UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

MANUAL DE GEOLOGÍA:
CAPÍTULO 2. MATERIA Y ENERGÍA

Por Juan Carlos Vallejo Velásquez

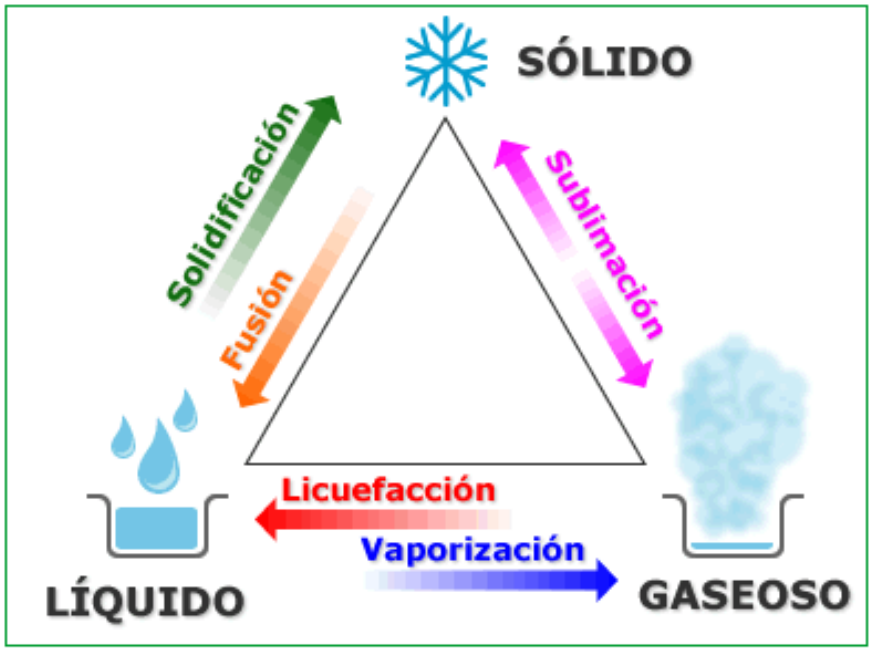
Dirección: Profesor Gonzalo Duque-Escobar

Trabajo de la Maestría en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Manizales, Marzo de 2014

MANUAL DE GEOLOGÍA. CAP 2. MATERIA Y ENERGÍA

2.1. INTRODUCCIÓN. Cambios de estado de la materia.



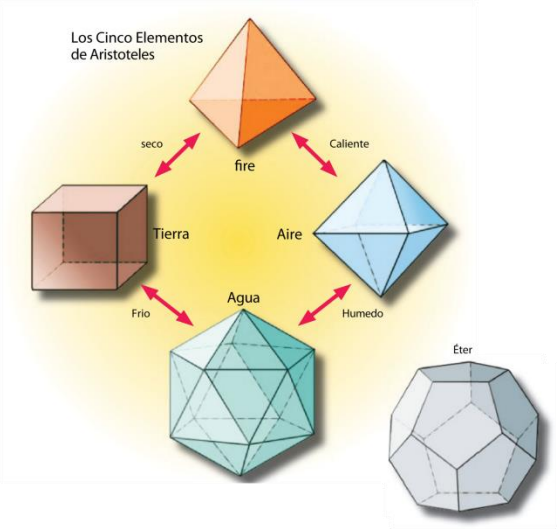
http://aula53cc.blogspot.com/

La materia en el medio ambiente macroscópico puede presentar 3 configuraciones: sólida, líquida o gaseosa. Cada estado presenta una forma y un volumen; el cual es preciso para los sólidos, variable para los líquidos e indeterminado para los gases. Como resultado de someter estos estados al efecto de la temperatura y la presión, hay intercambios de estado con sus correspondientes procesos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

2.1.1. CONCEPTOS DE LOS ANTIGUOS SOBRE LA MATERIA

Esquema de la materia de Aristóteles



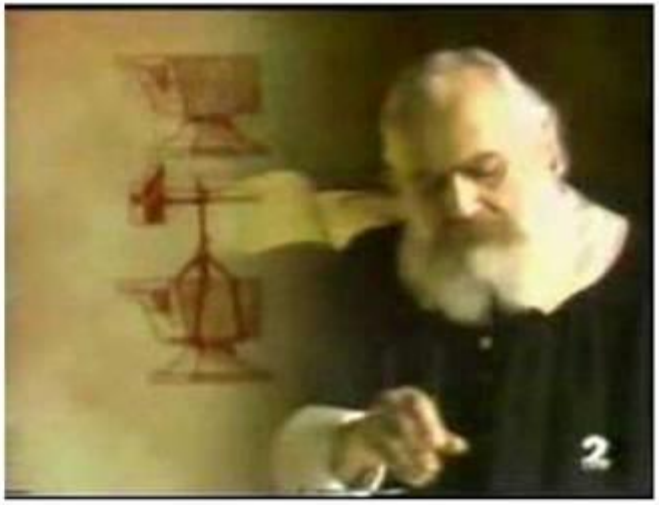
http://cosmologiaaristotelica.blogspot.com/

Los pensadores griegos fueron los primeros en especular sobre la naturaleza de la materia, para Tales de Mileto (- 640 a 557), el principio de todo era el agua; para Demócrito de Abdera (- 460 a 357), los átomos eran el origen de la materia inmutable; pero fue indudable que Aristóteles de Estagira (-384 a 322) fue el filósofo que propuso el esquema de la materia más coherente para la época. La unión de lo caliente y lo seco forman EL FUEGO; lo seco y lo frio: LA TIERRA; lo frio y lo húmedo: EL AGUA y lo húmedo y lo caliente: EL AIRE. Habla también del ÉTER, como un quinto elemento, más allá de lo físico, de lo inmutable.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.1.1. CONCEPTOS DE LOS ANTIGUOS SOBRE LA MATERIA

Galileo: precursor de la ciencia moderna

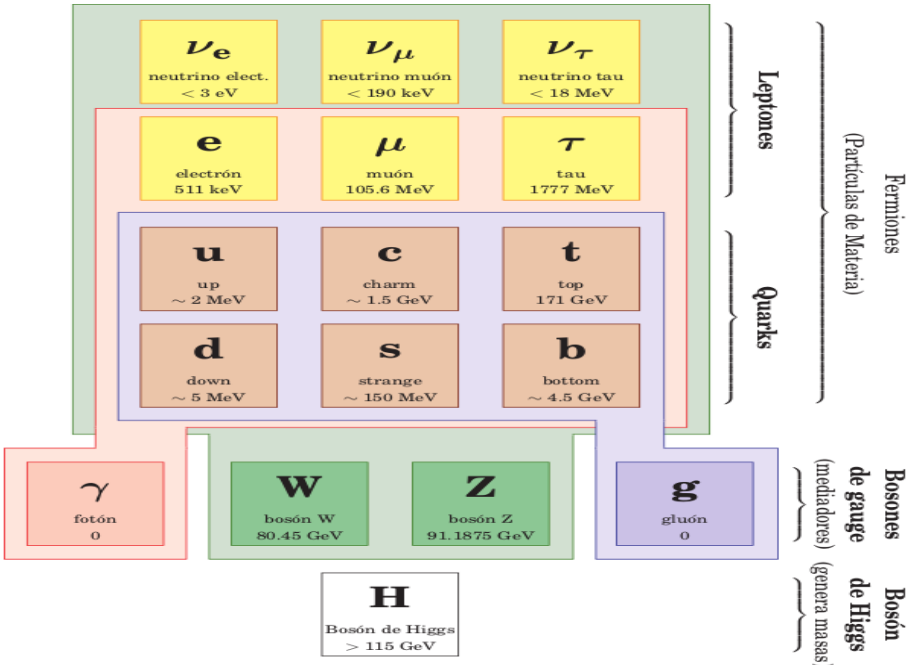


http://www.monografias.com/

La concepción de Aristóteles, perduraría hasta el S.XVII, cuando inicialmente con los Alquimistas y luego con personalidades como Galileo – Galilei (1564 – 1642), la ciencia renació cambiando sus métodos y la forma de razonar, de lo deductivo a los inductivo y de la demostración a la comprobación.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.1.2. CONCEPTOS ACTUALES SOBRE LA MATERIA



http://cafpe.ugr.es/

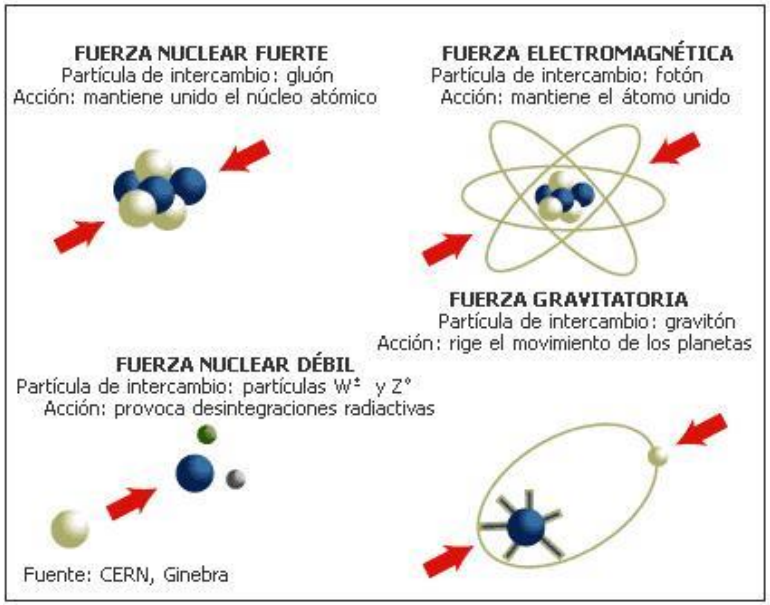
Partículas elementales

Gracias a la famosa ecuación $E= mc^2$, de la Teoría de la Relatividad de Albert Einstein (1879 – 1955), la materia y la energía son conmutables. Antes se creía que el átomo sólo estaba formado por protones, electrones y neutrones, hoy se conocen 24 partículas, clasificadas por sus interacciones y con las correspondientes antipartículas así: **6 Leptones** (electrón, tau, muón y sus respectivos neutrinos); **6 Quarks** (arriba, abajo, cima, fondo, extraño y encantado) y **12 Bosones** (gravitón, fotón, 8 gluones y las partículas Z y W). Excepto el Fotón y el Gravitón, todas las demás partículas tienen masa. En cuanto a la carga eléctrica, en el electrón es -1, en el protón +1 y es 0 en el neutrón. Las masas del protón y del neutrón son similares, siendo la del electrón 1840 veces menor, lo cual implica lo masivo del núcleo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.1.2. CONCEPTOS ACTUALES SOBRE LA MATERIA

Las 4 fuerzas fundamentales.



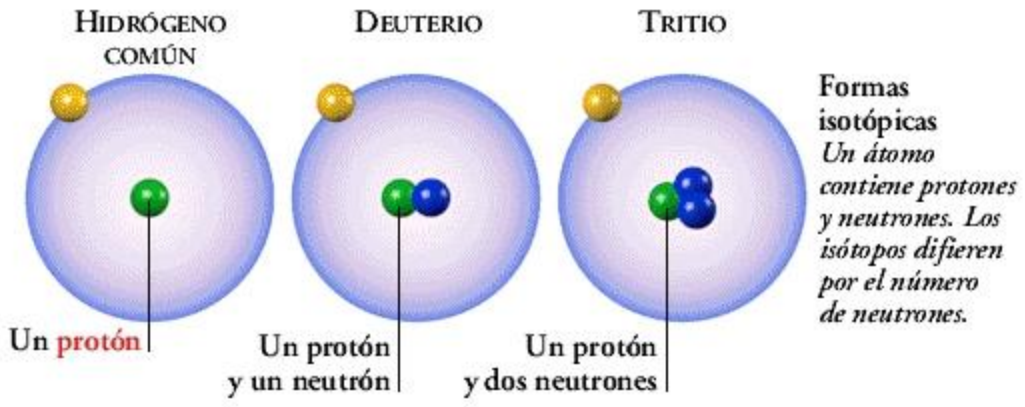
http://tapuchino.blogspot.com/

Las interacciones entre estas partículas, se explican por la acción de las 4 fuerzas fundamentales: **La gravedad**, asociada a los gravitones, actúa en una sola dirección, de largo alcance, pero la más tenue. **La electromagnética**, se asocia a los fotones, es de gran alcance y actúa en dos direcciones, su acción mantiene atraídos los electrones al núcleo. **La interacción fuerte**, supera en dos órdenes a la anterior y está asociada a los gluones, es de corto alcance y mantiene unido el núcleo atómico, compuesto por protones y neutrones, que a su vez son el producto de la unión de los quarks, y finalmente la **Interacción débil**, tercera en intensidad y de corto alcance, se asocia a las partículas Z y W y explica la desintegración radiactiva. Los científicos han logrado demostrar dentro de la Teoría del Campo Unificado, la compatibilidad entre estas fuerzas, exceptuando a la gravedad.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.1.2. CONCEPTOS ACTUALES SOBRE LA MATERIA

Isótopos del Hidrógeno



http://funcionrelacion1.blogspot.com/

Conociendo la manera como se distribuyen y componen los primeros constituyentes de la materia, podemos emprender el camino hacia lo macroscópico, donde encontramos a los elementos atómicos o químicos, como los conocemos en la Tabla Periódica, que son átomos con masa y carga eléctrica determinada. En un átomo normal, encontramos protones y electrones en el mismo número, cuando el equilibrio se rompe por un mayor o menor número de electrones tenemos un átomo ionizado, llamado catión si es positivo o anión si es negativo. En el caso de los isótopos, el desequilibrio se encuentra en los neutrones. El Hidrógeno no tiene neutrones, en los elementos livianos los protones y los neutrones están equilibrados y en los pesados, los neutrones superan a los protones. En estado natural los elementos son 92, desde El Hidrógeno hasta el Uranio, los demás son artificiales e inestables. A temperatura ambiente, sólo dos metales permanecen en estado sólido: El Bromo y El Mercurio. La unión de varios elementos forma compuestos, es decir, la unión de varios átomos forma moléculas, que son las unidades más pequeñas de un compuesto.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.3. MACROESTRUCTURAS

Escalas de las estructuras jerárquicas en el Universo

Sistema	Tamaño (m)	Característica estructural	Masa (Kg)	Tiempo característico (seg)
Gravedad cuantizada	10^{-35}	Estructura esponjosa	10^{-8}	10^{-43}
Quarks, leptones	$<10^{-18}$	Partículas elementales	?	$<10^{-26}$
Partículas nucleares	10^{-15}	Unión de quarks	10^{-27}	10^{-24}
Núcleo	10^{-14}	Unión de partículas	10^{-25}	10^{-23}
Átomo	10^{-10}	Núcleo y electrones	10^{-25}	10^{-16}
Molécula	10^{-7}	Unión de átomos	10^{-20}	10^{3}
Célula viva	10^{-5}	Orden complejo	10^{-10}	10^{3}
Forma vida avanzada	1	Organización	10^{2}	10^{9}
Ciudad	10^{4}	Orden social	10^{11}	10^{9}
Montaña, Asteroide	10^{4} 10^{5}	Irregular	10^{12}	10^{13}
Planeta	10^{7}	Predominio gravitatorio	10^{24}	10^{4}
Estrella	10^{9}	Reacciones nucleares	10^{30}	10^{17}
Sistema planetario	10^{11}	Estrella y planetas	10^{30}	10^{8}
Cúmulo estelar	10^{18}	Ligado gravitatoriamente	10^{35}	10^{15}
Galaxia	10^{21}	Núcleo y brazos espirales	10^{41}	10^{16}
Cúmulo de galaxias	10^{23}	Ligado gravitatoriamente	10^{43}	10^{17}
Universo	10^{26}	Uniformidad	10^{53}	10^{18}

Paul Davies. El Universo Accidental, Salvat, 1985.

Citado por Gonzalo Duque Escobar. Manual de Geología para Ingenieros. Capítulo 2. Materia y Energía

La temperatura es el parámetro fundamental de la materia a gran escala, ya que ella determina su estado sólido, líquido o gaseoso. El tiempo de reproducción o crecimiento, es el parámetro para los fenómenos biológicos o sociales; para las estrellas es el tiempo de vida medio; para sistemas estelares ligados gravitacionalmente es el tiempo de caída libre; para el átomo es el tiempo orbital del electrón y para el universo es la edad.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.4. TRABAJO

Escala de energía involucrada en diferentes fenómenos

Magnitud		Fenómeno
10^{2}	ergios	1 seg de luz de luna en la cara.
10^{8}	ergios	una cerilla encendida.
10^{12}	ergios	camión a gran velocidad, deslizamiento de tierra
10^{18}	ergios	impulso inicial de un cohete Atlas, una avalancha
10^{20}	ergios	la primera bomba atómica. Un rayo.
10^{24}	ergios	bomba de hidrógeno. Terremoto destructor
10^{28}	ergios	calor que pierde la Tierra en un año.
10^{32}	ergios	calor recibido por la Tierra durante un año.
10^{36}	ergios	giro de la Tierra sobre su eje.
10^{40}	ergios	calor del Sol en un año o una rotación de la Tierra sobre su órbita.
10^{48}	ergios	explosión de una estrella supernova.

Adaptado de Boot y Fitch: La Inestable Tierra y de Atlas de lo Extraordinario: Fenómenos Naturales, Ediciones del Prado.

Citado por Gonzalo Duque Escobar. Manual de Geología para Ingenieros. Capítulo 2. Materia y Energía

Es la fuerza que mueve un cuerpo a través de una distancia, liberando su energía potencial. Se expresa en Joule, definido como el trabajo realizado por una fuerza de 1 Newton al desplazar un objeto en dirección a la fuerza, a través de 1 metro.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

Fenómenos naturales de mayor y menor energía

http://region-de-colombia.blogspot.com/

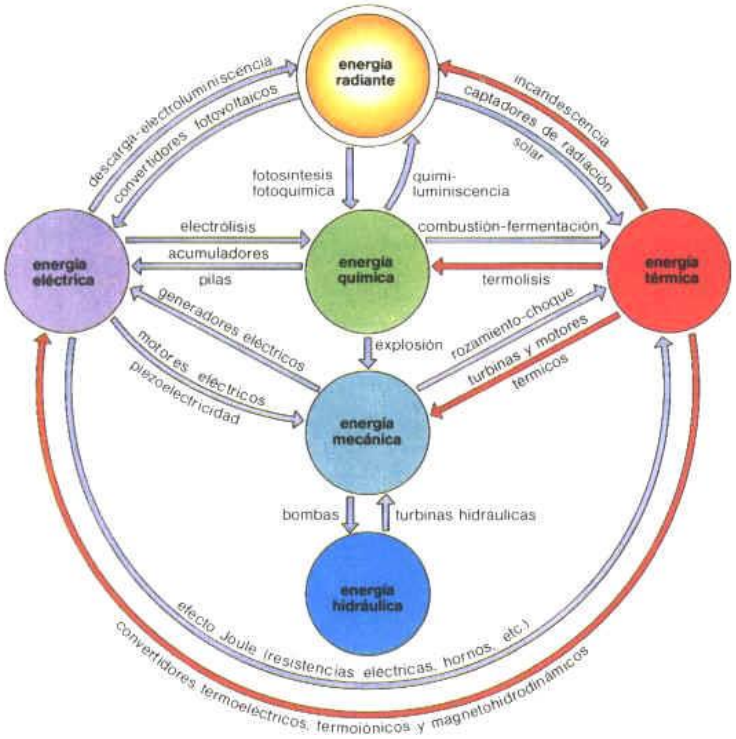
http://misversos-rahulig.blogspot.com/

La caída de meteoritos, las erupciones volcánicas y los terremotos, son los fenómenos de mayor impacto y de poca frecuencia en sucesos; las inundaciones y los deslizamientos, se presentan con mayor frecuencia y su nivel de siniestralidad es menor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

2.5. LA ENERGÍA

Tipos de energía e intercambios



1

conversiones de las diferentes formas de **energía**

http://html.rincondelvago.com/

Es la capacidad de un cuerpo para hacer un trabajo, puede ser Potencial (en reposo) o Cinética (cuando se pone en movimiento). Existen energías como La Calórica, producida por el movimiento o vibración de los átomos y las moléculas; La Energía Química, debida al intercambio de electrones cuando se forman compuestos y la Energía Atómica, oculta en la estabilidad del núcleo atómico. Estas energías pueden intercambiarse de manera directa y en doble sentido.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

Propagación de la Energía Térmica y uso de la energía atómica.

http://luismigueldiez.blogspot.com/

http://giphy.com/

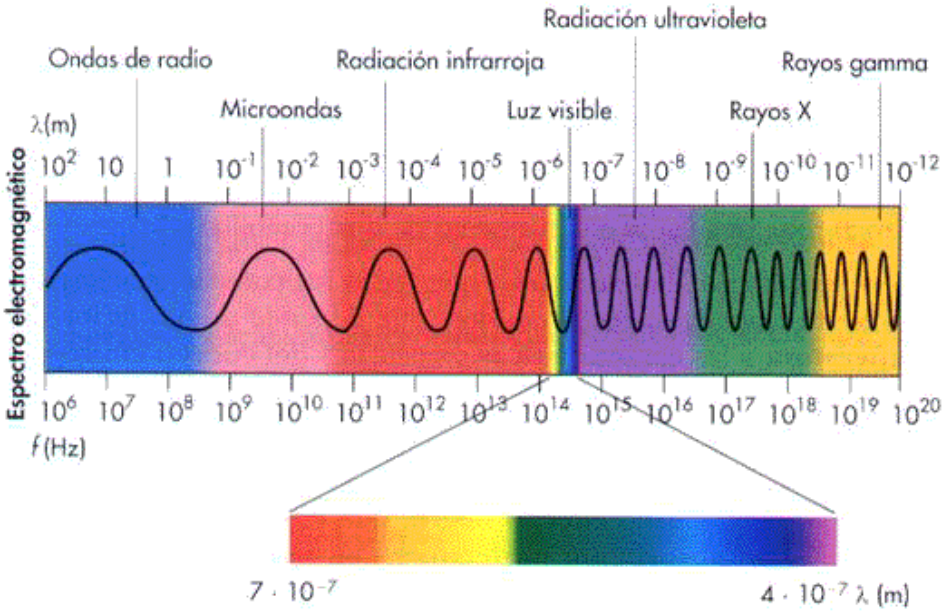
Con relación a la energía térmica esta puede propagarse por transmisión o contacto directo, por radiación a través de un medio como el aire y por convección cuando por diferencia de temperatura, los fluidos ascienden y descienden dinámicamente.

De la Ecuación de Einstein, podemos calcular fácilmente la cantidad de energía producida por 1.000 grs de masa, en la cantidad de $9x\ (10)^{23}$ ergios; principio que se usa de manera controlada en las centrales termonucleares con el Uranio y sus derivados, o también en las armas de destrucción masiva.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.5.1. ESPECTRO DE LA ENERGÍA RADIANTE

Espectro electromagnético



http://conexioncausal.wordpress.com/

La energía radiante se transmite por ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz, siendo nuestro Sol la principal fuente. Cuando se diagrama el espectro, la luz visible se encuentra en el centro, donde la longitud de onda es del rango de 4 a 7,3 micrómetros (millonésima parte de 1m). A la izquierda, se ubican las ondas más largas (mayores de 1 m), llamadas de Radio e Infrarrojas; y a la derecha, las más energéticas como las Ultravioleta, Los Rayos X y los Rayos Gamma; estos últimos en el orden de la diez millonésima de centímetro. A nivel práctico, los Rayos Gamma se asocian son la fusión y fisión nuclear, los Rayos X a la envoltura de los electrones girando alrededor del núcleo; los Rayos Ultravioleta con la capa de ozono e influencia biológica y las Ondas de Radio con los hornos microondas, la televisión, la Radio y el Radar.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

Imágenes satelitales del Aeropuerto del Café

http://www.skyscrapercity.com/

Desde el punto de vista geológico, es necesario conocer el poder de penetración de cada una de estas ondas, ya que cuando se toman fotografías aéreas y se quiere caracterizar un terreno, para la elaboración de mapas o construcción de obras, deben utilizarse las adecuadas y conocer cómo reaccionan ante ellas los elementos químicos que pueden hacer presencia en el terreno. Los satélites aportan imágenes de mucha importancia para el desarrollo de las comunicaciones y las grandes obras para el mejoramiento de la infraestructura de un país. Colombia es privilegiado por contar con la órbita geoestacionaria, donde la sincronía del movimiento del satélite con la rotación terrestre, permite conexiones permanentes y de mayor cobertura global.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

2.6. DETECCIÓN A DISTANCIA POR RADAR

Imágenes satelitales

Parque Arqueologico de Facatativa.
http://rupestreweb.info/

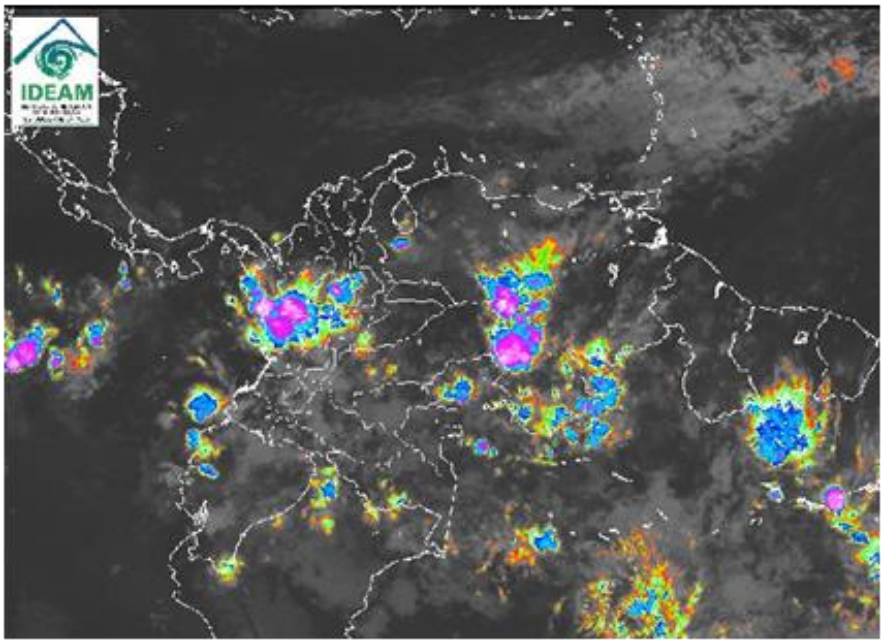
http://www.cioh.org.co/meteorologia

Con la ayuda de radares, la exploración de la Tierra desde el espacio, ha permitido la localización de civilizaciones antiguas, como el caso de las ruinas mayas; así como la detección de huracanes como resultado de la correlación entre la velocidad del viento y las deformaciones o protuberancias de la superficie del océano.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.6.1. OBSERVACIÓN DEL TIEMPO METEOROLÓGICO

Imagen satelital del clima colombiano



www.siac.gov.co/

La predicción del clima es una de las grandes preocupaciones de la humanidad, por los efectos que este ocasiona en la vida social y el impacto en las actividades económicas. Existen para ello diversos recursos que los meteorólogos usan para acertar al máximo en sus cábalas, como los satélites, los pronósticos numéricos, los modelos climáticos y los sondeos atmosféricos por medio de rayos láser, que miden las distancias a través de la reflexión de la luz en las nubes y sus partículas. Periódicamente se hacen pronósticos sobre el cambiante clima, usando los últimos avances tecnológicos en teledetección, como una forma de ayudar a la vida doméstica y a la prevención contra catástrofes naturales inevitables.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

2.6.2. OBSERVACIÓN DE LOS OCÉANOS

Imagen desde NOAA del Mar Caribe

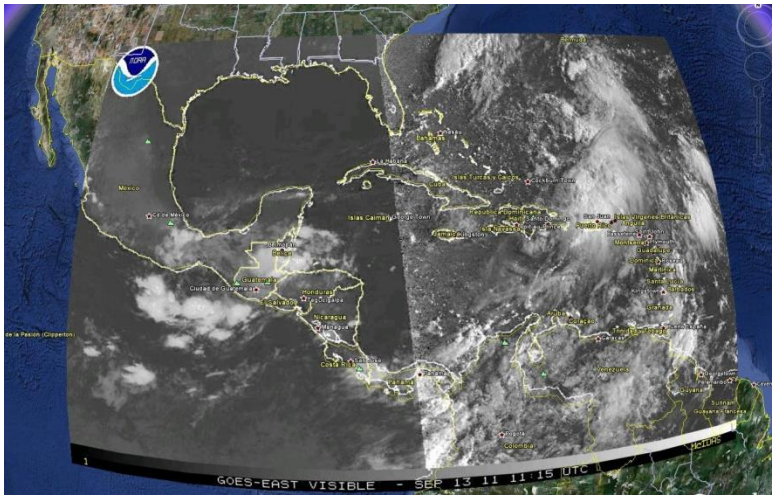


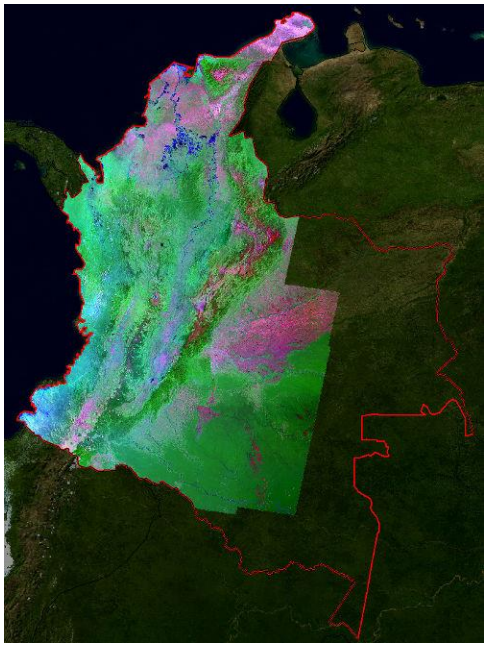
Imagen de Colombia NOAA. http://juanchosierrar.blogspot.com/

El comportamiento de la masa oceánica es observado permanentemente a través de los satélites NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), para evaluar la temperatura y sus variaciones (fenómeno del Niño), la producción de fitoplancton y zooplancton como cadena alimenticia primaria; la dinámica de las corrientes marinas, el comportamiento de los hielos polares y la cartografía de los fondos oceánicos. Uno de los indicadores es el cambio de color en las aguas por la materia suspendida, cambios en el tono regular por los cambios de las olas, tanto superficiales como las internas asociadas a las corrientes marinas y que en las imágenes pueden mostrar fluctuaciones por las tensiones resultantes. Con relación a la topografía marina, los satélites revelan un paisaje irregular con grandes valles, cadenas de montañas, fosas y depresiones. Para estudiar la dinámica de los casquetes polares y las grandes masas de hielo flotantes, los satélites usan los rayos infrarrojos por su capacidad de penetración, en un medio regularmente nublado.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.6.3. LA OBSERVACIÓN DE LA TIERRA

Imagen multiespectro de Colombia desde el Landsat



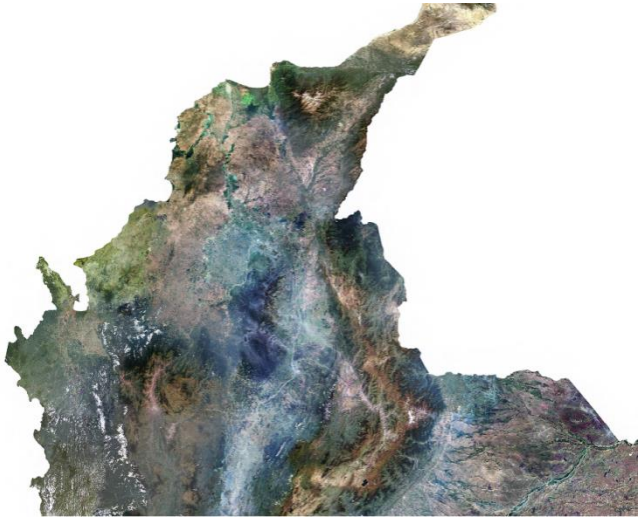
Colombia desde el Landsat. http://www.geoimage.com.au/

La estructura terrestre, así como sus recursos y la ocupación de las ciudades, es observada constantemente desde los satélites. La Hidrología se vale del seguimiento a las masas de nieve, mantos de hielo, cursos de los ríos y áreas inundadas. La Ecología, puede medir los cambios medio ambientales a nivel global y la detección y control de contaminación por hidrocarburos, aguas residuales y gases atmosféricos. Los sensores multiespectro de los satélites LANDSAT Y SPOT, proporcionan los medios para conocer la distribución de la vegetación y su reducción por la deforestación. En cuanto al desarrollo de las ciudades, las imágenes satelitales son una fuente inestimable para analizar las tasas de distribución y crecimiento poblacional, la presión sobre los recursos naturales, las áreas de conservación y los espacios contaminados.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.6.4. CARTOGRAFÍA DE LOS RECURSOS MINERALES

Líneas de alto contraste por satélite

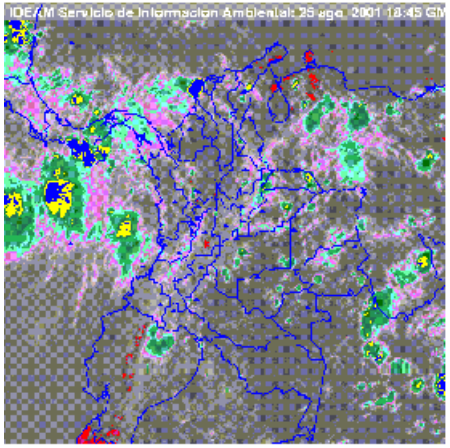


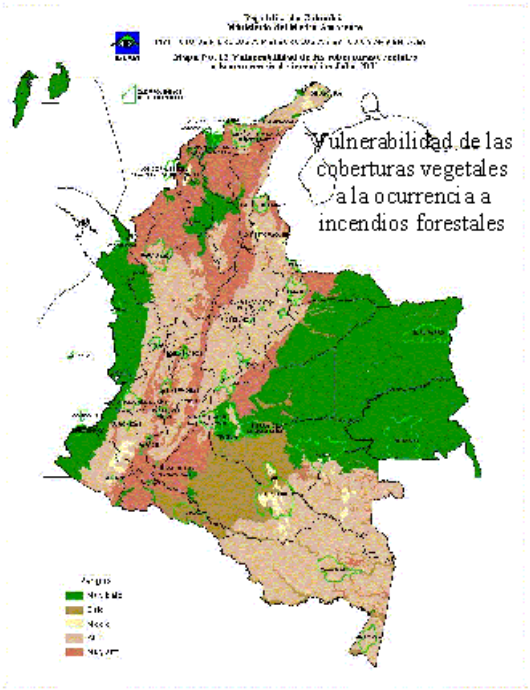
Superficie Colombia desde el Landsat. http://bni.igac.gov.co:81/ /

Para detectar la presencia de minerales, es necesario combinar las imágenes de los satélites en diferentes longitudes de onda y el conocimiento de los nichos geológicos asociados. Las fallas, zonas de fractura y contactos, se asocian con zonas ricas en minerales y se presenta en las fotos con líneas de buen contraste. El petróleo o el gas, puede encontrarse en zonas donde las rocas se han plegado formando domos. El color de las rocas o los cambios en la vegetación de una región, pueden ser un indicador de la presencia de minerales. La evolución geológica del planeta también puede ser estudiada sobre todo con las imágenes del LANDSAT, que con una cobertura de 185 km, permite apreciar en un vasto espacio la reflectancia y la rugosidad de la superficie. El SLR (Satellite Laser Ranging) y el GPS (Sistema de Posicionamiento Global), han permitido refinar el cálculo de las distancias, que con errores de 50 mm en 500 km, hacen seguimiento al movimiento de las placas oceánicas y por lo tanto a la Deriva Continental.

2.6.5. EVALUACIÓN DE RECURSOS AGRÍCOLAS

Coberturas vegetales Colombia





.http://www.fao.org/

Gracias a sensores remotos, es posible hacer un análisis de cuáles son los recursos de subsistencia inmediata con los que cuenta un grupo poblacional o un país en general. Con las imágenes de seguimiento obtenidas, puede medirse el desmonte o la aparición de zonas deforestadas; la disponibilidad de capa fértil en el suelo; la evaluación de capas secas y la optimización del riego disponible y el últimas la predicción de hambrunas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

2.6.6. DESASTRES

Cambios del casquete del Volcán del Ruiz

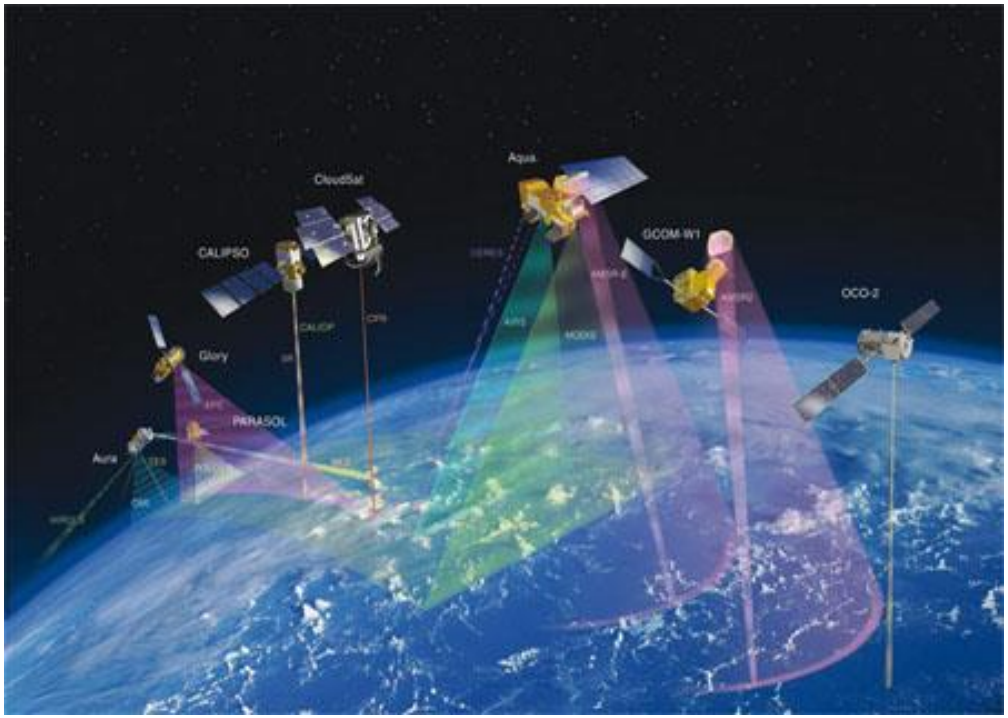
http://www.eldiario.com.co/

Cuando los siniestros son de gran envergadura como las guerras, los terremotos, las erupciones volcánicas, las tormentas o las inundaciones; contar con satélites de alto poder de resolución, puede ayudar a evaluar la situación de manera objetiva, o en el caso bélico, espiar al enemigo para controlar sus acciones.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

2.6.7. DETECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Barrido y detección por satélite



https://www.bgeneral.com

Los satélites emiten pulsos electromagnéticos generalmente de amplio espectro, que pueden ser afectados en su recorrido de vuelta a los receptores, por partículas suspendidas en la atmósfera, sin embargo, el hecho de poder contar con diferentes longitudes de onda que al ser captadas por filtros especiales, hacen que el conjunto de los datos sea fiable y útil para detectar cambios en el ambiente, el terreno o los recursos naturales.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES

BIBLIOGRAFÍA

- DUQUE ESCOBAR, GONZALO. Manual de Geología para Ingenieros. Capítulo 2. Materia y Energía. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Versión revisada 2013. Consultado en mayo de 2014. Disponible en línea en http://www.bdigital.unal.edu.co/1572/
- PORTILLA, JOSE GREGORIO. Satélites artificiales. Visitada en abril de 2014. Disponible en línea en: http://slideplayer.es/slide/1108433/
- Recursos tic. Concepto moderno del átomo. Consultado en Mayo de 2014. Disponible en línea en http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica/impresos/quincena6.pdf