

CAPITULO 1

FUNDAMENTOS DE LA INTERPRETACIÓN DE IMAGENES

1. Introducción

Denominamos **FOTOINTERPRETACIÓN** al detenido examen de imágenes fotográficas aéreas para investigar la naturaleza de los objetos que en ellas aparecen representados y deducir significados, características e información por medio de evidencias directas observables e indirectas deducibles de las anteriores. Por extensión lo mismo se puede decir de las imágenes satelitales, radar o cualquier imagen obtenida a través de la teledetección, aunque lo correcto y que esta más en uso actualmente, es el concepto de **INTERPRETACION DE IMÁGENES**, ya que toda foto es una imagen pero no toda imagen es una fotografía.

Si analizamos estrictamente las palabras teledetección y percepción remota, con ayuda del diccionario castellano, tenemos que teledetección indicaría descubrir un objeto a distancia y percepción remota sería la acción de apreciar o reconocer los objetos que nos rodean, en nuestro espacio exterior, por nuestros sentidos. O sea que, etimológicamente hablando, no sería lo mismo. El primer concepto estaría ligado a la ciencia y la tecnología aplicada, por lo cual esta en continuo avance de acuerdo al desarrollo tecnológico; la segunda tendría más que ver con el análisis y la síntesis, proceso del razonamiento inductivo deductivo o razonamiento científico y lógico para la interpretación de los fenómenos que se producen en el espacio geográfico y su significado en el mismo. Si bien actualmente se toman como sinónimos, sería conveniente tener bien en claro el significado de uno y otro, ya que uno esta ligado a un concepto tecnológico y el otro al conocimiento científico y cultural inherente al ser “humano observador” o interprete, o de otro modo, uno ligado al registro o imagen cuya calidad y obtención esta en constante evolución de la mano del avance tecnológico (detectores, sensores, plataformas, soft y hard, etc.) y a la captura de la **variación del espectro electromagnético** y el otro aspecto, esta ligado al análisis de la variación del espectro electromagnético, que no es otra cosa que la **información** que esta capturada en la imagen.

Por lo expuesto anteriormente, podemos decir que la interpretación es más una técnica que una ciencia ya que, es usada por varias disciplinas dedicadas al estudio del espacio geográfico, con diversos fines propios a sus actividades, y que para cumplir sus objetivos emplean esta “herramienta”. Si la tomamos como tal, porque sirve para realizar un trabajo aplicado a un fin determinado permitiendo: la detección, identificación, clasificación, registro, medida, análisis y estudio de rasgos y fenómenos ocurrentes en la superficie terrestre y justificar/explicar la causa de su origen y presencia, a través de imágenes registradas por sensores y emulsiones que son transportados por diversas plataformas terrestres, aéreas y espaciales, analizando y estudiando por técnicas visuales y/o digitales.

Se desprende de la definición que, en la interpretación de imágenes son primordiales los conceptos cualitativos; aquellos en los que es tan rica la información proporcionada por una imagen.

Sin embargo, en el curso de un trabajo de interpretación es a menudo necesario evaluar parámetros métricos, interpretación cuantitativa, de variada índole (tamaño de

objetos, distancias absolutas o relativas, diferencias de alturas, áreas, inclinaciones, etc.). Este tipo la extracción de datos cuantitativos, es perfectamente lícito siempre y cuando tengamos en cuenta las insalvables limitaciones que a estos efectos presentan indefectiblemente un fotograma aislado, un par estereoscópico montado o aún una fotocarta o una ortofotocarta o en una imagen satelital. Recordemos que en una fotografía aérea, justamente, la racional explotación métrica de los aerofotogramas constituye el cometido de otra disciplina emparentada con ésta: la FOTOGRAMETRÍA, que con sus métodos de restitución analógica o analítica brindan representaciones planialtimétricas de gran rendimiento y altísima precisión.

En resumen, si bien es usual en la fotointerpretación (teleinterpretación con fotos aéreas) el acudir a ciertas mediciones en los fotogramas, su principal interés reside en la información cualitativa que un avezado observador es capaz de extraer de ellos.

Volviendo a nuestra definición, podemos precisar más su concepto diciendo que las posibilidades de aplicación de la interpretación pertenecen, por derecho propio, a todas las disciplinas científicas y tecnológicas que se ocupan de la descripción y exploración de la superficie terrestre o inferir posibilidades de su subsuelo, o del estudio de las modificaciones de los mismos producidas por agentes naturales, por la acción actual del hombre o por asentamientos de comunidades humanas ya desaparecidas, conocidos como “impactos antrópicos”.

Sin tratar de agotar la lista podemos enumerar, entre las aplicaciones ya clásicas de la interpretación de imágenes, las siguientes: los estudios geológicos, hidrográficos, oceanográficos, geográficos en general, forestales, agrícola-ganaderos, todos ellos incluidos entre los que se ocupan de la evaluación y explotación de recursos naturales renovables y no renovables, además de los que tienen que ver más directamente con el hábitat humano: urbanismo, planeamiento de nuevos asentamientos humanos, medios de comunicación terrestre, sociología, arqueología, polución terrestre, aérea, fluvial y marítima, fines militares y toda disciplina que necesite evaluar el espacio geográfico y obtener un mapa temático.

Este tan vasto panorama de aplicaciones obliga, como es lógico, a que el presente curso se restrinja a los elementos básicos que debe dominar el profesional para el eficiente desarrollo de su actividad, dejando en manos de los especialistas en cada una de las disciplinas antedichas, y de las que puedan incorporarse en el futuro; el estudio y ejercitación a fondo de la aplicación respectiva.

2. Evolución histórica

Podemos decir que con la invención de la fotografía, la fotointerpretación comenzó su inmediata aplicación como registro de información acerca de la superficie terrestre y de los hechos humanos asentados en ella. Desde los tempranos años en los que Nadar obtuvo fotografías aéreas casi verticales desde globos cautivos para estudiar su aplicación al catastro de París (1858), acompañó siempre y se aprovechó de los logros y avances de la técnica fotográfica. Por la misma época, más precisamente en 1860, durante la guerra civil norteamericana se tomaron fotos desde globos para descubrir las posiciones de las tropas confederadas. Como vemos, aparte del intento fotogramétrico, y por ende pacífico, de Nadar; las primeras aplicaciones de la fotointerpretación fueron militares.

Los ejércitos ingleses y americanos desarrollaron métodos que permitieron identificar el 90% de las posiciones alemanas en la I Guerra Mundial, con fotografías obtenidas desde los primitivos aeroplanos de reconocimiento y exploración, aunque las primeras experiencias de tomas de fotografías desde avión fueron italianas en los comienzos del siglo y con fines pacíficos.

Francia proveyó también equipos de toma fotográfica e interpretación a su fuerza aérea, durante la contienda, la que llegó a revelar y copiar, en la ofensiva aliada de 1918, nada menos que 10.000 fotos aéreas por día; Alemania no se quedó atrás.

Por medio de la fotointerpretación podían planearse las ofensivas y contraofensivas, al permitir predecir los movimientos de las fuerzas enemigas detectando la concentración de material rodante y pertrechos, el aspecto de los ferrocarriles y rutas, etc.

De los varios millares de fotografías tomadas diariamente se extraía información a un ritmo acelerado, confiando casi exclusivamente en el sentido común de los bisoños fotointérpretes, quienes en muchos casos debían aplicar dotes de adivinación.

Terminada la guerra se comenzó a entrenar personal militar y civil en la nueva tecnología, y en la década de 1920 aparecieron empresas especializadas que desarrollaron las primeras aplicaciones científicas y comerciales de la incipiente fotointerpretación.

En EEUU el uso intensivo en el campo gubernamental se inició aproximadamente por 1930. La Administración Agrícola, el Servicio Forestal y el Servicio de Levantamientos Geológicos, comenzaron a utilizar en forma sistemática los datos obtenidos de las fotografías aéreas, al igual que otras entidades especializadas en planificación y urbanismo.

Durante la II Guerra Mundial se sistematizó notablemente la interpretación militar, y se utilizaron materiales sensibles e instrumental altamente especializados, proporcionados por el enorme adelanto que en el ínterin habían experimentado la industria fotográfica y la tecnología fotogramétrica. Se podrían relatar centenares de anécdotas en las que la fotointerpretación fue la protagonista de notables logros estratégicos para ambos bandos beligerantes. Una vez finalizada la guerra, la experiencia ganada durante el período bélico fue volcada de lleno en equipos, tecnología y recursos humanos, al campo civil.

En efecto, en los países beligerantes hubo centenares de profesionales en geología, geografía, agronomía, edafología, etc.; que habiendo sido entrenados en fotointerpretación durante su incorporación a las fuerzas armadas, volvieron a sus respectivas profesiones una vez reintegrados a la vida civil, y en ellas volcaron su experiencia, prosiguiendo las investigaciones que permitieron extender a sus actividades específicas dentro del campo civil los beneficios de la fotointerpretación.

En la década del 50, la Sociedad Americana de Fotogrametría creó una comisión para tratar estos temas, que recibieron a partir de entonces preferente atención en las páginas de su publicación (“Photogrammetric Engineering and Remote Sensing”), al igual que en otras publicaciones periódicas especializadas.

A partir de 1970, al avanzar vertiginosamente dentro de la era espacial, la tecnología desbordó los conceptos tradicionales de “fotografía”, aún considerando las emulsiones especiales de infrarrojo y de falso color, para utilizar en su provecho otros modos de captura de EEM, como detectores electrónicos y otros tipos de radiaciones electromagnéticas, como el radar.

Desde satélites cuyas órbitas se encuentran a altitudes de varios centenares de kilómetros se registra en la actualidad una enorme variedad de “imágenes satelitaria” que proporcionan un volumen de información difícil de justipreciar en su verdadera magnitud.

“La imagen satelital constituye una riquísima fuente de información de la superficie terrestre.”

Aprovecharla al máximo desde el punto de vista cualitativo es el objetivo de la Fotointerpretación. Esto implica identificar objetos y características del terreno, juzgar su significado y relacionarlo atinadamente entre sí y con los hechos circundantes. Esta misma razón se extiende a toda imagen satelitaria de sensor pasivo o activo.

Esta tarea, como ya estará intuyendo el lector, reclama a quien quiera ejecutarla, especiales condiciones personales y profesionales. El reconocimiento de los objetos, ya sea directa o indirectamente, y las conclusiones extraídas de su presencia y distribución forman parte de un proceso muy complejo que pone en juego conjuntamente la percepción inmediata, la memoria y la lógica. Además, exige al observador netas condiciones para el manejo eficiente, al menos en forma práctica, de procesos del razonamiento en la vida cotidiana, como lo son los que utilizan los principios de deducción, inducción, síntesis y experiencia. Estas son las condiciones personales que debe reunir un fotointérprete, además de perspicacia para localizar indicios, tenacidad para seguir las pistas halladas, tendencia a una observación detallada de los hechos, y, finalmente, una excelente visión estereoscópica (acuidad de fijación muy fina cuando se trata de pares estereoscópicos).

Pero esto no es todo. Para poder justipreciar el significado de los objetos, así como clasificarlos y relacionarlos con los hechos de su entorno, es necesario poseer sólidos conocimientos especializados en la actividad técnica o científica a la que se aplica la interpretación. Así, para hacer fotointerpretación geológica se requiere previamente ser geólogo experimentado; la aplicación forestal debe ser realizada por un ingeniero forestal o agrónomo con gran práctica de campo; sólo un arquitecto especializado podrá encarar con éxito la fotointerpretación urbanística y un oficial de las fuerzas armadas convenientemente entrenado, la aplicación militar, etc., etc.

Sería imposible pretender aprender - y enseñar – la interpretación de imágenes en todas sus especialidades y aplicaciones.

Lo sensato es, pues, entrenar a los profesionales que lo necesiten esta herramienta en los conceptos y métodos de fotointerpretación de fotos aéreas e imágenes teledetectadas.

Cuando una persona reúna todas estas cualidades estará en condiciones de extraer máximo provecho a una imagen y de utilizar plenamente toda la información que ella le proporciona. Conviene que nos detengamos un momento en este punto.

La información que en definitiva puede desentrañar un intérprete comienza en el terreno y se transmite a través de un encadenamiento de pasos intermedios que tienen marcada influencia en el resultado final:

- Iluminación del terreno;
- Naturaleza reflectante de éste;
- Radiaciones emitidas por sus puntos;
- Marcha de los rayos a través de la atmósfera hasta la cámara y efectos que aquélla puede ejercer sobre ellos;
- Características de la cámara y su objetivo o sensor;
- Tipo de material sensible o de registro digital
- Su tratamiento de laboratorio o procesamiento digital;
- Material, instrumental y métodos de copiado software y hardware;
- Instrumento óptico de examen, soft y hard;
- Observador con sus particulares características de percepción visual, capacidad de análisis, grado de entrenamiento y experiencia profesional.

3. Los principios de la interpretación de imágenes.

Son las bases o axiomas que hacen posible la universalidad de la interpretación de imágenes, estos son cuatro y se describen a continuación:

a. La imagen es una representación pictórica de la configuración del paisaje en el momento de la toma.

La imagen satelital o foto aérea es una representación fidedigna de una parte de la superficie terrestre en el momento de la toma. Se registra la distribución de los patrones de los objetos que se encuentran en el campo visual y dentro de la sensibilidad espectral de la película usada o bandas del sensor.

b. El “modelo” esta compuesto de elementos indicadores que reflejan lo físico, lo biológico y los componentes culturales del paisaje.

Los patrones se combinan en forma semejante en cualquier región. La configuración de la imagen refleja los aspectos estáticos así como los dinámicos de los componentes del medio ambiente (físicos: rocas, suelo, agua; biológicos: vegetación; y culturales: obras antrópicas).

Su análisis, usando la imagen, identifica, limita y describe a cada uno de los componentes del paisaje; así como la dinámica de su desarrollo y la integración entre los elementos del medio ambiente.

c. En ambientes semejantes las condiciones semejantes reflejan modelos parecidos, y condiciones diferentes reflejan modelos diferentes.

Un granito se erosiona en forma diferente que una caliza u otra roca, dando así un relieve característico porque cada material tiene una respuesta diferente a la erosión que depende de su composición, dureza, forma física (competencia).

De igual forma los paisajes glaciales presentan formas características que no presentan las configuraciones o patrones que se relacionan con el viento, agua o

gravedad. Los materiales que tengan las mismas propiedades físicas, aún cuando estén bastante separados en distancia, en ambientes semejantes reflejarán los mismos patrones.

d. El tipo y cantidad de información que se puede obtener es proporcional al conocimiento, experiencia, habilidad e interés intérprete, al método usado y al conocimiento de las limitaciones

La fotografía aérea o cualquier otra imagen, no nos da nada. Debemos extraer la información por medio de métodos inductivos y deductivos. El intérprete debe informarse, en lo posible, de los antecedentes de la zona a interpretar, lo cual es lícito y necesario.

El trabajo y voluntad, junto con la experiencia del profesional, son condiciones que ayudan al éxito del trabajo. El material al igual que los instrumentos son factores que ayudan a llegar de un modo rápido y efectivo a feliz término.

Podemos citar las siguientes limitaciones:

1) Limitaciones físicas – naturales:

- Atmósfera
- Estación del año
- Hora del día
- Cambios físicos
- Cambios biológicos
- Cambios culturales
- Catástrofes

2) Limitaciones humanas:

- Conocimientos del tema
- Experiencia
- Interés / curiosidad
- Estereovisión
- Exigencias de tiempo
- Método usado
- Instrumentos
- Información complementaria

4. Requisitos del intérprete.

El intérprete debe tener:

- a. Un buen conocimiento del tema que analiza, que le permita un óptimo nivel de razonamiento sobre la cuestión estudiada.
- b. Experiencia en la técnica de estudio de la interpretación de imágenes.
- c. Interés en profundizar los conocimientos sobre el tema, actualizarse sobre los avances del método y técnicas, conocimientos sobre el equipo de trabajo.

5. Elementos diagnósticos

Estos elementos son aquellos rasgos que le permiten al intérprete aplicar su metodología inductiva – deductiva para extraer el máximo de información posible del fotograma / imagen.

Si delante de nosotros tuviéramos un mapa, seguramente cualquier persona, no avezada en cartografía, no tendría problemas para entenderlo, podría sacar de él cualquier tipo de información que hubiera. Pero si en lugar de un mapa estuviéramos frente a una imagen del mismo lugar, sería poca o ninguna la información que pudiéramos extraer si no empleamos ciertas técnicas que nos permitan “leer” en la imagen, aquello que la imagen nos dice. Estas “claves” que nos permiten interpretar la imagen, leerla y saber que información nos da, son los llamados **Elementos Diagnósticos**. El saber interpretar y traducir estos **elementos diagnósticos** en las imágenes, forma parte de las “técnicas de interpretación” aplicadas a las imágenes obtenidas por sensores remotos.

Estas claves, “per se” no nos dicen nada, sino combinadas entre sí y a través de un proceso razonado inductivo deductivo, de ida y vuelta, proceso en el cual se adosan conocimiento y experiencias previas de la vida profesional o adquiridos en la información previa como así del bagaje cognoscitivo personal. A este proceso que lleva a extraer información de la imagen por medio de los elementos diagnósticos se llama **Convergencia de Evidencias**.

a. Estos Elementos Diagnósticos (ED) son:

- 1) Drenaje
- 2) Tono
- 3) Textura de imagen
- 4) Textura de erosión:
- 5) Geomorfología o geoformas:
- 6) Formas y asociación:

b. Drenaje

Se entiende por **red de drenaje** los canales que por acción natural drenan el excedente de agua de los suelos en una determinada cuenca. La salida o escurrimiento de este excedente líquido, que no fue absorbido por el suelo ni por la vegetación, se efectúa a través de estos canales direccionales en el terreno que se denominan drenajes, drenes, ríos, arroyos, etc. Estos cursos representan las direcciones de menor esfuerzo de escurrimiento o máxima pendiente energética determinando así la “Red de Drenaje” o “Red Avenamiento” o “Sistema de Drenaje”.

Sistemas de drenaje

Entendemos por Sistema de Drenaje al total de agua superficial que fluye o escurre dentro de una cuenca siguiendo la pendiente que esta constituida por un colector y tributarios que son la red ramificadas de cursos superficiales que junto también con el escurrimiento subsuperficial, drena la cuenca hacia el exterior de la divisoria de aguas.

Modelos o patrones de drenaje

Los **modelos o patrones** de avenamiento naturales constituyen diseños o dibujos que representan la trama causada por la distribución espacial que adoptan los cursos de agua dentro de una cuenca hídrica, visto en planta. En cambio se entiende por **densidad** de drenaje, como un concepto que relaciona el número de cursos o ríos por superficie estando esto en relación con la permeabilidad del suelo.

El análisis de una red debe hacerse en forma regional (general) y local (puntual) en los lugares de interés. Si bien en la práctica se puede considerar que cada

curso de agua posee características propias, el estudio en conjunto de toda la red, siguiendo un orden, es el principio de todo análisis para detectar las **anomalías** de la red. Estas anomalías se evidencian por el cambio en el diseño, patrón o patern que es lo importante a tener en cuenta.

Las variaciones en litologías, estructuras y topografía existentes en la superficie terrestre constituyen las principales causas que influyen en la determinación del diseño de avenamiento. A consecuencia de esto, es que los modelos de drenaje reflejan determinadas particularidades de la superficie en que se desarrollan como:

- Tipo de litologías
- Tipos de estructuras
- Grado de pendiente

Los cursos de agua integrantes de la red de avenamiento reflejan también la etapa de la evolución geomórfica del paisaje a través de caracteres fisiográficos producido por efecto de los agentes geomórficos intervinientes.

Es por todo lo expuesto que el drenaje es, como elemento diagnóstico, muy importante en la interpretación de imágenes para el estudio del tipo de material, estructura y pendiente del terreno, como también expresión del clima. Ante un mismo clima, la presencia o no de red de drenaje o mayor/menor integración de la misma, es debido a los materiales físicos que componen el suelo, como que el material sea más o menos permeable, presencia o no de la freática cerca de la superficie, etc.

Factores generadores de la red de avenamiento:

Son diversos los factores que generan los distintos tipos de drenaje y determinan su clasificación:

Factores Meteorológicos y Climáticos:

El régimen de precipitaciones que rigen en la región tiene una evidente influencia en la formación del tipo de red debido al el agua que aporta.

Las variaciones estacionales de las precipitaciones meteóricas (agua o nieve) determinan el régimen de los drenajes. Las escasa precipitaciones en un clima árido determinan una red cuyos cursos, en su mayoría, serán no permanentes, con o sin crecientes estacionales, llevando agua solo los colectores principales.

Mientras que en un clima húmedo todos los cursos, incluso independiente de su orden, tamaño y caudal serán permanentes.

Factores topográficos:

La pendiente regional influye básicamente en el desarrollo de la red, principalmente en su diseño, favoreciendo la velocidad de escurrimiento de las aguas de la cuenca, que dará origen a mayores procesos erosivos. En las regiones llanas, como la Pampa Deprimida, el bajo gradiente topográfico hace que las aguas tengan poca velocidad de escurrimiento, que da como resultado una lenta evacuación de las aguas fuera de la cuenca, adoptando un diseño de cursos sinuosos o meandriformes.

La mayor o menor pendiente también queda evidenciado en la confluencia entre tributarios y colectores, siendo más agudos estos ángulos cuanto mayor es la

pendiente y más abiertos, cercano a un ángulo cada vez más recto, cuando la pendiente es más baja.

Factores Litológicos:

Los distintos materiales que constituyen la superficie terrestre ya en forma consolidada (rocas) o no consolidado (suelos o sedimentos) son evidenciados por los diseños de drenaje, estén estos en comportamientos erosivos o acumulativos según el tipo de terreno que atraviesa y la edad geomórfica del paisaje.

Las diferentes competencias entre las distintas rocas hace que unas se erosionen más y más rápido que otras, así existen cursos controlados por esta cualidad.

La cantidad de cursos, por unidad de superficie, es evidencia de su permeabilidad, dependiendo esta del número de huecos por volumen de suelo o **porosidad primaria**, que se define como el “espacio” entre partículas componentes de un material no consolidado o **porosidad secundaria** o adquirida dado por “fracturamiento” cuando ocurre en una roca o material consolidado.

Factor Estructural:

Las estructuras generadas en las rocas por los distintos esfuerzos, que originan fracturas y pliegues, son líneas de debilidad que inducen al drenaje a encausarse por estas líneas de debilidad, ya que son zonas más fácilmente erosionables. Estas estructuras generan patrones geométricos que son tomados por la red de avenamiento.

Podemos resumir que el escurrimiento superficial se encausa por “debilidades” del material que conforma el suelo, ya sea por fracturas o partes blandas y esta distribución espacial, da los distintos DISEÑOS DE DRENAJE.

Principales patrones de drenaje y su significado:

Dendrítico

Su dibujo en planta se asemeja a un árbol con sus ramas, sus ángulos de confluencia entre los distintos cursos son agudos. Es indicativo de uniformidad litológica sin control estructural. Solo sigue la pendiente regional, pudiéndose dar sobre material consolidado o no consolidado. Variante de este es el Subdendrítico.

Paralelo

Los cursos principales y tributarios son subparalelos o paralelos con ángulos de confluencia agudos cuanto más fuerte es la pendiente del terreno. Se desarrollan sobre superficies unidireccionales como plegamientos homoclinales, planicies costeras, zonas montañosas abruptas. Indica uniformidad litológica y pendiente uniforme, siendo directa la relación entre lo cerrado del ángulo de confluencia con la magnitud de la pendiente. Variante de este es el subparalelos.

Deltaico

Se da en zona llana, en la desembocadura de un río en un lago, estuario o mar. El río en cuestión debe estar muy cargado de sedimentos finos (limo, arcilla, arena fina). Todos los canales que conforman el delta son permanentes y es indicativo de material no consolidado y fino.

Radial

Se da cuando los cursos pueden fluir radialmente hacia o desde un punto central, dando su variante radial centrifugo cuando desde el centro va hacia la periferia o centrípeto cuando de la periferia va hacia el centro. Se da tanto en material consolidado como en el no consolidado, siendo su principal control la pendiente.

Angular

Se da en materiales consolidados donde algún tipo de estructuras (fallas o diaclasas) controla el drenaje y hace que los tributarios confluyan con ángulos más abiertos con los colectores. Rocas sedimentarias y plutónicas diaclasadas pueden dar este diseño.

Rectangular

Es una variación del anterior donde la confluencia entre los drenes se da en ángulos rectos o cercanos a este valor. Como el anterior es característico de rocas con algún tipo de juego de fracturas que se corten a 90°, también rocas sedimentarias horizontales o pseudohorizontales con alternancia de bancos duros y blandos. Este diseño puede darse en parte de la cuenca y no necesariamente en toda ella o ser parte de un diseño dendrítico por partes.

Anular

Tiene un fuerte control estructural, se da sobre todo en rocas sedimentarias intuidas por rocas ígneas o por domos de sal. Domos, braquisinclinales y estructuras buzantes. La topografía es una fuerte alternancias de filos concéntricos limitados por ríos subsecuentes que se unen a cursos de diseño radial.

Enrejado

De diseño semejante a una malla o reja, característico de alternancia de rocas sedimentarias duras y blandas y en estructuras complejas de plegamientos que lo permiten o fracturas en juegos que se corten a 90° dando pequeños tributarios unidos normalmente a colectores, esto también se da en rocas metamórficas.

Reticular o capilar o venoso

Se asemeja a vasos sanguíneos y se da en zonas costeras de acción de mareas, costas bajas y pantanosas, muy jóvenes y llanas. Durante la marea alta el agua invade, en forma laminar toda la zona baja tierra adentro. Al bajar la marea la abandona, en forma encausada, generando los “canales de mareas”, charcos y lagunas. Es indicativo de material no consolidado de material fino.

Dicotómico (abanico)

Se da en zonas de brusco cambio de pendiente en ríos muy cargados con régimen estacional de crecidas y que desembocan en valles que al hacerlo disipan su energía de transporte y por lo tanto depositan toda la carga constituyendo el “abanico aluvial” que cuando se unen con los laterales constituyen las “bajadas de las montañas”. La forma es de letra delta mayúscula, siendo la zona apical donde se encuentra el material más grueso y en la distal el más fino. Los cursos que componen este diseño se abren desde el ápice radialmente hacia la periferia y solamente son activos uno o a lo sumo dos. Este diseño es característico de material no consolidado y heterogéneo en zona perimontañosa.

Sumideros o lagunar

De forma regular o ameboides, redondas u ovaladas producto de un terreno muy plano o de disolución del sustrato soluble, como tosca o material calcáreo. Cuando cumple estas condiciones se da en material no consolidado. En rocas se da en calizas y granitos, en el cruce de diques o diaclasas, que generan zonas de debilidad que permiten la acción de disolución.

Meandriforme

Es un diseño que se da en zonas de muy baja pendiente y poca capacidad de transporte, por lo tanto el material transportado es fino. Su diseño sinuoso indica su adaptación a la baja pendiente. Es un diseño de material no consolidado en zona llana y material muy fino que conforman planicies aluviales en un paisaje senil.

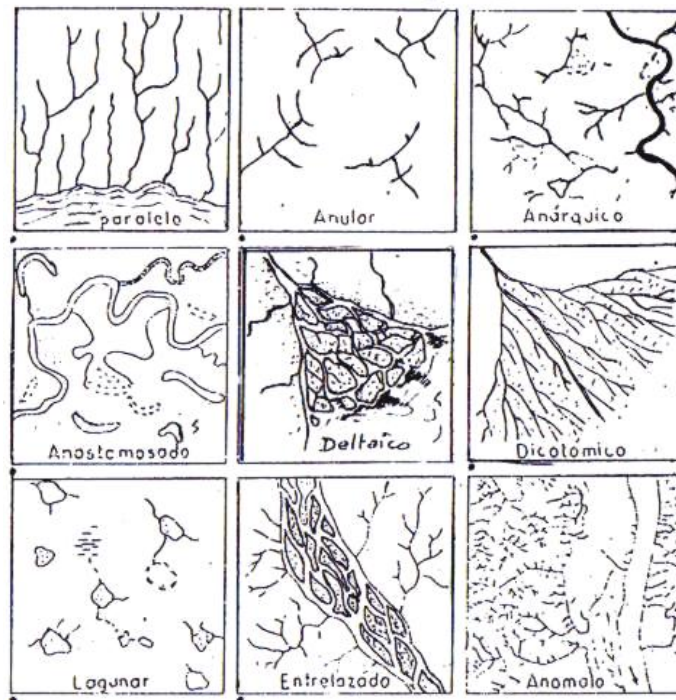
Trenzado

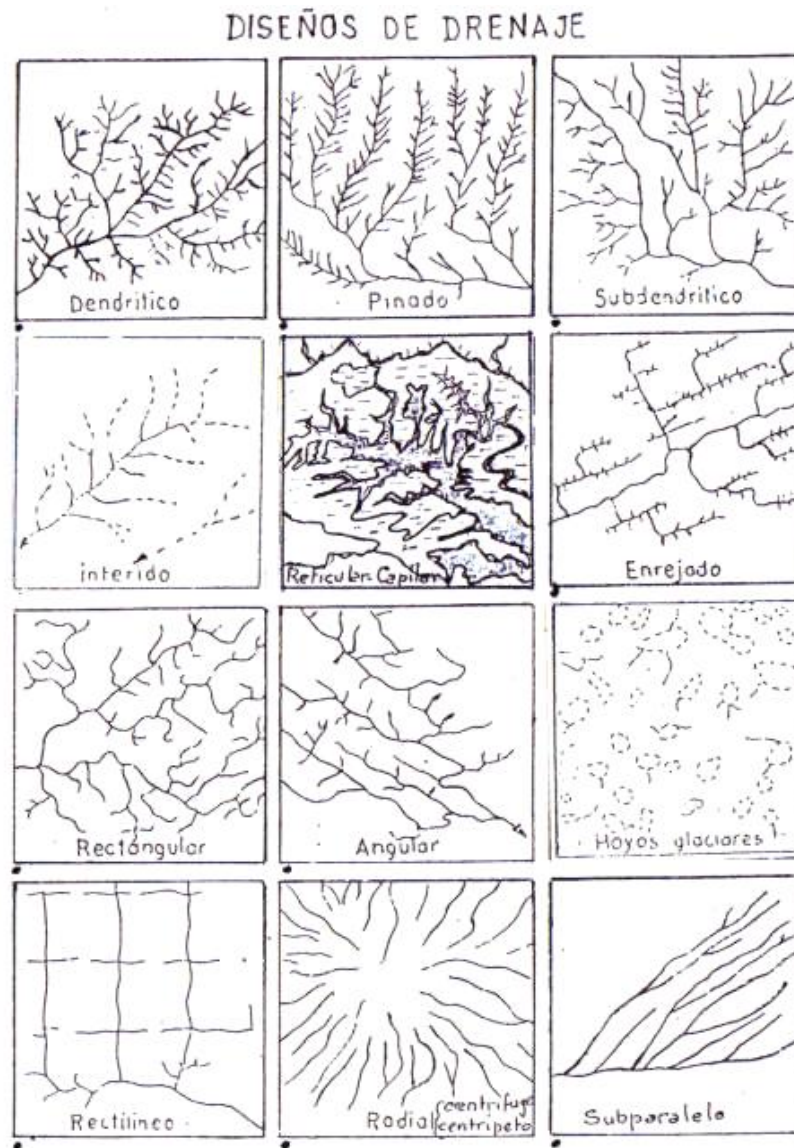
Al igual que el anterior es un diseño de planicie aluvial, pero a diferencia del anterior este indica un ambiente montañoso con épocas de grandes crecidas que permite el acarreo de material de tipo grueso gravoso y bloque. Cuando llega el estío y pasa la onda de crecida, deposita el material formando barras que hace que el canal principal del río deba dividirse en varios ramales activos que dan el aspecto de “trenzado” y deba depositar el material de carga. Es un diseño de material no consolidado grueso, de topografía de baja pendiente en planicies aluviales en zonas montañosas y de alta energía en épocas de crecientes. Todas las barras visibles en el estiaje son cubiertas por las aguas en las crecientes. Es el diseño típico de planicies aluviales de valles móntanos.

Anárquico

Es aquel que no sigue ningún diseño en particular y su red es tan intrincada y desordenada que no se puede encasillar en ningún modelo.

DISEÑOS DE DRENAJE





Textura del drenaje y su significado

Una adecuada descripción del drenaje no solo debe comprender el diseño sino también el concepto de **textura del drenaje** que es otra característica de la red de avenamiento.

En el concepto de textura intervienen factores que son influyentes como el clima, la permeabilidad, el relieve y su pendiente, como también la dureza de su superficie.

La textura incluye también dos características como la densidad y la frecuencia.

Densidad: se refiere a la longitud total de los cursos de todo los ordenes dividido el área total de la cuenca.

Frecuencia: se refiere al número de cursos dividido el área de la cuenca.

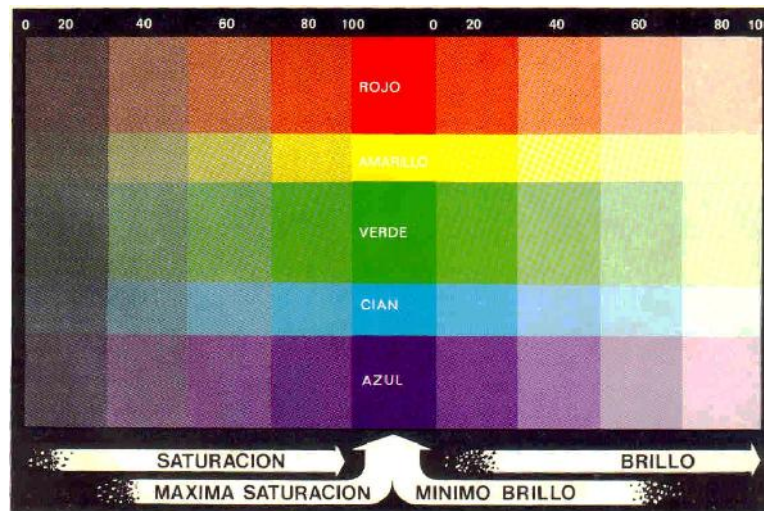
La textura del Patrón del Drenaje indica las características del suelo respecto a la infiltración, esto esta relacionado condiciones de permeabilidad, granulometría o permeabilidad secundaria o sea características propias de los materiales.

Si bien existen formas de calculo cuantitativo de estas cualidades, sería muy engorroso y lento el método aplicable. Por lo tanto en la interpretación de la densidad del drenaje (textura) se realiza en forma cualitativa en forma de apreciación por parte del interprete. Lo que resulta de todo esto es que una apreciación de alta densidad indica material relativamente impermeable y una baja densidad indicaría una alta infiltración o sea una permeabilidad alta.

c. Tono

Según Ray (1965) Se entiende por tono como una medida relativa de la energía reflejada por los distintos objetos de la escena. Por lo tanto es la energía capturada por una emulsión, si el caso es una foto, o en una imagen estaría dado por la resolución radiométrica o nivel digital (ND) del pixel.

En las fotos aéreas o en imágenes blanco y negro el tono se representa en una escala de grises en cuyos extremos se encuentra el blanco y el negro. En una imagen color sería más correcto hablar de matiz/color y en este caso se incrementa la variedad de niveles ya que hay que agregar parámetros como saturación y brillo. Esto aumenta los niveles de reflectancia de 200 en una emulsión B/N a más de 10.000 en una imagen color.



Nuestro ojo percibe longitudes de onda entre 0,4 y 0,7 μm y aquellas superficies que reflejan longitudes de onda corta estarán dentro de la zona de izquierda del espectro y más a la derecha cuando las longitudes de ondas reflejadas aumenten, dando los registros cromáticos desde el azul hacia el rojo. Siendo la luz blanca sumas de frecuencias de los llamados colores primarios (azul, verde y rojo) que combinados pueden dar todos los colores. Esto es lo que registran las bandas de los sensores, longitudes de ondas correspondientes a los colores primarios, dentro del visible y en el IR fuera del visible. Si la combinación posterior de los registros de estas longitudes de ondas, en modo aditivo, se toma los colores primarios azul, verde y rojo, se obtienen

todos los colores. Este modo es el que utiliza los monitores de computadoras y los aparatos de TV hogareños.

En cambio nosotros, en nuestra visión binocular, vemos en modo sustrativo por el cual todos los objetos son iluminados por la luz blanca y los objetos interactúan con esta absorbiendo ciertas longitudes y rechazando otras, que son las que vemos. Estas frecuencias rechazadas es el color del objeto. En este modo de percepción del color los colores primarios son: el amarillo, magenta y cyan. Si los colores se combinan para ser reconstruida la percepción del color del objeto, en forma normal, las frecuencias del azul con el color del azul, el verde con el verde y el rojo con el rojo entonces, lo obtenido es una visión normal del color o color natural. Si en cambio los registros de las bandas se combinan en forma distinta con los cañones monocromáticos, lo que se obtienen son falsos colores, incluso se puede hacer participar registros espectrales que no se encuentran dentro del visible, como el IR dando combinaciones de falso color compuestos en los cuales se asigna un color a registros del EEM que no lo tiene.

El tono, en un registro de banda del sensor o en película B/N, es un N.D.(nivel digital) que debe ser usado con cautela, en cualquier imagen ya que existen factores que lo afectan y puede variar por causas ajenas al propio objeto como ser:

Factores propios del terreno: como topografía, cobertura, tipo de superficie, pátinas, color de la roca, etc.

Factores meteorológicos: bruma, nubes, ángulo solar, clima.

Factores técnicos: objetivo, filtro, negativo-película, revelado, etc.

Factores humanos: calidad de vista, sensibilidad cromática, etc.

En general la humedad afecta al tono oscureciéndolo, sobre todo en sedimentos de grano fino o húmico.

Cuando la imagen es en blanco y negro se puede decir, haciendo una gran generalización, que tenemos. Tonos blancos o gris claro en: nieve, agua con reflejos especulare de la luz, nubes, evaporitas o bajos salinos, dunas y arenas sueltas, rocas ácidas cuarzo-feldespáticas, pegmatitas, cuarcitas, algunos yesos y calizas. Tonos gris mediano: yesos, rocas calcáreas, areniscas, intrusivas y efusivas claras y semiácidas. Tonos gris oscuros a negro: sombras, cursos de agua, campos arados, zonas húmedas, lutitas, rocas intrusivas y efusivas básicas y ultrabásicas.

Desde el punto de vista de la interacción con la luz (EEM) debido a las propiedades físicas de los objetos que conforman una escena, estos pueden ser clasificados en tres grandes grupos:

Grupo A: Objetos formados principalmente por materia inorgánica como: arena, rocas, edificios, caminos, obras de arte en general. Estos objetos reflejan todas las longitudes aproximadamente en la misma forma, siendo las más afectadas las del amarillo y rojo. Los objetos con alto contenido de materia orgánica son en general de tono oscuro y reflejan poco las ondas del visible y casi nulo en el IR.

Grupo B: Vegetación: Caracterizadas por la gran reflexión en el IR. La respuesta de una hoja tipo es el resultado de la absorción de la clorofila y el agua

superpuestas. El IR es refractado por el mesófilo en un 55%; 40% se transmite a través de la hoja y solo el 5% es absorbido.

En la hoja las zonas de reflexión y absorción son las comprendidas por los rangos de longitudes de ondas siguientes: De $0,5 \mu - 0,75 \mu$: zona de absorción en el visible, donde predomina la influencia de la clorofila. De $0,75 \mu - 1,35 \mu$: zona del IR cercano, caracterizado por la alta reflectancia y baja absorción del IR a causa de la estructura interna de la hoja. De $1,35 \mu - 2,50 \mu$: zona controlada por la concentración de agua en el tejido y la estructura interna de la hoja, siendo los picos de absorción del agua en $1,45 \mu$ y $1,95 \mu$.

Al ser mayor la reflectancia de los vegetales en el IR que en el visible hace que las emulsiones IR sean muy útiles para la diferenciación de: tipos de vegetación, estado sanitario de la misma, vegetación de hojas caducas de perennes, donde las diferencias de tonos son apreciables en el IR B/N. Si el IR es color o falso color esta diferencia se da en el matiz de rojo. Si la emulsión es pancromática o la imagen es pancromática B/N la apreciación de la vegetación es más sutil en los tonos grises claros.

Grupo C: Elementos con gran contenido de agua: ríos, arroyos, cuerpos de agua, bañados y terrenos húmedos. La reflectividad es selectiva en el agua refleja y difunde las radiaciones del visible especialmente el azul-verde y absorbe el IR por lo cual estas últimas delimitan mejor las áreas húmedas.

El tono está sujeto a una amplia variación, lo que limita su utilidad como un elemento de reconocimiento fidedigno debido a los muchos factores que época del año, la latitud geográfica, la existencia o no de niebla o bruma, la sensibilidad de la película, la rugosidad de la superficie del objeto, su composición química, el contenido de influyen sobre él, por ejemplo: la posición del objeto respecto del sol, la hora del día, la humedad y materia orgánica, el proceso de laboratorio para el revelado, etc.

d. Textura de imagen

La distribución areal de varios tonos de gris, negro y blanco es lo que forma la textura de imagen. O dicho de otra forma, es una distribución areal de *la frecuencia de aparición de la escala de tonos*, que da a la superficie del terreno fotografiado, un “aspecto” de uniformidad, semi-uniformidad o irregularidad objetiva, que hace que el observador de la imagen, perciba una sensación subjetiva del tipo de superficie del terreno relevado. Dado que las texturas de imagen son “sensaciones subjetivas” percibidas por el “observador interprete” de la imagen, es que, estas son descritas por términos que expresan tipos de superficies, como ser: lisa, regular, irregular, bandeada, áspera, moteada, manchada, etc. Es la textura de una imagen una apreciación tan subjetiva que solo se puede definir describiéndola en la forma como es “percibida” por el interprete.

Dado que este tipo de aspecto superficial del terreno, está formado por pequeños sectores del terreno con distinta gradación tonal, por su distinta composición o superficie, es que esta propiedad visual superficial de la imagen varía con la escala, es decir: un sector del terreno que a una escala dada parece de textura lisa, a una escala más grande puede ser irregular. También influye en la textura de la imagen la relación entre la longitud de onda y tamaño de las partículas de la superficie, rugosidad de la superficie, ángulo de incidencia de la luz y de observación.

Resumiendo: Según Colwell, la textura se podría definir como “la frecuencia en el cambio de tono, lineal o espacial dentro de la imagen producida por un agregado de rasgos unitarios, demasiados pequeños para ser discernidos claramente en forma individual sobre la fotografía”.

También podríamos definir la textura diciendo que es una variación espacial del tono que da una impresión del aspecto superficial subjetiva. **El intérprete describe la textura, no la define.**

La escala de la fotografía tiene una relación directa con la textura, ya que una red de líneas finas descriptas como una determinada textura sobre una escala de fotografía, puede ser reconocida como un sistema de diaclasas en una escala mayor. El moteado de una fotografía a escala chica puede ser reconocida como manchada a escala grande evidenciando una vegetación xerófila a misma escala.

e. Textura de erosión:

Es una propiedad que se da en los cuerpos rocosos resultado de su distinta respuesta a los agentes erosivos. De esta forma podemos decir que litologías distintas se erosionan en forma distinta, dando por lo tanto patrones distintos que se relacionan con la erosión.

Así un afloramiento plutónico da patrones de formas de erosión distinta de un afloramiento de roca volcánica por lo tanto ayuda a su identificación. Las rocas sedimentarias por su mecanismo de deposición dan texturas de erosión con formas tabulares o foliares muy propias. Esta propiedad también tiene influencia en el control del drenaje. Lo mismo ocurre dentro de las rocas sedimentarias de acuerdo al tamaño de grano y cemento que posean, de allí que el material blando se erosiona más que el duro.

En Resumen: Es la forma o modo de erosionarse de los distintos materiales o rocas que componen la superficie.

Las rocas sedimentarias se erosionan en forma distinta a las rocas plutónicas o cualquier otra por lo tanto aparece con una textura o aspecto de erosión distinto.

f. Geomorfología o geoformas:

Una de las acepciones del concepto de Morfología es la expresión topográfica del terreno. Rocas de distinta resistencia dan relieve diferentes. Las rocas volcánicas tienen formas típicas asociadas, por ejemplo, los conos volcánicos.

Es esta una cualidad muy usada en los análisis geológicos y del terreno, las asociaciones entre la topografía y/o geoformas asociadas con la naturaleza de su composición o definir con más certeza su naturaleza litológica ya que en algunas geoformas esta relación es directa. Si se ve un médano, duna en estrella, media luna o longitudinales sabemos con seguridad que el material que conforma esa geoforma es tamaño arena.

La asociación, en un paisaje volcánico, entre un aparato volcánico y coladas, afianza la certeza de la identificación de las litologías volcánicas.

La morfología de “cañón” es propia de rocas sedimentarias horizontales y terrenos con topografías muy “movidas” con alternancia de filos y depresiones muy abruptas son propias de estructuras sedimentarias buzantes.

g. Formas y asociación:

Es una relación del espacio geográfico entre objetos con identidad propia, que pueden presentar alguna dificultad en su identificación por la imagen, pero que en contexto de asociación entre ellos, son más fáciles de interpretar coadyuvando a la identificación con certeza. Este elemento diagnóstico es más idóneo en aspectos antrópicos del paisaje que en los naturales y aplicable en el análisis visual de las imágenes. Ejemplo de ello es la asociación: puente, río, camino; puesto, molino, huella, ruta de acceso.

Otros criterios de uso de contornos y formas permiten identificar elementos de la imagen como en el caso de: aeropuertos, ciudades y pueblos, FF.CC. y estaciones, parcelamientos en el uso de la tierra, monte de árboles implantados de monte natural o de uso silvicultura.

Resumiendo: La forma es una característica geométrica de los objetos. Todos los objetos tienen una forma que le es característica y solo cambia según la perspectiva de vista, por ejemplo, una casa tiene una forma en planta y una forma en vista horizontal.

Todos los objetos están asociados con un conjunto de cosas que hacen un todo, por ejemplo, un puesto o casa en zona rural esta asociada con un camino de acceso y rodeado por un conjunto de árboles.

En otras palabras, este aspecto de la interpretación consiste en asociar la forma que presentan los elementos de la imagen con la actividad que se puede inferir

6. Influencia de la resolución espacial sobre los elementos de diagnóstico.

Como hemos visto los elementos de diagnóstico son aspectos sumamente útiles al momento de interpretar las imágenes, tanto para cuando esta interpretación se ejecute sobre papel o cuando lo hagamos en forma digital, es conveniente conocer la resolución espacial de la imagen con la que estamos trabajando, ya que este dato nos permitirá conocer la relación existente entre el tamaño de los objetos sobre el papel y el tamaño de los mismos sobre el terreno (escala), que es un aspecto sumamente importante que asociado a los elementos de diagnóstico nos permitirán inferir que es lo que efectivamente estamos observando en la imagen ya que para determinados casos se pierde el punto de referencia o de comparación que nos permite evaluar correctamente la magnitud de los objetos que están sobre la superficie terrestre.

Si bien todo análisis es visual ya que el profesional interprete es el que decide, en última instancia, al definir el sentido y la explicación del objeto detectado, las técnicas visuales o analógicas y las digitales, son en esencia distintas pero complementarias para llegar al mismo objetivo.

7. Convergencia de evidencia

La interpretación de imágenes es un método de estudio y relevamiento a distancia sin tener contacto con el objeto. Estudiando fotografías o imágenes, el personal

capacitado puede descubrir los distintos materiales que conforman el terreno, la vegetación que se encuentra implantada, como así también que morfología y clima existente.

Para que un intérprete puede llegar a identificar la naturaleza de los distintos objetos con un gran porcentaje de certeza debe tener la coincidencia de varias pautas, indicadores o elementos de diagnósticos. A esta convergencia de pautas que lleva al intérprete a identificar el objeto se llama “Convergencia de Evidencias”.

8. Etapas de la interpretación

Como habíamos expresado en puntos anteriores, la interpretación fotográfica o imágenes consistirá en la acción de examinar las imágenes, con el propósito de descubrir, identificar y localizar los objetos que en ella existan, a fin de juzgar su significado e importancia para la temática que quiero analizar.

Permitirá, conjuntamente con los medios técnicos modernos, el estudio de las imágenes para obtener informaciones exactas de la zona requerida, aún a muchos kilómetros de distancia.

Esta compleja actividad comprenderá:

a. La lectura de imagen:

Es la realización de una simple lectura e identificación de los elementos existentes en una imagen (sin describirlos). Significa distinguir los objetos observados en la imagen. Emplea normalmente la imagen aislada y a veces el par estereoscópico cuando son fotos aéreas. Es la más simple de las etapas de la interpretación y es la actividad que normalmente desarrollan las personas no especialistas en esta temática.

b. El análisis de imagen:

Es el proceso de describir cuantitativa y cualitativamente todos los detalles y objetos que aparecen en la imagen, es decir, es el examen de los elementos constitutivos principales, estudiados individualmente y relacionados entre sí. Este producirá los datos básicos.

Comprenderá todos los aspectos de la lectura fotográfica unido a la evaluación numérica, aplicando el principio de visión estereoscópica, efectuando mediciones de distancias, alturas, superficies, etc.; por lo tanto requiere de personal técnico capacitado para realizar estas tareas.

c. La interpretación de imagen:

La interpretación propiamente dicha es un examen cuidadoso con el objeto de valorar deductiva e inductivamente los objetos y/o detalles del terreno, reproducidos en la imagen, a fin de conocer su verdadero significado.

Comprenderá el descubrimiento, localización, identificación, análisis e integración de los objetos, con lo cual se podrá alcanzar la deducción de la información que el intérprete busca para el estudio de su problemática.

9. Metodología de interpretación de imágenes.

Aspectos generales. Los procedimientos empleados para interpretar imágenes satelitales en las diversas disciplinas de aplicación (geología, agronomía, urbanismo,

hidrología, forestal, catastro, etc.) poseen un método común a todas las especialidades independientemente del objetivo buscado.

En todos los casos, el objetivo fundamental y último es cartografiar formas que aparecen en la imagen, delineando sus formas o contactos y si fuera posible, reconociendo sus características esenciales.

El razonamiento lógico que acompaña la interpretación, parte de la premisa de que todo objeto material de la superficie terrestre tiene propiedades físicas que le son inherentes y lo caracterizan. Estas formas, cuando aparecen en la imagen tienen que indicar al intérprete cuál es la propiedad física que las provocó y de allí, el analista determinará cuál es el objeto correspondiente a esa forma observada, estableciéndose de esta manera una relación biunívoca:

OBJETOS -----0 propiedad física -----0 formas de la imagen

Cuando se encuentra una forma en la imagen, se acepta que ella fue provocada por una determinada propiedad física, inherente a un objeto dado de la naturaleza:

FORMAS -----0 propiedad física -----0 objeto real

El método generalizado consiste en distinguir y trazar los límites de las áreas que envuelven zonas constantes, las que son llamadas “zonas isomorfas” o “zonas homólogas”, esto permite delimitar porciones de la imagen que registran características iguales o constantes.

Inicialmente no es necesario dar un nombre a cada elemento identificado en la clasificación, dado que se trata de medios y no objetivos propiamente dichos. Se establece que una forma es constante tanto en la zona A como en la B o en la C; luego, al haber señalado zonas con formas comunes y bien definidas, conociendo las características de vegetación, suelos, etc. de una de ellas, por extensión o analogía se podrá determinar que aquellas zonas de formas similares a la identificada pertenecerán al mismo tipo.

Zona isomorfa u homóloga será aquella porción de la imagen donde aparecen reunidas formas semejantes o equivalentes.

Una vez analizadas las zonas isomorfas de una región, se debe proceder a ubicar aquellas subzonas cuyas características no coincidan, parcial o totalmente, con la que las comprenda; éstas se denominan anomalías y constituyen en distintas especialidades el objetivo principal de la investigación: el minero que busca yacimientos, el forestal que detecta una plaga en el bosque, el militar que identifica una cubierta de encubrimiento dentro de una zona boscosa, etc.

Una irregularidad detectada dentro de una zona isomorfa no constituye una anomalía en sí misma, sino que adquiere tal condición sólo cuando está donde no debería (Ejemplo: los caminos que cruzan por todas las zonas de un paisaje rural: son filiformes, a veces radiando desde centros bien definidos). El concepto de anomalía es sólo relativo y no absoluto: un monte de Algarrobos es una anomalía en medio de una meseta chubutense, pero no lo es en las faldas del Velazco.

Una vez definidas las zonas isomorfas y las eventuales anomalías detectadas se procederá a identificar qué es cada cosa, el intérprete debe basar su trabajo en datos estadísticos, investigación de antecedentes, la experiencia y un correcto “trabajo de campo”, lo que permitirá establecer la relación

ZONAS ISOMORFAS M-----O OBJETOS

de modo tal que, posteriormente, se pueda extrapolar la información hacia sectores desconocidos.

a. Análisis sistemático de las formas.

Identificación de las formas observadas. Se refiere a reconocer un objeto, porque existen antecedentes de la forma de ese objeto y se lo identifica directamente en la imagen observada. No es necesario analizar sus partes o componentes, su situación dentro de un ambiente dado, ni sus vínculos con otras formas del área.

No se puede limitar una interpretación a la simple búsqueda de clases o claves fijas o relaciones directas sencillas. Si bien para algunas técnicas éste método resulta aceptable, para la mayoría de las disciplinas no lo es, porque la gran cantidad de variables que concurren a definir una forma impide identificar de antemano, sin análisis-síntesis de todas sus partes, al objeto que la originó.

Análisis sistemático de las formas. Se llama **forma** a la distribución no-aleatoria de puntos en la imagen; esos puntos son los elementos más pequeños discernibles para un nivel de observación dado.

La metodología convencional para la interpretación de imágenes tiene dos caminos, que no son excluyentes sino, casi siempre, complementarios. Al iniciar una interpretación, se hace identificando las formas conocidas, hasta que se encuentra algo que no se puede comprender sin estudiar mejor. En ese momento se debe profundizar el análisis, para llevarlo al dominio de las formas desconocidas o incógnitas. Esto permite diferenciar dos tipos de metodologías de análisis:

Análisis sistemático directo

Análisis sistemático indirecto

Análisis sistemático directo. Cuando la interpretación puede hacerse de modo directo, sin materiales extraños que interfieran con la visión del objeto buscado, se dispone de dos elementos de juicio que permiten sistematizar el proceso de análisis-síntesis:

Los parámetros que caracterizan cada forma observada, tales como: geometría de las partes que componen la forma, su textura (tamaño y densidad), su estructura (distribución espacial) y su índice de reflectancia espectral (tonalidad de gris).

Los vínculos que relacionan –o no- las formas entre sí. Si durante un análisis sistemático de las formas observadas en una imagen, los parámetros citados no resultan suficientes como para delimitar zonas isomorfas confiables, se puede intentar establecer ciertos vínculos que siempre existen entre las formas. Nunca las formas que integran

una imagen están totalmente aisladas, sino que constituyen un contexto global con interrelaciones que las atan de un modo u otro, como partes de un sistema de formas presentes en la región estudiada.

Análisis sistemático indirecto. Hay que utilizar este método, cuando resulta imposible observar directamente la superficie del suelo como para delimitar las zonas isomorfas, sobre la base del análisis de sus parámetros directos. Esto se produce, por ejemplo, cuando una densa cubierta vegetal imposibilita el análisis del suelo o cuando un manto de nieve cubre la superficie. En consecuencia, en estos casos se debe recurrir a un método “indirecto”, empleando para delinear zonas isomorfas otros elementos de juicio distintos a los ya vistos. La mejor herramienta de interpretación indirecta es el análisis del relieve, recordando que cada forma está relacionada directamente con determinadas propiedades físicas del objeto real y que esta relación es siempre biunívoca:

FORMA en la imagen M-----O propiedad física M-----O objeto real

La diferencia con lo anteriormente visto es que ya no se habla de formas como agregado de puntos no dispuestos al azar, ahora se debe entender el concepto de “formas del relieve”, las que se observan y analizan contando con la visión estereoscópica del paisaje. Para este tipo de análisis el intérprete debe tener sólidos conocimientos de Geomorfología y de Geología estructural.