a partir de las fotografías e imágenes aéreas. La extracción de la información que contienen estos registros sobre la superficie terrestre es la esencia, la tarea principal de la fotointerpretación. Por medio del descifrado de estos registros, se pueden obtener conocimientos muy diversos acerca del territorio. Como concepto de Información Útil es aquella que responde a la tarea concreta, a los objetivos planteados según los intereses del que las esté utilizando. En las fotos e imágenes aéreas existirán datos en exceso o en defecto. El fotointérprete deberá conocer las ventajas y limitaciones de la técnica, y convenientemente altos niveles de referencia local y general. A partir de allí, podrá plantearse una Secuencia Metodológica como la que se propone a continuación, para las distintas disciplinas vinculadas a las Ciencias de la Tierra:

Secuencia metodológica, genérica

- a. Estudio General De La Zona: Antecedentes (cartografía, informes, clima, entorno, web, etc.) y extensión geográfica.
- b. Selección Del Material A Emplear (en función del Objetivo):
Definir escala y productos de aplicación, Resoluciones en función del detalle deseado. Tomas de vista existentes (de archivo / catálogo) o por requerir / programar a futuro.
- c. Adquisición Del Material (*fotos aéreas/imágenes satelitales/...*)
- d. Interpretación De Pares Estereoscópicos O Escenas Individuales.

PROCEDER DE LO SIMPLE A LO COMPLEJO:

Vías de comunicación, drenaje, topografía, cubierta vegetal, aspectos rurales agrícolas; uso del suelo, edificaciones, zonas industriales, residenciales.

- e. Separación De Foto unidades. Elaboración De Hipótesis De Trabajo:
Interpretación - Justificación.
- f. Chequeos / Correlaciones In Situ:
Planificación De Tareas De Campaña.

- g. Determinaciones Cuantitativas: Superficiales, lineales, comparativas, otras. Definición de precisiones y alcances de las valoraciones.
- h. Control De Calidad Del Producto

Aplicaciones genéricas en distintas especialidades

Si bien se mencionan diferentes especialidades, muchas de ellas tienen superposición de actividades por su pluridisciplinariedad. Para todas ellas el análisis de imágenes estará en una o varias etapas de los diferentes rubros, siendo definitorio el conocimiento de la técnica para apreciar ventajas/desventajas del método y justificación apropiada de su aplicación.

En todos los casos, las actividades mencionadas no agotan las posibilidades de utilización de la técnica.

- **Ingeniería:** vial, civil, proyectos, urbanismo.

Todo proyecto de obras civiles requiere inicialmente el conocimiento de su traza o emplazamiento, el que iniciaba con cartografía topográfica disponible, previo a levantamientos topográfico-geodésicos de mayor detalle in situ. El acceso a multiplicidad de programas de obtención de imágenes satelitales actuales en forma inmediata, ha hecho que el primer elemento de consulta natural sea el análisis de fotografías o imágenes. El tendido de obras líneas (carreteras, ferrocarriles, canales, líneas de alta tensión, ductos, etc.) requiere definiciones iniciales sobre la traza; luego sobre los obstáculos naturales y topografía; luego aspectos legales y catastrales sobre las diferentes variantes de trazas; ocupación del territorio; impacto ambiental; logística para las obras; inspecciones de obras; verificación de funcionamiento... El inicio histórico de cualquier obra de ingeniería era a través de alguna cartografía de líneas disponible; hoy inicia con análisis visual de imágenes.

- **Planeamiento:** urbano, regional, geografía física/económica.

El panorama urbano requiere planificación toda vez que va ampliándose. La manera de apreciarlo en conjunto es ofrecida en forma especialmente clara desde las fotos aéreas e imágenes satelitales. Se utilizará la técnica sobre todo en instancias tempranas del proyecto, cuando se pretende determinar una zona en la cuál podría ser factible el desarrollo urbano. Se utilizarán imágenes y fotografías para localizar lugares que cumplan con las condiciones o requisitos que se busquen para determinada situación. Una vez determinado un lugar, resultará útil realizar proyecciones de lo que sería la traza urbana sobre fotografías aéreas e imágenes, respetando trazas ya existentes por ejemplo y armonizar con vías de comunicación o la disponibilidad de servicios. También para la sectorización de las ciudades y la dinámica propia de la misma es seguida a nivel regional siempre con este medio, utilizándose cada vez más para niveles de sumo detalle asociándolo a objetivos impositivos/recaudatorios.

- **Mapeo / Cartografía:** generación, actualización.
La obtención de cartografía básica o temática, ha sido siempre la primera aplicación de los registros desde el aire. Debe distinguirse fundamentalmente el uso de la técnica inicialmente en dos aspectos: producción por primera vez, o actualización de cartas existentes. Los requerimientos entre ambas son esencialmente diferentes. Para la producción de cartografía resultará recomendables inicialmente relevamientos estereoscópicos para tener la posibilidad de realizar determinaciones métricas de calidad, siendo determinante la resolución espacial o escala del registro; mientras que, para actualización, el abanico de posibilidades sobre tipos de registro a utilizar estará definido por el objetivo de esta.
- **Hidráulica:** cuencas de drenaje, divisorias, inventarios, cuerpos lagunares, hidrología (ej. coberturas, coeficientes de escurrimiento, pendientes), dinámica de escurrimiento, modificaciones antrópicas, sedimentos en suspensión, trazado y comportamiento de canales, presas.
- **Agronomía:** Usos del suelo agrícola, Erosión: tipos, intensidades; Mapas de Suelos, Salinización, afectaciones por contaminación, plagas, producción, riego.
- **Forestal:** Inventarios, tipificaciones, distribución, prevención de incendios, afectaciones.
- **Geología:** geomorfología / paisajes, litología / minerales, minería, geología de superficie, plegamientos, análisis de estratos, coladas de lava, prospecciones mineralógicas, petroleras, yacimientos/prestamos materiales para obras (terraplenes, represas, escolleras).
- **Costas / Litoral:** evoluciones, formaciones litorales, sedimentaciones, accesos, planificación portuaria, erosión/protección.
- **Medio ambiente:** Inundaciones, prevención de incendios, polución ambiental, Para análisis de impacto ambiental en grandes obras (diques, ductos, autopistas, FFCC) desde hace años está estipulado en la normativa la obtención de una Línea de Base, que incluye obligatoriamente imágenes actuales o recientes (con su interpretación, por supuesto) del lugar de emplazamiento, más un seguimiento posterior o a la finalización de la obra. En temas de polución ambiental, muchas veces el alcance la contaminación se manifiesta en la vegetación cuyo cambio en la reflectancia infrarroja disminuye y se manifiesta en las imágenes antes que a la vista del dueño.
- **Arqueología:** detección de yacimientos (muchas veces sólo se descubren a partir del análisis de imágenes, ya que están cubiertos por vegetación o suelos, y a nivel del piso pasan desapercibidos), análisis históricos, multitemporales.

- **Emergencias ambientales:** tsunamis, terremotos, incendios, inundaciones, tornados... En diversas etapas del manejo de catástrofes naturales, (prevención, asistencia, mitigación, rescates, inventario, etc.) son requeridas como auxilio imágenes en forma urgente. El *Chart Internacional de Emergencias* del que nuestro país forma parte principalmente a través de CO-NAE es suficiente muestra de la importancia y alcances del uso de la técnica.
- **Peritajes:** documentos irrefutables y objetivos, requerimientos para pruebas judiciales. Es famoso el papel de los fotointérpretes en el juicio entre las provincias de La Pampa y Mendoza por el uso de las aguas del río Atuel. En este tema, resulta de fundamental importancia en poder garantizar la fecha de las tomas de vista, ya que documentan en forma insustituible las determinaciones y trabajos técnicos.
- **Multitemporales:** modificaciones naturales, antrópicas, eventos dinámicos. Desde los primeros programas satelitales de observación operacionales en 1972, se aplican en seguimiento dinámico para muy diferentes tipos de modificaciones naturales o artificiales del territorio.
- **Estrategia /Vigilancia:** inteligencia militar, geopolítica. Es sin duda el motor que ha impulsado el desarrollo de la técnica, y el análisis de imágenes ha jugado y juega, papel fundamental en conflictos y en particular, en el sostenimiento del equilibrio entre superpotencias que evalúan por este medio diferentes tipos de potenciales (económicos, bélicos, recursos naturales, etc.) recíprocos.

Aplicaciones específicas en Agrimensura

Por supuesto, habrá dentro del detalle de Agrimensura, muchas actividades que son compartidas por otras especialidades, mencionadas en el listado de arriba.

A continuación, un listado de referencia (siempre surgen nuevas aplicaciones del análisis de imágenes).

Aplicaciones Catastrales Rurales

- La valuación rural.
- División en lotes de valor determinado.
- Catastro físico y económico.

Aplicaciones Catastrales Urbanas

- El estudio de la propiedad inmueble, relevamientos de mejoras.
- Control de evasión impositiva. Construcciones clandestinas.

Aplicaciones Topográfico-Geodésicas

- Selección de sitios para emplazamiento de puntos fijos (estabilidad – perdurabilidad – accesibilidad).

- Selección de sitios de estacionamiento de equipos para operaciones topográficas (estación total, teodolito, líneas de nivelación).
- Inter visibilidad entre estaciones.
- Planificación de campaña, accesos y logística.

Aplicaciones Vinculadas A Obras De Ingeniería

- Trazados obras lineales (viales, FFCC, ductos, LAT, canales).
- Emplazamiento diques.
- Levantamientos hidrográficos e hidrológicos.
- Proyectos Urbanísticos / Planeamiento.

Aplicaciones Cartográficas

- Apoyo a los levantamientos aerofotogramétricos y satelitales.
- Actualización cartográfica.
- Producción de cartografía temática.
- Inspección de obras cartográficas.

Otras Aplicaciones

- Representación expeditiva del relieve (curvas de forma).
- Aplicaciones ambientales, inventarios, trabajos multidisciplinarios.
- Aplicación en pericias.
- Impacto ambiental.
- * Mediciones indirectas en las determinaciones de Estados Parcelarios y Mensuras.

Secuencia genérica de metodología de aplicación, ejemplos en Agrimensura

La Agrimensura por ser una profesión de pioneros en el desarrollo territorial, se dice que son los primeros que hacen pie en los nuevos proyectos que comienzan en el terreno, y son los últimos que lo abandonan. Es decir que su presencia es insustituible en el terreno, en la campaña, cualquiera sea el paisaje: montaña, delta, llanuras, mesetas, selvas, pantanos, desiertos.

Al tener que acceder por primera vez a un territorio para realizar trabajos de relevamiento, es fundamental el conocimiento previo del mismo por cuanto es menester planificar cómo podrá desarrollar su trabajo. Necesita analizar accesos posibles para el agrimensor, sus ayudantes y equipos. Determinar equipos y modalidad de operaciones. Analizar inconvenientes y obstáculos y tener una solución prevista para que no interfieran con el trabajo. Es decir, hacer la logística del trabajo en campaña. Toda vez que el agrimensor encare un trabajo en terreno, la logística precisa será la llave de su éxito. Y la logística tiene un inicio prácticamente excluyente: la interpretación visual del paisaje o fotointerpretación, análisis de los desniveles, cobertura vegetal, erosión, pendientes, accesos terrestres, por agua o aire, en cualquiera de sus múltiples posibilidades en cada una.

Hemos hecho referencia antes a la escala de los registros, ya que históricamente se manipulaba el material de imágenes en formato impreso. En Agrimensura cuando hablamos de

Escala, nos referimos en general, a la escala media de los fotogramas de un vuelo fotogramétrico. Se hace esta aclaración ya que, en algunas profesiones, se habla de la escala máxima de ampliación fotográfica, la cual depende de la escala y calidad del registro original, y de los equipos de post proceso. Así, era frecuente que pudieran realizarse ampliaciones del orden de 2X a 5X (ej., 5X es 5 veces de aumento: de una escala 1:5000 llegar a una ampliación escala 1:1000), en raras ocasiones algo mayor. También de ese orden, era el proceso compatible para elaborar cartografía con normas de precisión acorde a la escala del documento cartográfico.

A partir de la transformación de los procesos analíticos-analógicos / electromecánicos de manejo de los datos, en digitales/informáticos, se suele hablar en vez de Escala del registro, de resolución espacial del sistema de captura.

En adelante se hace referencia histórica a la escala del registro o del negativo fotogramétrico, la que puede correlacionarse, utilizando normativas de procedimientos (nacionales e internacionales) y precisiones compatibles con los productos cartográficos, según la tabla indicativa que se agrega a continuación:

| Escala negativo | Escala cartografía (*) | Resolución fotográfica aprox. (cm.) | Resolución espacial digital requerida (cm) |
|-----------------|------------------------|-------------------------------------|--|
| 1: 5.000 | 1: 1.000 | 4 | 20 |
| 1:10.000 | 1: 2.000 | 8 | 40 |
| 1: 20.000 | 1: 5.000 | 14 | 100 |
| 1: 30.000 | 1: 7.500 | 21 | 150 |
| 1: 50.000 | 1:10.000 | 35 | 200 |
| 1: 60.000 | 1:12.500 | 42 | 250 |

(*) Escala máxima compatible con la precisión del material fotográfico utilizado.

Se indican algunos rangos de escalas usuales o tradicionales, aunque la práctica actual permite trabajar con valores intermedios, no necesariamente múltiplos de 5.000 o 10.000.

Por otra parte, se aclara que al referirnos a resolución espacial NO es sinónimo de “tamaño del pixel”, una confusión muy frecuente entre usuarios no especializados.

Actualmente (año 2020) los sistemas satelitales de observación de uso abierto o civil, llegan a resoluciones levemente superiores a 50 cm, las escalas de vuelos fotogramétricos del orden 1: 20.000 o más pequeñas (denominador de escala mayor) de aplicación para superficies extendidas, están siendo reemplazadas a nivel mundial, por imágenes satelitales, que ofrecen además la posibilidad de estereoscopia. Los vuelos fotogramétricos tradicionales han quedado relegados a usos específicos para escalas “grandes”, vinculadas a relevamientos de detalles y/o usos urbanos.

El advenimiento de equipamiento de captura digital montado en UAV (drones), permite alcanzar las precisiones indicadas para escalas grandes (aún mayores a las indicadas en el cuadro), y está reemplazando en los últimos años - para superficies de trabajo relativamente pequeñas poco extendidas, a los vuelos fotogramétricos tradicionales a escala grande.

No obstante, el criterio de manejo de escalas, resoluciones, procesamiento, y producto final, es imprescindible para un apropiado manejo de la técnica.

En la secuencia propuesta a continuación, puede haber algunas actividades superpuestas y/o retroalimentadas, que surgen de variables difíciles de incorporar en la planificación general a priori. Según la organización y teniendo en cuenta esto, la secuencia de 10 pasos podría replan- tearse con uno o dos menos.

Como aclaración de importancia, la Agrimensura es la única profesión con el Catastro como Actividad Reservada; y una de las pocas que tiene en su formación de grado (la que otorga competencias) la Fotointerpretación.

Secuencia general

| | | | |
|----|---|---------------------|-------------------------|
| 1 | OBJETIVOS | | |
| 2 | ESCALA DE TRABAJO | NIVEL DE DETALLE | GRADO DE PRECISION |
| 3 | MEDIOS DISPONIBLES | | |
| 4 | METODOLOGIA DE TRABAJO | | |
| 5 | TIPO DE PROCESAMIENTO – PRODUCTOS A OBTENER | | |
| 6 | SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR | | |
| 7 | TIPO DE SENSOR | CANTIDAD DE ESCENAS | FECHA DE TOMAS DE VISTA |
| 8 | PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS | | |
| 9 | CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO | | |
| 10 | ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES | | |

Secuencias particulares para diferentes aplicaciones de agrimensura

Aplicaciones Catastrales Rurales

| | | | |
|----|---|---|---|
| 1 | <p>OBJETIVO:</p> <p>APLICACIONES CATASTRALES RURALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • La valuación rural. • División en lotes de valor determinado. • Catastro físico y económico. | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALAS DE TRABAJO (del registro fotográfico): 1:10.000 a 1:40.000. (Resoluciones espaciales: cercanas a 0.50m) • NIVEL DE DETALLE: chacras a grandes fracciones rurales. • GRADO DE PRECISION: métrico o menor. | | |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • MEDIOS DISPONIBLES: copias por contacto / ampliaciones fotográficas / imágenes satelitales | | |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • METODOLOGIA DE TRABAJO: Interpretación de mosaicos, de pares estereoscópicos, de imágenes satelitales, con equipos auxiliares y/o computadoras | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE PROCESAMIENTO: Fotointerpretación “convencional”: planillas de revalúo catastral de parcelas rurales. Detección de mejoras. • PRODUCTOS A OBTENER: Mapas o planos de parcelas o proyecto de subdivisión. Escalas de trabajo 1:5.000 o menores. | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR: utilización de datos disponibles (fotos o imágenes satelitales) o planificación de nuevos vuelos fotográficos o programación de escenas. | | |
| 7 | <p>TIPO DE SENSOR:</p> <p>Fotografía Aérea / Imágenes satelitales</p> | <p>CANTIDAD DE ESCENAS o Fotos:</p> <p>En función de la escala y área de trabajo.</p> | <p>FECHA DE TOMAS DE VISTA:</p> <p>Lo más actual posible.</p> |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: Interpretación visual para definición de revalúo (ver T. Prácticos), confeccionado de planillas y documento gráfico (plano/croquis) para subdivisión. | | |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> • CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: Correlación terrestre – aérea. Determinación precisiones alcanzadas. | | |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> • ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Etapa de control y balances. Recomendaciones para la utilización de los resultados. | | |

Aplicaciones Catastrales Urbanas

| | | | |
|----|--|--|--|
| 1 | <p>OBJETIVO:</p> <p>APLICACIONES CATASTRALES URBANAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El estudio de la propiedad inmueble, relevamientos de mejoras. • Control de evasión impositiva. Construcciones clandestinas. | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALAS DE TRABAJO (del registro fotográfico): 1:3.000 a 1:10.000. • NIVEL DE DETALLE: Manzana / Parcela. • GRADO DE PRECISION: Submétrico a decimétrico. | | |
| 3 | <p>MEDIOS DISPONIBLES: copias por contacto / ampliaciones fotográficas // imágenes escaneadas / restituidores fotogramétricos.</p> | | |
| 4 | <p>METODOLOGIA DE TRABAJO: Interpretación de copias de contacto aisladas o de a pares, con equipos auxiliares (lupas, estereoscopios, etc.); ídem sobre ampliaciones; ídem sobre computadoras (fotointerpretación de “cabeza levantada”); restitución fotogramétrica.</p> | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE PROCESAMIENTO: Fotointerpretación “convencional”: planillas con indicación de parcelas con construcciones. • PRODUCTOS A OBTENER: Descripción tipo “formulario catastral” de las construcciones. Croquis de edificaciones a relevar en campo (“censo”). Mapas o planos fotogramétricos impresos o en soporte digital, con precisiones de cartografía 1:1.000 a 1: 2.500 | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR: utilización de datos disponibles o planificación de nuevos vuelos fotográficos. | | |
| 7 | <p>TIPO DE SENSOR: Fotografías Aérea / Lidar</p> | <p>CANTIDAD DE ESCENAS o Fotos: En función de la escala.</p> | <p>FECHA DE TOMAS DE VISTA: Lo más actual posible. Eventualmente de invierno.</p> |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: aplicación de la metodología preestablecida para obtener el producto final (planillas, listados, mapas, etc.). | | |
| 9 | <p>CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: correlación terrestre –aérea (control de campo, con registro y con cuantificación o medición), determinación precisiones alcanzadas.</p> | | |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> • ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Etapa de control y balances. Recomendaciones de continuar con el método, modificarlo, descartarlo, mejorarlo, complementarlo. | | |

Aplicaciones Topográfico-Geodésicas

| | | | |
|----|---|---|--|
| 1 | <p>OBJETIVO: APLICACIONES TOPOGRÁFICO-GEODÉSICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selección de sitios para emplazamiento de puntos fijos (estabilidad – perdurabilidad – accesibilidad). • Selección de sitios de estacionamiento de equipos para operaciones topográficas (estación total, teodolito, líneas de nivelación). • Inter visibilidad entre estaciones. • Planificación de campaña, accesos y logística. | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALAS DE TRABAJO (del registro fotográfico): en función de disponibilidad. • NIVEL DE DETALLE: ídem anterior. • GRADO DE PRECISION: nivel de entorno. | | |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • MEDIOS DISPONIBLES: copias por contacto / ampliaciones fotográficas / imágenes satelitales. | | |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • METODOLOGIA DE TRABAJO: Interpretación de mosaicos, de pares estereoscópicos, de imágenes satelitales, con equipos auxiliares y/o computadoras | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE PROCESAMIENTO: Fotointerpretación “convencional”, convenientemente uso de la estereoscopía. Análisis geomorfológico. • PRODUCTOS A OBTENER: diseño de redes de trabajo; secuencia de transitabilidad, accesibilidad y planificación de tareas de campaña. | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR: En función de datos disponibles (fotos o imágenes satelitales); eventualmente sobrevuelo con toma de fotografías o vídeos. | | |
| 7 | <p>TIPO DE SENSOR: Fotografía Aérea / Imágenes satelitales</p> | <p>CANTIDAD DE ESCENAS o Fotos: En función de la escala y área de trabajo.</p> | <p>FECHA DE TOMAS DE VISTA: Lo más actual posible.</p> |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: Interpretación visual para definición de metodologías. Proyecto de secuencia de operación <i>in situ</i>. | | |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> • CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: En el momento de ejecutar tareas planificadas. | | |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> • ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Etapa de control y balances, errores y aciertos, ventajas y desventajas. | | |

Aplicaciones Vinculadas A Obras De Ingeniería

| | | | |
|----|--|--|--|
| 1 | <p>OBJETIVO: APLICACIONES VINCULADAS A OBRAS DE INGENIERÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trazados. • Levantamientos hidrográficos. • Proyectos urbanísticos / Planeamiento. | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALAS DE TRABAJO (del registro fotográfico): en función de objetivos, desde detalle a regional. • NIVEL DE DETALLE: desde entorno de obra a región o provincia. • GRADO DE PRECISION: de submétrico a kilométrico. | | |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • MEDIOS DISPONIBLES: copias por contacto / ampliaciones fotográficas / imágenes satelitales / restituidores fotogramétricos. | | |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • METODOLOGIA DE TRABAJO: Interpretación de copias de contacto aisladas o de pares, también ampliaciones; ídem sobre computadoras; eventualmente restitución fotogramétrica. | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE PROCESAMIENTO: Fotointerpretación fundamentalmente de índole geomorfológico, también de uso del suelo y de coberturas vegetales, afloramientos, detección de obstáculos a salvar. Red de drenaje, tipos de escurrimiento, planificación instrumental requerido. Análisis multitemporales (p.e.: proyecciones o predicciones de crecimientos urbanos). • PRODUCTOS A OBTENER: Trazas tentativas. Localización de obras de arte. Programación de accesos. Sitios convenientes para desarrollos. | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR: utilización de datos disponibles o planificación de nuevos vuelos fotográficos. | | |
| 7 | <p>TIPO DE SENSOR: Fotografía Aérea o imágenes satelitales</p> | <p>CANTIDAD DE ESCENAS o Fotos: En función de la escala prevista.</p> | <p>FECHA DE TOMAS DE VISTA: Lo más actual posible. Eventualmente datos antiguos</p> |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: aplicación de la metodología de interpretación para producción de mapas temáticos con sus proyectos, redes, etc. También planificación de obras. | | |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> • CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: correlación terrestre –aérea (control de campo, convenientemente con registro); determinación precisiones alcanzadas. Reinterpretación de datos con el conocimiento de campo. | | |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> • ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Etapa de control, balances y recomendaciones. | | |

Aplicaciones Cartográficas

| | | | |
|----|--|---|--|
| 1 | <p>OBJETIVO: APLICACIONES CARTOGRÁFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyo a los levantamientos aerofotogramétricos. • Actualización cartográfica. • Producción de cartografía temática. • Inspección de obras cartográficas. | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALAS DE TRABAJO (del registro fotográfico): en función de objetivos, desde detalle (1:1.000) a regional (1:250.000). • NIVEL DE DETALLE: desde urbanos a regional • GRADO DE PRECISION: subcentimétrico a decamétrico. | | |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • MEDIOS DISPONIBLES: copias por contacto / ampliaciones fotográficas / imágenes satelitales /carta imagen satelital / restituidor fotogramétrico. | | |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • METODOLOGIA DE TRABAJO: Interpretación de fotos o imágenes (generalmente aisladas); ubicación y selección de puntos de control (PAF), extracción de información (definición de leyendas, “layers”, etc.). | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE PROCESAMIENTO: Fotointerpretación comparativa para actualización; temática (drenaje, afloramientos, coberturas forestales, etc); de tipo catastral. • PRODUCTOS A OBTENER: PAF; Definición de Leyendas; Cartas actualizadas; Reportes de Inspección de Obras. | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR: utilización de datos previstos en función del tipo de trabajo. | | |
| 7 | <p>TIPO DE SENSOR: Fotografía Aérea o imágenes satelitales</p> | <p>CANTIDAD DE ESCENAS o Fotos: En función de la escala prevista.</p> | <p>FECHA DE TOMAS DE VISTA: De las fechas recientes.</p> |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: aplicación de la metodología de interpretación tanto analógica como digital para producción de mapas temáticos; cartas actualizadas; control de obra cartográfica; o como complemento en levantamiento fotogramétrico. | | |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> • CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: correlación terrestre – aérea; control con datos de mejor resolución | | |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> • ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Etapa de control, balances y recomendaciones. | | |

Otras Aplicaciones

| | | | |
|----|---|---|---|
| 1 | <p>OBJETIVO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Representación expeditiva del relieve (curvas de forma). • Aplicaciones ambientales, inventarios, trabajos multidisciplinarios. • Aplicación en pericias | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALAS DE TRABAJO (del registro fotográfico): en función de objetivos, desde detalle a regional. • NIVEL DE DETALLE: desde entorno de obra a región o provincia. • GRADO DE PRECISION: de superficies rurales generalmente. | | |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • MEDIOS DISPONIBLES: copias por contacto / ampliaciones fotográficas / imágenes satelitales. | | |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • METODOLOGIA DE TRABAJO: Interpretación de copias de a pares (para representar el relieve); determinación de los inmuebles rurales afectados por inundaciones, incendios, etc., por análisis visual sobre impresiones y/o sobre PCs. | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE PROCESAMIENTO: Fotointerpretación fundamentalmente de índole geomorfológico (para curvas de forma y también para afectaciones); de tipo catastral para afectaciones; de tipo multitemporal frecuentemente para pericias. • PRODUCTOS A OBTENER: mapeo de curvas de forma; estados diagnósticos de situación a fechas determinadas para parcelas de interés. Utilización en prevención. | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR: utilización de datos disponibles o planificación de nuevos vuelos fotográficos. | | |
| 7 | <p>TIPO DE SENSOR: Fotografía Aérea o imágenes satelitales</p> | <p>CANTIDAD DE ESCENAS o Fotos: En función de la escala prevista.</p> | <p>FECHA DE TOMAS DE VISTA: De las fechas requeridas específicamente. Eventualmente datos antiguos</p> |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: aplicación de la metodología de interpretación para producción de mapas temáticos de relieve, de afectaciones etc. | | |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> • CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: correlación terrestre – aérea no siempre posible por inaccesibilidad; en lo posible obtener algún tipo de mediciones de contralor, aunque fueran indirectas (sobre cartas, mediciones hechas por terceros, otros datos). | | |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> • ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Etapa de control, balances y recomendaciones. | | |

Secuencia en agrimensura, ejemplos:

Catastro rural en prov. Bs. As.

| | | | |
|----|--|---|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • OBJETIVO: Control del catastro rural en Partido de Azul, prov. Bs. As. Analizar todo el Partido, aprox. <u>350.000 Ha.</u> Hidrografía pública / privada. Afloramientos rocosos y canteras. Detección mejoras. Red vial municipal. Usos del suelo: agrícola / ganadero; extensivo / intensivo; otros. | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALAS DE TRABAJO (del registro fotográfico): 1:20.000 o imágenes satelitales multiespectrales resolución 0.50 m y DEM • NIVEL DE DETALLE: parcelar rurales hasta 5 ha de superficie. • GRADO DE PRECISION: decimétrico. | | |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • MEDIOS DISPONIBLES: vuelo fotogramétrico digitalizado / DEM (modelo de elevaciones del Partido, regional) / o imágenes satelitales | | |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • METODOLOGIA DE TRABAJO: Sobre imágenes digitales georreferenciadas: Interpretación de mosaicos, de pares estereoscópicos, de imágenes satelitales, en soporte digital e impreso. | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE PROCESAMIENTO: Fotointerpretación “convencional”: Detección de existencia de mejoras. Red hidrográfica. Afloramientos. • PRODUCTOS A OBTENER: Cartas a escalas 1:20.000, integrados en otra regional escala 1:100.000. <i>Layers</i> digitales de hidrografía, usos del suelo, afloramientos, otros usos. A superponer sobre catastral rural. | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR: Compra de imágenes satelitales alta resolución de archivo, hasta 3 años de antigüedad, o realización de vuelo fotogramétrico 1:20.000 (dependiendo del costo y plazos de ejecución). | | |
| 7 | <p>TIPO DE SENSOR: Fotografía Aérea Color o Imágenes satelitales</p> | <p>CANTIDAD DE ESCENAS o Fotos: Escenas 70 a 100, o fotos aéreas 400 aprox.</p> | <p>FECHA DE TOMAS DE VISTA: No más de 3 años atrás.</p> |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: Interpretación visual específica por capas, de cada layer. Luego superposición del catastral, y verificar comparativamente los datos cargados en cada parcela, con la presencia de mejoras, lagunas, afloramientos, usos extensivos e intensivos. | | |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> • CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: Chequeo in situ de sitios con dudas. Recorrida de pocos días. | | |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> • ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Verificación de propietarios con diferencias entre registros Catastrales y hechos físicos obtenidos por interpretación de imágenes. | | |

Catastro urbano en ciudad importante

| | | | |
|----|---|--|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • OBJETIVO: Aplicaciones Catastrales Urbana – Ciudad de 300.000 hab. Sup. de trabajo: 4500 ha; aprox. 3000 Manzanas. Control de evasión impositiva. Construcciones clandestinas. | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALA DE TRABAJO (del registro fotográfico): 1:5.000 (o resolución espacial mejor que 10 cm), color natural. • NIVEL DE DETALLE: Parcela urbana. • GRADO DE PRECISION: decimétrico a subdecimétrico.. | | |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • MEDIOS DISPONIBLES: copias por contacto / ampliaciones fotográficas 1:500 / imágenes escaneadas. | | |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • METODOLOGIA DE TRABAJO: Interpretación de ampliaciones impresas o en copia digital; principalmente en forma estereoscópica. | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE PROCESAMIENTO: Fotointerpretación monoscópica macro: Etapa 01, Censo Baldío/edificado (hay o no hay construcciones y mejoras en cada parcela). Etapa 02, Estereoscópicamente: característica de la construcción, y altura. • PRODUCTOS A OBTENER: 1) listado de parcelas que figuran baldíos y no lo son; 2) Contraste en base de datos, de superficies interpretadas versus superficies declaradas. Cartas urbanas de cobertura del suelo. Escalas hasta 1:500. | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR: planificación de nuevos vuelos fotográficos, o cubrimiento con drones (dependiendo del costo de adquisición). | | |
| 7 | <p>TIPO de SENSOR: Fotografías Aéreas tradicional o digital color natural</p> | <p>CANTIDAD de Fotos: 120 a 140 tradicionales.</p> | <p>FECHA de TOMAS de VISTA: Vuelo a ejecutar, nuevo.</p> |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: Listados por parcela, de existencia de mejoras; o de diferencia entre mejoras declaradas y verificadas. | | |
| 9 | <p>CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: Controles in situ de un 2 a 5 % de las parcelas con diferencias.</p> | | |
| 10 | <p>ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Verificación de propietarios con diferencias entre registros Catastrales y hechos físicos obtenidos por interpretación de imágenes.</p> | | |

Aprovechamiento hidráulico en Prov. Bs. As.

| | | | |
|----|---|--|---|
| 1 | <ul style="list-style-type: none"> • OBJETIVO: Aplicaciones Vinculadas A Obra De Ingeniería: • Pequeño Aprovechamiento Hidroeléctrico en Prov. Bs. As., arroyo Quequén Salado. | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALA DE TRABAJO (del registro fotográfico): regional, 1:50.000 o menor. • NIVEL DE DETALLE: posible emplazamiento de obra de cierre, y afectación del cauce y parcelas asociadas; posible expropiación. • GRADO DE PRECISION: decamétrico. Grupos de parcelas rurales. | | |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • MEDIOS DISPONIBLES: copias por contacto y ampliaciones en soporte digital; imágenes satelitales falso color. | | |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • METODOLOGIA DE TRABAJO: Interpretación regional de imagen de toda la cuenca; estudio morfológico estereoscópico del cauce para identificar posibles cierres. Detalle en la zona del cierre, de usos del suelo y accesos. Identificación sobre nivel de alcance del embalse; parcelas afectadas. | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO DE PROCESAMIENTO: Fotointerpretación fundamentalmente de índole geomorfológico, e hidrológico de la cuenca; red de drenaje en detalle. Luego en zonas de posibles diques: usos del suelo, coberturas vegetales, afloramientos rocosos, infraestructura. • PRODUCTOS A OBTENER: cursos de agua en superficie, detalle cauce principal, sitios tentativos de cierre, afectación de parcelas involucradas. Planificación obras acceso y complementarias. | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION DE DATOS A UTILIZAR: utilización de imágenes satelitales de archivo y/o públicas; vuelos fotográficos existentes. | | |
| 7 | TIPO DE SENSOR: imágenes satelitales y/o fotos aéreas de archivo | CANTIDAD DE ESCENAS o Fotos: 2 a 4 escenas. | FECHA DE TOMAS DE VISTA: Imágenes disponibles, recientes o históricas. |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: aplicación de la metodología de interpretación para producción de mapas temáticos hidrológico/geomorfológico. Planificación de obras. | | |
| 9 | <p>CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: correlación terrestre –aérea (control de campo) de las fotounidades desagregadas en la interpretación. Determinaciones cuantitativas por reinterpretación de datos.</p> | | |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> • ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: Análisis del cumplimiento de objetivo, evaluando la información agregada al proyecto, no disponible en otros estudios. | | |

Aplicaciones en Pericia Judicial

| | | | |
|----|--|--|--|
| 1 | <p>OBJETIVO: APLICACIONES VINCULADAS A PERITAJE.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis explotación minera en Olavarría, histórico y actual. | | |
| 2 | <ul style="list-style-type: none"> • ESCALA DE TRABAJO (del registro fotográfico): 1:20.000 o menor. • NIVEL DE DETALLE: parcela rural. • GRADO DE PRECISION: de métrico a decamétrico. | | |
| 3 | <ul style="list-style-type: none"> • MEDIOS DISPONIBLES: copias por contacto / ampliaciones fotográficas / imágenes satelitales de archivo. | | |
| 4 | <ul style="list-style-type: none"> • METODOLOGIA DE TRABAJO: Interpretación de copias de contacto estereoscópicas, de más antiguas a recientes. Descripción con curvas de forma, del relieve anterior y actual. Ampliar fotografías para ilustrar zonas de explotación de canteras. Soporte analógico y/o digital. | | |
| 5 | <ul style="list-style-type: none"> • TIPO de PROCESAMIENTO: Fotointerpretación geomorfológica. Identificación de elementos históricos sobre el terreno (maquinarias, instalaciones). Estimación del alcance superficial de la explotación, y aproximación alturas involucradas para determinar volúmenes. Análisis multitemporal, estados anteriores versus actual. • PRODUCTOS A OBTENER: Parcelas y superficies involucradas en c/u y en total, en la explotación, aproximación de volúmenes de material natural extraído. | | |
| 6 | <ul style="list-style-type: none"> • SELECCIÓN Y ADQUISICION de DATOS A UTILIZAR: estudio de catálogos de imágenes y fotos aéreas históricas. | | |
| 7 | <p>TIPO de SENSOR: Fotografía Aérea e imágenes satelitales</p> | <p>CANTIDAD de ESCENAS o Fotos: 6 a 10 escenas o fotos.</p> | <p>FECHA de TOMAS DE VISTA: al menos 1 histórica y 1 actual posible.</p> |
| 8 | <ul style="list-style-type: none"> • PROCESAMIENTO Y OBTENCION DE RESULTADOS: Una vez concluido el análisis, el producto final será un informe pericial, acompañado con documento cartográfico de mapas temáticos a escala apropiada. | | |
| 9 | <ul style="list-style-type: none"> • CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO OBTENIDO: necesaria una visita al terreno, con algún instrumento de medición, para relacionar elementos actuales con su localización en las fotos y control de escalas. | | |
| 10 | <ul style="list-style-type: none"> • ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES: El Juez utilizará las Informes periciales para impartir justicia. La Asociación Argentina de Peritos y auxiliares de justicias confirma que las sentencias judiciales se basan más del 70% en el contenido de las pericias. | | |

Reflexión

Para el planteo de una metodología efectiva en el uso de la fotointerpretación partiendo del Objetivo definido (paso inicial), el Agrimensor fotointérprete ha de tener un alto Nivel de Referencia General, es decir muy buen criterio profesional y de la técnica y buen nivel de referencia Local. De modo que pueda Plantear un camino lógico y posible en términos técnico-económicos, para obtener un Resultado (paso final) favorable.

El autor cubano Dr. Ricardo Álvarez Portal (ver Referencias al final del capítulo) dice:

(...) la **extracción de la información que contienen las FA, es la esencia, la tarea principal de la fotointerpretación**. Por medio del descifrado de éstas, se pueden obtener los conocimientos más diversos acerca del terreno. Sin embargo, toda la información que contienen las FA no se puede clasificar como "información útil" para un usuario dado. Como concepto de Información Útil de las FA, se ajusta aquella que responde a la tarea concreta, a los objetivos planteados según los intereses del que las esté empleando.

(...) existen condiciones de ausencia o exceso de información en las FA (...)

En coincidencia total con la filosofía de lo planteado en este capítulo.

Cito textualmente debajo una relación que plantea el Dr. Álvarez:

(...) La calidad de los resultados de la fotointerpretación (descifrado) de las FA depende, entre otros factores, de la capacidad informativa de las mismas, la cual es función de toda una serie de factores técnicos y naturales que influyen en la toma aerofotográfica.

La relación entre la capacidad de descifrado y la escala de la imagen fotográfica aérea se expresa gráficamente por una curva denominada Curva de la Capacidad de Fotointerpretación (ver figura 1.54).

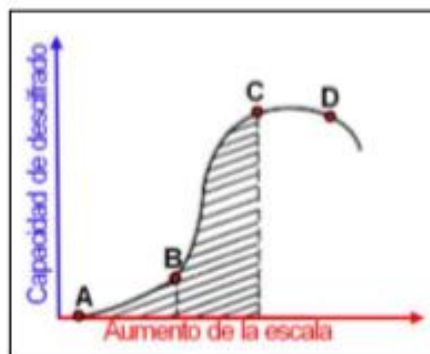


Fig. 1.54.- Curva de la capacidad de fotointerpretación o descifrado.

En la curva se destacan puntos y sectores relacionados con la escala de las FA y su influencia sobre el descifrado:

- Punto A. Corresponde a la escala mínima de la FA, a partir de la cual la imagen del objeto se registra y se puede localizar. Sector A-B. El objeto aún no se descifra directamente, pero pueden existir indicios indirectos de fotointerpretación que pueden ayudar a reconocerlos.
- Punto B. Corresponde a la escala óptima, con la que se obtiene fotográficamente la forma real y clara del objeto. Desde esta escala, en el sector B-C, la capacidad de descifrado aumenta considerablemente.
- Punto C. Corresponde a la escala máxima, bajo la cual la forma del objeto se destaca totalmente. Sector C-D. El aumento de la escala correspondiente a este sector no eleva la capacidad de descifrado.
- Punto D. A partir de este punto decrece la capacidad de descifrado. El rango de escalas comprendidas entre los puntos B y C de la curva, denominado Sector de Escalas Racionales, no es muy amplio en el caso de objetos que se detectan directamente. Para estos últimos, las escalas máximas casi coinciden con las óptimas. La curva se comporta más suave, menos inclinada, para el caso de la fotointerpretación de objetos complicados, difíciles de descifrar.”
- La efectividad de la observación de las FA durante la fotointerpretación o las mediciones fotogramétricas, depende de la capacidad máxima del analizador visual (de los ojos); o sea, la cantidad máxima de información obtenida por unidad de tiempo. Esta cantidad es aproximadamente igual a 70 bit/s.

Dejo constancia de mi reconocimiento al colega que gentilmente ofreció sus libros en formato digital, para su uso académico, los que contienen excelente detalle y respaldo científico. Lo aquí transcrito han resultado para mí muy novedoso (he tenido muy poca o nula interacción con profesionales especializados que se hayan formado en Escuelas no “occidentales”) y en coincidencia con mi criterio personal de uso de la técnica, por tanto, aprovecho la generosidad del autor, quien en sus libros ofrece su contenido ya que su postura frente al conocimiento es que le pertenece a la humanidad toda, nadie debería pensarse propietario del mismo.

Sobre la formación del Agrimensor, en Fotogrametría, Geodesia y Topografía, Cartografía, Teledetección, y Fotointerpretación

En el capítulo 6 se ha hecho referencia a las actividades y características del fotointérprete. Entre ellas, la de identificar y relacionar elementos del terreno en sus representaciones fotográficas o de imágenes. Otra formación: la del criterio profesional entre las escalas fotográficas de trabajo y representación, resolución espacial de las imágenes digitales, para poder asegurar rangos de precisión y calidad en los documentos cartográficos. Esta calidad suele medirse con

en términos cuantitativos con la precisión en la georreferenciación de los sistemas de información geográficos y territoriales. La precisión de un trabajo fotogramétrico y su interpretación no estará dada nunca por el “tamaño del pixel” ni por el GSD (*ground sample distance*) y requiere formación no sólo en procesamiento de imágenes sino en todas las ciencias y artes que dominan solamente los profesionales de la agrimensura. El agrimensor es un profesional que maneja las diferencias entre: identificar / reconocer / relacionar un elemento de su imagen, con su posición georreferenciada. Como se mencionó en el capítulo 1, en nuestro país desde 1929 las profesiones son ejercidas por profesionales universitarios, siendo sus “competencias” (incumbencias, alcances del título profesional), aquellas para las que fue formado con asignaturas específicas (tecnologías aplicadas) en el grado, es decir dentro de su carrera. En nuestro país la formación de posgrado no crea ni otorga incumbencias al título de base. Por tanto, **queda claramente expresado y fundamentado que un trabajo profesional oficial ante cualquier organismo público o privado de Argentina, que utilice estas tecnologías (teledetección) y dé como producto o resultado representaciones georreferenciadas del terreno, debería contar obligatoriamente con el respaldo profesional de un profesional de la Agrimensura titulado en nuestro país.**

Referencias

- Álvarez Portal, R. (2012). *Los Ojos Del Hombre En El Espacio: Percepción Remota Satelital*.
Álvarez Portal, R. (s/f). *Manual teórico-práctico de Fotogrametría Básica*.

CAPÍTULO 7

Ejemplos

Materiales fotográficos

Toma oblicua

Toma aérea, “oblicua baja” (no aparece el horizonte en la foto), color natural.



Ciudad de La Plata, casco urbano - también llamado “*El Cuadrado*”-.

Tomada desde el norte, vista hacia el sur.

Plaza Moreno (centro geográfico del cuadrado).

Paseo del Bosque.

Estación FFCC “Tolosa”.

Copia de contacto

Plantaciones de té en El Dorado.



Copia por contacto, de cámara métrica (en este caso, B&N o “escala de grises”).

Para su obtención, se ponen en contacto el negativo con el papel fotográfico sensible. La escala de la copia es la misma que la del negativo (la escala nominal del vuelo fotogramétrico). Se observan marcas fiduciales; y a la derecha los registros auxiliares.

Misiones. Elaboración propia.

Ampliación fotográfica

Cambio de escala, por métodos fotográficos o digitales (“zoom +”), de todo o una parte de la fotografía o imagen bajo estudio.

En este ejemplo, ampliación parcial de la imagen por contacto anterior



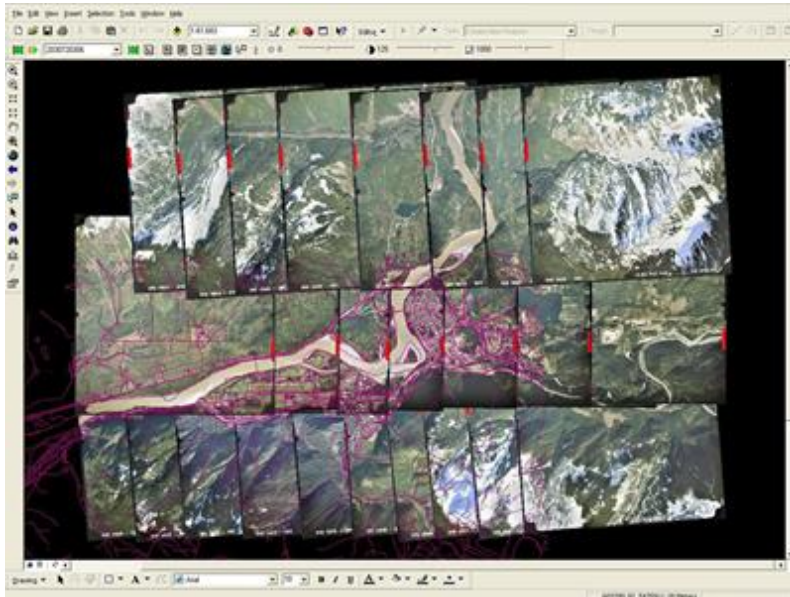
Foto índices

Para su obtención, se superponen una o más corridas fotográficas de copias por contacto. Se numeran las corridas y los fotogramas de cada recorrida. En el ejemplo debajo, una sola corrida, con tres fotogramas completos y parte del siguiente. Se mantienen intencionalmente los bordes negros de cada fotografía. Para grandes superficies, se reduce fotográficamente (o digitalmente, “zoom –”) la escala de la corrida.



*Corrida fotogramétrica sobre Verónica, prov. Bs. As.
Fuente: Escuadrón Aerofotogramétrico de la Armada, Base Aeronaval Punta Indio.*

Foto índice digital, vuelo fotogramétrico color natural.



Fuente: imagen de la web.

Cada toma de vista ha sido geo-referenciada, y luego superpuesta. Son tres corridas fotogramétricas y fue superpuesto en magenta un archivo vectorial.

Se observa el sentido de avance inverso entre corridas aledañas.

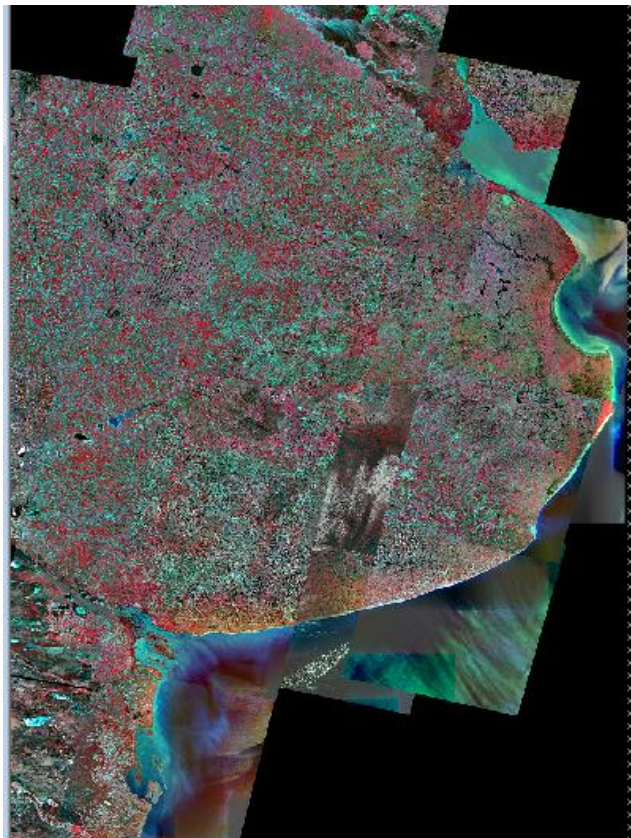
Mosaico

Cada imagen individual es recortada para que no tenga ningún borde sin imagen, y se superpone con la contigua. De este modo se genera un continuo de imagen sobre el territorio de interés.

Se identifican en algunos sectores, imágenes con nubes o con diferente respuesta radiométrica. En un mosaico, normalmente se tratan de minimizar o hacer “invisibles” los empalmes (radiométricos y geométricos) entre imágenes consecutivas.

Cuando se realiza con fotos aéreas (c/copias de contacto, por ejemplo), se eliminan los bordes negros de cada foto, y luego se recortan las fotos (física o digitalmente), siguiendo elementos del terreno (ríos, calles, etc.) para generar el continuo de imagen.

Mosaico digital de imágenes Landsat MSS, falso color infrarrojo, prov. Bs. As.

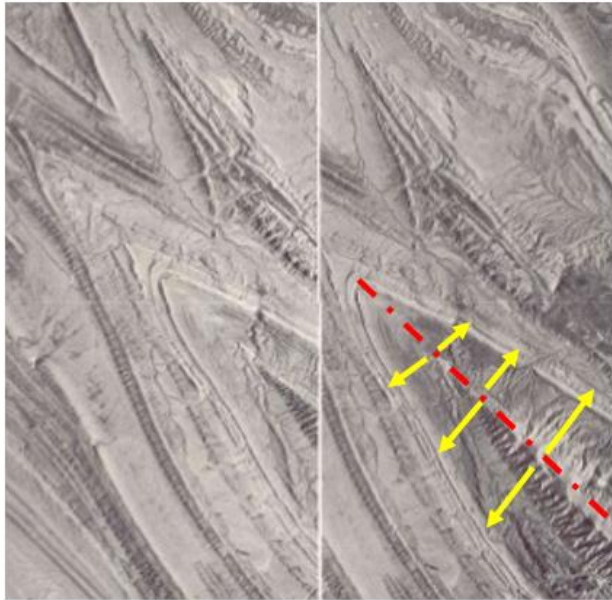


Elaboración del autor.

Estereogramas

A partir de un par estereoscópico, puede utilizarse un sector común orientado entre sí para eliminar paralajes y poder visualizarlo en 3D, ya sea físicamente (para observación con estereoscopios de bolsillo) o bien digitalmente (para observación con anaglifos).

Estereograma de fotos aéreas B&N, pancromática, eje vertical.



- Se observan estructuras geológicas: plegamientos de rocas sedimentarias, con sus diferentes estratos.
- Eje anticlinal en rojo.
- Buzamiento estratos en amarillo.

Fuente: imagen de la web /elaboración propia.

Imagen satelital falso color, eje vertical. Colahuila, México. Fuente web.



Vista terrestre de estratos plegados.

A una escala de menor detalle, se observa el mismo tipo de geoforma anterior

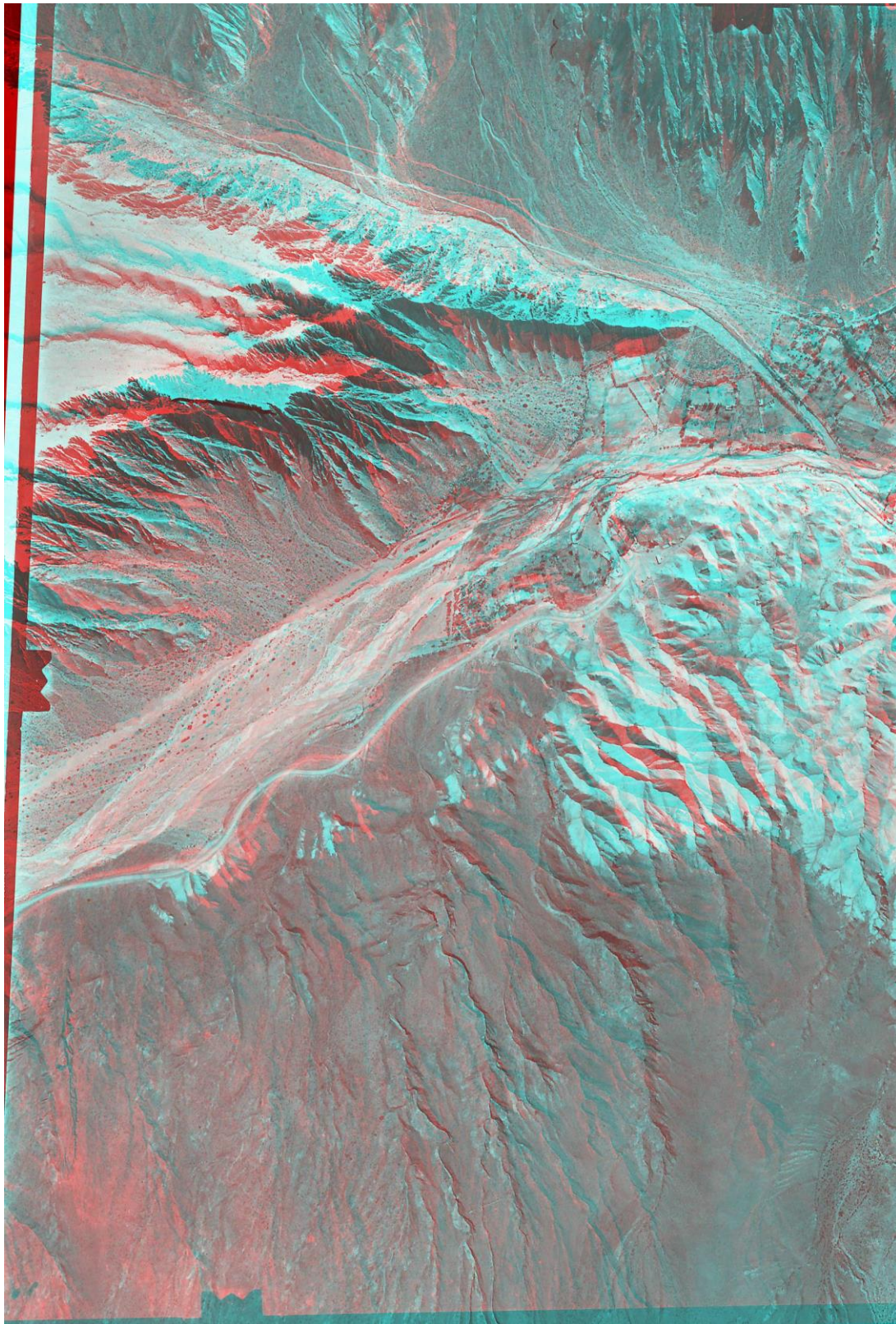
Se observan líneas definidas: son los estratos plegados en sinclinales y anticlinales.



Fuente web

Estereograma Digital

Visualización: ojo izq. (rojo) - ojo der. (azul)



*Jujuy, fotografías B&N escala 1:20.000
Software: Stereo Photo Maker. Gentileza Ing. Agrim. G. Vázquez.*

Dos escalas usuales para Catastro

Abajo se ilustra la diferente cobertura areal y detalle de fotografías métricas usadas para confección de catastros. En ambos casos la escala del fotograma ha sido reducida respecto de la escala mencionada; el lado útil de los fotogramas tiene en la realidad 23 cm.

Catastro Urbano. Se ha utilizado históricamente escalas de vuelo entre 1:4.000 y 1:8.000, siendo muy frecuente la escala 1:5.000, como la de este ejemplo.

Fotograma color sobre ciudad de La Plata.



Elaboración propia.

Catastro Rural. Han sido utilizadas en nuestro país, escalas entre 1:20.000 y 1:50.000. En el ejemplo de abajo, vuelo pancromático en escala de grises, 1:20.000, ciudad de 25 de mayo, prov. de Bs. As.



Elaboración propia.

Elementos / criterios de interpretación

Sombras

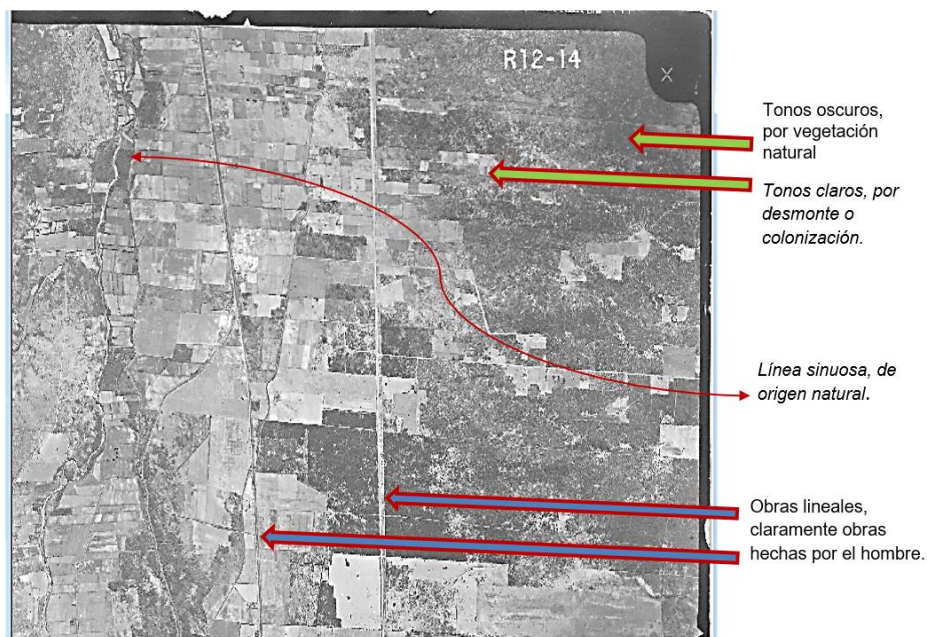


Fuente, web.

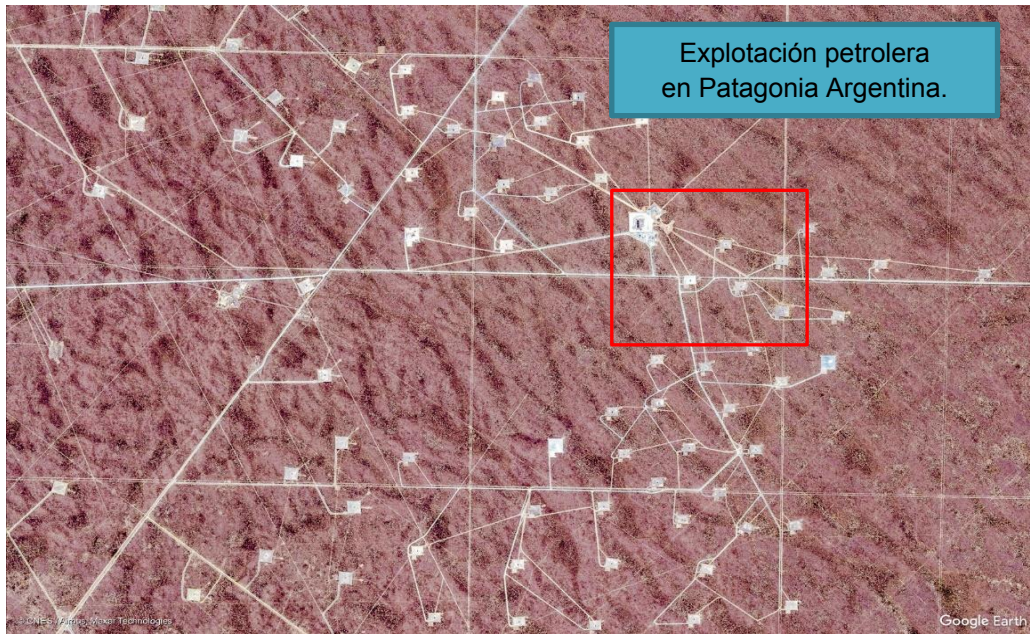
Toma a eje vertical en color natural. Las sombras largas (sol “bajo”) ayudan a identificar los animales que las provocan, cuyo tamaño en la imagen hace difícil su reconocimiento. Además, todas las sombras muestran los dromedarios siguiendo un mismo sentido.

Tonos y formas

Sector de foto métrica en B&N en Santiago del Estero. Elaboración propia.



Colores y formas



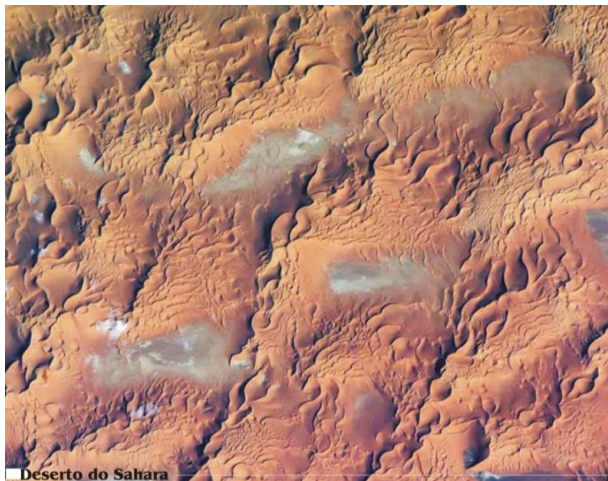
Fuente: Google Earth



Imagen satelital en color natural. Clima semiárido, escasa cobertura vegetal. El terreno natural removido por los caminos y pozos petrolíferos aparece en colores blancos, con formas rectilíneas angulosas, no naturales. Las zonas oscuras corresponden a depresiones, con formas irregulares topográficas, donde se concentra algo de humedad y vegetación.

Agentes modeladores del paisaje

Imagen a eje vertical, color natural, sobre el desierto del Sahara.



Fuente, web.

La ausencia de vegetación y de actividades antrópicas se corresponde con lo esperado sobre esa región. No obstante, se observan huellas de modelado fluvial, cuando lo esperado serían formas eólicas.



Fuente, web NASA. Imagen satelital en falso color, eje vertical sobre la superficie de Marte.

Hay dos tipos de formas nítidas, ambas naturales. Unas circulares, de diferentes tamaños, otras lineales con forma hidrodinámica. Las primeras se explican con impactos de meteoritos; las otras por algún fluido (¿agua?) que ha escurrido en superficie, modelando los cauces con procesos de erosión y sedimentación, similares a los de la Tierra. Las sombras, pocas y sutiles, indican que la fuente de iluminación se encuentra en la parte superior.

Tonos oscuros vinculados a humedad del suelo/subsuelo

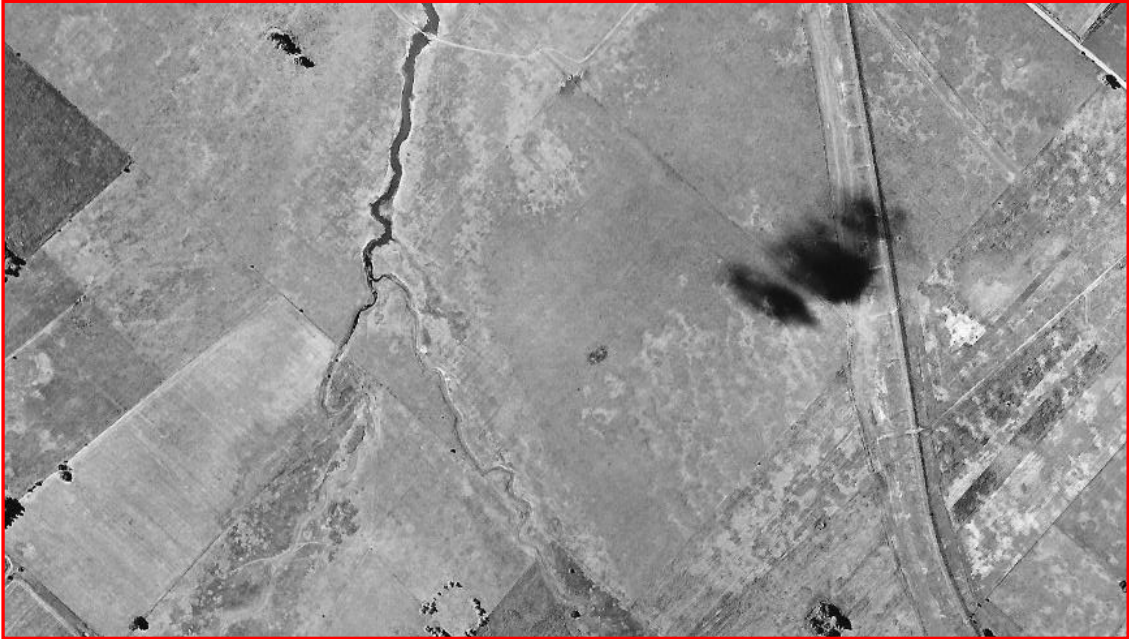
Foto aérea métrica B&N sobre presa Roggero, gran Buenos Aires, oeste.

“De lo simple a lo complejo”

Se observa (arriba izquierda) el lago de un dique artificial, que contiene un camino sobre su coronamiento. A derecha, el curso natural/cauce menor, que lleva el agua que permite pasar el vertedero. Arriba a derecha, una urbanización en damero, apenas incipiente. Toda la mitad de debajo de la imagen muestra patrones compatibles con usos agrícolas: potreros de tamaño mediano, con tonos distintos, denotando alguna cobertura de pastos naturales, otros diferentes estadios de explotación (arado, barbecho, plantaciones).



Elaboración propia.



En particular, el sector ampliado: el pequeño curso afluente, con encauzamiento incipiente, muestra sus áreas colectoras, húmedas, pero sin agua en superficie, en tonos más oscuros que su entorno. Ese cambio tonal indica además de presencia de humedad, la topografía de pequeña depresión donde confluyen las aguas de precipitaciones.

Diferentes coberturas vegetales en zona costera

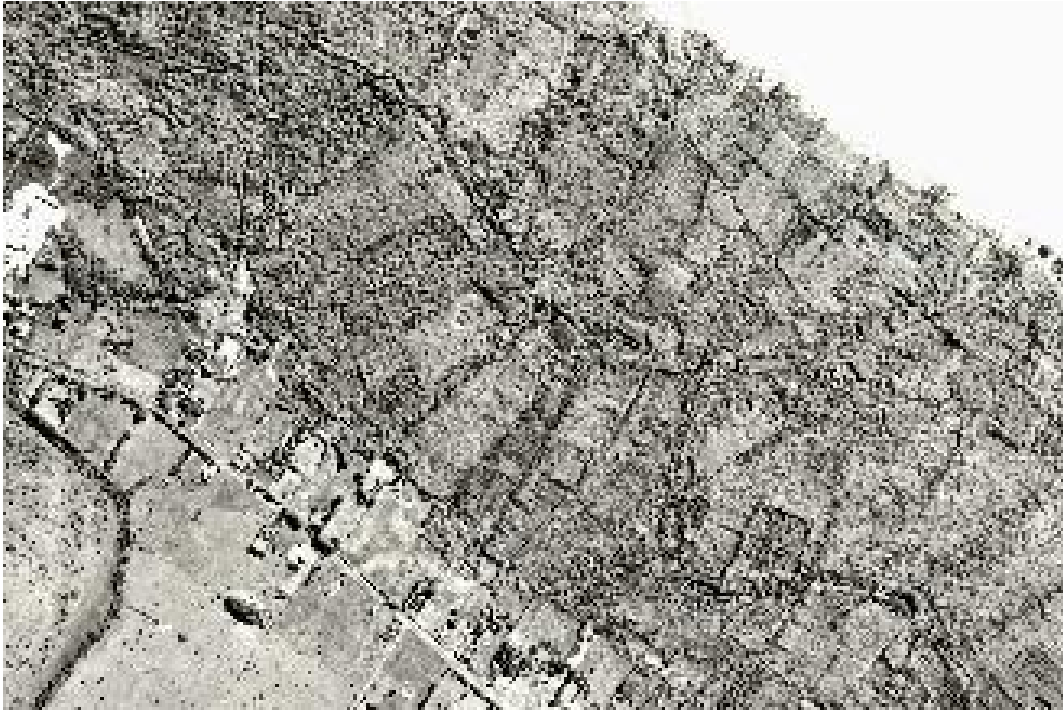
“De lo simple a lo complejo”

En la foto aérea métrica B&N. se observa (arriba derecha) línea de costa del Río de La Plata. Dentro del territorio, una segunda gran división está dada por tonos oscuros de forestación arbórea desarrollada en la margen costera (“zona de relleno del río” la mencionaban en antiguas escrituras), y los campos cubiertos de pasturas.

Dentro de esta unidad se observan claramente y su forma, dos escurrimientos o drenaje, el más oscuro con mayor presencia de agua; y asociado, tonos oscuros vinculados a humedad del suelo/subsuelo en las zonas bajas. No se observa uso agrícola en esa unidad.



Elaboración propia.



En la franja forestada central, se entremezclan patrones geométricos, indicando presencia humana y colonización, por lo que parte de esa forestación será de origen artificial.

Forestación natural y artificial

Foto aérea pancromática B&N a eje vertical, Área Metropolitana Bs.As.



En el centro de la toma se observan en tonos oscuros, bosques implantados que por su geometría y homogeneidad explican su presencia por la mano del hombre.

Arriba a la izquierda existen perímetros de parcelas rurales con forestación, en tonos más oscuros que las pasturas y plantaciones vecinas, presumiblemente para protección de cultivos en modo de “cortinas”.

Elaboración propia.

Foto aérea pancromática B&N, métrica, a eje vertical, Tucumán.



En línea diagonal desde abajo izquierda hacia arriba derecha, puede trazarse un gran contacto entre tonos gris oscuro (cobertura forestal natural) y grises claros, que a su vez corresponden a valle (patrones geométricos de explotación agrícola) y montaña (textura rugosa por los desniveles topográficos pronunciados). Claramente, la cobertura forestal por su ubicación topográfica y su densidad es de origen natural.

Elaboración propia.

Foto aérea pancromática B&N, métrica, a eje vertical, Prov. Bs. As. Escala del negativo 1:20.000



Con base en los ejemplos anteriores, pueden identificarse claramente los sectores con forestación, explicar su origen, e intuir su uso.

Elaboración propia.

Nivel de referencia

Imagen satelital canal infrarrojo (en B&N). Elaboración propia.



En la imagen de la derecha, podemos ver dos grandes unidades, una en negro, otra con tonos de grises y geometría reconocible, con uso urbano. La escala podría deducirse, pero necesitamos saber el lugar, para extraer de ella más información: Cartagena de Indias, Colombia, sobre mar Caribe.

La dársena rectangular abajo derecha es el puerto, y las líneas anchas y claras sobre la costa son las murallas de protección de la ciudad. Intercaladas en ella, las “baterías” donde se instalaban las armas defensivas; la separación entre ellas, son “a tiro de cañón”. La avenida costanera o “malecón”, es claramente mucho más reciente. Fue la primera urbanización de España en América, lo que podría explicar su falta de homogeneidad en el amanzanamiento.

Elementos / criterios de interpretación. Patrones.

Urbano-Suburbano

Imagen satelital ALOS en color natural, San Isidro, Prov. de Bs. As. Dentro de una zona densamente urbanizada, se señalan aquí tres patrones típicos: Autopista, Canchas de golf, Hipódromo.

Dentro de la urbanización, se observan cambios regionales por densidad, materiales de construcción, altura de edificación, arbolado urbano, destinos y usos.



Fuente, autor. Imagen ALOS color natural.



Foto aérea a eje vertical, en escala de grises. Se observa el vértice sur del “cuadrado” de La Plata, donde está el cementerio. Patrón fácilmente identificable por el tamaño de las parcelas internas, que contrastan con la urbanización de los alrededores.

Sector de foto aérea B&N. Fuente, autor.

Endicamiento por vía FFCC



Fuente, Conae. Elaboración propia.

Imagen Landsat TM color natural. La mancha blanca es el núcleo urbano de Rufino, prov. de Santa Fe. En color negro las lagunas, en zona de drenaje no integrado (falta de cauces o colectoras) por falta de pendiente. Dos obras lineales paralelas de este a oeste; la superior pasa por el centro urbano: es la vía del FFCC; la inferior de color más claro, ruta nacional N°7. En el cuadrante Noroeste, gran laguna contenida en su parte baja por el terraplén de la vía férrea.

Estaciones de FFCC

En la foto aérea B&N eje vertical, sobre las obras lineales que provienen de zonas menos urbanizadas, se descubren rectángulos de 5 o más cuadras de longitud, frecuentemente con calle perimetral.



Elaboración propia.

En el mosaico color debajo, a mayor escala, contrasta nítidamente la calle perimetral.



Mosaico gentileza Agrim. Leandro Soto.

Riego radial

Imagen satelital en color natural a eje vertical.



Elaboración propia.

Los círculos perfectos se explican por la técnica de riego donde una fuente de agua central alimenta un brazo giratorio dispersor del agua, para producción agrícola. Llegan a tener cientos de metros de longitud. Dentro de cada área circular, puede haber diferentes cultivos y estadíos, originando diferentes colores y sectores. Entre áreas circulares, puede quedar cobertura vegetal original (arbórea/pasturas).

Drenaje meándrico

Imagen satelital color natural, río Purús, Amazonía (Brasil).

La escena cubre unos 80 km de ancho. El río corre hacia arriba y a la derecha, es afluente del río Amazonas.

Todo lo verde es selva virgen. El río Purús contrasta nítidamente, su cauce divaga buscando el equilibrio hidrodinámico, con formas meándricas típicas de grandes caudales con bajas pendientes. Los meandros se

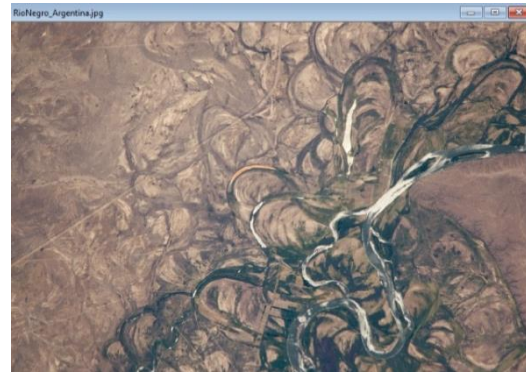


Elaboración propia.

erosionan y depositan a velocidades diferentes, originando recortes y cauces abandonados ("oxbows", o bucles ciegos).

Detalles: abajo izquierda, meandros y bucles ciegos en Río Mamoré, Amazonía, Bolivia. Imagen satelital en color natural; abajo derecha imagen color natural sobre Río Negro, Patagonia

Argentina. Los cursos muestran comportamientos hidráulicos similares, aunque el entorno difiere notablemente, exuberancia de vegetación versus aridez.

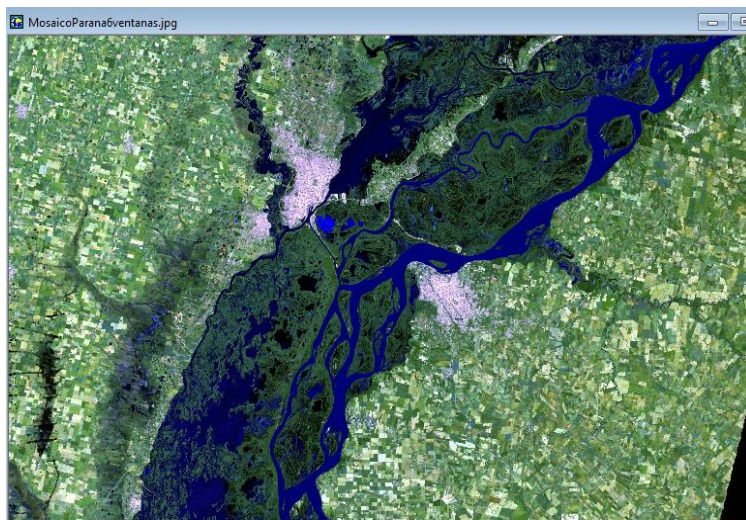


Fuentes: Landsat Image Gallery, web USGS / Conae, elaborac. Propia.

Drenaje anastomosado

Se observa el río Paraná, escurriendo desde el noreste hacia el sudoeste. Toda la zona oscura con islas y ríachos pertenece al “cauce mayor”, mientras que el cauce menor con azul claro fluye formando islas por erosión y sedimentación, que alteran la corriente principal alternando convergencias y divergencias en la corriente principal. En colores claros se distinguen las áreas urbanas de Paraná al centro Este, y Santa Fé.

Imagen Landsat TM color natural simulado.



Fuente, Conae / elaboración propia.

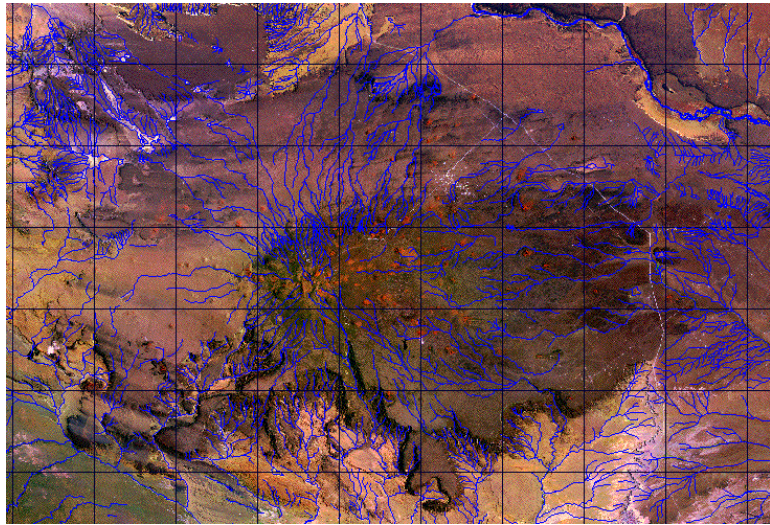
Al patrón de drenaje a veces también se lo denomina “trenzado”; aunque de formas similares, se corresponden ambos a diferentes orígenes y comportamientos.

Drenaje radial

En domos o estructuras volcánicas, la topografía ocasiona que las nacientes de los cursos originados en precipitaciones, salgan en forma divergente o radial (centrípeta), desde un punto alto. Patrones similares, aunque inversos (radial centrífugo) ocurren en depresiones o cuencas de escurrimiento cerradas o endorreicas, donde los cursos convergen hacia una bajo regional o local.

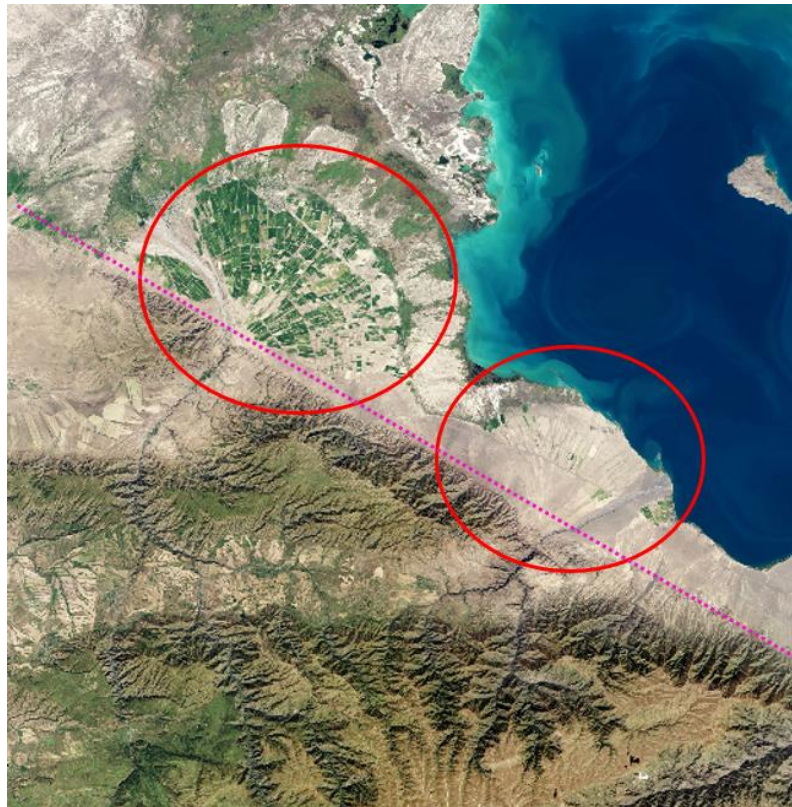
Imagen Landsat TM falso color infrarrojo, fuente Conae. Volcán Auca Mahuida, Neuquén, Argentina. Gentileza Lic. Geol. Juan Carlos Gómez.

Sobre el centro de la imagen se destaca un cuerpo basáltico (origen: lava volcánica) de varias coladas o erupciones distintas. Se distinguen varias chimeneas en color rojo, en las laderas de la chimenea principal. Ha sido trazada la red de drenaje en detalle, denotando una cierta asimetría, pero mostrando claramente el drenaje en forma radial.



Patrón abanico

Se observan indicadas por elipses rojas, dos estructuras similares, producidas por un cambio abrupto de pendiente en el curso de dos ríos. La línea punteada violeta indica donde llegan desde el sur los cauces con pendiente importante, proviniendo de zonas montañosas. Allí los cursos de agua pierden su capacidad de transporte y sedimentan el material que arrastran, formando conos aluviales. El curso principal se abre en pequeños cursos menores que van cambiando en el tiempo, dando origen a la forma de abanico.



Fuente web. Elaboración propia.

Imagen Landsat 8 OLI, color natural simulado. Kazajistán.



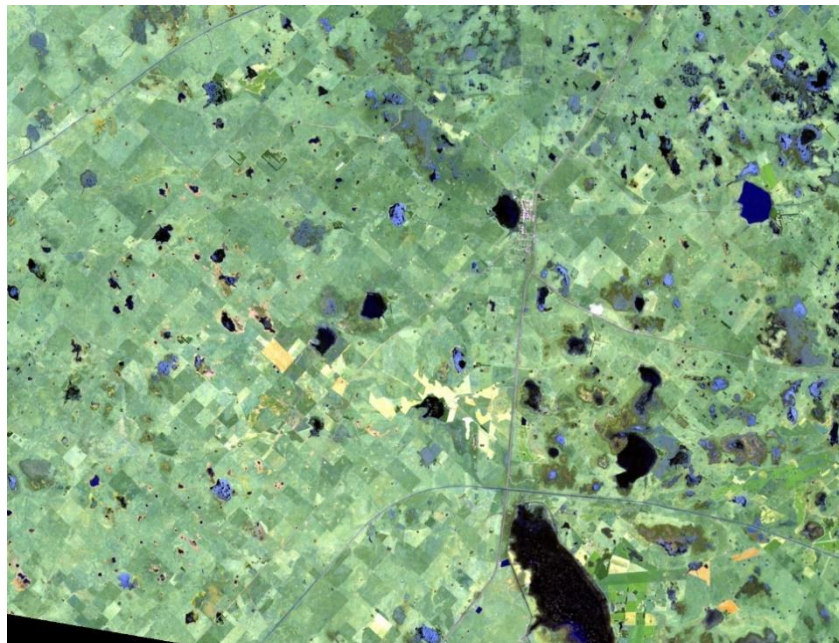
La diferencia entre ambos, es principalmente la cobertura vegetal, que puede apreciarse en el detalle de la ampliación, donde la geometría parece indicar algún tipo de parcelamiento de origen antropogénico. En éste el curso principal está desviado hacia el norte, y dentro del cono aluvial se observan divisiones que pueden corresponderse por estar radialmente convergentes, a cursos abandonados.

Fuente pág. Web USGS.

Drenaje no integrado

Imagen Landsat TM en color natural, Gral. Guido, prov. Bs. As.

En climas húmedos de regiones como la llanura pampeana, el agua de precipitación no escurre en superficie con fuerza para formar cauces, predominando entonces los escurrimientos verticales, evaporación e infiltración. Se produce acumulación en bajos locales, originando un drenaje “no integrado”.

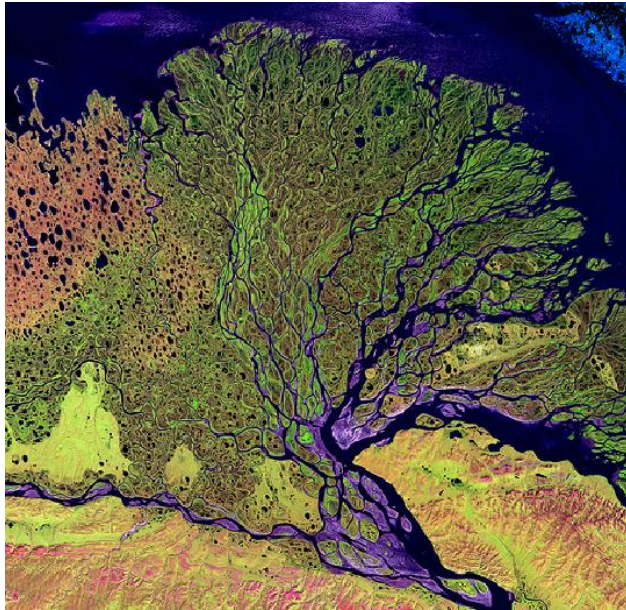


Fuente Conae, elaboración propia.

Patrón Delta

Las formaciones deltaicas se producen cuando los ríos o arroyos llegan a sus desembocaduras, en mares y lagos principalmente. El cauce sufre un cambio de pendiente, comenzando a depositar por distintos mecanismos todo el material que acarrea en rodamiento, suspensión o disolución. Forman islas y obstáculos que se consolidan (por ej. con vegetación) y hacen cambiar el curso, divergiendo. Poseen alguna similitud con el patrón abanico.

Imagen Landsat TM falso color natural, delta del río Lena Siberia.



Fuente web USGS.

Origen de la denominación Delta

Orientada hacia el norte, se observa el mar Mediterráneo arriba, el mar rojo abajo derecha, entre ambos la península del Sinaí. Coberturas de rocas, arena o suelos desnudos en amarillos y marrones. En verde, cauce y valle del río Nilo, que escurre de sur a norte. Hacia su desembocadura se encuentra El Cairo, y el delta del Nilo.

Imagen satelital color natural, eje vertical, Egipto.



Sobre la imagen se delineó la costa del mar Mediterráneo, el cauce del río y los límites de su zona de alcance.

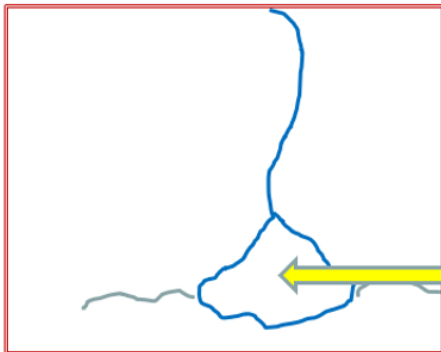


Fuente web, elaboración propia.

Representación en la antigüedad

¡La convención del norte hacia arriba en la cartografía, es “reciente”!

Abajo vemos un posible mapa egipcio, indicando el río, costa de mar y fronteras de aridez:



No había imagen satelital!!!, pero sí Cartografía.

Forma de la desembocadura del río en el Mediterráneo:

Letra griega DELTA = Δ
(mayúscula)

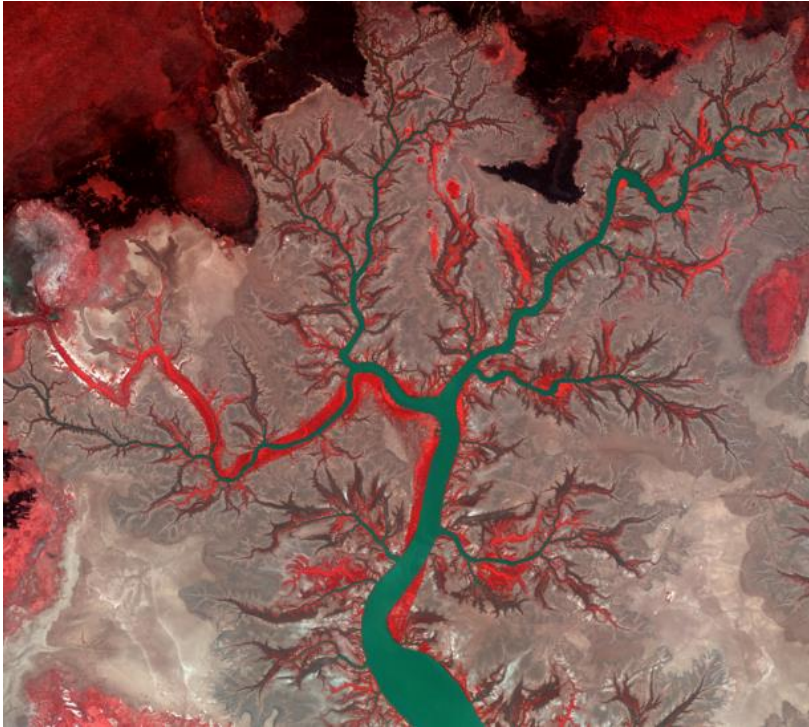
Patrón drenaje dendrítico

Patrón de drenaje de desarrollo libre (sin condicionamientos específicos por litología o estructuras), similar a un árbol con su tronco y ramificaciones. El colector principal correspondería al tronco, y las ramas a sus afluentes, de diferente importancia, hasta llegar a las nacientes.



Fuente Landsat Image Gallery, USGS web. Elaboración propia.

En la imagen color de la izquierda, el río Okavango en Botswana, África. Se observa nítidamente en oscuro como un árbol invertido, las vías de escurrimiento. A la derecha, una imagen que cubre unos 200 km de ancho sobre la superficie marciana, fácilmente se observan los cráteres de diferentes diámetros ocasionados por impactos de meteoritos, y al centro en líneas finas, se puede seguir un paisaje dendrítico, con hipótesis de generación por fluidos similares al agua de la tierra.



A la izquierda, imagen en falso color infrarrojo del satélite Kompsat-2 sobre Kumbunbur Creek, Australia. La vegetación se observa en colores rojizos. Los brazos verdes son los cursos con presencia de agua, se ensancha hacia su colector el río Timor. Los valles fértiles dibujan el árbol de escurrimiento con sus colores rojizos, aún sin agua en superficie.

Fuente, web ESA. Elaboración propia.

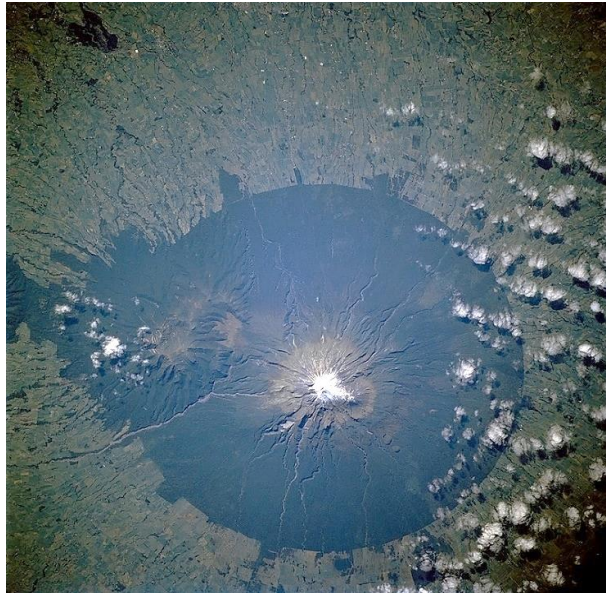
Elementos / criterios de interpretación. Paisajes y geoformas

Conos volcánicos

Por su génesis, tendrán una forma topográfica de cono característica. En tomas a eje vertical, se distinguirá un punto central alto, y una geometría radial a veces uniforme y otras caótica.

Imagen satelital en color natural, eje vertical, sobre volcán en Nueva Zelanda.

La chimenea mayor se distingue fácilmente de su entorno, por la presencia de nieve, que se conserva debido a su altitud. El blanco de la nieve contrasta con una cobertura vegetal natural, que a hasta el pie del cono volcánico se encuentra protegido como Parque Nacional. El entorno de verde claro es por la explotación agrícola que llega hasta el límite del Parque. El moteado blanco al costado derecho son nubes, que se diferencian de la nieve debido a la presencia de sus sombras. Se vislumbra un drenaje radial desde el centro, aunque al costado izquierdo la presencia de una segunda chimenea reproduce el cono mayor en forma, pero de menor altitud por lo que no acumula nieve en su cráter; pero explica la alteración sobre el círculo de vegetación natural no desmontada.

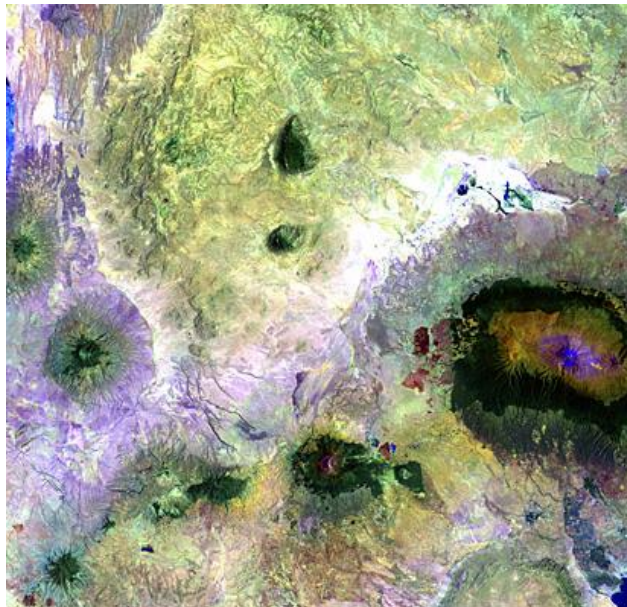


Fuente, web USGS. Elaboración propia.

Imagen satelital falso color, sobre Kilimanjaro, África.

Se observan varias chimeneas, con su patrón radial concéntrico de diferentes coloraciones. Sobre el centro y derecha, la corona de color azul es nieve, seguida por cambios de color concéntricos por cobertura de vegetación natural y tipos de material que varían en función de su altitud.

No se observan en la escena rasgos geométricos antropogénicos.

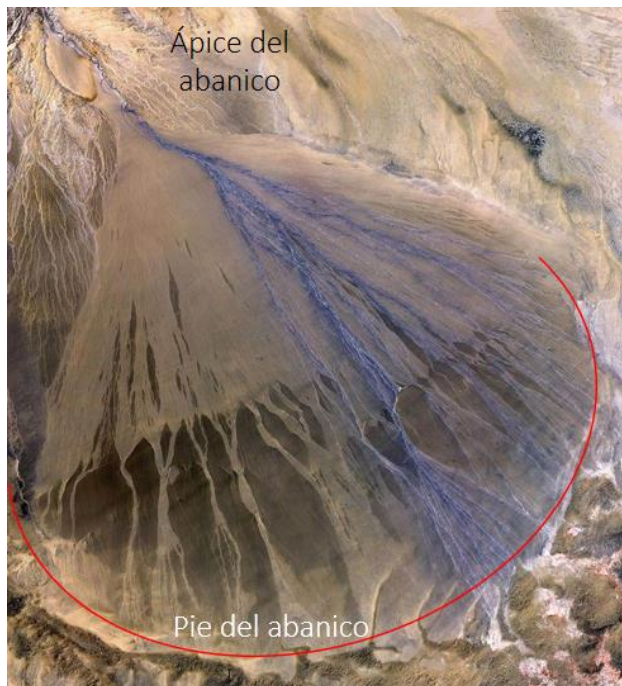


Fuente, web USGS.

Cono de deyección

Imagen satelital en color natural, eje vertical. En el piedemonte –ápice abajo a la izquierda- se produce un cambio brusco de pendiente, en el eje del curso de río. De pendiente fuerte a otra mucho menor. El río pierde su capacidad de arrastre y abandona al pie de la sierra o montaña, el material transportado, formando un cono con material de granulometría variable en altura. Sobre el cono se ve el escurrimiento actual en celeste, y los diferentes cursos seguidos por el río en épocas anteriores.

Fuente, web NASA. Elaboración propia



Cauces abandonados líneas de costa

Imagen Landsat TM en color natural simulado, en sobre Partido de la Costa, provincia de Buenos Aires. Al sur de la imagen en la franja dunícola costera, los médanos sin cobertura tienen alta reflectancia y se ven blancos; aledaño una bosque implantado en color verde oscuro homogéneo; al suroeste enlagueamientos por falta de pendiente en zonas cubiertas por pastizales, de color verde claro; las antiguas líneas de costa marítima se descubren por su alineamiento y contraste entre zonas oscuras bajas y con humedad, contra crestas más secas y despejadas, aun cuando los desniveles topográficos son sutiles.



Fuente, imagen de Conae. Elaboración propia.

Deslizamientos

En zonas montañosas, algunas pendientes pronunciadas con materiales inestables pueden perder cohesión por excesos de precipitaciones u otros mecanismos (congelamientos, temblores, etc.), y producen remociones en masa que arrasan barranca abajo material semifluido y lodazales. Se acumulan al perder energía o al llegar al valle inferior.

En las imágenes debajo, en color natural, antes (izquierda) y después de un deslizamiento, sobre el río Sunkoshi en Nepal. El material arrastrado se lleva la cobertura vegetal de la ladera, y deja expuesto material no meteorizado, que tiene alta reflectancia y contrasta nítidamente con un entorno oscuro. En la imagen derecha, se observa que el deslizamiento provoca endicamiento sobre el río, generándose un lago de embalse; también se llevó puesta la autopista (*Araniko Highway*), que se observa hundirse en el lago (arriba derecha) y aparece por sobre el valle repleto de sedimentos recientes.



Fuente, Landsat Image Gallery, web NASA.

En la imagen panorámica baja en color a derecha, se observa a mayor escala y detalle, como el material “fresco” refleja mucho más la luz solar y contrasta con el material vecino no removido, con años de equilibrio con el clima, meteorizado y oxidado, y con cubierta vegetal.

La foto es un afluente del río Yana en Siberia oriental. Sabido esto, va de suyo que fue tomada en verano (razonar que esperaríamos ver en invierno en Siberia).



Fuente web.

Visto desde mayor altura en tomas de eje vertical, suele referirse a geoformas como ésta con el nombre “golpe de cuchara”; el nombre no puede ser más explícito.

Paisaje eólico

a) En pampa húmeda, Argentina

A la derecha, imagen en falso color que cubre unos 140 km de ancho. Corresponde a una época de excesos hídricos. Zona de muy bajas pendientes, escasos o nulos escurrimientos encauzados. El agua (en negro) se acumula en los bajos inter medanosos. Drenaje no integrado, donde predomina el escurrimiento vertical.

El paisaje ha sido modelado por el viento, aunque el material de superficie tiene suelo fértil con cubierta vegetal. Toda la mitad superior está cubierta por dunas longitudinales. La concentración de lagunas en el mayor bajo local conforma un complejo llamado Hinojo-Las Tunas (elipse blanca), unos 30 km al este de la ciudad de Trenque Lauquen (elipse roja).

Sobre el centro-este (a la derecha de las lagunas grandes), se observa en la ampliación parcial siguiente, campos de dunas parabólicas, formadas por vientos dominantes del suroeste. Cada pequeña lagunita ocupa una depresión provocada por erosión eólica, que cuya acumulación se produjo hacia el noreste; las puntas de la duna parabólica en forma de medialuna, apunta a la dirección de donde proviene el viento, Las dunas tienen una tonalidad levemente más clara que el entorno.

Imagen Landsat TM sobre Noroeste provincia de Buenos Aires.

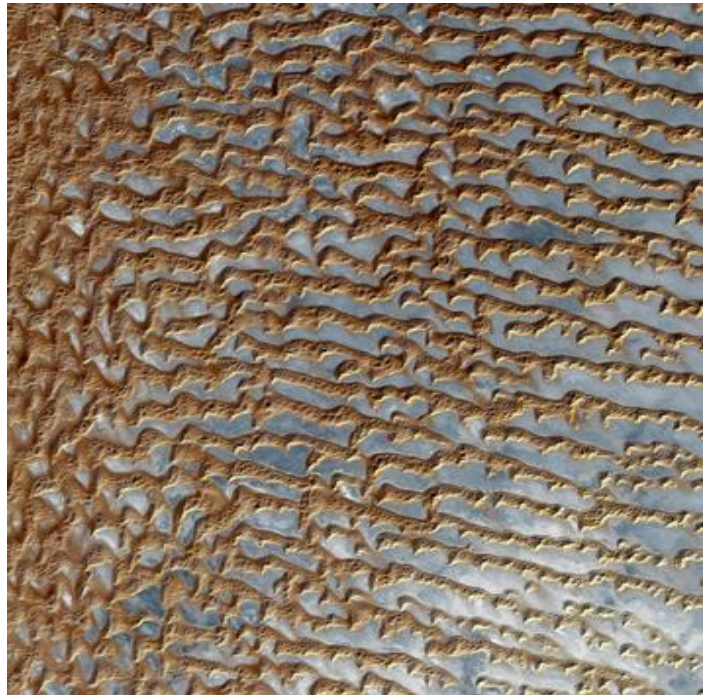


Fuente Conae. Elaboración propia.

b) En desiertos

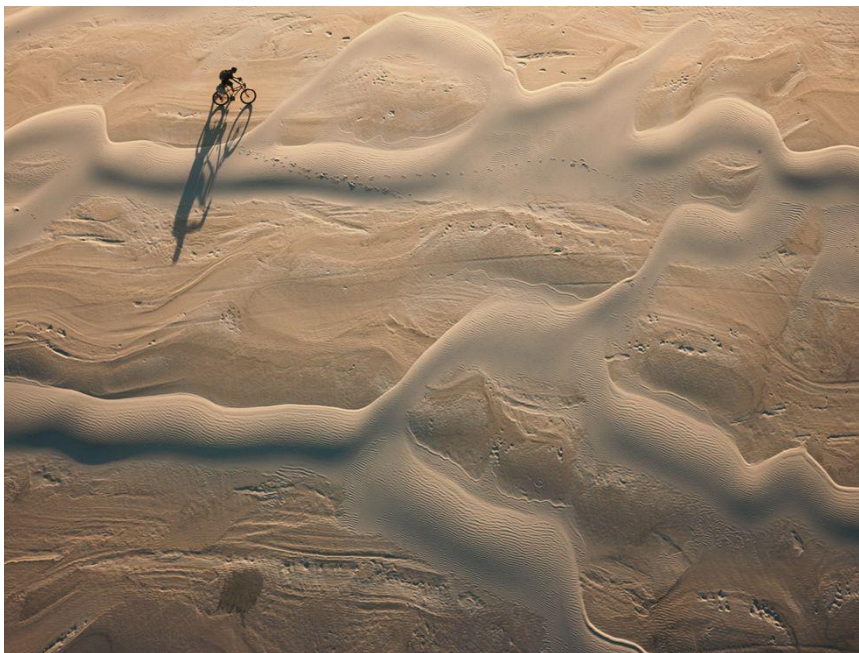
Las dunas han sido modeladas por la acción del viento, en clima muy árido. La forma de medialuna en este caso identifica barjanas, dunas migratorias que se ha ido alineando, en este caso en forma transversal a la dirección del viento. El viento proviene del NNW hacia SSE, en las zonas al reparo, planas y secas, el reflejo de la luz solar da la sensación que hubiera agua entre ellas. El alineamiento casi horizontal tiene un parecido con las dunas longitudinales, pero la génesis y disposición de éstas permiten diferenciarlas.

*Imagen en color natural, a eje vertical.
Ancho de la imagen unos 40 km.*



Campo de dunas en Arabia Saudita. Fuente web.

*Imagen color natural, oblicua de altura baja, en Parque Nacional
Lençois Maranhenses, norte de Brasil.*



Zona de calores intensos con bajas precipitaciones locales, los suelos con predominancia mineral arenosos son modelados por el viento con dunas móviles de baja altura. En la foto, con ángulo del sol bajo, se observa la sombra de un ciclista en mucho mayor tamaño que él mismo.

Fuente web. Elaboración propia.

Valle fértil en climas semiáridos

Imagen satelital color natural, toma a eje vertical, Orientada al norte. Alto aprox. De la escena 7,5 km. Todo el cauce mayor del río ha sido fertilizado por los sedimentos que el mismo transporta. Las terrazas trabajadas son alimentadas por canales de riego provenientes del propio río.

Valle del Río Negro, Patagonia Argentina.



Por el sector sur del valle corre el Río Negro de W a E, con un patrón anastomosado.
 Uso del suelo: agrícola intensivo, parcelamiento agrícola con plantaciones.
 Poblaciones (flechas amarillas) – FFCC (flecha negra) Ruta nacional (flecha marrón)
 Al norte y al sur, mesetas áridas.

Fuente, elaboración propia. Imagen de Conae.

Encuentro de las Aguas

Fenómeno natural que se observa toda vez que confluyen a un mismo punto, escurrimientos en superficie de muy diversas características.

En la imagen debajo en color natural, el verde de la selva amazónica reinante, contrasta con el blanco de las áreas urbanizadas de Manaos, y las de deforestación con patrones lineales. El moteado blanco con su parte inferior negra son nubes con su sombra. La presencia de dos ríos importantes y diferentes muestra el contraste entre los tipos de corrientes en caudales, velocidades, temperaturas, composición química, y sedimentos en suspensión. Del oeste llega el río Negro, en la imagen en azul oscuro, se encuentra con el Solimoës (Amazonas), con un caudal 5 veces superior y muchísima carga de sedimentos, en color marrón. Ambos ríos mantienen sus colores decenas de kilómetros hasta que se diluyen en el principal. La sedimentación dio origen a la península en el comienzo del “Encuentro de las Aguas”.



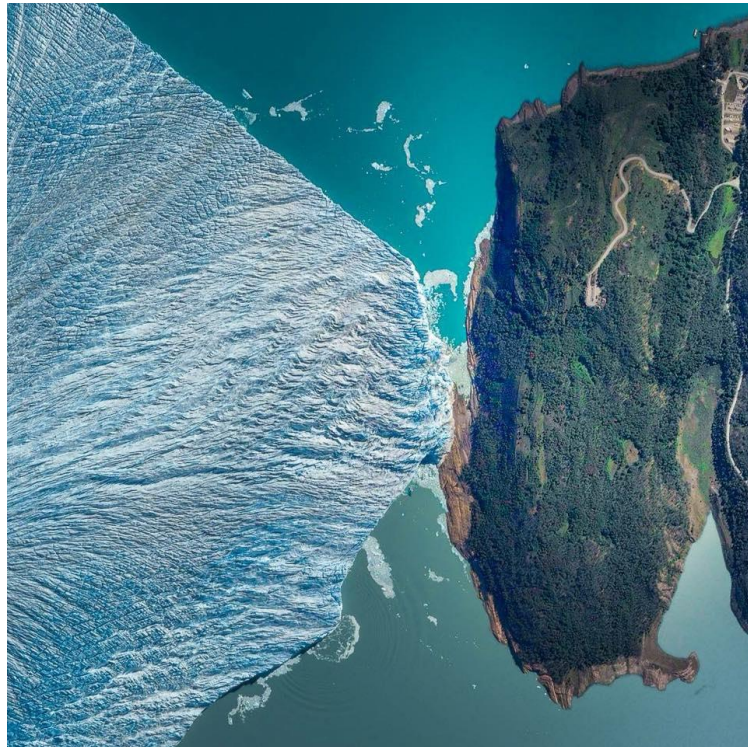
Fuente web.

Glaciar

El Calafate, provincia de Santa Cruz. Glaciar Perito Moreno.

Imagen color verdadero a eje vertical, orientada al norte.

El glaciar vierte desde el oeste en la cima de la cordillera de Los Andes, avanza hasta la península Magallanes, creando un dique de hielo sobre el Canal de los Témpanos y bloqueando el brazo Rico (al sur). Este sube de nivel hasta que, por diferencia de presión, socava un túnel provocando la rotura del dique y puente de hielo, en un espectáculo conocido mundialmente.



Fuente web. Elaboración propia.

Imágenes terrestres debajo:

Izq. Frente del glaciar al Canal de los témpanos; Der. Dique de hielo en proceso de ruptura.



Fuente: Google Earth. Elaboración propia.

Valle glaciario

Imagen Landsat TM falso color, sobre Himalaya.

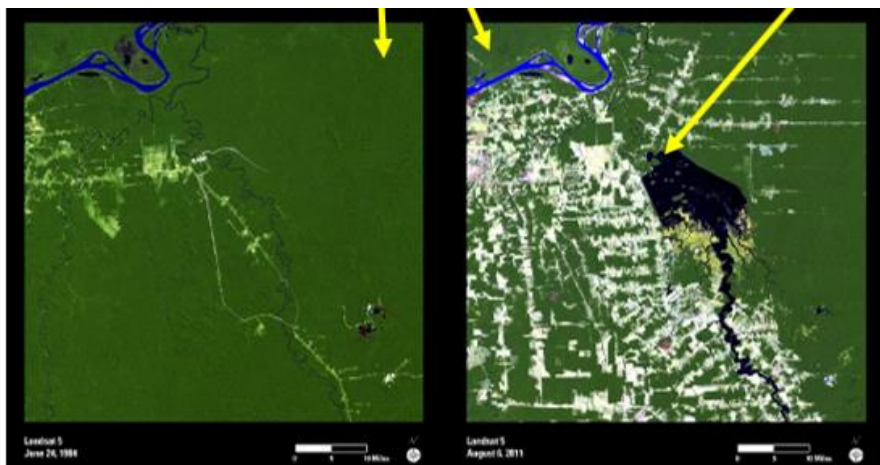


Fuente web USGS. Elaboración propia.

En esta escena los glaciares y la nieve se observan en colores blancos. Los descensos de los glaciares poseen una fuerza erosiva muy grande, cavando valles muy anchos en forma de “U” (a diferencia de los ríos, cuyos valles más angostos, tienen forma de “V”)

Deforestación /Avance frontera Agrícola

Uno de los problemas ambientales más graves es el avance de la frontera agrícola y la deforestación de selvas naturales. Las secuencias multitemporales muestran grandes superficies de selvas y montes naturales que cada año van siendo eliminados para utilizar su madera o por uso de las tierras en agricultura o ganadería extensiva, o por colonias rurales.

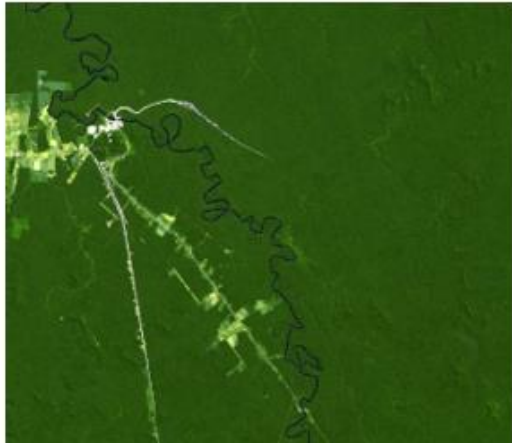


Fuente, Landsat Image Gallery. Elaboración propia.

Rondonia, Amazonía (Brasil). Imagen satelital color natural, toma a eje vertical, orientada al norte. Ancho aprox. escena 6 km. Verde intenso selva, blanco deforestación. Claro avance de la deforestación en 1984 (izq.) y 2011 (der.) La flecha arriba derecha indica la presa Samuel sobre el río Jamari.

Ampliación área de represa:

| | |
|--|--|
| Izq. río de llanura, patrón meándrico; | Der. presa en área de llanura, dique sobre cauce menor y diques laterales lineales |
|--|--|



Con los mismos colores (color natural), verde selva amazónica, blanco áreas deforestadas lineales, sobre los caminos de acceso y transversal a ellos, en forma de espinas de pescado, dentro de elipse roja.



Fuente web, ESA. Elaboración propia

Imagen satelital Modis, sobre Sudamérica.



Abarca Amazonía sur, Bolivia, Paraguay, Norte de Chile y Argentina.

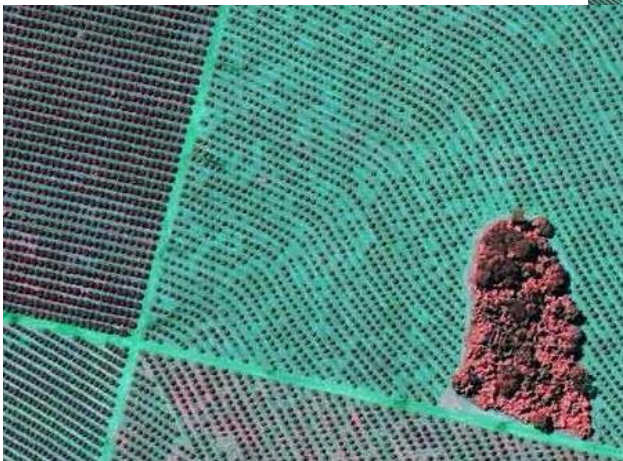
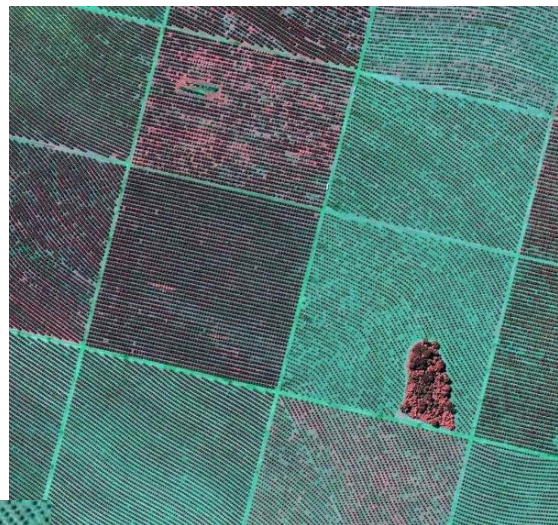
En verde oscuro selvas naturales, verdes pálidos áreas con cambios de cobertura por colonización. Áreas amarillas deforestación y pérdida de suelos. Las flechas indican el avance de la frontera agrícola desde el este hacia el oeste en Brasil y radialmente en Bolivia. La flecha de más abajo muestra el contorno de la provincia de Misiones, que mantiene buena parte de su forestación natural.

Fuente web, NASA. Elaboración propia

Elementos / criterios de interpretación. Usos del Suelo

Plantación de cítricos

Foto aérea eje vertical en falso color infrarrojo. La forestación se observa en tonos rojizos, los diferentes suelos con marrones y celestes. Hay vías de circulación con espaciamiento regular. Abajo derecha se observa un resabio de vegetación natural, bosque heterogéneo y compacto. Contrasta con la regularidad y homogeneidad de las plantaciones de cítrico, que tiene entre sus características la de poder ver cada planta individual, ya que por razones de sanidad vegetal las copas se mantienen para que no lle-



guen a tocarse. Se observa con nitidez en la ampliación realizada. También, dependiendo de la topografía, a veces los lineamientos siguen curvas de nivel.

Es a la vez un uso del suelo y un Patrón característico.

Fuente, web, elaboración propia.

Usos Agrícola y Ganadero en llanura

En la imagen satelital debajo, en color natural, se observa una zona de llanura en la pampa húmeda Argentina. Hay una muy pequeña población, nombre “Del Carril” (partido de Saladillo, prov. de Bs.As.), que fue anteriormente una estación de tren de trocha “ancha” (1,676m), utilizada principalmente para transportar la producción agrícola y ganadera hacia los centros de consumo y el puerto de Buenos Aires, aunque hoy inactiva. En la imagen se observa drenaje: un único curso colector en sector NE que no recibe prácticamente afluentes, siendo poco integrado y con encharcamiento. Asociado a las zonas bajas (flecha celeste) el uso del suelo es preferentemente ganadero, entonces no se observa nítidamente el apotreramiento, ya que la ganadería extensiva de la zona se realiza con pasturas naturales. Vecino a la población, predomina el uso agrícola: se observan potreros de dimensiones más reducidas y con diferentes estadios en función de los cultivos; también, se asocian los usos agrícolas a las zonas altas o “lomas”, que tendrán menor riesgo de inundación (zona indicada por flecha amarilla). Donde se encuentra el nombre del poblado, se puede distinguir el *pattern* de Estación de FFCC, extrayendo entonces que la obra lineal que corta en diagonal la imagen es una vía férrea.



Fuente Google Earth, elaboración propia.

Mina a cielo abierto

Mina Alumbreira, Catamarca, Argentina.

Imagen satelital color natural, toma a eje vertical, orientada al norte.

Ancho aprox. escena 6 km.

Con el mismo criterio utilizado al ver los procesos de deslizamientos, el material “fresco” posee alta reflectividad, que se observa en el área de extracción y procesamiento del material mineral.

Área de extracción al oeste,
al centro arriba área de procesos y destapes, al sureste lago artificial.



Fuente web, elaboración propia

Canteras en llanura

Foto aérea métrica a eje vertical en B&N (pancromático visible), escala del negativo 1:20.000. Con la misma característica del ejemplo anterior, el material fresco de un área de préstamos de material para construcción de terraplenes de caminos, refleja más que su contorno y produce tonos muy claros. El paisaje es una zona llana en provincia de Bs. As. Se descubre, además, la depresión remanente en el área de extracción, respecto de los predios vecinos, En ellos se observa trabajo agrícola (líneas de arado, por ejemplo) u otra producción y ocupación.

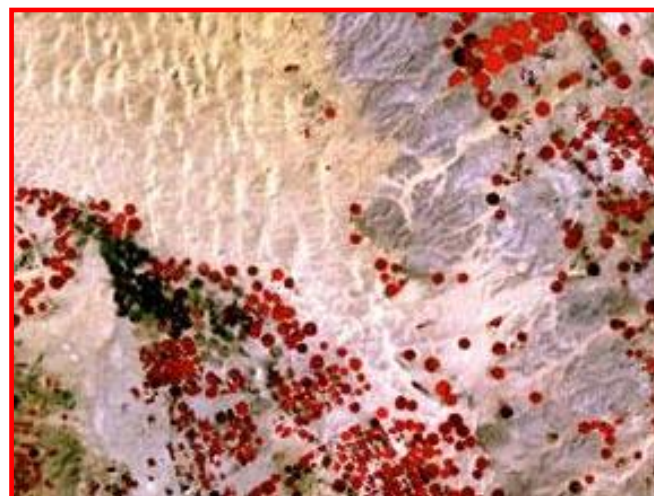
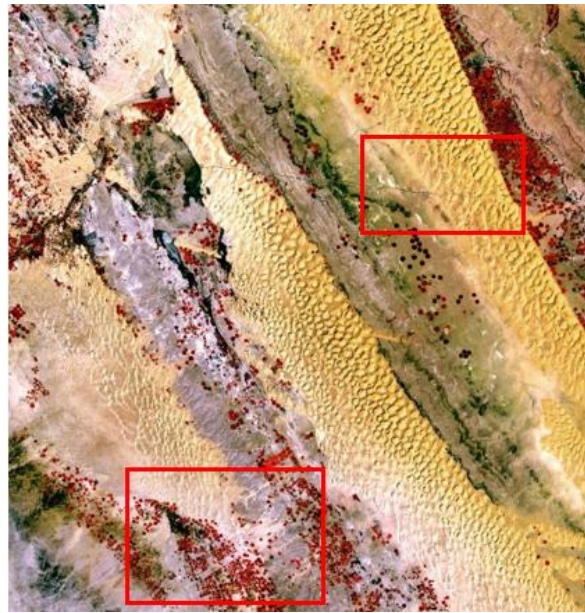


Elaboración propia.

Riego en el desierto

Imagen satelital en falso color infrarrojo, Arabia Saudita.

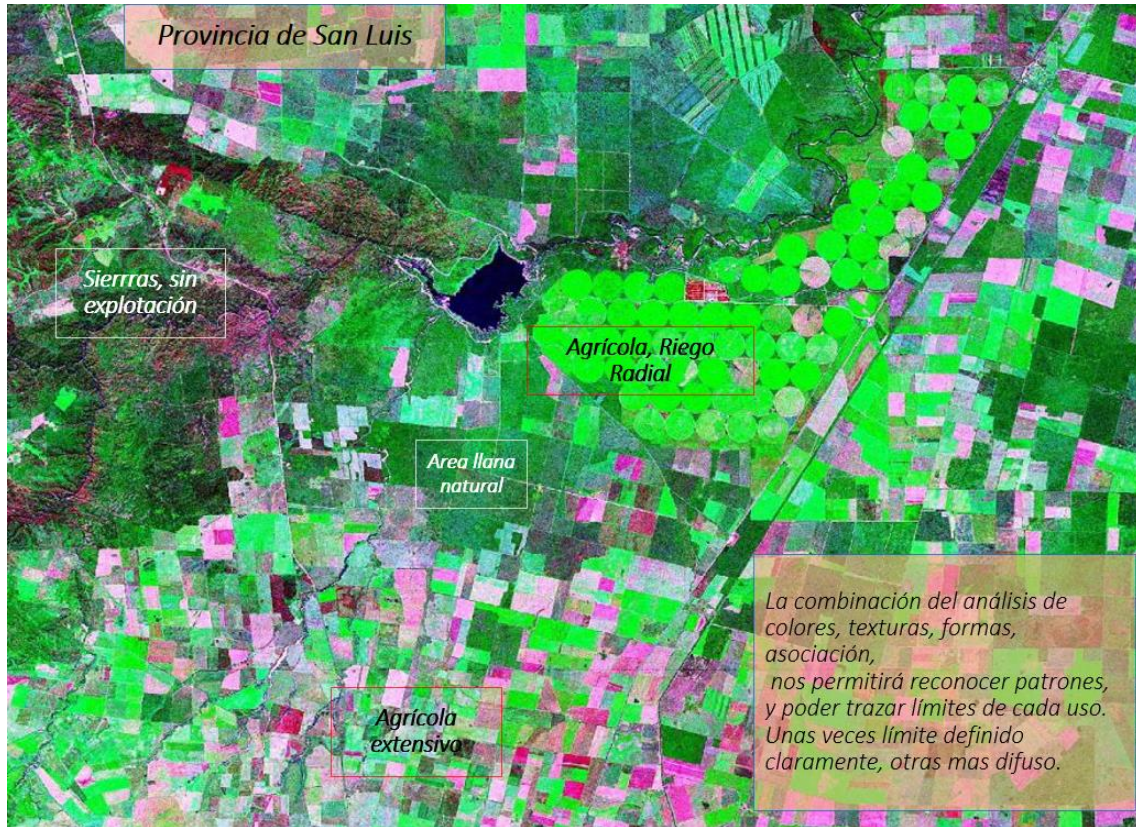
En la imagen regional de la derecha se observan en diagonal grandes formaciones medanosas, con diferente respuesta entre sus crestas amarillas y sus valles grises. Dentro de los valles hay formaciones naturales de origen natural, y formaciones circulares que corresponden a producciones agrícolas con riego radial. En las ampliaciones de abajo, se observa claramente la forma circular, y los contrastes entre el material arenoso de las partes altas y las partes bajas. También se concluye que, sin riego, no hay humedad suficiente para vegetación natural.



Fuente web: USGS Nasa Image Gallery. Elaboración propia.

Usos variados según topografía, en suelos fértiles de regiones húmedas

En la imagen satelital en color natural simulado, sobre provincia de San Luis (Argentina), se observan zonas de sierras y de valles. Todas con vegetación natural en tonos de verdes; también se observa apotreramiento típico de producciones agrícolas extensiva e intensivas; asimismo, se distingue el patrón de riego radial similar al ejemplo anterior.



Fuente Conae, elaboración propia.

Producción forestal

A la derecha, sector de foto aérea B&N sobre provincia de Corrientes (Argentina), donde los tonos oscuros y las geometrías lineales homogéneas, permiten inferir cobertura forestal de origen artificial. Del otro lado del río, el mismo tipo de suelo es utilizado en producciones agrícolas, cambiando el tamaño de las parcelas trabajadas y los tonos por diversos estadios de explotación.



Gentileza Agrim. César Romero.

Contactos campo-ciudad

En las fotos en B/N siguientes se observan los fenómenos de transición típicos entre las zonas urbanas y las rurales: zonas suburbanas/subrurales.

En la mitad izquierda de esta imagen se distingue el amanzanamiento consolidado, aunque con ocupación incompleta (suburbano); en la mitad derecha se mantiene un uso agrícola intensivo (subrural), que coexisten.



Gentileza Agrim. C. Romero (fotos derecha y abajo).



En la imagen de la izquierda, se observa una gran división diagonal entre el sector NW (arriba izq.) y SE (abajo derecha), denominados según una orientación con norte hacia arriba. El sector urbano del SE bastante consolidado en ocupación intercala algunos galpones; mientras que el sector

opuesto al NW muestra una profusión de galpones de tamaños importantes, típicos de parques industriales, que suelen emplazarse en las afueras de las ciudades.

Tambo

A la derecha, típica imagen de un tambo. Suelen tener silos verticales (foto debajo izquierda) y silos-bolsa (foto arriba derecha); y lagunas artificiales útiles en el proceso, también áreas de forestación implantada vecina.



Gentileza Agrim. C. Romero (ambas)

Producción avícola

En la imagen a la derecha, se observa líneas oblicuas prácticamente gemelas; es la disposición típica en provincia de Bs. As., de galpones utilizados en producción avícola.



Gentileza Agrim. C. Romero

Urbanizaciones

a) Planes de vivienda estatales

En la ampliación parcial de una foto aérea B&N, se observa un patrón típico urbano de amanzanamiento “en damero” con vías de circulación/calles perpendiculares entre sí. En el conjunto predominan construcciones bajas. Arriba izquierda dos macizos con geometría repetitiva, típico en nuestro país de los programas estatales de vivienda. Abajo a la izquierda, aunque menos evidente en la imagen, también grupos de viviendas realizadas en bloque.



b) Barrios cerrados – 1

En las afueras de grandes ciudades, vecinos a vías de comunicación rápidas, se desarrollan barrios enteros que avanzan sobre el paisaje natural, sobre la sierra en este caso. Los límites externos rectos suelen tener alambrados divisorios, y las vías de circulación internas tienen generalmente diseños geométricos con curvas suaves y rondondas. Las legislaciones locales tienden a autorizar su instalación, aunque a veces las consecuencias ambientales resultan muy nefastas.



Gentileza Agrim. C. Romero

c) Barrios cerrados – 2

En la imagen satelital color natural sobre la zona de Canning (sur de gran Bs.As.), se observa una concentración de barrios con sus calles internas redondeadas y perímetros rectangulares. Algunos, incluyen lagunas artificiales en su interior.



Fuente Google Earth / libres



Vista oblicua de baja altura, en color natural. Urbanización “circular” en Dinamarca, donde los frentes de viviendas convergen a una rotonda interna central, esquema denominado “cul de sac” (fondo de bolso, en francés).

A la derecha, imagen en falso color infrarrojo de urbanizaciones en Estados Unidos. Se prioriza la circulación por avenidas, a la cual acceden los frentistas; al finalizar las mismas, al final de cada barrio se observan también las formas de *cul de sac*.



Imágenes fuente web / libres.

Borde urbano sin transición

En la ampliación parcial de una foto aérea B&N, se observa una línea horizontal bien definida donde finaliza un área urbana densa. Un límite así es evidentemente artificial, pudiendo estar materializado de alguna manera. La ausencia de transición, hace suponer algún tipo de restricción. La baja ocupación no se correlaciona con un barrio cerrado, siendo posibles explicaciones: reserva natural, área militar; en el recuadro rojo, la ampliación debajo nos permite la hipótesis de ésta última.



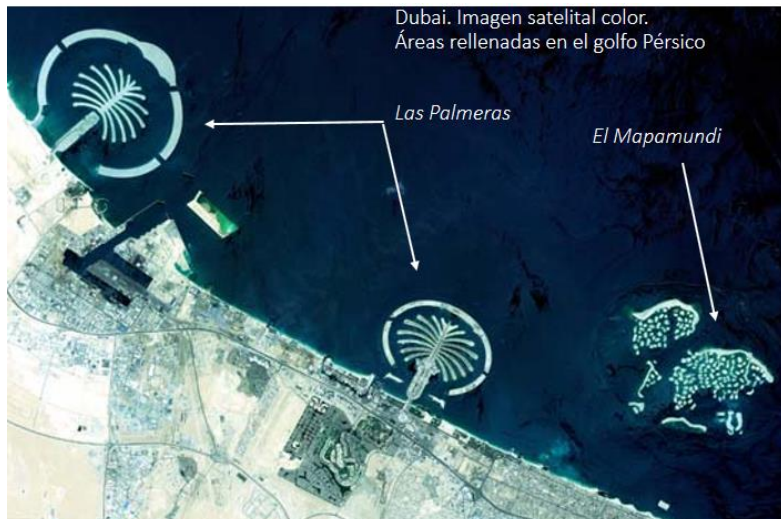
En el cuadrante superior izquierdo hay una sobreelevación artificial (ver sombras) con cubierta “natural” (vegetación similar al contexto), con cerca perimetral geométrica: podría corresponder a un “polvorín”; abajo a la derecha, la construcción alargada y en desnivel, podría ser la que utilizan en los “polígonos de tiro”. La zona, al sur de Río Gallegos, en la época de la toma fotográfica era una instalación de la Armada.



Imágenes elaboración del autor.

Mega urbanizaciones

Impresionante emprendimiento inmobiliario en Dubái, construido sobre islas artificiales.

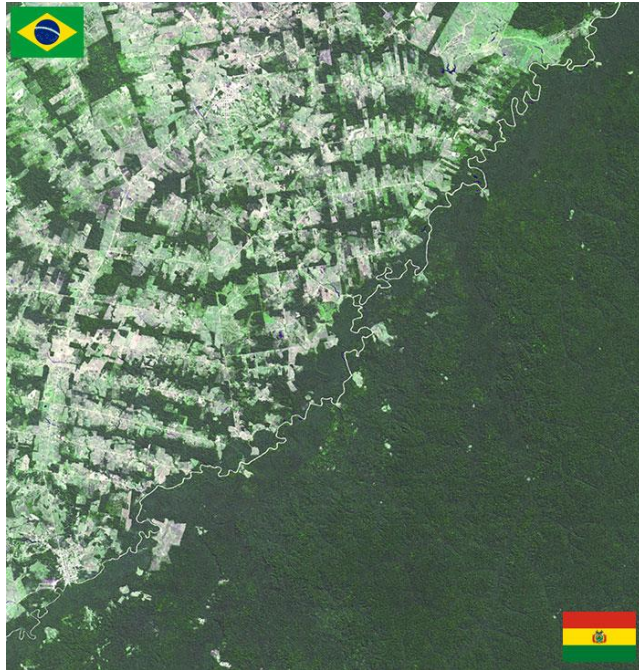


Fuente, imagen web, fuente Restec-JAXA. Elaboración propia.

Colonizaciones agrícolas, límites

a) Usos y fronteras.

En la selva amazónica, un río constituye el límite internacional entre Brasil y Bolivia. La imagen en color natural; lo verde es cobertura forestal, lo blanco y variantes de verdes claros con bordes geométricos, parcelas rurales bajo explotación. Nos muestra dos muy diferentes realidades de uso del suelo a uno y otro lado: prácticamente selva virgen en el sector SE en Bolivia, Colonización agraria a través de vías de caminos y transversal a éstos, raleando el monte natural en el lado del Brasil, sector NW de la imagen.



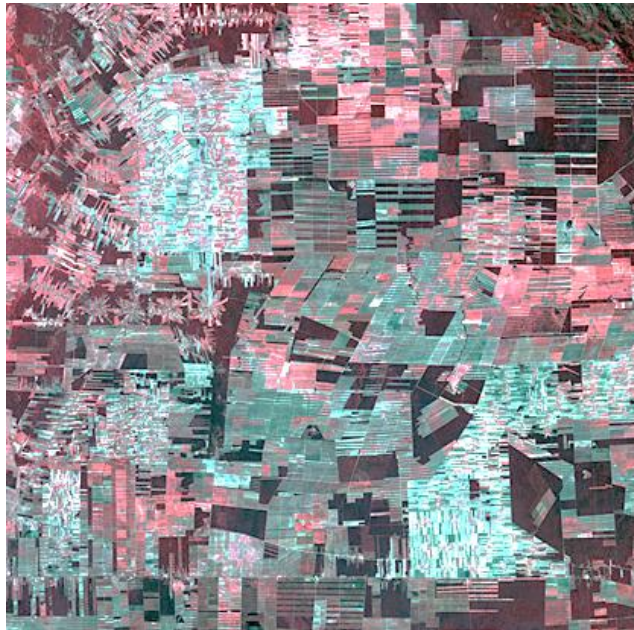
b) Imágenes satelitales y arte

Imagen satelital en falso color infrarrojo, sobre sectores rurales de Bolivia, orientada al norte.

En rojo oscuro las superficies con remanentes de forestación natural. Los avances de colonización agraria se realizan en parcelas alargadas en sentido este-oeste, excepto en un sector en centro izquierda, hay cuatro patrones radiales alineados.

El conjunto, parece una pintura cubista estilo Picasso.

(ambas, Fuente, web Landsat Gallery NASA.)



Infraestructura y mensajes al cielo

a) Pista aterrizaje rural

En la foto aérea B&N de la derecha, en campos trabajados vecinos a áreas residenciales de baja densidad (arriba derecha), se destaca en el centro de la escena los alineamientos en tres direcciones diferentes en color claro, de pistas de aterrizaje para pequeñas aeronaves, realizadas directamente sobre el terreno natural. Provincia de Bs. As.

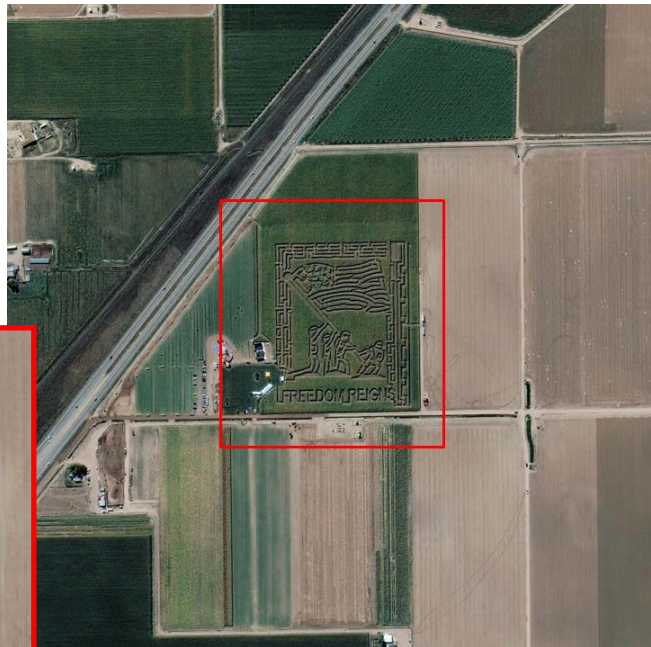


Elaboración propia.

b) Mensaje al cielo

EEUU.

En la imagen satelital en color natural en alta resolución, sobre campos trabajados se distingue un trabajo paisajístico representando una famosa postal de los soldados estadounidenses implantando su bandera en Iwo Jima, en la 2da. guerra mundial.



Fuente web.



Fuente web, elaboración propia.

Se puede apreciar en la ampliación, las dimensiones de la obra, para ser vista desde el espacio.

c) Córdoba, Argentina

Foto oblicua color natural. Muchos años antes que el paisaje anterior, un estanciero cordobés realizó esta forestación sobre su campo en homenaje a su esposa.



Fuente web, elaboración propia

c) Planta solar

En Sevilla, España, se puede apreciar esta curiosa geometría circular, compuesta por centenares de paneles solares (en colores azul celeste) simulando una textura moteada, distribuida sobre caminos de mantenimiento concéntricos en color muy claro o blanco. Los paneles se orientan al foco en el centro, al que se accede desde las instalaciones auxiliares por un acceso principal. Los alrededores, muestran trabajo agrícola extensivo.



Fuente web, elaboración propia.

Fenómenos ambientales

La importancia de la herramienta teledetección para su aplicación en diversas etapas (prevención, mitigación, evaluación, seguimiento) de las catástrofes naturales (erupciones volcánicas, inundaciones, tsunamis, incendios, etc.), ha llevado a varias agencias espaciales de los países que tienen capacidad de observación satelital propia, entre ellos el nuestro a través de CONAE, a fundar una organización “Chart internacional de emergencias”, que asisten los países que lo requieren y han sido castigados por la naturaleza. Esta organización internacional optimiza los recursos para proveer imágenes satelitales de los diversos sistemas de observación participantes, de modo que llegue a los usuarios necesitados de asistencia (tanto gobiernos como organizaciones civiles), y dar respuesta solidaria para mitigar, atenuar, administrar, evaluar catástrofes, llegando en muchos casos a salvar vidas humanas.

Se consignan aquí algunos fenómenos naturales (no todos catastróficos) al efecto de tener un panorama de la potencia de la herramienta cuando se utiliza en forma eficiente por personal calificado.

Arena viajera entre continentes

Desde Asia hasta África; vientos que trasladan arenas; un fenómeno entre África y el sur de Italia referido en literatura técnica y novelas.



A la izquierda río Nilo en color oscuro. Centro: plumas de arena atraviesan el Mar Rojo desde península de Arabia hacia África, acarreadas por el viento.; al sureste área con nubes.

Imagen en color natural orientada al norte (arriba), fuente web

Inundación en Argentina

El desborde del río Salado proveniente del norte del país, en su confluencia con la cuenca del río Paraná, ocasionan desbordes que afectan e ingresan en el sur y oeste de la ciudad. La autopista Rosario-Santa Fe, que ingresa a la ciudad por el oeste, en el pasado ocasionó retenciones de crecidas que obligaron a redimensionar sus puentes. La avenida de circunvalación en el sector suroeste de la ciudad estaba previsto que tuviera como función (además del tránsito) la contención de las crecidas del río, aunque en la época de esta imagen no estaba concluida, y evidentemente no llegó a cumplir su misión.

Imagen de pág. web de Conae



Tsunami en Japón

En las imágenes debajo, se observa la planta nuclear de Fukushima Daiichi en Japón. A izquierda 15 noviembre 2009, y a derecha del 18 marzo 2011, antes y después del tsunami que la destruyó causando un desastre ecológico. A la mitad, el cursor móvil en línea blanca, es un recurso que utilizan varias páginas web para mostrar con imágenes, un antes y un después de eventos importantes. Notar: la dirección de las sombras en la foto (particularmente en las torres metálicas), indica diferentes horas de toma de vista; la longitud de las sombras, la diferente época del año; y la vista lateral de los edificios, el ángulo de inclinación en la toma de vista (casi nadiral a izquierda, inclinada a derecha).

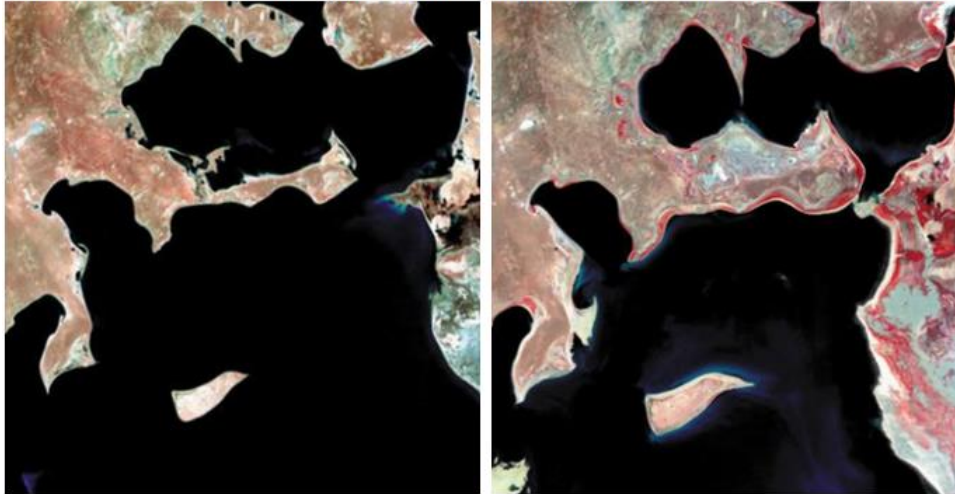


Imágenes GeoEye color natural, fuente web.

Descenso del nivel del Mar Aral, Kazajistán.

La sobreexplotación de los ríos *Amudarja* y *SyrDarja* originó los cambios en las costas del mar Aral, entre los años 1973 y 2000. Fueron irrigadas millones de hectáreas para producción de arroz y algodón en Asia central, dejando de llegar al mar. El nivel del Aral cayó más de 16 metros. Los cambios inducidos por los ciclos naturales suelen producirse lentamente; los humanos inducen a que los cambios ambientales ocurran más rápidamente.

Landsat 1 -29may,1973/ Imágenes en falso color infrarrojo./Landsat 7 – 29 jul.2000



Fuente, pag. Web USGS

Huracán Katrina

En la imagen de satélite meteorológico del 28 de agosto de 2005, en color natural, se distingue el golfo de México, y dentro del mismo el arremolinamiento del ojo del huracán con una impresionante extensión superficial de las nubes alcanzadas.



Fuente web/ NOAA.

Erupción volcánica en Chile

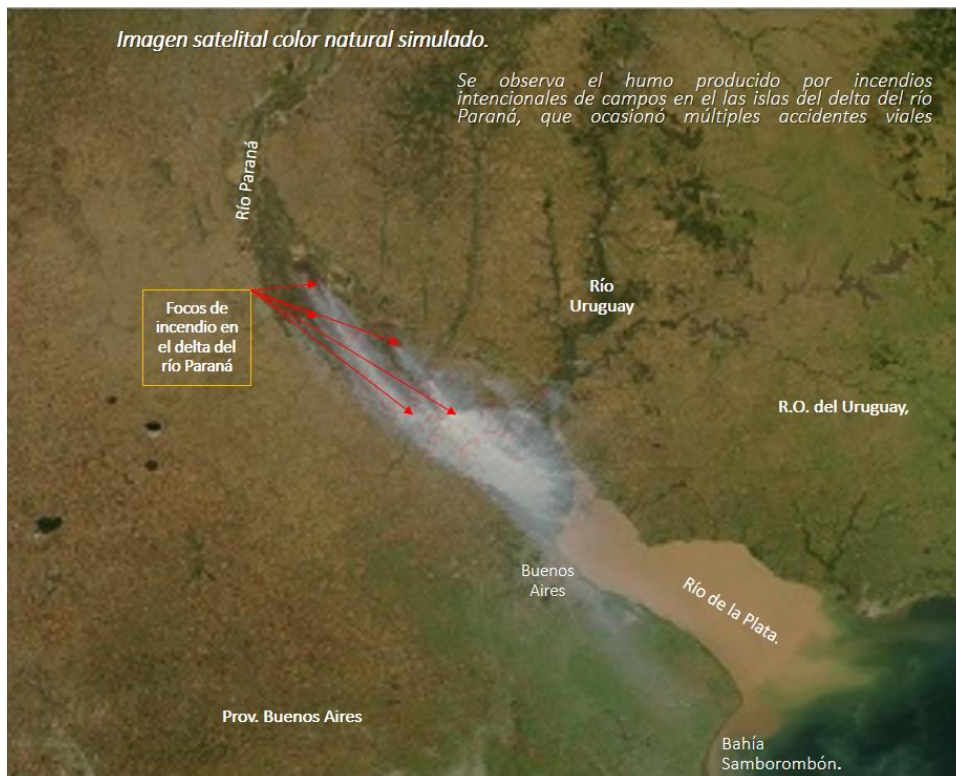
En la imagen en color natural del satélite meteorológico se observa la silueta del norte de la Patagonia, identificándose al este el océano Atlántico, el golfo San Matías y la península Valdez, inconfundibles. Al noroeste el océano Pacífico. Sobre todo, el costado izquierdo atravesando de sur a norte, la Cordillera de los Andes nevada. Desde el centro oeste, la erupción de un volcán chileno envía una columna de cenizas a la atmósfera (se percibe al sur de la fumata su sombra oscura contrastando con el blanco de la nube de ceniza volcánica) que viaja cientos de kilómetros impulsadas por los vientos dominantes.



Fuente web.

Humo sobre Buenos Aires

Un fenómeno producido por el hombre, causó graves consecuencias ambientales y hasta pérdidas de vidas. Con imágenes se identificaron los focos de incendios, y se penalizaron a los responsables por las terribles consecuencias.



Fuente, Conae. Elaboración propia.

Otros

En la actualidad, prácticamente todos los días aparecen noticias vinculadas a interpretación de imágenes satelitales sobre la tierra. En particular, debido a la pandemia del Covid19, se muestran lugares emblemáticos mundiales antes (fines 2019) y actuales (con pandemia), como testimonio directo del fenómeno (se indica aquí solo un link, aunque hay decenas sobre el tema: https://www.clarin.com/mundo/imagenes-satelitales-despues-muestran-impacto-coronavirus_0_1L2oIB8r.html).

Debe destacarse, que en general, las interpretaciones –más o menos profundas- sobre los fenómenos que se muestran allí, son realizadas por intérpretes humanos (es decir, no es interpretación automatizada o digital).

Foto arqueología

Las civilizaciones y culturas que han ocupado el territorio en el pasado, han quedado muchas veces enterradas bajo diferentes coberturas naturales (sedimentos, suelos, selvas, lava volcánica) las que pueden quedar influenciadas de distintas maneras por elementos de esas culturas, adquiriendo formas geométricas que delatan su presencia. Entonces, construcciones que están a veces desde pocos centímetros a muchos metros de profundidad, se descubren en los cambios de color en la vegetación, en la compactación de los sedimentos, en cambios que se observan en la imagen. Arriba, foto aérea sobre campos trabajados que evidencian estructuras subyacentes; al lado, foto terrestre de la misma zona, donde una vez vista la anterior, se descubren estructuras y lineamientos. (Refrán: “Después que Colón llegó a América, llegar a América era fácil...”)



Fuente, Manual Short.

Sierra del Aconquija, Catamarca – Tucumán

Los criterios de interpretación son válidos también para tomas fotográficas terrestres.



Elaboración propia.

Vigilancia estratégica / Inteligencia territorial

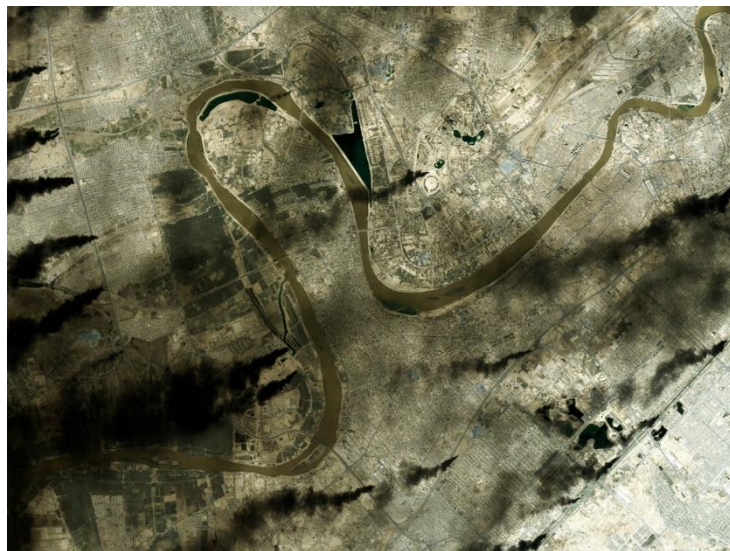
Es la aplicación que más ha movilizadado y desarrollado la técnica, por su decisiva importancia en la resolución de conflictos bélicos. La vigilancia y el espionaje son utilizados para tomar decisiones trascendentes, que pueden trascender incluso los actores involucrados. Como muestra, la “Crisis de los misiles en Cuba” en 1962 plena “Guerra Fría” entre países “occidentales” liderados por EEUU y países “del este” guiados por URSS. Hay innumerables registros en la web (y también películas de Hollywood) sobre la decisiva actuación del cuerpo de fotointérpretes que informaban directamente a sus presidentes. Una incorrecta aplicación de los conocimientos e información extraídos de las fotos aéreas sobre las armas y disposición del oponente pudo haber desatado un tercer (¿último?) conflicto bélico de alcance mundial. Se incluyen en el Anexo, unas “máximas” recogidas de ese grupo de profesionales de la fotointerpretación denominadas “Reglas de Oro”, que nos permiten remitiéndonos a esa época y circunstancias, reflejar perfectamente la filosofía en el uso de la técnica.

Afortunadamente, en tiempos de paz, el desarrollo de la teleobservación, las plataformas, la informática, se aplican para otros usos más beneficiosos para el conjunto de la humanidad, traduciéndose en Inteligencia territorial.

Bombardeo sobre Bagdad

En la imagen color de eje vertical sobre la ciudad, se destacan el cauce del río que atraviesa la ciudad con un amplio meandro; la trama urbana con lineamientos de calles y avenidas, más anchas y largos trayectos.

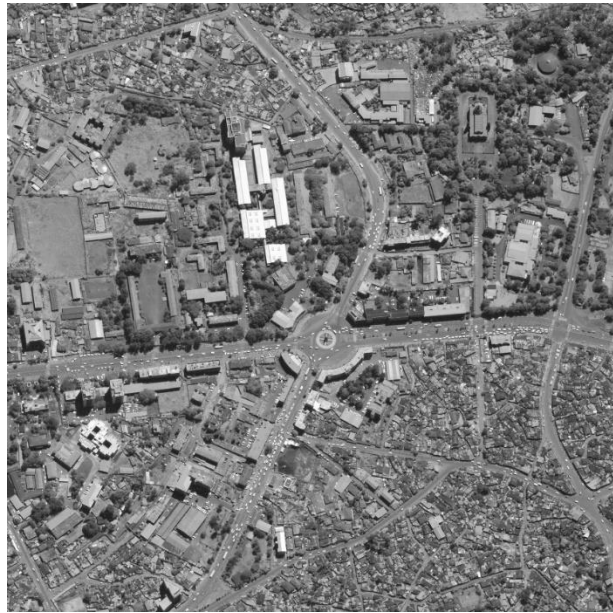
Las columnas de humo negro proceden de las bombas arrojadas sobre la ciudad. Asociando ambos elementos, se concluye que el objetivo fue destruir las vías de circulación rápida, ya que prácticamente todas las bombas cayeron sobre avenidas. En particular puede observarse a la izquierda de la imagen la sucesión de columnas de humo más densas alineadas sobre esa vía de circulación.



Fuente web.

Ordenamiento Territorial. Urbanismo. Planeamiento.

En la imagen de eje vertical en escala de grises, aún sin conocer de qué ciudad de África es, podemos interpretar muy diversas tramas urbanas por las diferentes texturas de los sectores. Existe un gran contraste entre el cuadrante de abajo-derecha, caótico y abigarrado, versus los otros tres cuadrantes. Todos con edificaciones de mayor porte, aunque el de arriba izquierda muestra más espacios libres y algún grado de importancia relativa sobre los otros dos.

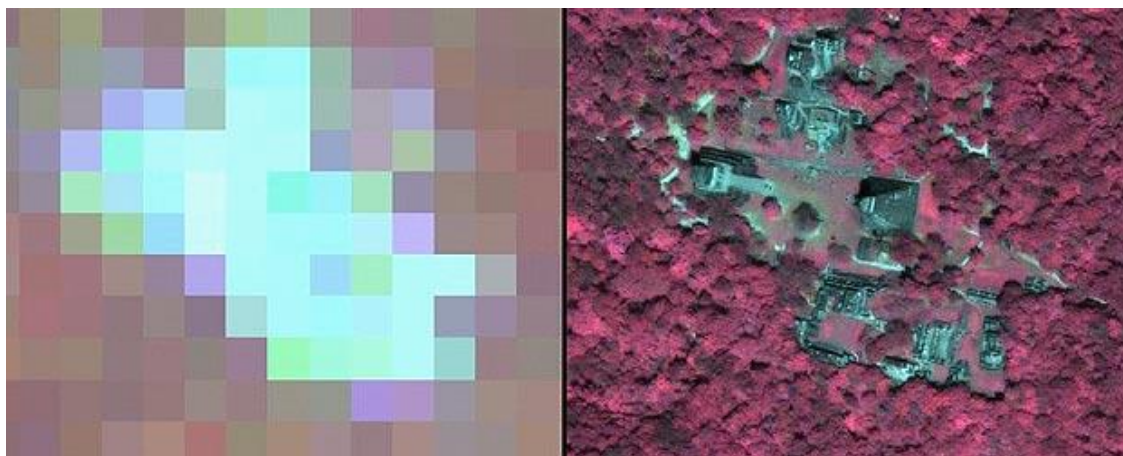


Fuente web

En el ordenamiento urbano y rural, y en la planificación territorial, es una herramienta imprescindible el diagnóstico sobre la base de imágenes satelitales o fotos aéreas. Y cuando hay registros históricos, estudiar los cambios y las velocidades a las que se producen, explicando muchos de los mismos con criterios de fotointerpretación.

Detección

En las imágenes de abajo sobre templos Mayas descubiertos en medio de la selva centroamericana. Ambas son en falso color infrarrojo, a la derecha la mayor resolución facilita reconocer el claro en la selva color rojo intenso y edificios grises con altura importante por sus sombras. A la izquierda, con una resolución espacial muy baja, el contraste permite detectar (aunque no identificar) “algo diferente”.



Fuente web

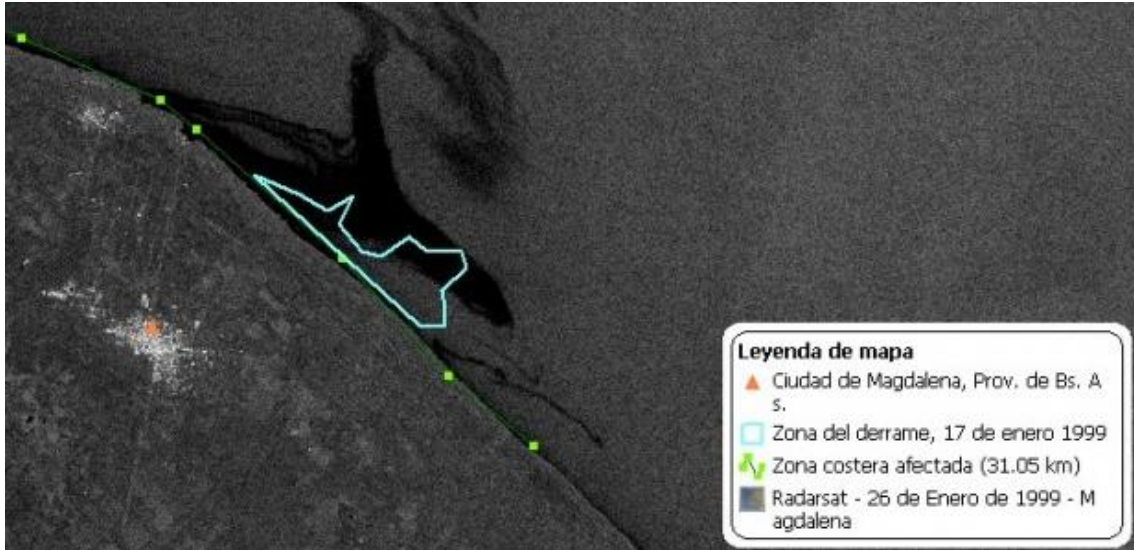
Derrame de petróleo en el Río de la Plata

Al comienzo de 1999 la colisión de un buque petrolero de la empresa Shell produjo un derrame en las costas de Magdalena. Una imagen Landsat TM en color natural, muestra el alcance de la mancha de petróleo, que afectó un vasto sector de costa contaminando fauna y flora. La imagen procesada incluye el norte, la escala gráfica, y el mapeo del derrame sobre la superficie del río.

La imagen de radar SAR obtenida 9 días después del accidente, es utilizada para evaluar en forma comparativa, la dinámica seguida por el fluido, y monitorear la (in)eficiencia de los trabajos de mitigación desarrollados por la empresa causante del desastre. La empresa tuvo que afrontar multas millonarias.



La particular longitud de onda y modo de captura de las imágenes de radar SAR, las hace especialmente indicadas para algunos tipos de detecciones, como los derrames de petróleo sobre mares o ríos.



Fuente, pág. web de Conae.

Opuestos

El análisis visual de imágenes aéreas permite transmitir información con precisión, siendo tan potente que muchas veces no requiere descripción, ya que el mensaje está explícito. Para concluir esta serie de ejemplos, vemos abajo dos tomas en color natural, con un fondo (contexto) común, aunque en diferentes escalas. Quisiéramos tener siempre que analizar temas de la vida como en la segunda imagen.



Fuente, web. Elaboración del Autor.

Nacimiento de la Era Espacial



Foto personal del autor.

Referencias

Las imágenes que se indican corresponden a diversas páginas web aquí mencionadas, que brindan material educativo libre para su uso sin fines de lucro.

Páginas web

www.conae.gov.ar

<https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/G0417/>

<https://landsat.visibleearth.nasa.gov/>

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

<https://glovis.usgs.gov/>

<http://www.cnes.fr>

https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_ES/SEMFHU3FEXF_0.html

http://www.esa.int/ESA_Multimedia

<https://disasterscharter.org/>

<http://www.nasa.gov>

Otras páginas web consultadas:

<https://eros.usgs.gov/image-gallery/earth-as-art-1/coahuila-mexico>

<https://xentedacova.wordpress.com/2007/06/02/foto-de-camellos-del-national-geographic/>
https://verne.elpais.com/verne/2017/02/05/articulo/1486293873_671112.html
<https://eros.usgs.gov/image-gallery/earth-as-art-1/lena-delta>
<https://eros.usgs.gov/image-gallery/earth-as-art-1/bolivian-deforestation>
<https://www.usgs.gov/media/images/mount-taranaki>
<https://www.usgs.gov/media/images/alluvial-fan>
<https://www.scoopnest.com/es/user/elOrdenMundial/974367222025121792-as-se-ve-desde-el-aire-la-frontera-entre-bolivia-y-brasil-salta-a-la-vista-la-deforestacin-que-sufre>
https://mapas.owje.com/1731_deforestacion-en-bolivia.html
<https://ar.pinterest.com/pin/50032245841136957/>
<https://geospatial.blogs.com/geospatial/2011/04/fukushima-daiichi-before-and-after-imagery.html>
<https://terraeantiquae.blogia.com/2008/022101-los-sat-lites-sacan-a-la-luz-varios-templos-mayas-perdidos.php>
<https://www.fabio.com.ar/4921>

Libro:

Short, Nicholas M. "The remote sensing tutorial". N.A.S.A. (National Aeronautics & Space Administration). Digital, actualización año 2009.

CAPÍTULO 8

Trabajos prácticos

En este capítulo se hará una reseña de los Trabajos Prácticos que usualmente realizamos durante el dictado de la asignatura en la UNLP. La mayoría han sido elaborados no solo por el autor sino por diferentes docentes, entre los que se mencionan y agradecen especialmente los aportes del Agrimensor Cesar Romero, y de la Lic. Geología Marta Deluchi.

Se dan traslado de las consignas seguidas en el aprendizaje de la técnica. No se incorporan a este texto el material fotográfico muy variado y extenso en paisajes y escalas, principalmente constituidos por copias fotográficas por contacto en B&N métricas de eje vertical. El mismo ha sido adquirido mayoritariamente a través de los docentes que transitamos la cátedra en todo su trayecto. Buena parte del mismo ha sido trasladado a formato digital por escaneo, aunque en la medida de las posibilidades se continuará trabajando también con modalidad analógica con material impreso y estereoscopia, para una acabada comprensión y dominio de la técnica Fotointerpretación.

Usualmente son realizados en forma individual los primeros ocho trabajos prácticos; mientras que el noveno es un proyecto de aplicación para trabajo en equipo de hasta cuatro alumnos.

Los últimos trabajos prácticos indicados como opcionales suelen utilizarse como complementarios; el indicado como alternativo es utilizado el formato aquí indicado, para alumnos que tienen inconvenientes con la visión estereoscópica.

Anualmente, los trabajos prácticos son revisados, renovados, actualizados en función de disponibilidades y calendarios. En particular, durante este año 2020 una pandemia por Covid19 obligó a mutar todo el dictado de la asignatura en modo virtual, obligando a convertir las modalidades y contenidos a esta realidad.

TP N.º 1. Manipulación de Aerofotogramas

La clase práctica estará dirigida en primer término al manipuleo de los aerofotogramas, ordenándolos en sus respectivas fajas de vuelo, observando y tomando nota de las condiciones de superposición longitudinal, deriva, alineación, registros marginales y cualidades generales de la imagen (nitidez, resolución, contraste tonal, densidad, etc.).

Establecerá el Norte aproximado mediante la observación de las sombras y la hora de toma (Cuando ésta no se halle consignada, se podrá suponer que la dirección de la línea de vuelo es E-O).

Cada alumno efectuará el análisis estereoscópico de pares o tripletes que le suministrará el personal de la Cátedra. Al cabo de dicha tarea, deberá haber apreciado como mínimo:

1. Determinación aproximada de la escala de vuelo mediante la lectura de los datos marginales disponibles, así como por mediciones métricas de elementos de la imagen. Hecho, calculará expeditivamente la superficie del terreno representado por una fotografía y la de la zona recubierta estereoscópicamente por un par de ese vuelo.
2. Descripción del o de los relieves más característicos percibidos indicando los sectores del fotograma al que se refieran. (ej.: llano, horizontal o en declive; ondulado, suave o fuertemente; quebrado, abrupto, etc.)
3. Identificación en el fotograma central, de tres puntos de la mayor altitud y también de los tres puntos o sectores más deprimidos del paisaje.
4. En el mencionado fotograma, indicará tres direcciones de máxima pendiente, apreciando sus valores relativos. (ej.: suave, mediana, fuerte, muy fuerte, etc.).
5. Intentará detectar defectos o manchas que pudiera atribuirlos a problemas de laboratorio. Es decir, que no constituyan imágenes fotográficas de objetos de la superficie relevada.
6. Efectuará cualquier observación adicional a las cualidades estereoscópicas que el estudio del fotograma le sugiera. (ej.: dificultades para la formación del "modelo", ya fuera en la totalidad o en algún sector especial, apreciaciones métricas de diferencias altimétricas; reconocimiento de algún objeto o fenómeno que le resulte de interés, etc.).

Las observaciones y determinaciones que el alumno realice en el cumplimiento del presente Trabajo Práctico los consignará sobre un polyester vinculado claramente al fotograma y en planilla u hoja escrita complementarias.

TP N.º 2. Criterios de primer orden: Tono, Textura, Pattern.

Serán examinados dos pares estereoscópicos de paisajes diferentes, y si es posible, a distintas escalas. Como es habitual en estos trabajos, se colocará sobre el área a estudiar de la fotografía, un film polyester con superficies mate o despulidas (anverso y reverso) aunque de la mayor transparencia compatible con el objetivo de graficar o volcar en él las observaciones resultantes de la tarea de fotoanálisis.

En los lugares más adecuados, para que resulten visibles sin molestar a la representación gráfica que se realizara, se indicarán como mínimo los siguientes datos:

- Corrida y N.º de foto.
- Nombre y N.º de alumno.
- Referencias de ubicación del polyester en la fotografía, mediante la transferencia de sus marcas fiduciales, o elementos inconfundibles del paisaje, preferiblemente líneas que

correspondan a caminos, vías férreas, costas de ríos, lagos lagunas, o bien de cursos de agua, los mejor definidos.

- Dirección que indique el norte, aunque sea aproximada.

Para separar las tonalidades que sean distinguidas, con un grafito de color, se anotarán en el interior de las figuras que resulten, las nomenclaturas adoptadas. Las líneas que las separen serán expresadas por trazos de diferentes tipos según se trate de límites definidos o si se denotan áreas de transición, que deberán quedar claramente distinguidas. Todas estas líneas se trazarán con el mismo color de grafito elegido para este tenga, utilizado asimismo para la nomenclatura ya mencionada.

Con otro color se distinguirán las diversas texturas, en forma similar a la utilizada para las tonalidades; es decir, caracterizándolas mediante las nomenclaturas o clasificaciones que cada alumno adopte, y efectuando sus delimitaciones con diferentes tipos de trazos, según se traten de límites netos o difusos.

Mediante el empleo de un tercer color, el alumno podrá graficar su impresión respecto de la existencia de "patterns" que sean distinguibles de acuerdo con las definiciones que han sido expresadas en clase y en la presente guía.

Para cada modelo o par estereoscópico estudiados, el alumno habrá de escribir una memoria que indique con la mayor claridad las impresiones recogidas de las imágenes analizadas, y se sugiere que, en hojas aparte, se transcriban los datos y tipo de las conclusiones en forma de planillas que se muestra a continuación como ejemplo.

Finalmente emitirá su opinión por escrito acerca de si existe algún tipo de relación entre la presencia y disposición de esas tonalidades, texturas y patterns y la época del año en que las fotografías han sido tomadas. ¿Cómo se verían ellas en otra época del año? (las que pueda deducir).

A continuación, formulario esquemático para la presentación del TP N° 2

Alumno: APELLIDO, Nombres - N° al.:..... -
 Corrida y N.º de fotos:
 Escala aproximada: **1:**
 Zona/Región/Provincia:

(En cursiva dentro de los cuadros, textos como ejemplo.)

| <u>TONOS</u> | <u>DESCRIPCIÓN Y CAUSA PROBABLE</u> | <u>LÍMITE</u> |
|---------------|---|-----------------|
| blanco | <i>(para cada tono se describirá la</i> | |
| gris claro 1 | <i>información puede proveer y/o su</i> | <i>Definido</i> |
| gris claro 2 | <i>probable alteración).</i> | |
| gris medio | | |
| gris oscuro 1 | | <i>Difuso</i> |
| gris oscuro 2 | | |
| negro | | |

| <u>TEXTURA</u> | <u>OBJETO O SUPERFICIE A QUE CORRESPONDE</u> |
|----------------|--|
| afelpada | <i>pastizal natural</i> |
| rugosa | <i>monte arbustivo tupido</i> |
| moteada fina | <i>cultivo en área de tosca</i> |
| lisa | <i>agua de laguna</i> |
| reticulada | <i>tierras muy trabajadas</i> |

| Corrida y foto | Escala aprox. | “patterns” | Principales características que lo constituyen y definen |
|----------------|---------------|--------------------|---|
| 5-121 | 1:35000 | 1. Delta. | <i>Sistema de islas con vegetación y cursos de agua. Poco contraste total</i> |
| | | 2. Área urbana. | <i>Formas geométricas en damero. Escaso contraste tonal. Grises medios.</i> |
| 12-220 | 1:60000 | Área rural. | <i>Lagunada. Tierras cultivadas. Gran contraste tonal entre suelos y lagunas</i> |
| 2-567 | 1:20000 | 1. Área montañosa. | <i>Tono gris oscuro. Textura rugosa.</i> |
| | | 2. Valle fluvial. | <i>Textura lisa/moteada fina. Vegetación arbustiva rala. Tono gris oscuro. Modelo anastomótico.</i> |

TP N.º 3 PMU's

Método de las Unidades Fotomórficas (*Photo Morphic Unit's*)

Objetivos:

- Aplicación de un método de análisis aplicable a distintos registros fotográficos.
- Cuantificación y comparación de resultados.

Material de consulta: apunte de cátedra Método Unidades Fotomórficas.

Desarrollo del Trabajo Práctico:

El alumno estudiará un triplete de fotos aéreas, primero analizando monoscópicamente las fotos superpuestas a modo de mosaico, para tener una idea de la zona a estudiar.

Determinará lugar de trabajo y escala del material; si fuese posible también la fecha de toma de vista o captura de la información.

Construirá su propia escala tonal de 7 valores, otorgando valor 1 al negro y 7 al blanco, el resto según intercalación lógica.

Para las texturas, asignará según las variables: tamaño, arreglo y homogeneidad; alguno de los 18 valores.

Para los relieves, se considerarán 3 valores, otorgando 1 a los bajos y 3 a los altos del terreno.

La premisa es separar unidades fotográficamente homogéneas; el alumno analizará cuáles son a su criterio las unidades más representativas, separando un mínimo de tres, siendo conveniente que separe todas las unidades de importancia presentes en el registro fotográfico.

A las tres unidades que tienen mayor representatividad o superficie dentro de la foto, se les calculará un número o código en función de las tres variables que presenta el método (tono, textura, posición).

A las tres unidades principales, se le calculará la superficie con malla de puntos.

Finalizado esto, se llenarán los cuadros respectivos del registro.

A continuación, se realizará la misma rutina para una escala y paisaje diferente.

- Tiempo de ejecución: una hora para cada triplete.

Finalización: cada alumno comparará los resultados obtenidos por sí con los del compañero que trabajó sobre las mismas fotografías. Analizará las diferencias y coincidencias, y expresará como conclusión las ventajas y limitaciones de la aplicación del método PMU's a las que arriba en función de los resultados obtenidos.

(Contenido esquemático del informa a presentar)

Alumno: - N° - Fecha: día / mes / año.

FOTOGRAFÍAS UTILIZADAS:

Para 1) y 2) escalas/fotogramas

- Lugar:
- Escala:
- Fecha de toma:

Característica de las tres principales unidades separadas:

UNIDAD A:

| | Característica | ND (valor numérico) |
|---------------|----------------|---------------------|
| I.- Tono: | | |
| II.- Textura | | |
| III.- Relieve | | |
| VALOR UNIDAD | (I*II*III=___) | |

UNIDADES B y C: (Repetir cuadro anterior)

Luego:

| Superficie | | |
|------------|---------|----------|
| Unidad A | Unida B | Unidad C |
| | | |

COMPARACION DE RESULTADOS Y JUSTIFICACION:

Firma:

TP N. ° 4 Drenaje (1)

Objetivos:

1. Identificación de rasgos del escurrimiento superficial.
2. Determinación de divisorias topográficas de aguas.
3. Croquis de una sección transversal al cauce.

Consideraciones preliminares:

El presente trabajo tiene como objetivo entrenar al alumno en el uso y aplicación del criterio de "drenaje". Este tema reviste importancia especial en la fotointerpretación puesto que, además de tratarse de una herramienta básica de dicha disciplina, constituye un objetivo de trabajo en sí mismo, razón por la cual lo hemos incluido entre los criterios de 2º orden o reales, junto a los de "erosión", "uso y ocupación del suelo", "vegetación" y "geomorfología".

Para cumplimentar la finalidad impuesta, se hace imprescindible conocer los conceptos que definen al drenaje como fenómeno (natural o artificial), resultante del escurrimiento de las precipitaciones pluviales y nivales sobre la superficie terrestre, a través de lo que se denomina una "red de drenaje". Del análisis de ésta se pueden determinar las características de su totalidad, o de aspectos parciales, o bien de cada uno de sus componentes, lo que permitirá complementariamente definir su "Patrón o modelo de drenaje" con sus particulares "controles" y la designación identificatoria que corresponda. Estos temas podrán ser estudiados por el alumno en el capítulo "DRENAJE" de los "apuntes de la cátedra", conocimiento

del que no podrá prescindir para abordar satisfactoriamente el práctico presente en lo que proponen sus puntos 1 y 2.

El punto 3 del título intenta colocar al alumno frente a la frecuente tarea del agrimensor, de expresar mediante métodos gráficos convencionales, las formas del terreno. En este caso se limita a una sección transversal al cauce principal, por la observación estereoscópica de un par, valiéndose para ello únicamente del estereoscopio de bolsillo, y eventualmente, si se pudiera disponer, de una barra de paralaje que permita establecer apoyo altimétrico relativo, a partir de los parámetros del vuelo. De no ser posible esto último, fuera por la falta de tiempo o de los elementos adecuados, adoptará una escala vertical arbitraria, tratando en lo posible de respetar las proporciones altimétricas que surjan de su más correcta observación estereoscópica posible.

Desarrollo del Trabajo Práctico:

Procederá a iniciar el análisis estereoscópico en la zona de trabajo, obteniendo una comprensión clara del relieve y de aquellos rasgos que puedan ser reconocidos como signos del escurrimiento superficial de las aguas pluviales, apreciando cuidadosamente la continuidad e integración de los mismos como partes de la red de drenaje del área. Prestará atención a los caracteres que conduzcan a establecer la importancia y orden relativos de los cursos componentes, sus sentidos de escurrimiento, las formas o secciones de los cauces, y en general a todas las características que permitan su descripción y clasificación como patrón o modelo. Hará un empleo exhaustivo de los criterios de 1er. Orden.

Realizado el análisis completo, procederá a volcar el diseño con la simbología que más adelante se sugiere, pudiendo sin duda utilizar cualquier otra que resulte clara y representativa, o agregar símbolos que a su juicio la complementen con mayor fidelidad, o bien expresen mejor los caracteres observados.

Utilizará el color azul para dibujar las líneas de los cursos del drenaje, el negro para las divisorias de aguas y el rojo para los caminos, obras de arte, construcciones, etc.

Separadamente, efectuará las anotaciones que revelen las características observadas sobre los diferentes aspectos de la red de drenaje estudiada. Para ello se sugiere una disposición como la que se muestra en el ejemplo de más abajo.

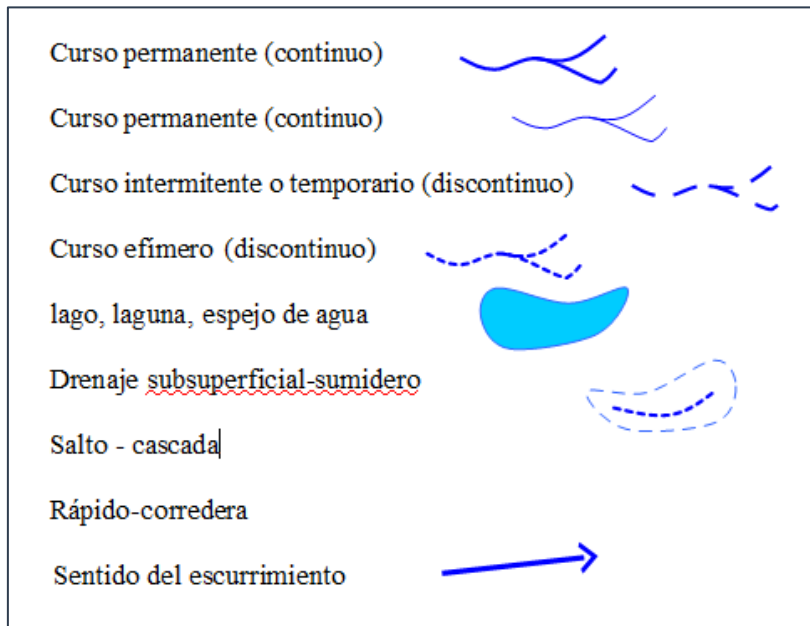
Una vez realizados los trabajos que se inscriben bajo los títulos 1.- y 2.-, el alumno someterá sus resultados al visado del personal docente de la cátedra para luego transferirlos al reverso del polyester con sus colores respectivos.

Finalmente realizará el croquis de una sección perpendicular al cauce, para lo cual deberá cumplirse con lo previsto altimétricamente tal como ha sido descrito en el parágrafo 3ro. de las "consideraciones preliminares".

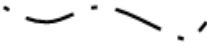
La sección transversal será trazada con grafito negro en hoja separada, y tal como se dibuja habitualmente en su representación topográfica.

Simbología sugerida:

Tipo de Drenaje (Trazo azul)



Otras referencias (Trazo negro)

Divisoria de aguas Dique-represa-cierre 

Puente /Alcantarilla 

Formulario entrega, tipo:

Alumno:- N°- Fecha: / / .

TRABAJO PRÁCTICO N°– *Fotointerpretación*

Análisis De La Red De Drenaje.

- Corrida y N° de Fotos: Corrida #...../ Fotos #.....
- Escala aproximada: **1:**
- Zona:
(en cursiva en el cuadro, ejemplos)

| "Pattern" fotográfico | 1 | 2 |
|-----------------------|---|---|
| Modelo o Patrón | <i>Angular</i> | |
| Vegetación | <i>Arbustiva rala y tapiz herbáceo somero</i> | |
| Textura de Red | <i>Media a fina</i> | |
| Angulosidad | <i>Evidente, mostrando 2 direcciones principales.</i> | |
| Grado de Control | <i>Elevado y frecuente</i> | |
| Angulo de Unión | <i>variable, en general tendiendo al ángulo recto</i> | |
| Grado de Integración | <i>Integrado</i> | |

TP N. ° 5 Drenaje (2) – Formas fisiográficas / Curvas de Forma

Formas Fisiográficas

Perfil transversal.

El presente trabajo intenta colocar al alumno frente a la frecuente tarea del agrimensor, de expresar mediante métodos gráficos convencionales, las formas del terreno. Para ello el alumno utilizará las mismas fotografías con las que trabajó para estudiar el drenaje (TP anterior), en las que el personal de la cátedra le marcará dos puntos (A-A') que determinaran la sección de un embalse. La primera parte del trabajo se limita a graficar la sección transversal al cauce, por la observación estereoscópica del par, valiéndose para ello únicamente del estereoscopio de bolsillo. Adoptará una escala vertical arbitraria, tratando de respetar lo más posible las proporciones altimétricas que surjan de la observación estereoscópica. El método de trabajo podemos sintetizarlo en tres pasos:

En primer lugar, representará la línea del perfil a la misma escala de las fotografías o un múltiplo de la misma, adoptando un plano de referencia altimétrico.

Como segundo paso ubicará sobre esa línea los quiebres representativos del terreno (líneas de ruptura y cambios de pendiente).

Trazado de curvas de forma en un vaso de embalse a estudiar.

El trabajo consiste en graficar las curvas de forma que determinarían sobre el terreno los distintos niveles de agua de un embalse, en la intersección del terreno con la superficie del agua.

Proceder al trazado estereoscópico de las "curvas de forma" en el hipotético vaso de embalse que queda determinado por la sección de su cierre A-A' (A y A': puntos extremos del cierre que indicará el ayudante de curso sobre las fotografías) en su trazado planimétrico y altimétricamente por su cota de máximo embalse. Se trata de una cota arbitraria, proveniente de asignarle cota 0 (cero) al fondo del cauce en el cruce con dicha sección.

Trazará las curvas a una equidistancia también arbitraria. Se iniciará con el trazado del perfil longitudinal del cierre (transversal al cauce), luego, observando y apreciando los perfiles longitudinales del cauce principal y de los tributarios, ubicará los puntos de cota correspondientes a la equidistancia adoptada, que le servirán de apoyo y control para el trazado de las curvas.

Complementos del ejercicio:

1. **Cuantitativos.** El alumno calculará
 - a) la superficie del máximo embalse determinada,
 - b) el volumen de agua embalsada para la cota correspondiente al máximo nivel de embalse, fundamentando el método de cálculo.

2. **Vegetación:** en el área del embalse, identificará la presencia de árboles (aislados o en grupos), delimitándolos con color verde. Sobre los mismos:
 - a) inferir si son naturales o implantados, y
 - b) calcular la superficie de bosque que tendría que ser talada para el caso que se efectuara la obra del cierre hidráulico.

TP N.º 6. Catastro urbano - Aplicación

TRABAJO POR COMISION (Entrega de informes y conclusiones de manera individual)

Primera parte

Material necesario: Fotografías aéreas métricas de zona urbana (gran Buenos Aires) a escala 1:5.000 (seleccionar una corrida fotográfica de 8 o más fotos consecutivas), estereoscopios de bolsillo, etc.

Tareas a realizar:

El trabajo consiste en la realización de un informe escrito y gráfico donde se analicen las características que se detallan a continuación.

- a) Armar la corrida fotográfica seleccionada como mosaico sin control.
- b) Analizar la calidad del material (nitidez, contraste, datos de la toma, etc.). Consignar estas características en la elaboración del informe final.
- c) Descripción general del área: ¿Qué elementos geográficos considera relevantes para la ubicación de la zona seleccionada? Detallarlos en el informe. Indicar superficie estudiada.
- d) Dentro de la corrida, identificar distintos tipos de patrones de urbanización y describirlos (considerar para ello la orientación de las calles, tamaño de las parcelas, áreas verdes, tipo y tamaño de las edificaciones, distribución areal de las mismas, etc.).
- e) Sobre la superficie total estudiada, estimar en forma porcentual las áreas cubierta por cada patrón identificado en el ítem anterior.

- f) Seleccione un triplete seleccionado y representativo de la zona donde deberá graficar lo que se detalla a continuación:

Identifique y delimite los patrones de urbanización presentes. Identifique y delimite manzanas con coberturas de superficies (techos o pavimentos), según el rango que se indica (dos de cada una (f.1, f.2 y f.3):

- f.1: superficie cubierta < 30 %
 - f.2: 30% < superficie cubierta < 70 %
 - f.3: superficie cubierta > 70 %
- g) Concluir para cada uno de los patrones estudiados, qué cantidad de manzanas se encuadran en cada una de las categorías (f1, f2 o f3), y consignar el resultado final de la cuantificación en el informe.

Segunda parte

Material necesario: ampliación o ampliaciones de fotografías aéreas métricas de zona urbana a escala aprox. 1:1000 y lupas.

Tareas a realizar:

Obtener mediante análisis visual el parcelamiento correspondiente a una manzana y compararlo con la plancheta catastral para efectuar la validación de la metodología.

- a) Determinar la escala aproximada de la ampliación.
- b) De acuerdo a los rasgos físicos observados por análisis visual (líneas rectas, sombras, quiebres, formas y dimensiones horizontales, etc.), identificar los lotes o parcelas hipotéticas, y darles nomenclatura de parcela tentativa.
- c) A nivel de parcela, seleccionar al menos tres tipos de edificaciones diferentes y consignar en forma cualitativa: altura, materiales, edad, factores asociados, etc.
- d) A nivel de manzana evaluar el tipo de parcela y construcciones predominantes (forma, dimensiones, antigüedad, materiales).
- e) Obtener en la DPCT la plancheta correspondiente a la manzana estudiada, y correlacionar los datos obtenidos con la división parcelaria efectuada.
- f) Informar las conclusiones.

CONCLUSIONES FINALES

Para los puntos 1) y 2), comparar la metodología utilizada con la secuencia de tareas indicada en apunte: "Secuencia catastro urbano".

TP N.º 7. Valuaciones rurales - Uso del suelo agrícola –Aplicación

Valuaciones Rurales

1^{ra} parte: Valuación de una parcela.

Trabajaremos sobre Fotografías Aéreas a escala nominal 1:20000, de Provincia de Buenos Aires.

Otro material de consulta y utilización: planos parcelarios catastrales (E1:25.000), cartas topográficas IGM 1:50.000; carta-imagen IGM 1:50.000; cartas topográfico-parcelarias Dir. Geodesia (E1:25.000); revalúos anteriores (formularios 911 y 912); planos de mensura; catastrales *fotos mecanizados*; foto índices; imágenes satelitales falso color infrarrojo y color natural; malla de puntos.

- El paso inicial es localizar la parcela sobre la cual trabajaremos, identificarla en las fotos aéreas y en el material de apoyo.
- Para analizar las fotos, con la ayuda de la estereoscopia, identificamos dentro de dicha parcela las distintas unidades en función de su aptitud de uso. Para ello nos valemos de los distintos criterios de la fotointerpretación y de las unidades identificadas en los antecedentes catastrales, verificando si se corresponden con la realidad.
- Una vez realizada la identificación se procede a sus demarcaciones sobre un papel vegetal; luego con ayuda de la malla de puntos (o si disponemos, de un planímetro) determinamos la superficie total y la de cada una de las distintas unidades.
- Puntaje: A cada unidad se le asignará un puntaje que será función de su altitud, relieve, capa arable, espesor y color, drenaje, salinidad del suelo, capacidad ganadera y distancia a caminos afirmados. Generalmente a la zona óptima se le asigna 100 puntos (en caso de no contar con el valor de la Tierra óptima por ha. para el partido se asignará un valor arbitrario de \$1.000/ha). Se completará y calculará con estos valores el Formulario 911. Además, se deberán evaluar las mejoras del campo (alambrados, molinos, galpones, edificios, etc.), las cuales se valorarán en los formularios 912, 903 y 905 según corresponda por el destino de las construcciones.

Se completará la siguiente planilla que resume la valuación de toda la parcela, volcando los valores de los formularios.

| TIERRA (APTITUDES DE USO) | | | | | | | MEJORAS | | TOTAL POR UNIDAD | |
|---------------------------|-----------|---|------------|---|--------------|---------------------|------------------|------|------------------|------------|
| Unidades | Hectáreas | | Puntos/Ha. | | Total puntos | Valor de la Ha (\$) | Valor total (\$) | Tipo | | Valor (\$) |
| | Cant. | % | Cant. | % | | | | | | |
| A | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | |
| A. C | | | | | | | | | | |
| B. D | | | | | | | | | | |
| Totales | | X | | X | | X | | X | | |

2^{da} parte: Subdivisión de la parcela

Calculado el valor total de la parcela se realizará división de la misma en dos de igual valor (con una tolerancia del 5% de diferencia), cuidando que las parcelas originadas tengan salida a calle. Para ello se analizarán las condiciones de toda la superficie, compensando las diferencias de valor.

La siguiente planilla resume la valuación de las parcelas originadas.

| CUADRO DE SUBDIVISIÓN RURAL | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|----|-------|------------|-----------|----|-------|------------|-----------|----|-------|------------|
| Unidades | Parcela 1 | | | | Parcela 2 | | | | Parcela 3 | | | |
| | % | Ha | \$/Ha | Total (\$) | % | Ha | \$/Ha | Total (\$) | % | Ha | \$/Ha | Total (\$) |
| A | | | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | | |
| Mejoras | | | | | | | | | | | | |
| Total | | | | | | | | | | | | |

TP N. ° 8. Análisis visual de imágenes satelitales

Principios De Imágenes Satelitales Y Manipulación Digital De Imágenes.

OBJETIVOS:

- Familiarización con la utilización de imágenes satelitales, en soporte impreso.
- Reconocimiento de resoluciones, composiciones de color, existencias de preprocesamientos.
- Analizar sus aplicaciones en la Agrimensura.

Material a utilizar:

Imágenes satelitales impresas y carta-imagen del IGM a diversas escalas.

Desarrollo:

Sobre al menos dos impresiones de imágenes satelitales, una de carta-imagen satelital y otra de distinta procedencia.

- Análisis regional o macro: Describir tipos de paisajes predominantes
- Relieve
- Rasgos de erosión
- Drenaje
- Identificar los principales elementos llamativos de la imagen (afloramientos, obras civiles, patrones, uso del suelo, etc.). Describir los mismos puntos que en 3.b del punto anterior. Reconocimiento de foto unidades y caracterización.
- Describir datos de la imagen: canales espectrales presentes o desplegados, composición en color, presencia de realce de contraste, georreferencia (si dispone intentar explicar cuál), origen de la imagen, superficie o área cubierta, localización geográfica si es posible (con base de metadatos o elaboración propia).
- Concluir diferencias y coincidencias entre los dos diferentes tipos de material.

Conclusiones:

Analizar ventajas y limitaciones respecto de la interpretación utilizando fotos aéreas este-reoscópicas.

TP N.º 9. Proyecto Integrador (en equipo) – Aplicación

Ejecución del proyecto

El presente Trabajo tiene por objeto integrar los conocimientos del curso en un Proyecto sobre una temática de la profesión, pero en el que se deberán analizar todos elementos de las fotografías en relación a ese tema principal.

Es decir, se hará el estudio detallado donde se describirá la situación de hecho sobre un tema en particular (ordenamiento territorial, drenaje, vías de comunicación, usos del suelo, etc.), se analizarán problemas o necesidades reflejados en las imágenes y se propondrán soluciones analizando los demás elementos del terreno en relación al primero.

La elaboración de un proyecto de cualquier índole requiere de una formulación, es decir definir y acotar el tema de trabajo, definir los recursos (materiales, humanos, económicos), los resultados esperados y las conclusiones.

Para la realización del trabajo se le proporcionará un paquete de fotografías aéreas y se le indicará la zona aproximada de trabajo.

- Se deberá ubicar geográficamente la zona y describir el material de trabajo en todos sus aspectos (datos del vuelo, características de las fotografías, calidad del material, superficie abarcada, características del terreno indicando sectores).

Además, se le indicará una temática de trabajo acorde a las características de la zona.

- Deberá estudiar la zona utilizando las fotografías y extraer toda la información que surja en relación a ese tema.

Para ello se tendrán en cuenta los apuntes sobre Aplicaciones de las fotografías aéreas en Agrimensura (catastrales, cartográficas, estudio del relieve, vegetación, drenaje, etc.) y las clases teóricas, en especial sobre criterios de segundo orden, pero relacionando esos conocimientos con los temas anteriores como apoyo. Además, deberá buscar información complementaria sobre el tema de estudio que la relacionará con las imágenes, de modo que lo analizado tenga fundamento.

Algunos ejemplos de temáticas propuestas y su relación con otros elementos del terreno podrían ser:

- Si se analiza el drenaje del lugar y se trata de una zona urbanizada, se buscará la red de escurrimiento original arroyos, pendientes, direcciones de escurrimiento, etc. y se buscarán evidencias de esa red en las fotografías (mayor presencia de humedad, áreas menos densamente pobladas, calidad de las viviendas en zonas más bajas, etc.). Se intentará detectar si se han hecho canalizaciones, entubamientos, rectificaciones... ¿Se

aprecian esos elementos en las fotografías? ¿Qué otros elementos están indicando esas obras? Cómo es la vegetación en relación al drenaje...

- Si se analizan las vías de comunicación deberán buscarse datos sobre las rutas y avenidas presentes en la zona relevada, sus anchos de zona de camino, materiales (pavimento, hormigón tierra), vías de ferrocarril, estaciones, recorridos de los servicios de transporte, etc. y se observarán e informarán qué elementos que reflejen esa situación aparecen en las fotografías. Qué producciones predominan en la zona, qué localidades unen esas vías/rutas, cómo son los centros poblados en relación a las mismas, cómo se encuentra zonificado el partido (código de ordenamiento) ...
- Si el tema principal es la vegetación podrá buscarse información sobre las especies predominantes, si es vegetación natural o implantada; si es implantada para qué se la implantó (¿sombra, ornamentación? ¿Producción forestal, producción frutal?). ¿Se corresponden las áreas forestadas con la zonificación del partido? Y todo eso, ¿cómo se corresponde con lo observado? ¿Cómo es el avance de las zonas pobladas? ¿Se preserva la vegetación? ¿Se la destruye? ¿Se la reemplaza?...
- Si se estudia la densidad poblacional, los usos de suelo o el crecimiento demográfico podrán buscarse los códigos de urbanización de los Partidos presentes en el área, se trazarán los límites de jurisdicción y se indicará cómo se reflejan esos usos. Son compatibles con lo que señalan los códigos, se corresponden las imágenes con los usos predominantes/permitidos? ¿Se encuentran usos no compatibles? ¿Existen barreras naturales o artificiales que favorecen o limitan el desarrollo en determinadas áreas?

Es decir, de manera general, independientemente de cuál sea el tema principal de estudio, deberá formularse e intentar responder, entre muchas otras, preguntas del tipo:

- ¿Qué relaciones y evidencias de otros elementos (distintos del fenómeno estudiado), existen en las fotografías que afectan o condicionan al tema estudiado?
- ¿Existen causas exteriores al terreno (cambios de jurisdicción, distinta legislación sobre el uso, restricciones al dominio, etc.) que se vean reflejadas en las fotografías?
- ¿Existen áreas preservadas, crecimiento irregular o indiscriminado? ¿Se evidencian infracciones a esa legislación?

Listado de trabajos frecuentes

Mosaico aéreo, no-controlado:

Base cartográfica para el registro de toda la información que se obtenga de los diferentes estudios a realizar.

Red hidrográfica y de drenaje:

Red hidrográfica superficial y subterránea. Cursos de agua permanentes, intermitentes y efímeros. Delimitación de cuencas y características físicas de las mismas. Red de drenaje superficial. Áreas o zonas inundables. Asociación a problemas sanitarios. Contaminación de aguas. Cuencas cerradas. Selección de sitios apropiados para la instalación de instrumental registrador.

Subcuencas:

Subcuencas hidrográficas. Correlaciones referentes a erosión. Disponibilidad de recursos hídricos. Coeficientes. Drenaje.

Uso y ocupación actual de la tierra:

Clasificación del uso y ocupación actual. Reconocimiento de cultivos dependiendo de la calidad y escala de las fotografías aéreas existentes. Medición e inventario del uso actual.

Evolución en el uso, mediante la comparación de la fotografía empleada con relevamientos aéreos realizados anteriormente o nuevos, que se realicen para ampliar la presente investigación.

Vinculación del uso con los problemas relativos a erosión, conservación, valuación de la tierra, etc.

Reconocimiento de actividades agrícolas, pecuarias, pequeña y gran industria. Clasificación.

Geología:

Geología superficial, reconocimiento. Materiales ordinarios. Geología estructural, fracturas, fallas. Problemas de geología que afectan a la ingeniería y al planeamiento urbano y regional.

Fundaciones, estabilidad de las construcciones, erosión, sedimentación, contaminación de aguas, etc.

Suelos para ingeniería:

Reconocimiento de unidades identificables en la fotografía que presenten características uniformes respecto a: granulometría, espesor de los suelos, profundidad a la roca, profundidad a la napa de agua, probabilidad de deslizamientos o derrumbes, erosión y estabilidad.

Asociación de dichas unidades a problemas relativos a: vías de comunicación, localización de materiales adecuados para la construcción, estudio de cuencas hidrográficas, etc.

Suelos para agricultura:

Clasificación de los suelos en grandes grupos.

Dependiendo de la escala de la fotografía, se procederá al menos parcialmente a la clasificación de sectores en series y facies. Correlaciones terrestres/aéreas. Utilización anterior de los suelos. Drenaje e irrigación.

Erosión y conservación:

Clasificación. Planeamiento del control de erosión. Erosión activa y potencial. Capacidad de uso.

Irrigación:

Selección de áreas apropiadas para irrigación. Topografía. Clasificación de los suelos. Alcalinidad y salinidad. Fuentes de agua. Captación de aguas. Posibilidades agrícolas. Planeamiento.

Forestales:

Clasificación e inventario de forestas. Reconocimiento de especies forestales con valor económico. Sitios y suelos forestales. Densidad y altura de las especies. Volumen de madera

comercial. Explotación y planeamiento de reservas y explotaciones forestales. Control de plagas. Cubaje de cortes de madera. Planeamiento para el desarrollo integral de la explotación forestal. Desarrollo de áreas.

Sociometría:

Población. Localización geográfica de la misma y su clasificación. Asociaciones. Estructura social económica. Delimitación de sectores con prioridad para su mejoramiento.

Vivienda:

Localización. Clasificación. Características. Correlaciones terrestres/aéreas. Interrelación con otros estudios.

Selección de áreas, sitios o trazas para obras lineales:

Selección de sitios apropiados para el trazado de carreteras, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión, conductos, etc.

Selección de sitios apropiados para la ocupación humana. Ubicación de pueblos, establecimientos industriales, centros industriales. Selección resultante de la integración de factores obtenidos mediante la interpretación de fotografías aéreas y trabajos de campo y gabinete.

Selección de sitios apropiados para el emplazamiento de aeropuertos, puentes, estructuras civiles, etc.

Tráfico:

Correlaciones en sectores donde las fotografías lo permiten y que sean de interés para el estudio de movimientos de vehículos y dimensionamiento de nuevas estructuras.

Demandas reales y de deseo. Volúmenes de tráfico. Clasificación. Selección de trazados favorables.

Valor de la tierra:

Elementos provistos por la investigación aérea, que auxilian y posibilitan la actualización del valor de la tierra. Valuación. Tasas. Correlaciones entre productividad y contribución fiscal. Evasiones. Bases para la recaudación. Utilización improductiva del suelo. Subdivisión de la tierra.

Estudio de áreas urbanizadas:

Zonificación. Diagnóstico de las condiciones existentes. Localización y definición de los problemas que tienen prioridad para su corrección y planteo de soluciones adecuadas. Planeamiento urbano y regional. La región.

Planeamiento regional:

Diagnóstico de áreas o regiones, de prioridad para su desarrollo dentro del complejo regional o nacional. Integración de todos los estudios e investigaciones previamente detallados para la formulación de las bases para la programación del desarrollo físico, económico y social del área considerada y su integración en el ámbito regional de mayor dimensión.

Catastros

Catastro Parcelario, tipo de parcelas predominantes, geometría, coeficientes de forma. Anchos de calles urbanas y rurales. Catastros (inventarios) de viviendas, de edificaciones de uso industrial, de espacios libres, actualización de catastros. Detección de mejoras urbanas. Cobertura de baldíos. Estadísticas.

(Opcional) - TP Reglas de Oro

Informe sobre vídeo *Ojos del Cielo*, y apunte *Golden Rules of Imagery Analysis - Traducción...*; eventualmente se agregan vídeos disponibles en la web sobre dicha temática, espionaje, vigilancia.

Cada alumno, debe comentar en no más de una carilla, tres de las Reglas de Oro que se asignan individualmente, en el contexto del apunte y vídeos referidos; o con experiencias comentadas en clase y/o noticias periodísticas recientes.

(Opcional) - TP Secuencia aplicación en agrimensura.

Listado Aplicaciones en Agrimensura (No excluyente)

Aplicaciones Cartográficas

- Apoyo a los levantamientos aerofotogramétricos.
- Actualización cartográfica.
- Producción de cartografía temática.
- Inspección de obras cartográficas.

Aplicaciones Catastrales Rurales

- La valuación rural.
- División en lotes de valor determinado.
- Catastro físico y económico.

Aplicaciones Catastrales Urbanas

- El estudio de la propiedad inmueble, relevamientos de mejoras.
- Control de evasión impositiva. Construcciones clandestinas.

Aplicaciones Vinculadas A Obras De Ingeniería

- Trazados.
- Levantamientos hidrográficos.
- Proyectos urbanísticos / Planeamiento.

Aplicaciones Topográfico-Geodésicas

- Selección de sitios para emplazamiento de puntos fijos (estabilidad – perdurabilidad – accesibilidad).
- Selección de sitios de estacionamiento de equipos para operaciones topográficas (estación total, teodolito, líneas de nivelación).
- Inter visibilidad entre estaciones.
- Planificación de campaña, accesos y logística.

Otras Aplicaciones

- Representación expeditiva del relieve (curvas de forma).

- Aplicaciones ambientales, inventarios, trabajos multidisciplinarios.
- Aplicación en pericias

| | |
|----|--|
| 1 | OBJETIVO: |
| 2 | Escalas De Trabajo (del registro fotográfico): Nivel De Detalle: Grado De Precisión: |
| 3 | Medios Disponibles: |
| 4 | Tipo De Sensor: Cantidad De Escenas o Fotos: Fecha de las Tomas de Vista: |
| 5 | Selección y Adquisición De Datos A Utilizar: |
| 6 | Metodología de Trabajo: |
| 7 | Tipo de Procesamiento: Productos a Obtener: |
| 8 | Procesamiento y Obtención De Resultados: |
| 9 | Control de Calidad del Producto Obtenido: |
| 10 | Análisis de Resultados y Conclusiones. |

Ejecución del Trabajo práctico

En grupos de no más de 3 alumnos, seleccionar alguna de las aplicaciones de la técnica en Agrimensura planteadas debajo, y desarrollar justificando como para exponer la propuesta ante sus compañeros. Cada grupo debe escoger un solo trabajo, no pudiendo superponerse.

EJERCICIOS /EJEMPLOS: SECUENCIA PARA DISTINTAS APLICACIONES:

a) APLICACIONES CARTOGRÁFICAS

1. Apoyo a los levantamientos aerofotogramétricos:

Se va a realizar un vuelo fotogramétrico a escala 1:5000 de área urbana. Por ej.: Brandsen. El objetivo es planificar los P.A.F.

Criterios: definir modalidad de trabajo (GPS o est. Total). Distanciamiento entre puntos. Tipo de elementos que constituyen los PAF a la escala de trabajo. Definir si se hará pre o post vuelo.

2. Actualización cartográfica.

Se dispone cartografía planimétrica del partido de Chascomús a escala 1:25.000 de la década de 1980. El objetivo es actualizar la cartografía e incorporar altimetría.

3. Producción de cartografía temática.

3.1.- Se desea realizar un inventario forestal de un predio en el noreste de la provincia de corrientes en el que se realiza producción forestal. El predio tiene 4500 Ha. El objetivo es cuantificar la superficie cubierta por bosque, identificar tipos de bosques y estimar su edad.

3.2.- El objetivo es planificar un camino para producción minera, para lo cual se requiere cartografía planialtimétrica escala 1:5.000. La zona se encuentra en Pocitos, prov. de San Juan, tiene una extensión de 45.000 ha.

4. Inspección de obras cartográficas.

Se está produciendo cartografía de desmontes a escala 1:50.000 de toda la provincia de Tucumán, sobre la base de imágenes satelitales. El objetivo es el control de calidad de la cartografía. Se necesita proponer un método de control de la obra cartográfica.

b) APLICACIONES CATASTRALES RURALES

1. División en lotes de valor determinado.

Una parcela rural de provincia de La Pampa, Nor-este, tiene 2500 ha y dos hermanos deciden dividirla en igual valor. Posee un sector con mejoras e instalaciones, otro con explotaciones, otro con afloramientos rocosos, otros con acceso a acequias, y otro con estancamientos de agua. Objetivo: dividir la parcela en dos de igual valor.

c) APLICACIONES CATASTRALES URBANAS

Se realizan en otros T. Prácticos

d) APLICACIONES VINCULADAS A OBRAS DE INGENIERÍA

1. Trazados.

Objetivo: obtención de acceso rápido por vía terrestre desde localidad de Achiras (SW prov. Córdoba, límite con San Luis) hasta el río Vº.

2. Levantamientos hidrográficos.

Objetivo: realizar un relevamiento batimétrico sobre 20 km del cauce del río Limay, para mejorar su navegabilidad, 120 km aguas arriba de Piedra del Águila.

3. Proyectos urbanísticos / Planeamiento.

4. Objetivo: zonificación del uso del suelo agrícola para la Municipalidad de Coronel Suárez. de 100.000 ha del sur del Partido.

e) APLICACIONES TOPOGRÁFICO-GEODÉSICAS

1. Selección de sitios para emplazamiento de puntos fijos (estabilidad – perdurabilidad – accesibilidad).

Objetivo: red geodésica para la provincia de Formosa. Equidistancia de puntos 100 km. Sin pilar de acimut.

2. Selección de sitios de estacionamiento de equipos para operaciones topográficas (estación total, teodolito, líneas de nivelación).

En La Calera, prov. de San Luis, se necesita una red de puntos fijos planialtimétricos equidistantes, entre la ciudad y la fábrica de Cemento. Objetivo: Proponer y planificar su realización con estación total.

3. Intervisibilidad entre estaciones.

Objetivo: Se trata de replantear una parcela rural en Cañuelas, de 2500 ha, sobre la ruta 6 (Estancia La Primavera). Proponer metodologías con equipos ópticos, analizando las posibles estaciones.

4. Planificación de campaña, accesos y logística.

Para la traza de un poliducto que atraviesa de Este a Oeste la provincia de San Luis, a la altura de la ciudad Capital. Objetivo: verificar transitabilidad, accesibilidad, obstáculos, etc. para acceder a los diferentes vértices.

f) OTRAS APLICACIONES

1. Representación expeditiva del relieve (curvas de forma).

En Neuquén al norte, zona Tierra Blanca definir la forma del terreno para conocer las diferentes pendientes de la zona. Objetivo: representar morfología del terreno.

2. Aplicaciones ambientales, inventarios, trabajos multidisciplinarios.

Objetivo: conocer el impacto originado por la presencia de la Autopista La Plata – Bs. As., en el partido de Berazategui.

3. Aplicación en pericias

Objetivo: conocer el rango de afectación del partido de T. Lauquen, entre 1980 y 1995, debido a las inundaciones.

Observación en común para las distintas aplicaciones: si estima que debería estar definido algún otro parámetro para proceder a la descripción requerida, defínalo Ud. con un rango de valores posible, y avance en la propuesta.

(Opcional) - TP Confección de estereograma digital.

Reconocimiento especial al Ing. Agrim. Gonzalo Vázquez

“Técnica de Anáglifos”

Introducción

En los últimos años ha crecido el desarrollo de aplicaciones tecnológicas enfocadas en la visualización tridimensional, cuyo objetivo es sumergir al usuario en un mundo de realidad virtual

inmersiva simulado por un ordenador. La realidad virtual inmersiva es aquella donde el usuario se siente literalmente dentro del mundo virtual que se está explorando, pero para lograrlo se necesita contar con accesorios como cascos, gafas, guantes, trajes especiales, y etc.

En este informe se explicará una metodología para obtener información tridimensional del terreno utilizando dos fotografías aéreas digitalizadas con superposición longitudinal. Para llevar a cabo esta metodología se necesitó aplicar la “Técnica de Anaglifos” y utilizar el software “Stereo Photo Maker”.

Visualización 3D

La visualización 3D se consigue mediante la proyección de gráficos estereoscópicos² generando diferentes imágenes para el ojo izquierdo y el ojo derecho del usuario, actualmente existen dos tipos de sistemas estereoscópicos que combinan esas imágenes para ofrecer al usuario una sola imagen con sensación de profundidad. Estos dos tipos son los “Sistema estéreo activo” y los “Sistema estéreo pasivo”, en ambos sistemas el usuario debe utilizar gafas especiales, en el primer caso las gafas incluyen componentes electrónicos, cosa que no ocurre en el segundo caso.

Dentro de los “Sistema estéreo pasivo” se utiliza distintas técnicas, entre ellas las más destacadas son las siguientes: anaglifos³, Polarización e Infitec.

- Anaglifos: Permite generar un modelo estéreo⁴ tomando diferentes colores superpuestos en una sola imagen. Los estéreos generados pueden ser observados por medio de gafas anaglifos y utilizan un filtro de color diferente para cada ojo.
- Polarización: En la mayoría de los casos el método de anaglifos no permite visualizar los colores correctamente, por ello esta técnica funciona en base un fenómeno de la física llamado “Polarización de luz”. Los filtros son relativamente baratos, el inconveniente es que sólo funcionan con sistemas de proyección, además requieren generalmente dos proyectores o un proyector no convencional (Pantalla LCD con micro polarización).
- Infitec: Toda imagen proyectada consiste en ondas de luz que pueden ser percibidas por el ojo humano (Espectro visible: 400nm y 700nm), esta técnica utiliza filtros de interferencia para mostrar el contenido estéreo con colores básicos consistentes en diferentes longitudes de ondas. El ojo humano es muy poco sensible para diferencias longitudes espectrales tan pequeñas, por lo que esta técnica genera imágenes estereoscópicas a todo color con diferencias de color muy pequeñas entre ambos ojos.

² Gráficos estereoscópicos: Grabado de información visual tridimensional.

³ Anaglifos: Palabra de origen griego que significa “*tallado en relieve*”.

⁴ Estéreo: Visual tridimensional.

Técnica de anaglifos

Los colores de los filtros no son seleccionados aleatoriamente, sino que cumplen el principio de tricromocidad (Ver Figura Nro. 1), los tres colores primarios (rojo, verde y azul). Los vértices opuestos en el cubo multicolor son complementarios, por lo tanto, existen únicamente seis combinaciones posibles de colores para anaglifos puros: “rojo-verde”, “Rojo - Azul”, “Verde-Azul”, “Rojo - Cian (verde + azul)”, “Verde - Magenta (rojo + azul)” y “Azul - Amarillo (rojo + verde)”.

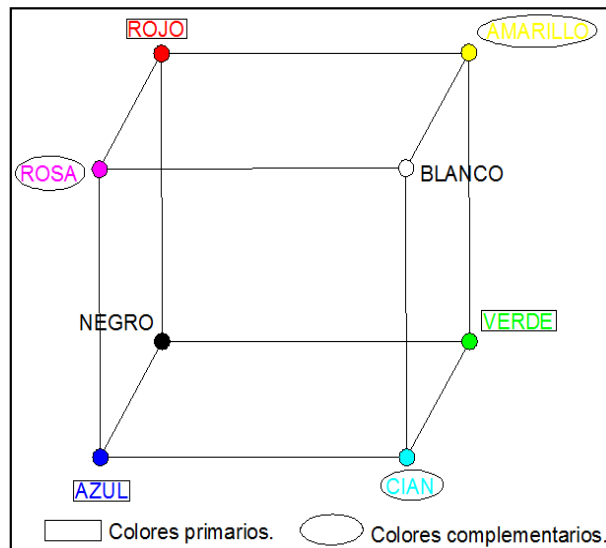


Figura Nro. 1.

Para obtener modelos estéreos con mejor contraste en la escala de los grises con esta técnica se utiliza la combinación de color: “Rojo y Cian” (Ver Figura Nro. 2).

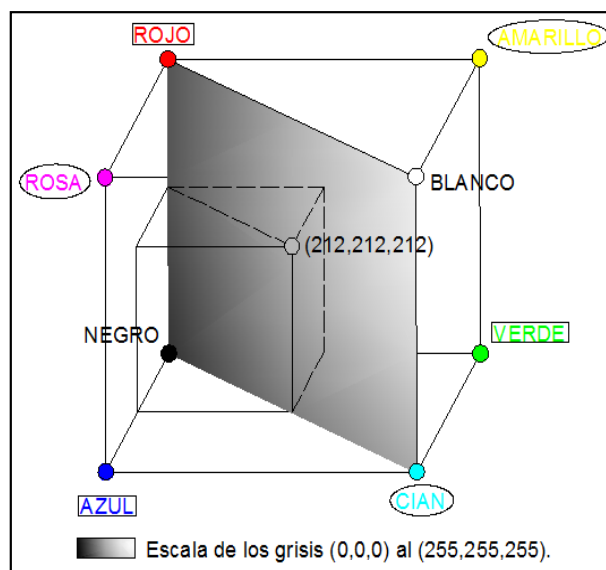


Figura Nro. 2.

Selección de software para aplicar la “Técnica de anaglifos”.

Para poder aplicar esta técnica se seleccionó el software “Stereo Photo Maker”, es una herramienta portátil gratuita que permite trabajar con imágenes en 2D y 3D, este software permite importar, visualizar y exportar archivos en formatos JPEG, PNJ, TIFF, GIF, BMP, STJ y DAS. El software permite visualizar el relieve del terreno de la zona común entre ambas fotografías, dicho de otra manera, reconstruye la posición de las cámaras para los dos instantes de toma ya que dichas fotografías se encuentran corregidas geométricamente mediante algún método de restitución.

La cámara aérea sufre tres movimientos lineales y tres movimientos angulares (Ver Figura Nro. 3) con respecto a su posición teórica cuando se obtiene el instante de toma, este movimiento provoca una paralaje tridimensional (P_x, P_y, P_z ; Ver Figura Nro. 4). Las paralajes longitudinales (P_x) y transversal (P_y) se corrigen en el proceso de orientación relativa (Ver Figura Nro. 5), el paralaje en altura (P_z) se corrige en el proceso de orientación absoluta. Las correcciones son realizadas en gabinete mediante la utilización de restituidores, la tecnología de restitución ha evolucionado con el tiempo, los primeros fueron los analógicos, luego los analíticos y actualmente los digitales.

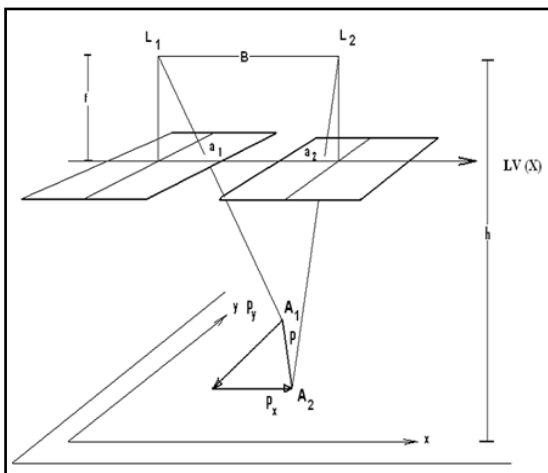


Figura Nro. 3

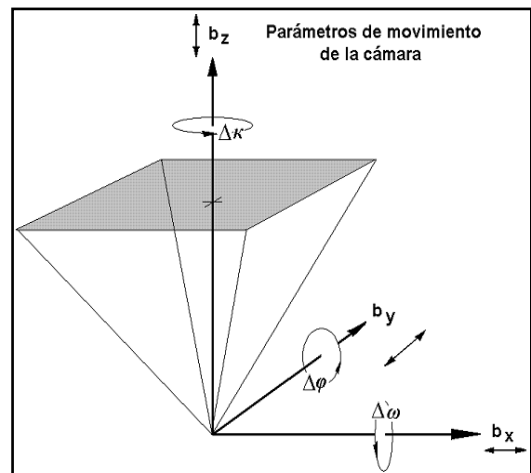


Figura Nro. 4.

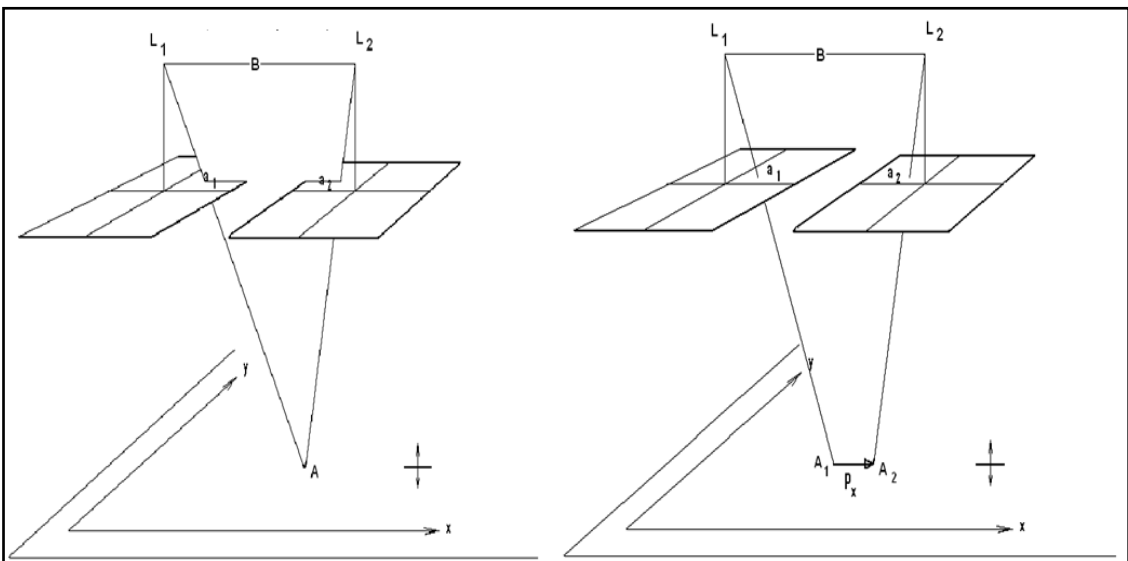


Figura Nro. 5.

El software determina la zona común mediante la herramienta “Auto Aligment”, esta herramienta utiliza un algoritmo (SIFT⁵) para encontrar los puntos correspondientes (homólogos) entre ambas imágenes. Usando el conocimiento de esos puntos, se obtiene información del ángulo de rotación, el escalado (Ajuste que se realizó en la imagen tanto horizontal como vertical), el ángulo de alineación (Vertical - Horizontal), la cantidad de pixeles que se corrigieron para obtener igualación de color, la calidad de la visualización 3D que se obtuvo del estéreo generado (Intervalo óptimo: 1/25 a 1/30) y por último la corrección de la linealidad geométrica que se realizó entre ambas imágenes (Ver Figura Nro. 6).

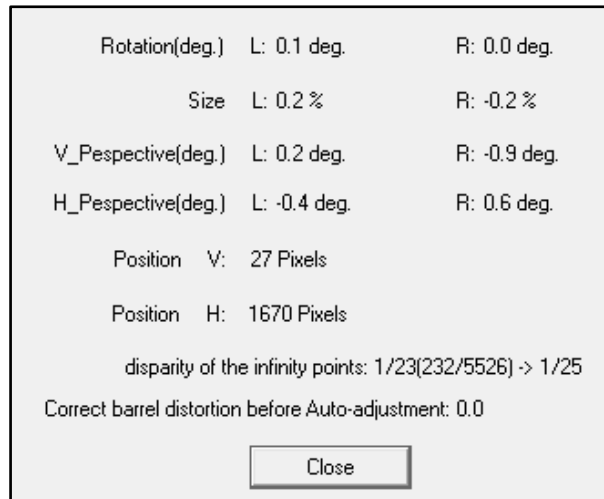


Figura Nro. 6.

Metodología para obtener el modelo estéreo aplicando la “Técnica de anaglifos”.

Los pasos son los siguientes:

1. Ejecutar el software “Stereo Photo Maker” (Ver Figura Nro. 7).

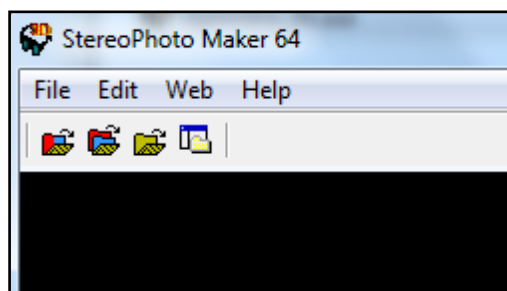


Figura Nro. 7.

⁵ SIFT: Un método matemático para extraer características invariables distintivas de imágenes que se pueden usar para realizar una coincidencia confiable entre diferentes vistas de un objeto o escena.

2. Importar las dos imágenes (Izquierda-Derecha), teniendo en cuenta el sentido de avance (Ver Figura Nro. 8), en este paso si se invierten las imágenes el modelo resultante será afectado por el efecto de pseudoscopia.

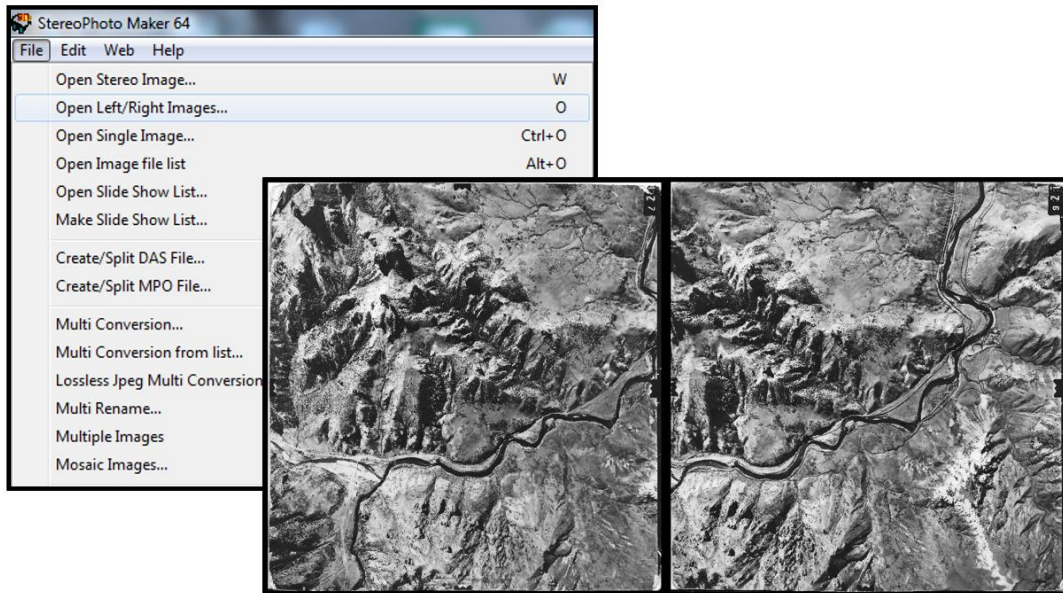


Figura Nro. 8.

3. Ejecutar la herramienta “Auto Aligment” (Ver Figura Nro. 9), una vez finalizado la herramienta se despliega un cuadro de texto mostrando los siguientes resultados (Ver Figura Nro. 9).

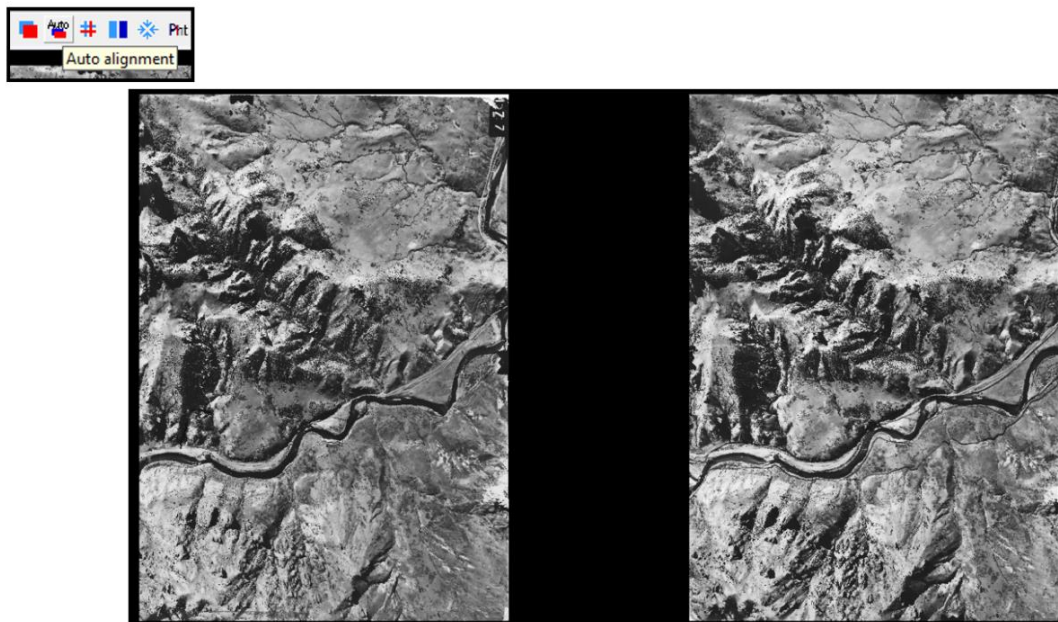


Figura Nro. 9.

Ejecutar la herramienta “Gray Anaglyph” para poder generar el modelo estéreo (Ver Figura Nro. 10).

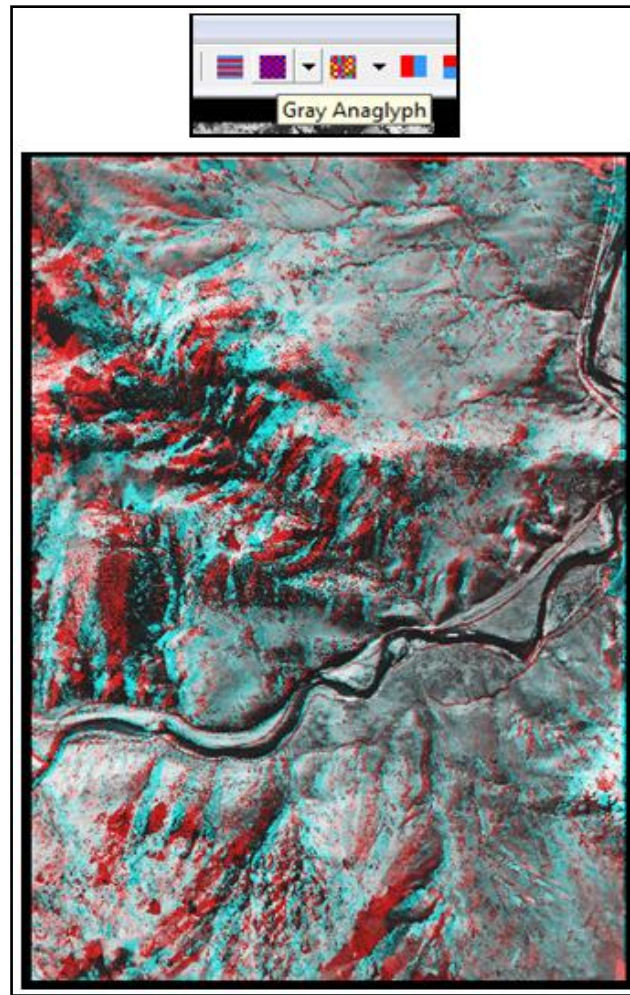


Figura Nro. 10.

Ventajas y desventajas

VENTAJAS:

- Existen herramientas gratuitas de software para la creación y visualización de contenidos anaglifos
- Permite montar las imágenes en sentido vertical y horizontal
- Permite visualizar el estéreo grabado en papel como digital
- Se obtiene un modelo representativo del relieve casi realista
- La construcción de gafas anaglifos son económicas
- La técnica se puede aplicar en un ordenador convencional
- La técnica es aplicable independientemente de la capacidad de visión binocular del usuario
- Posibilidad de explorar el modelo completo, aplicando zoom en áreas de interés

DESVENTAJAS:

- Se obtiene estéreo en la escala de los grises
- Pérdida de intensidad de color y calidad en el modelo generado
- Cansancio visual cuando se usan los lentes por mucho tiempo

- Presenta complejidad para delimitar áreas de interés sobre el modelo

CONCLUSIÓN

La Técnica de anaglifos permite obtener un modelo estéreo de buena calidad en el cual pueden explorarse áreas de interés apreciando detalles con buena nitidez. Trabajar con esta técnica no requiere que el usuario tenga conocimientos específicos relacionados con la fotogrametría y tampoco se ve condicionado por su capacidad de visión binocular.

Al implementar esta técnica en la cátedra de “Fotointerpretación”, los alumnos adquieren conocimiento de una metodología alternativa a la que se desarrolla en la cátedra y podrán aplicarla cuando lo necesiten.

Conocer, interpretar y aplicar diferentes tipos de técnicas ofrecen al usuario un abanico de herramientas amplio para resolver las tareas de manera eficiente con los recursos que disponga.

(Opcional) - TP Trabajos alternativos

Trabajos alternativos / complementarios:

1. Investigación bibliográfica, genérica:

- Detección de bibliotecas públicas y/o páginas web que dispongan material bibliográfico consignado en el Programa.
- Detección de material bibliográfico relativo a la asignatura, en librerías comerciales o en la web; A) en español, B) en otros idiomas.

2. Selección bibliográfica de papers y/o vídeos del tema fotointerpretación vinculada a:

- Rasgos de erosión en el paisaje;
- Cobertura vegetal;
- Vigilancia estratégica.

Búsqueda y selección de temas de Fotointerpretación vinculados a) Catastro urbano y rural; b) Cartografía temática; c) Otras aplicaciones en Agrimensura.

Anexos

Anexo 1. El ojo humano

El conocimiento del sentido de la vista al menos en sus aspectos principales se considera necesario ya que es el instrumento de nuestro cuerpo que utilizamos para la actividad bajo estudio.

Se agregan a continuación, tres textos breves - extraídos de la web – que contribuyen a su comprensión.

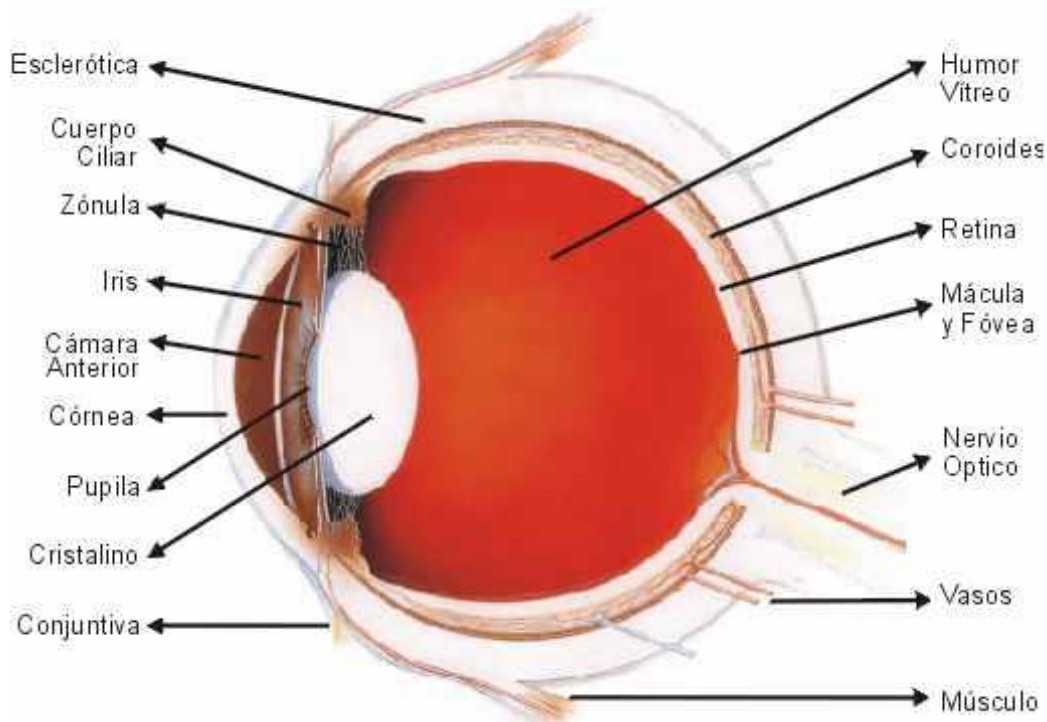
1) La vista es considerada frecuentemente como el más valioso de los sentidos. Es a través de ella que conocemos las formas, colores y texturas. La vista nos da también nuestra primera, y para la mayoría de las personas la única, impresión del Universo: el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas. Algunas personas han tenido la oportunidad de ver el cielo a través de un telescopio, mirando directamente en una lente ocular. La vista es tan inherente al hombre, y a un buen número de las especies, que mucha gente se sorprende al aprender que los astrónomos de hoy en día rara vez miran directamente al cielo y que emplean formas indirectas de observar el cielo al detectar la luz utilizando dispositivos optoelectrónicos. De hecho, desde que a finales del siglo pasado la fotografía se convirtió en el método principal para adquirir imágenes, el ojo humano ha sido desplazado a un lugar secundario en el estudio del cielo.

A pesar de lo anterior el ojo humano es un sistema óptico con características notables, como por ejemplo los muy distintos niveles de intensidad luminosa en que puede funcionar. Un ojo plenamente adaptado a la oscuridad puede captar un flujo luminoso mil millones de veces menos intenso que el de un foco de cien watts situado a un metro de distancia. El ojo funciona en forma similar a una cámara (más correcto sería decir que las cámaras funcionan en forma similar al ojo): la luz que entra en la córnea, el "lente externo" de ojo, es enfocada y proyectada hacia la retina. En la medida en que este "sistema óptico" funcione correctamente, y la imagen proyectada por la córnea quede enfocada en la retina, uno puede prescindir de lentes. Si el punto focal queda adelante o atrás de la córnea uno sufre de miopía o hipermetropía. Un elemento notable es el iris, un disco con una apertura que puede variar de dimensiones, la pupila, situado inmediatamente después de la córnea. El iris, además de darle al ojo su color castaño, azul, gris, verde, abre o cierra la pupila dependiendo de la cantidad de luz que incide sobre el ojo. En condiciones de alta iluminación la pupila mide dos milímetros, bloqueando la entrada de un exceso de luz al ojo, mientras que en la oscuridad mide ocho milímetros, procurando aprovechar toda la luz disponible.

La luz puede separarse en distintos colores, perfectamente identificados por su *longitud de onda*. El ojo humano está "diseñado" de tal forma que su respuesta es óptima para luz de 550 nanómetros de longitud de onda, la cual corresponde al color amarillo. El rango normal de longitudes de onda perceptibles, "los colores del arcoíris", va de 390 nanómetros (violeta) a 780 nanómetros (rojo). La respuesta promedio del ojo humano define lo que se conoce como "curva de luminosidad estándar", empleada para cuantificar la eficiencia de sistemas de iluminación. En casos extremos la respuesta del ojo puede ir más allá de esta curva: la extirpación quirúrgica del cristalino permite extender este rango hasta 310 nanómetros del lado ultravioleta; por otro lado, se sabe que algunas personas pueden ver luz infrarroja con longitudes de onda de alrededor de 1050 nanómetros.

2) El ojo es, sin embargo, un instrumento con muchas desventajas para realizar mediciones astronómicas. Primeramente, el ojo, a diferencia de las placas fotográficas, por ejemplo, no es un sistema "integrador": al abrir el obturador de una cámara fotográfica un cierto período, vamos juntando toda la luz que recibe el sistema, permitiendo percibir fuentes luminosas cada vez más débiles. El ojo humano, por el contrario, tiene una respuesta relativamente rápida que no permite el ir agregando luz por un tiempo "largo". Otra desventaja del ojo es su poca confiabilidad para estimar o medir la *cantidad* de luz: sirio, la estrella brillante del cielo nocturno, es unas diez mil veces más débil que la Luna llena pero mil veces más brillante que la estrella más débil perceptible. A diferencia del ojo, los detectores astronómicos modernos permiten medir niveles bajísimos de luz, con precisiones más allá del 1% (es decir distinguen "0.94" de "0.93" sin dificultad). Finalmente, gracias en un principio a la fotografía y hoy en día a los dispositivos optoelectrónicos, el estudio de luz no visible ha ampliado en forma notable nuestro conocimiento del Universo en las últimas décadas. De hecho, hemos descubierto que hay mucha más luz de lo que nuestro ojo puede ver.

El ojo también, llamado globo ocular, es un órgano esférico de aproximadamente 2,5 cm de diámetro. Su anatomía puede dividirse en una pared exterior y un contenido interno.



La pared exterior del ojo en su porción posterior está configurada por la esclerótica, Esta porción blanca de la pared ocular tiene una función protectora y corresponde a los cinco sextos de la superficie ocular. La porción anterior de la pared está configurada por la córnea que es la capa transparente que permite la entrada de los rayos luminosos al interior del ojo. Por detrás, hay un espacio lleno de un líquido claro (el humor acuoso) que separa la córnea de la lente del cristalino.

La capa media o úvea tiene a su vez tres diferentes partes: la coroides es una capa vascular, reviste las tres quintas partes posteriores del globo ocular. Se continúa hacia delante con el cuerpo ciliar, y a continuación queda el **iris**, que se extiende por la parte frontal del ojo. La coroides por ser una capa vascularizada se encarga de dar nutrición a la retina. El cuerpo ciliar se encarga de producir el líquido que llena la cámara anterior, el humor acuoso. El iris que da el color a los ojos, además se encarga de regular la cantidad de luz que entra al ojo y así permitir ver bien en diferentes condiciones de iluminación. La abertura central del iris es la pupila o niña del ojo.

La retina es la capa más interna. Es compleja, compuesta sobre todo por células nerviosas. Las células receptoras sensibles a la luz se encuentran en su superficie exterior delante de una capa de tejido pigmentado. Estos fotorreceptores se llaman conos y bastones y son sensibles a diferentes tipos de luz. La retina en el centro tiene una pequeña mancha amarilla, llamada mácula lútea; dentro de ella se encuentra la fovea, la zona del ojo con mayor agudeza visual. La capa sensorial de la fovea se compone sólo de células con forma de conos, mientras que en torno a ella también se encuentran células con forma de bastones. Según nos alejamos del área sensible, las células con forma de cono se vuelven más escasas y en los bordes exteriores de la retina sólo existen las células con forma de bastones.

En el interior, detrás del iris está el cristalino. Es un lente con forma de esfera aplanada constituida por un gran número de fibras transparentes dispuestas en capas. Está ligado al músculo ciliar, que tiene forma de anillo y lo rodea mediante unos ligamentos. El músculo ciliar y los tejidos circundantes forman el cuerpo ciliar y esta estructura aplanada o redondea el lente, cambiando su capacidad de enfocar objetos situados a diferentes distancias.

Por detrás del cristalino, el ojo está lleno de una sustancia transparente y gelatinosa llamada cuerpo vítreo. La presión del vítreo mantiene distendido el globo ocular.

El nervio óptico se encarga a través de las múltiples fibras que lo conforman, de enviar la información visual desde el ojo hacia el cerebro.

3) El ojo es nuestro primer instrumento de observación. Fue mirando al cielo a simple vista como surgieron las primeras preguntas sobre el Universo, que nos han conducido a crear aparatos cada vez más avanzados con que ampliar los límites de nuestra visión.

Nuestro ojo es un instrumento muy complejo. A pesar de que el ser humano es un animal diurno y nuestro sentido de la vista está diseñado para obtener su mayor rendimiento en las horas de luz, el ojo funciona aceptablemente incluso de noche. Es capaz de adaptarse a condiciones muy diversas, enfocar cerca y lejos, apreciar contrastes de luminosidad y color, detalles

minúsculos... Por ejemplo, un ojo adaptado puede percibir fuentes luminosas mil millones de veces más débiles que una bombilla de 100 watios situada a un metro de distancia.

Y como toda habilidad, la visión también se perfecciona con el uso. Por ello la primera vez que miramos por un telescopio no resulta tan fácil, pero con un poco de práctica podemos mejorar cada vez más nuestra capacidad de ver.

El poder resolutivo del ojo (la menor separación angular que tiene que haber entre dos objetos para poder distinguirlos) es de varios minutos de arco. Aunque varía de un individuo a otro, lo normal es en torno a 6 minutos de arco, con lo cual una vista normal debería poder separar Mizar y Alcor, que distan entre sí 12 minutos.

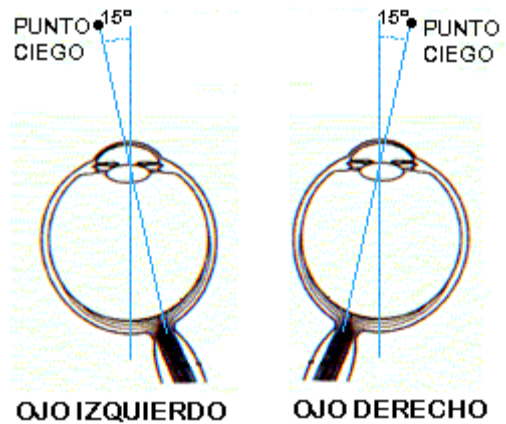
Por otra parte, también somos capaces de distinguir entre objetos de distinta luminosidad. Pero las diferencias de luminosidad que captamos no son absolutas sino relativas: podemos apreciar que un objeto brilla más que otro cuando el primero brilla, al menos, un 5% más que el segundo.

Para regular la cantidad de luz que entra en el ojo, éste está provisto de un diafragma: el iris, que deja una mayor o menor abertura (pupila) según la luminosidad ambiente. De noche, la pupila se hace mayor, con lo cual captamos mayor cantidad de luz, pero a cambio perdemos calidad de imagen, pues ésta pierde nitidez cuando la entrada de luz se realiza por una abertura demasiado grande (es por esto que a veces vemos mejor entrecerrando los ojos). Por otra parte, durante el día se recibe una mayor cantidad de luz amarilla -situada en el centro del espectro visible- a la cual es más sensible el ojo humano, mientras que bajo un cielo estrellado recibimos más luz azul, a la que somos menos sensibles. Con todo ello, la pérdida de agudeza visual por la noche puede ser equivalente a un cuarto o incluso media dioptría de "miopía", respecto a la visión diurna.

Pero la Naturaleza tiene sus recursos para ver por la noche. En la oscuridad, el ojo produce rodopsina (o púrpura retiniana), un pigmento derivado de la vitamina A que aumenta la sensibilidad a la luz. (Por ello los alimentos ricos en vitamina A mejoran la visión nocturna). Este proceso lleva al menos unos 15 o 20 minutos, por lo que es a partir de ese tiempo cuando estamos en mejores condiciones para observar. Cuando volvemos a recibir luz, la pupila se cierra y las moléculas de rodopsina se rompen, para volverse a formar cuando llegue de nuevo la oscuridad. La adaptación es independiente para cada ojo, así que, si necesitamos encender una luz durante la observación, podemos mantener un ojo adaptado, cerrándolo, mientras utilizamos el otro. Como es sabido, la luz roja apenas produce pérdida de adaptación, por lo que usando linternas con luz de este color evitamos el deslumbramiento mientras observamos.

La retina es la "pantalla", en el fondo del ojo, donde se forma la imagen. En el punto en que el nervio óptico se une con la retina, no se forman imágenes: es el punto ciego, con el cual no vemos nada. Está situado (aunque varía ligeramente de un individuo a otro) a unos 15° a la derecha del eje óptico en el ojo derecho, y 15° a la izquierda en el ojo izquierdo (ver figura).

Para buscar nuestro punto ciego, podemos hacer el experimento con dos estrellas que disten entre sí unos 15° , por ejemplo, *alfa* Andrómeda (Alpheratz) y *beta* Pegasi (Scheat). Situémonos de modo que ambas estrellas se encuentren en el plano de nuestra vista, digamos *alfa* a la izquierda y *beta* a la derecha. Cerremos el ojo derecho, y así, al mirar a *beta* con el ojo izquierdo, *alfa* desaparece. Al mirar *alfa* con el ojo derecho, desaparece *beta*. (Según diferencias individuales, el punto ciego puede estar algo desplazado).



Podemos "hacer desaparecer" objetos... ¡de casi un grado de diámetro! Esto significa "hacer desaparecer" la Luna llena (aunque no el resplandor que la rodea). También podemos hacer el experimento dibujando en un papel dos puntos gruesos (¡de hasta 1 cm de diámetro!) separados unos 15 cm y situándolo aproximadamente a la distancia del brazo extendido. Al mirar el punto derecho con el ojo izquierdo, el otro punto desaparece (y viceversa).

El ojo contiene dos tipos de células sensibles a la luz: los *conos* y los *bastoncillos*. Los conos son los responsables de percibir los colores. Para funcionar necesitan cierta cantidad de luz, por lo que actúan mejor de día. Se sitúan principalmente en el centro de la retina, que es el punto con que solemos mirar durante nuestra visión diurna normal. (Parece ser que el ojo femenino posee mayor cantidad de conos que el masculino, por lo cual es más sensible a los matices de color.) Por su parte, los bastoncillos son incapaces de apreciar los colores, pero a cambio pueden obtener imágenes con muy poca luz y por tanto percibir objetos más débiles. Entran en acción, pues, en ambientes poco iluminados, y es por esto que con poca luz nos cuesta distinguir los colores. Estando el centro de la retina ocupado mayormente por los conos, los bastoncillos se disponen alrededor. Esta es la explicación de la "visión lateral": percibimos mejor los objetos débiles si fijamos la vista, no en el objeto que queremos ver, sino un poco hacia un lado, para así percibirlo con la zona lateral de la retina que contiene más bastoncillos. Esto es especialmente útil para objetos difusos de cielo profundo, como nebulosas o galaxias débiles, y muchas veces nos permite ver objetos que por visión directa no podemos detectar en absoluto.

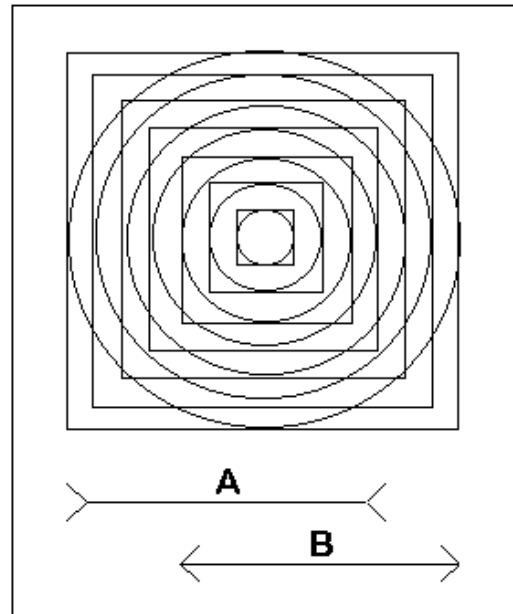
Otra manera de ayudar al ojo a percibir mejor es moviendo la imagen. Por motivos de supervivencia, la evolución ha hecho que nuestra vista, como la de la mayoría de los animales, sea especialmente sensible a objetos en movimiento.

Sin embargo, nuestro sentido de la vista no siempre nos transmite una información fidedigna. En ocasiones nos dejamos "engañar" por efectos ópticos, como las conocidas ilusiones ópticas siguientes.

Ilusiones ópticas:

Los cuadrados de arriba parecen tener los lados curvados. Por otra parte, la línea A parece más larga que la B.

A nuestro ojo también le resulta difícil percibir una fuente de luz reducida a un punto, como es una estrella. En lugar de un simple punto, percibimos pequeños "rayos" o "puntas" que irradian de la estrella. Ello es debido a la mayor apertura de la pupila durante la noche, como mencionábamos antes, y por otra parte a la refracción de la luz en el líquido (lágrima) que mantiene siempre húmeda la córnea del ojo. Este es el origen de la tradicional representación de las estrellas como figuras con varias puntas.



Otro efecto óptico es el conocido como irradiación, por el cual los objetos más claros y luminosos parecen de mayor tamaño que los objetos oscuros: por ejemplo, al mirarlo a través del telescopio, el casquete polar de Marte -de color claro- parece "sobresalir" del resto del disco; o la parte iluminada de la Luna parece de mayor diámetro que la parte oscura (cuando ésta es visible gracias a la luz cenicienta).

Un caso bien conocido de efecto óptico es el hecho de que el Sol, la Luna o las constelaciones parecen más grandes cuando se encuentran cerca del horizonte. Este efecto no es óptico sino más bien psicológico, pues al encontrarse cerca del horizonte podemos compararlo con casas, árboles, etc. lo que produce impresión de mayor tamaño. En un horizonte marino, donde no hay puntos de referencia, este efecto apenas se produce.

Por último, también es una ilusión óptica la "bóveda celeste": cuando nos hallamos bajo un cielo estrellado tenemos la impresión de estar situados en el centro de una gran bóveda o semi-esfera en la cual se hallan todos los cuerpos celestes. Ello sucede porque, aunque nuestros dos ojos nos proporcionan una visión tridimensional, capaz de apreciar cuál de dos objetos está más cerca, esta habilidad disminuye con la distancia (entre dos edificios próximos podemos distinguir cuál está más cerca, pero no tan fácilmente entre dos cumbres de montañas lejanas). Así, al ser enormes las distancias a las que se encuentran las estrellas y planetas y al carecer de puntos de referencia, nuestro ojo es incapaz de apreciar estas distancias y percibe todos los cuerpos celestes como situados igualmente lejos de nosotros (todos "en el infinito", en lenguaje fotográfico), y por tanto como formando la superficie de una gran esfera.

Durante mucho tiempo se creyó que esta esfera tenía existencia real y que nosotros éramos su centro, y se elaboraron teorías en cuanto a la naturaleza de esta esfera del firmamento, más allá de la cual se hallaba la región divina. Hoy solamente recreamos la bóveda celeste en la pantalla del Planetario.

Referencias

- 2) El ojo humano. Recuperado de <http://www.horusgo.com> (actualmente no accesible)
- 3) Campos, Neila G. Recuperado de http://www.astrored.org/contenidos/articulo.php/neila_campos/ojo/0.html - hoy disponible en <https://astrocantabria.org/?q=ojo>

Anexo 2. Método de las unidades Fotomórficas (PMU's)

Este método tiende a homogeneizar criterios de interpretación, en particular cuando se requieren un gran número de operadores y rapidez en la producción de resultados. Al utilizar en primer lugar criterios “directos” o de 1^{er.} orden, el método es aplicable al análisis de todo tipo de imágenes (no solamente a imágenes sobre la superficie de la Tierra).

Asociado a esta tarea, va el concepto denominado en inglés “MMU” (mínima unidad de mapeo), que definirá el alcance del trabajo a realizar.

Con este método separaremos foto unidades que respondan a las mismas características de imagen. Pueden inducirnos a detectar similares características físicas del terreno observado (ver: Principios Básicos del Análisis de Imágenes). Estas aproximaciones son a veces muy subjetivas. Aquí se sigue una disciplina de análisis basada en Criterios de Interpretación.

A semejanza de lo visto anteriormente como Criterios de 1^{er.} y 2^{do.} orden, mencionaremos aquí criterios Directos e Indirectos. En este caso utilizaremos tres criterios en total.

- *Criterios Directos* (2): analizaremos la imagen sin un conocimiento previo del área en estudio. Criterios de Tono (para imágenes B&N/ escala de grises) y Textura.
- *Criterios Indirectos* (1): por el contrario, cuando algunas características y elementos del área en estudio son conocidas. En este caso utilizaremos el criterio de Topografía.

Primer criterio:

Tono: intensidad del brillo del elemento considerado.

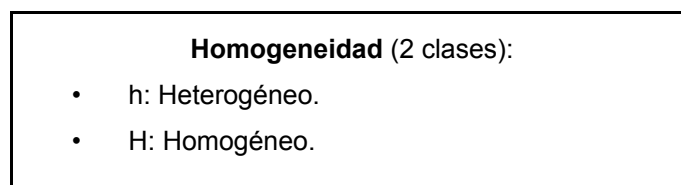
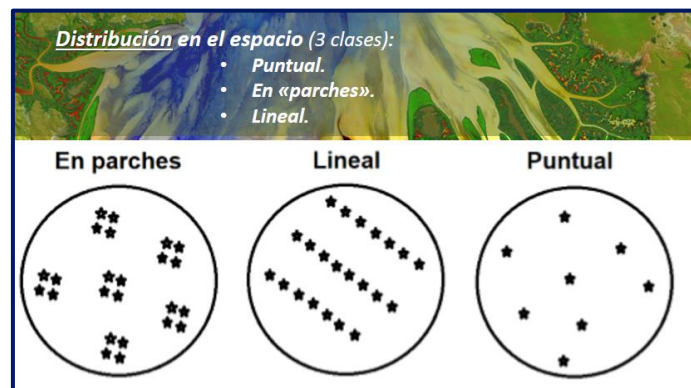
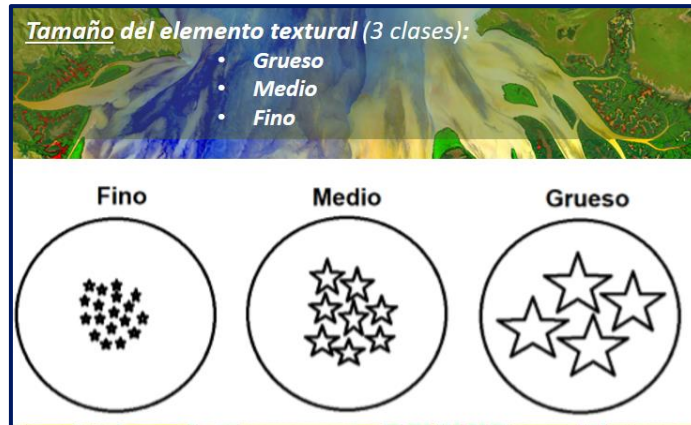


Segundo criterio:

Textura: es el «aspecto» de la superficie en la fotografía.

Definimos TEXEL´S (elementos de textura) en función de 3 características:

1. Tamaño del elemento textural.
2. Distribución en el espacio.
3. Homogeneidad.



Segundo criterio (textura), nos brinda 18 clases de acuerdo al cuadro siguiente:

| | Puntual | Parche | Lineal |
|--------|--------------|--------------|--------------|
| Fina | h(1) ó H(1´) | h(2) ó H(2´) | h(3) ó H(3´) |
| Media | h(4) ó H(4´) | h(5) ó H(5´) | h(6) ó H(6´) |
| Gruesa | h(7) ó H(7´) | h(8) ó H(8´) | h(9) ó H(9´) |

Tercer criterio (opción A): **Topografía**: distinguiremos tres niveles, elementales.

1. Áreas Bajas.
2. Áreas Medias.
3. Áreas Altas.

Tercer criterio (opción B): (Topografía) Pendientes.

1. Pendientes Suaves a Nulas.
2. Pendientes Medias.
3. Pendientes Fuertes.

Resultado:

Obtendremos *Foto unidades clasificadas en*

- ➔ $7 \times 18 \times 3 = 378$ posibilidades diferentes.
(7 Tonos / 18 Texturas / 3 Topografías)

Ejemplo: 3 - 5' - II

| | | |
|------|---------|------------|
| 3 | 5' | II |
| Tono | Textura | Topografía |

Apéndice breve:

- Referencia en párrafo inicial, MMU:

Sobre Escalas, precisiones graficas, vectores/raster, RS, etc

De textos: Lillesand & Kieffer / Campbell:

- **MMU = 0,5 cm** (medio centímetro)
- ➔ Para mapeo "Manual"

Nota: MMU *minimun mapping unit* / mínima unidad de mapeo

R.S. (Regla de Sisti - empírica):

- ➔ a) MMU (f) tiempo disponible, $\geq 0,5 \text{ cm}$ (medio centímetro)
- ➔ b) Para representación raster: pixelización ocurre (aprox.) a $1/3 \text{ mm}$, por lo tanto en $1 \text{ mm} \geq 3 \text{ pixel}$

Anexo 3. Reglas de oro para el análisis de imágenes

Traducción de las *Golden Rules of Imagery Analysis* - (In No Particular Order): Reglas de oro del análisis de Imágenes / sin un orden en particular.

Estas reglas fueron publicadas en Internet (ver referencias al final)

Se deja constancia que el autor de estas reglas, un fotointérprete de inteligencia de EEUU, estuvo de acuerdo en su publicación a condición de no revelar su nombre, y no por un tema de seguridad. En sus palabras “Mi mayor contribución fue tipearlas y gastar un poco de electricidad para compartirlas. Es una compilación que fui juntando (como basura) cuando estuve destinado en el edificio 213”.

Hace algunos años, durante una visita en el KCOIC en Corea, un amigo mío me reenvió Las Reglas Doradas del Análisis de Imágenes y dijo que se las vuelva a enviar a su correo electrónico. Desgraciadamente, las cuentas correo electrónico tienden a perder datos con el paso del tiempo y el descuido. Afortunadamente para los visitantes del Sitio de Apoyo de Análisis de Imágenes, el emailer original de las reglas abonadas al Boletín del Apoyo del Análisis de Imágenes, obtuvimos permiso para publicarlas. El autor puso la condición de no ser acreditado por ello, en sus palabras exactas, "Mi contribución más grande fue escribirlas a máquina y el gasto de la electricidad para compartirlas. Es una compilación que recogí mientras tuve destino en Edificio 213." Creo si todos seguimos estas reglas, serán agradecimiento suficiente a este suscriptor y al compilador original. Apréciaslas.

Reglas de Oro para el Análisis de Imágenes

1. Para un Analista de Imágenes, la credibilidad no es todo; es la única cosa.
- 2.- Domine su arte. No hay sustituto para la pericia verdadera.
3. “La integridad del proceso analítico se debe apoyar y debe ser defendida a toda costa. La politización de la inteligencia socava la base de un analista, y últimamente, la credibilidad de la organización (ver #1 arriba). Hemos jurado apoyar la Constitución de los Estados Unidos, no a las personalidades, los asuntos, o las políticas transitorias”.
4. “La función primaria de un oficial de informaciones es estar alerta, que, por definición, es ser proactivos; no reactivos”.
- 5.- Si otro analista hace una pregunta o necesita ayuda, deje inmediatamente lo que esté haciendo y observe que sus preguntas sean respondidas completamente.
- 6- Vuelva a incorporar en el Análisis de Imágenes lo que usted ha tomado de él. Cuando alguien le enseñe algo nuevo, páselo a otra persona; especialmente la próxima generación de análisis de imágenes.
7. El respeto profesional de sus colegas, es la más gratificante recomendación que usted puede tener como un analista de imágenes.
8. “En algunos negocios, la información acumulada es el poder. En el negocio de la inteligencia, la información compartida es el poder. La información acumulada no tiene ningún valor y puede dar como resultados personas asesinadas.”

- 9: Nunca informe algo que no esté viendo, incluso si sus colegas más experimentados insisten que está allí, (corolario: nunca permita a nadie poner algo que usted no concuerda con en un informe que lleva su firma. A fin de cuentas, es su reputación profesional en juego, no el de otros).
- 10.- Usted no puede ser buen analista sin hacer primero sus armas y la construcción de su propia base de datos. El buen trabajo del Fotointérprete es la base de nuestra profesión.
- 11: “Usted no es dueño de la información inteligente derivada de las imágenes almacenada en su cabeza... El gobierno es el dueño. Almacene su memoria (sus conocimientos) en una base de datos digital. Esto asegura que las personas que la necesiten tengan acceso completo siempre (p.e. aun cuando usted no esté cerca)”.
12. “Si usted para publicar espera hasta tener todas las respuestas a un problema de inteligencia, usted está reportando historia, no inteligencia.”
13. “Está bien equivocarse, si usted está equivocado por razones correctas. Si usted nunca ha estado equivocado, usted no está haciendo su trabajo”.
14. Usted no puede ser un buen analista sin una mente abierta. Revalore continuamente su análisis a la luz de cada dato nuevo y no tenga miedo en cambiar su punto de vista si los datos lo justifican. Nunca descarte una explicación alternativa sin evaluar primero con cuidado sus méritos nuevamente contra la información disponible. (Corolario: el Análisis es un proceso sin fin; no el final del proceso).
- 15.- No hay sustituto para el contacto personal frecuente con el cliente, con las contrapartes y con los colegas.
16. El plagio de su trabajo por un analista “todo-fuente” es la forma más sincera de adulación. Si ellos hubieran sido capaces de hacerlo mejor sin darle crédito a su trabajo, ellos lo hubieran hecho. Lo más importante es que la información llegue a las personas que la necesitan en una manera oportuna. Eso no da derecho al plagio. Pero, es la realidad.
17. Si recibe información de terceros que usted no tuvo antes que usted habló con ellos, incluya su nombre en el informe - incluso si usted lo podría haber deducido usted mismo. Ellos lo recordarán y saldrán de su camino para ayudarle la próxima vez.
- 18- Conozca íntimamente las necesidades de información de sus clientes y sea proactivo en suministrar la información que requieren. Si fuera posible, usted debe anticipar sus pedidos de información suministrándoles respuestas aun antes que ellos estén enterados que tienen esa pregunta. (Corolario: si un cliente tiene que hacer un listado de las imágenes necesarias para obtener un resultado, usted no hace su trabajo).
19. Nadie es imprescindible. Somos todos partes de un equipo. Debemos ser capaces de depender de uno al otro. Lobos Solitarios y Primas Donnas están justificadamente en los Cuentos de Hada y las Óperas.
20. “No importa cuánto sepa usted sobre un tema, siempre hay alguien que sabe más; incluso usted mismo, una semana más tarde.”
- 21- El personal de apoyo tiene alta preparación, y son esencialmente profesionales de misión. Usted no puede hacer su trabajo sin ellos. Trátelos con dignidad y respeto y ellos tendrán la

- reciprocidad correspondiente en su soporte. (Corolario: Ser amistoso no es contradictorio con actuar "profesionalmente". Palabras agradables y cortesía frecuente nunca están de más).
22. "No tenga miedo de hacer preguntas difíciles; usted puede encontrar una respuesta".
 23. "Nunca se olvide de que usted es un analista de imágenes. Con imágenes, usted tiene al último árbitro de la "verdad" de la inteligencia en sus manos".
 - 24: Busque la crítica constructiva como una manera de conocer sus fortalezas y debilidades. Una vez que usted las conoce, trabaje para corregir las deficiencias y desarrollar aún más sus fortalezas. La autosuperación es la llave al éxito en cualquier profesión y es especialmente cierto en el campo del análisis de imágenes.
 - 25.- Hagan "llaves" (patrones de datos de respuestas fotográficas de elementos frecuentes), para ayudarse a aprender nuevas áreas y objetos, para ampliar y documentar lo que usted ya conoce y luego compártalas con todos y cada uno.
 26. Cada vez que sea posible, obtenga grupos de ojos adicionales para las imágenes. Segundas opiniones nunca lastiman y pueden salvarlo en considerables desconciertos.
 - 27- Sea paciente y persuasivo al presentar sus argumentos. No ayuda a nadie para un análisis el estar en lo cierto a menos que usted pueda convencer sus colegas, a las contrapartes, y a los clientes que usted tiene razón. Ser ignorado es peor que estar equivocado.
 28. Si usted nunca ha hecho una pregunta tonta, usted probablemente no hace suficientes preguntas. La única pregunta verdaderamente tonta es la que usted debería haber hecho, pero no la hizo.
 29. "Escriba las líneas de base. Haga entradas para la base de datos. Realice investigaciones. Esto es básico para nuestro *tradecraft* y enseña valiosas lecciones que no pueden ser aprendidas por otros medios. Recuerde; un analista es solo tan bueno como su base de datos." (nota del traductor: "un fotointérprete" es tan completo como la cantidad de fotos que haya investigado).
 - 30: Hay solo una cosa mejor que ser analista de imágenes. Yo aún no he encontrado cuál es.

Referencias

Anónimo. Recuperado de <http://www.imagery-analyst.com/goldenrules.shtml>

Anexo 4. Visita Técnica a la histórica Base Aeronaval Punta Indio, Agrupación de Vigilancia Marítima de la Armada Argentina

Desde el año 2003, la cátedra organiza como parte importante de su contenido, una visita técnica con todos sus alumnos y docentes, habiéndose sumado oportunamente docentes de otras cátedras de la carrera con total afinidad a la Fotointerpretación y la Fotogrametría. El destino es la Base Aeronaval de Punta Indio, perteneciente a la Armada Argentina. Allí se encuentra la sede de la Escuadrilla Aeronaval de Vigilancia Marítima, siendo esta Base la Cuna de la Aviación Naval Argentina. Esta

visita se utiliza también como correlación terrestre-aérea, habiendo visualizado previamente imágenes de las zonas de visita y sobre la ruta de ida y/o de vuelta.

Contenido del Informe Técnico habitualmente requerido posterior a la visita:

1. Mencionar y describir al menos 5 equipos, procesos, metodologías o productos que le hayan sido de particular interés y con los que Ud. no hubiera estado anteriormente en contacto cercano o directo. No menos de 4 relacionados con la Agrimensura.
 - Proceso de Revelado de Fotografías:
 - Realización de Copias de Contacto:
 - Ampliador para obtener mosaicos, foto índices o simplemente fotos ampliadas:
 - Restituidor analógico de precisión (Marca: Zeiss Oberkochen):
 - Avión Fotogramétrico:
2. Mencionar y describir brevemente, las rutas por las que transitó en el trayecto de retorno (distintos tramos con sus longitudes, estado del camino, etc.), los paisajes y usos del suelo rural observados. Referir y ubicar al menos una particularidad de cualquier tipo que haya llamado su atención durante el trayecto.
3. Valoración de la atención del personal de la Base.
4. Otras consideraciones que crea oportuno realizar respecto de la visita técnica.

Desde estas páginas, dejamos constancia y nuestro agradecimiento al Personal de la Agrupación que nos recibe todos los años, con su calidez humana y calidad profesional que enaltece el rol de la Institución y brinda a nuestros alumnos una experiencia memorable.

Foto grupal de la última visita realizada, gentileza de los Ayudantes Alumnos Francisco Giorgetti y Juan Manuel Macías.



La Plata, julio de 2020.

Bibliografía ampliatoria

- Águila Sesser, Miguel A. - Pérez Rivella, Ariel. "Fotointerpretación". Univ. De la República (UDELAR – R.O. del Uruguay), Facultad de Ingeniería, Instituto de Agrimensura.
Apuntes producidos por la cátedra Fotointerpretación, Fac. Ingeniería UNLP, desde 2001.
- Cailleux, André. 1964. "Historia de la Geología". Eudeba.
- Carre, F. "Lectura y explotación de fotografías aéreas" (tomos I y II).
- Chico, Miguel A. "La percepción remota: su significado y objetivos". Revista Encuentro Fotogramétrico - Año 7 No. 9
- Chuvienco, Emilio. 2007. Teledetección ambiental: La observación de la tierra desde el espacio. Edit. Ariel.
- Leliavsky, Serge. 1964. Introducción a la hidráulica fluvial. Edit. Omega, Barcelona.
- Murillo Forero, Julio Alberto. 1974. Ejercicios prácticos de fotogrametría elemental. Centro interamericano de fotointerpretación (CIAF), Bogotá.
- Philipson, Warren R. 1997. *Manual of Photo-Interpretation*. American Society of Photogrammetry and Remote Sensing.

Páginas web

- www.ing.unlp.edu.ar
- <https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/G0417/>
- www.conae.gov.ar
- <http://www.confedi.org.ar>
- <http://www.agrimensores.org.ar>
- <https://academianacionaldeagrimensura.org/>
- <http://www.cin.edu.ar>
- www.cpa.org.ar
- <https://es.slideshare.net/geolovic/fotografa-area-y-fotointerpretacin>
- <https://es.slideshare.net/geobiker/fotointerpretacin-1>
- https://es.slideshare.net/DARIO_PAEZ/fotointerpretacion
- <https://landsat.visibleearth.nasa.gov/>
- <https://earthexplorer.usgs.gov/>

<https://glovis.usgs.gov/>

<http://www.cnes.fr>

https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_ES/SEMFHU3FEXF_0.html

http://www.esa.int/ESA_Multimedia

<https://disasterscharter.org/>

<http://www.nasa.gov>

<https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/index.html>

<https://landsat.visibleearth.nasa.gov/>

http://www.esa.int/ESA_Multimedia

https://www.slideshare.net/geolovic/fotografa-area-y-fotointerpretacin?qid=7c368f9b-fc6a-4caa-bb67-6653512badc4&v=&b=&from_search=1

<https://www.slideshare.net/fabiolaandreamamanif/fotointerpretacion-73279806>

<https://landsat.visibleearth.nasa.gov/>

<http://www.horusgo.com/elojo.htm>

http://www.astrored.org/contenidos/articulo.php/neila_campos/ojo/0.html

<http://www.imagery-analyst.com/goldenrules.shtml>

El autor

Sisti, Jorge Marcelo

Títulos Posgrado: **Doctor en Agrimensura. 2016** (Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca); **Especialista en Fotointerpretación Aplicada a la Ingeniería Civil.1980.** (Centro Interamericano de Fotointerpretación -CIAF-, Ministerio de Obras Públicas, Bogotá, Colombia)

Títulos Grado: **Agrimensor (1977); Ingeniero Hidráulico (1983); Ingeniero Civil (2006).** Todos en la Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de La Plata (FI-UNLP).

Profesor Titular Ordinario (desde 2002): asignaturas **Fotointerpretación, Percepción Remota** (carrera Ing. Agrimensor FI-UNLP). **Profesor Titular Interino** (desde 2018): **Trabajo Final** (Agrimensura). Docente en la UNLP desde abril 1978.

Tesis Doctoral: **"Mapeo de Costas en Ambientes Extremos. Caso Isla Marambio, Antártida Argentina".** Publicada web: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/60390> (Repositorio institucional UNLP).

Investigador de la FI-UNLP en Teledetección aplicada en Agrimensura, proyectos actuales de investigación con Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.); anteriormente proyectos con Agencia Espacial Europea (E.S.A.), F.A.O. (Naciones Unidas), Dirección de Geodesia (Min. Obras y S. Públicos prov. Bs. As.).

Co-creador de la carrera Magister en Geomática UNLP, de las Facultades de Ingeniería y de Ciencias Astronómicas y Geofísicas.

Distinción Académica, Profesional y Científica: (desde febrero 2020): **Académico de Número de la Academia Nacional de Agrimensura.**

Otros de interés

Ingresa a la Facultad de Ing. UNLP con 16 años. Se gradúa en 1977 como Agrimensor a la edad de 20 años (plan de estudios 1966 -carrera de 3 años - transcurriendo 2 y ½ años entre su primer examen final en dic. 1974 y el último en agosto 1977); en abril 1978 con 20 años de edad comienza su actividad docente en esta Facultad como Ayudante Diplomado en Geometría Descriptiva y Dibujo; el mismo año ingresa como profesional en la Dirección de Vialidad Prov. Bs. As.

En 1980 con beca del Gobierno de Holanda, realiza un posgrado en Bogotá (Colombia) en el C.I.A.F. organismo creado por cooperación técnica del ITC (International Training Center) de Enschede (Holanda), con Latinoamérica; habiendo sido seleccionado Colombia por tener su

Instituto Geográfico (IG) Agustín Codazzi dentro de la esfera civil (década de 1970); debe recordarse que la mayoría de los IG han estado en la órbita militar (muchos aún continúan).

En 1981 se vincula a la cátedra Fotogrametría como Ayudante Ad Honorem primero, luego Diplomado interino.

En 1982 pasa de Vialidad a la Dirección de Geodesia prov. Bs. As., Depto. Fotogrametría.

En 1983 se gradúa como Ing. Hidráulico.

En 1984 resulta Primero en el Orden de Mérito por unanimidad, en el concurso de Prof. Titular D.S. de la asignatura Fotointerpretación (carrera Agrimensura, Facultad de Ing. UNLP), sin embargo, fue nombrado profesor quien resultara 2^{do.} en dicho concurso. En 1985 se aleja del Depto. Agrimensura de la facultad, continuando en la docencia siempre, en UNLP Fac. de Ingeniería, en Fac. de Agronomía y Cs. Forestales, y en posgrado en la UBA – Fac. de Arquitectura, carrera de Preservación de Patrimonio y Sitios históricos.

En 1988 es co-creador del CAPDIS (Dir. de Geodesia PBA) primer organismo de carácter provincial en Argentina destinado a utilizar y aplicar Imágenes Satelitales.

En 1989 es enviado por Naciones Unidas (PNUD) y Geodesia de la PBA, a cursos de capacitación individual en I.G.N. (París, Francia), G.D.T.A. (Toulouse, Francia) e I.A.O. (Firenze, Italia).

En 1992 es designado Profesor Adjunto Ad Honorem en la asignatura Percepción Remota (4^{to.} año carrera Agrimensura, Facultad de Ingeniería UNLP) como responsable del dictado, re-ingresando en la docencia en Agrimensura. Desde entonces hasta el presente único profesor responsable de la asignatura Percepción Remota, actualmente (2020) como Prof. Titular D.E.

1993-94 realiza cursos de especialización en Toulouse (Francia) por beca de la región Midi-Pyrineés, del Gobierno de la Provincia y la UNLP.

1994-95 Profesor a cargo del Departamento Agrimensura.

1995-2001 participa como personal clave para cartografía rural por imágenes satelitales en Geomática Argentina, empresa que ejecuta la informatización del catastro de la prov. de Santa Fe. En 1995 dirige y supervisa la ejecución de espacio mapas satelitales de toda la provincia, viajando a Satellitbild (Kiruna, Suecia).

2001-2004 Jefe Departamento Agrimensura, responsable del primer proceso de acreditación ante Coneau; también del primer posgrado de la especialidad agrimensura, la carrera de Magister en Geomática (UNLP). Es docente de dicha carrera desde su creación, e integrante del Comité Académico hasta 2014.

2004 a 2007, primer Director de carrera Agrimensura. También consejero académico por el Claustro de Profesores - Fac. Ing. UNLP

2006 se gradúa como Ing. Civil.

2007 a 2014 miembro de Comisión de Carrera Agrimensura por claustro de Profesores.

2016 obtiene el título de Doctor en Agrimensura, en la Facultad de Tecnología y Cs. Aplicadas en la U.N. de Catamarca. Es el primer Doctor en Agrimensura en la UNLP, provincia de Bs. As. y Río de La Plata. A la fecha, único Dr. en Agrimensura matriculado en el Consejo Profesional de Agrimensura de la PBA.

Ha realizado investigación en diversos proyectos; siendo Investigador principal en 2011, en proyecto de Conae - Saocom AO; 2006 en proyecto de UNLP cartografía satelital de la provincia BA; 2002 en proyecto de E.S.A. (Agencia Espacial Europea) satélite Envisat 1.

Es evaluador de grado y posgrado de CONEAU; Jurado en concursos Docentes en numerosas Universidades del país; Experto evaluador carrera Ing. Agrimensor, para el Ministerio de Educación de la Nación para el Convenio Internacional de Equivalencia de Títulos Profesionales; evaluador de proyectos de investigación para Universidades del exterior; y evaluador de trabajos en congresos nacionales e internacionales.

Sisti, Jorge Marcelo

Fotointerpretación en Agrimensura / Jorge Marcelo Sisti. - 1a ed. - La Plata : Universidad Nacional de La Plata ; EDULP, 2022.

Libro digital, PDF - (Libros de cátedra)

Archivo Digital: descarga

ISBN 978-950-34-2110-9

1. Agrimensura. 2. Cartografía. I. Título.
CDD 526.02

Diseño de tapa: Dirección de Comunicación Visual de la UNLP

Universidad Nacional de La Plata – Editorial de la Universidad de La Plata

48 N.º 551-599 / La Plata B1900AMX / Buenos Aires, Argentina

+54 221 644 7150

edulp.editorial@gmail.com

www.editorial.unlp.edu.ar

EduLP integra la Red de Editoriales Universitarias Nacionales (REUN)

Primera edición, 2022

ISBN 978-950-34-2110-9

© 2022 - EduLP

e
exactas


EDITORIAL DE LA UNLP



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA