



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

---

# FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS.

COLEGIO DE GEOGRAFÍA.

“IMÁGENES DE SATÉLITE: IMPORTANCIA Y  
APLICACIONES”

# T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN GEOGRAFÍA.

P R E S E N T A

KARINA GUADALUPE RODRÍGUEZ ÁLVAREZ.

ASESOR: LIC. JAIME MORALES.

MÉXICO, D.F.

CIUDAD UNIVERSITARIA 2012.





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

FORMA 3  
APROBACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO POR EL SÍNODO

**EGRESADA: RODRÍGUEZ ÁLVAREZ KARINA GUADALUPE**  
**Nº de cuenta: 303303402**  
**Generación: 2006-2010**  
**P R E S E N T E**

Por este conducto tenemos a bien comunicar a Usted que, después de revisar el trabajo escrito de **TESIS** titulado "**IMÁGENES DE SATÉLITE; IMPORTANCIA Y APLICACIONES**" para optar por el grado de **LICENCIADA** en GEOGRAFÍA, cada uno de los miembros del jurado emitió su dictamen aprobatorio considerando que dicho trabajo reúne los requisitos académicos necesarios para presentar el examen oral correspondiente.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
Cd. Universitaria, D.F. a 28 de agosto de 2012.

NOMBRE DE SINODALES	ANTIGÜEDAD EN LA UNAM	FIRMA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO ESCRITO
Presidente: <b>LIC. ANA ELSA DOMÍNGUEZ CEBALLOS</b>	<b>03-XI-87</b>	
Vocal: <b>A.T.</b> <b>LIC. JAIME MORALES</b>	<b>13-V-91</b>	
Secretario: <b>MTRA. IRMA EDITH UGALDE GARCÍA</b>	<b>18-VIII-97</b>	
Suplente: <b>MTRO. GILBERTO NÚÑEZ RODRÍGUEZ</b>	<b>05-III-98</b>	
Suplente: <b>LIC. MARIO CASASOLA MONTAÑEZ</b>	<b>01-VI-99</b>	

Vo. Bo.

COORDINADORA DE LA CARRERA

DRA. PATRICIA GÓMEZ REY

c.c.p. El(La) Egresado(a)  
c.c.p. Coordinación de la Carrera  
c.c.p. Secretaría Académica de Servicios Escolares

## **AGRADECIMIENTOS...!!**

Agradezco sinceramente a todas las personas que directa o indirectamente han colaborado en la elaboración de este trabajo.

Gracias a toda mi familia que me ha mostrado su apoyo desde el principio de este proyecto. A mi madre, la señora Juanita Álvarez y mi abuela, la señora Lupita Gutiérrez por todos los esfuerzos que hicieron para que siguiera adelante; gracias también a mis hermanos: Crithian y Brian, los quiero mucho.

Gracias a la familia Reyes que me acogieron y me han dado su cariño y apoyo.

A los amigos y compañeros que encontré a lo largo de la carrera y que también brindaron su apoyo, su compañía y su amistad. Gracias por haber hecho de esto un buen camino.

Al Lic. Jaime Morales por todo su apoyo, sus consejos y sobre todo, por el tiempo que invirtió en la revisión de este trabajo que también es suyo!

Gracias a los profesores sinodales que dedicaron su tiempo y atención a la última etapa de ésta investigación porque, sin su trabajo y su tiempo, no hubiera sido posible la culminación de esta tesis

Gracias a la UNAM y sus profesores por haberme dado la oportunidad de estar en sus aulas desde el bachillerato y adquirir los conocimientos que me han de acompañar a lo largo de mi vida.

Pero sobre todo gracias a Crhystian Reyes, mi esposo que ha estado conmigo siempre, dándome todo su apoyo y brindándome su ayuda y sus consejos, aun antes de empezar este proyecto.

Y todo esto es posible gracias a la motivación que me da ser madre de Valentina y Renata, esto es por ustedes hijas: las amo...!!

¡Gracias a Dios y a la vida que me dan la oportunidad de estar aquí y ahora.!

# ÍNDICE

## “IMÁGENES DE SATÉLITE: IMPORTANCIA Y APLICACIONES”

INTRODUCCIÓN.....	8
-------------------	---

### CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES DE LAS IMAGENES DE SATÉLITE.

1.1 TÉRMINOS BÁSICOS RELACIONADOS.....	13
1.1.1 Imagen de satélite.....	13
1.1.2 Fotografía aérea.....	16
1.1.3 Imagen de radar.....	18
1.1.4 Ortofoto.....	21
1.1.5 Mapa.....	22
1.2 METODOLOGÍA.....	29

### CAPÍTULO 2. IMÁGENES DE SATELITE.

2.1 ¿QUÉ ES UNA IMAGEN DE SATÉLITE?.....	34
2.2 IMPORTANCIA: BENEFICIOS Y DESVENTAJAS.....	35
2.3 CAMPOS DE USO.....	37
2.4 APLICACIONES.....	41
2.4.1 Agricultura. ....	41

2.4.2 Gobierno Civil.....	47
2.4.3 Entretenimiento.....	49
2.4.4 Medio ambiente.....	50
2.4.5 Exploración Petrolera.....	54
2.4.6 Silvicultura.....	56
2.4.7 Seguros.....	59
2.4.8 Transporte.....	62
2.4.9 Servicios.....	63
2.4.10 Catastro rural.....	67
2.4.11 Contaminación.....	67

### **CAPÍTULO 3. MÉXICO Y SUS SATÉLITES.**

3.1 LOS SISTEMAS.....	72
3.1.1 Sistema Morelos.....	73
3.1.2 Sistema Solidaridad.....	75
3.1.3 Sistema SATMEX.....	77
3.1.4 Sistema UNAMSAT.....	78
3.1.5 Sistema QUETZ SAT.....	82
3.1.6 Sistema MEXSAT.....	83
3.1.7 Sistema SATEX.....	84
3.2 CONEE: LA PRIMERA NASA MEXICANA.....	86
3.3 LA AGENCIA ESPACIAL MEXICANA.....	90

---

<b>I. CONCLUSIONES.....</b>	<b>104</b>
<b>II. FUENTES DE CONSULTA.....</b>	<b>107</b>
<b>III. GLOSARIO. TÉRMINOS RELATIVOS A IMÁGENES DE SATÉLITE.....</b>	<b>112</b>
<b>IV. ANEXO 1. DIVERSOS TIPOS DE IMÁGENES TOMADAS CON DISTINTOS SATÉLITES.....</b>	<b>130</b>
<b>V. ANEXO 2. LAS 10 IMÁGENES MÁS IMPRESIONANTES TOMADAS DESDE EL ESPACIO.....</b>	<b>138</b>
<b>V. ÍNDICE GENERAL DE FIGURAS.....</b>	<b>145</b>

## INTRODUCCIÓN

El trabajo que a continuación se presenta aborda la problemática de como en la Geografía en nuestro país es un área del conocimiento humano muy rezagada en cuanto a importancia y aplicación. Desde cualquier punto de vista estamos rodeados de ella. Esta situación no es una casualidad; y va desde el simple desconocimiento, ya sea parcial o total de la importancia que tiene o puede llegar a tener esta materia en la formación básica para la cultura de la sociedad. Puede ser consecuencia aun de la falta de difusión de la disciplina y de la implementación de técnicas y herramientas novedosas para captar la atención de cualquier público.

El problema radica en que no se implementan dentro de nuestra disciplina materias de carácter obligatorio referentes a sistemas de información geográficos, a diversos tipos de software o procesos de digitalización de imágenes. Esto trae como consecuencia que a la hora de salir a competir al campo laboral, los geógrafos perdemos muchas oportunidades por la falta de conocimiento en esta área. Ocupando ingenieros, técnicos o informáticos plazas que nosotros como geógrafos bien pudiéramos desarrollar, puesto que además del conocimiento técnico, tenemos la capacidad de entender y explicar lo que se está procesando.

Es de suma importancia que nosotros, como geógrafos analicemos y entendamos desde el fondo lo que implica esto en nuestro campo y empecemos a actuar para hacer del conocimiento de la gente, que la Geografía no solo son mapas y carreteras; sino que, la Geografía va mas allá, e implícita ahora la tecnología, que se utilizan equipos y técnicas avanzados y sofisticados fundamentales para el desarrollo de diversas áreas laborales importantísimas para el desarrollo mismo del país.

Esta investigación se realiza con el objetivo de dar a conocer a la comunidad geográfica y al público en general la importancia y utilidad que tiene para nuestro campo el uso y la aplicación de las imágenes de satélite, para la realización de muy diversas actividades representativas de la Geografía en México.

Esto porque una imagen de satélite es una herramienta ligada directamente al desarrollo de un geógrafo; durante años la Geografía se estudiaba básicamente a papel y lápiz pero,

con el desarrollo tecnológico, a nivel mundial, era lógico que las nuevas técnicas llegaran también a ella.

Las imágenes adquiridas por los satélites constituyen una fuente de información sin igual para el conocimiento, el control, la previsión y la gestión de los recursos y actividades humanas de nuestro planeta. Representan un medio eficaz y económico para extraer valiosa información geográfica, auténtica herramienta de ayuda a la toma de decisiones. Ante esta situación no nos queda más que aprovecharlas al máximo.

Al saber obtener, procesar y utilizar las imágenes de satélite pueden obtenerse diversos beneficios para variadas áreas de la sociedad; pudiendo ser estos de tipo económico, técnico, científico y hasta para la misma docencia.

La hipótesis en la que se basa este trabajo; es que la causa principal que motiva al hombre y a los grupos sociales a crear nuevas técnicas y complejos aparatos para conocer y explorar su entorno y aún más allá, es principalmente la búsqueda de su bienestar. De lo que resulta que constantemente esté creando nuevas tecnologías. Entonces, esto puede ser el motor que ha impulsado a la evolución, desde las más primitivas máquinas y herramientas; hasta las más complejas y modernas de la actualidad y es muy probable que esa búsqueda siga siendo la motivación futura.

Como un avance en esta búsqueda se desarrolla la alta tecnología de la información geográfica llegada de la mano de los satélites; desarrollando así las imágenes de satélite. Desde su aparición han tenido un fin concreto que radica en el fácil estudio de diversas partes de la Tierra vistas a grandes distancias; lo que acerca los lugares de forma rápida, eficaz y en poco tiempo.

Las imágenes que son captadas por los satélites artificiales ofrecen una vista única de la Tierra, de su serie recursos naturales e incluso puede observarse la huella del impacto que ejercemos sobre ella los seres humanos. El valor que lleva implícito una imagen de satélite y la información extraída de ellas es evidente por ofrecer una visión global de objetos a la vez que detalles de la superficie terrestre y que por supuesto, facilitan la comprensión de las relaciones entre ellos. Y un extra es que al ser digitales proporciona la información muchas veces sin tener que moverse de la oficina.

El valor práctico y la multiplicidad de aplicaciones de las imágenes continuarán aumentando a medida que se ponen en órbita nuevos satélites, que se suman a los que ya están en el espacio. Al haber más satélites se dispone de más imágenes y en una cantidad creciente que van mejorando desde tamaños de escena, resoluciones y detalles espaciales. A la vez que estos nuevos sensores espaciales hacen que las imágenes sean más útiles que nunca, representan a los usuarios finales mayores dificultades a la hora de escoger las más adecuadas.

El objetivo principal de esta investigación es poder lograr determinar y difundir tanto la importancia que tienen las fotografías de satélite para el quehacer geográfico; así como, las aplicaciones que estas pueden llegar a tener dentro del mismo; estableciendo los beneficios y las desventajas de estas.

Este tema pretende introducir al lector en un panorama breve de relaciones y diferencias entre conceptos básicos relacionados con la Geografía y sus aplicaciones fundamentales. Darle a conocer lo que es una imagen de satélite; sus características y presentar los distintos tipos de aplicación que pueden tener dentro de la Geografía. También, se tiene como objetivo ofrecer una breve pero concisa introducción a los conceptos relacionados con las imágenes de satélite, esto descrito dentro de un glosario creado para este fin.

Este trabajo se divide en tres capítulos y dos anexos como complemento de los mismos.

Dentro del primer capítulo se describen algunos de los términos considerados como básicos para entender más a fondo la correlación de cada uno de ellos con el concepto principal de este trabajo: “las imágenes de satélite”. Así mismo, se incluye también la descripción del proceso metodológico seguido, incluyendo el desarrollo de la investigación paso a paso y los materiales empleados para su desarrollo.

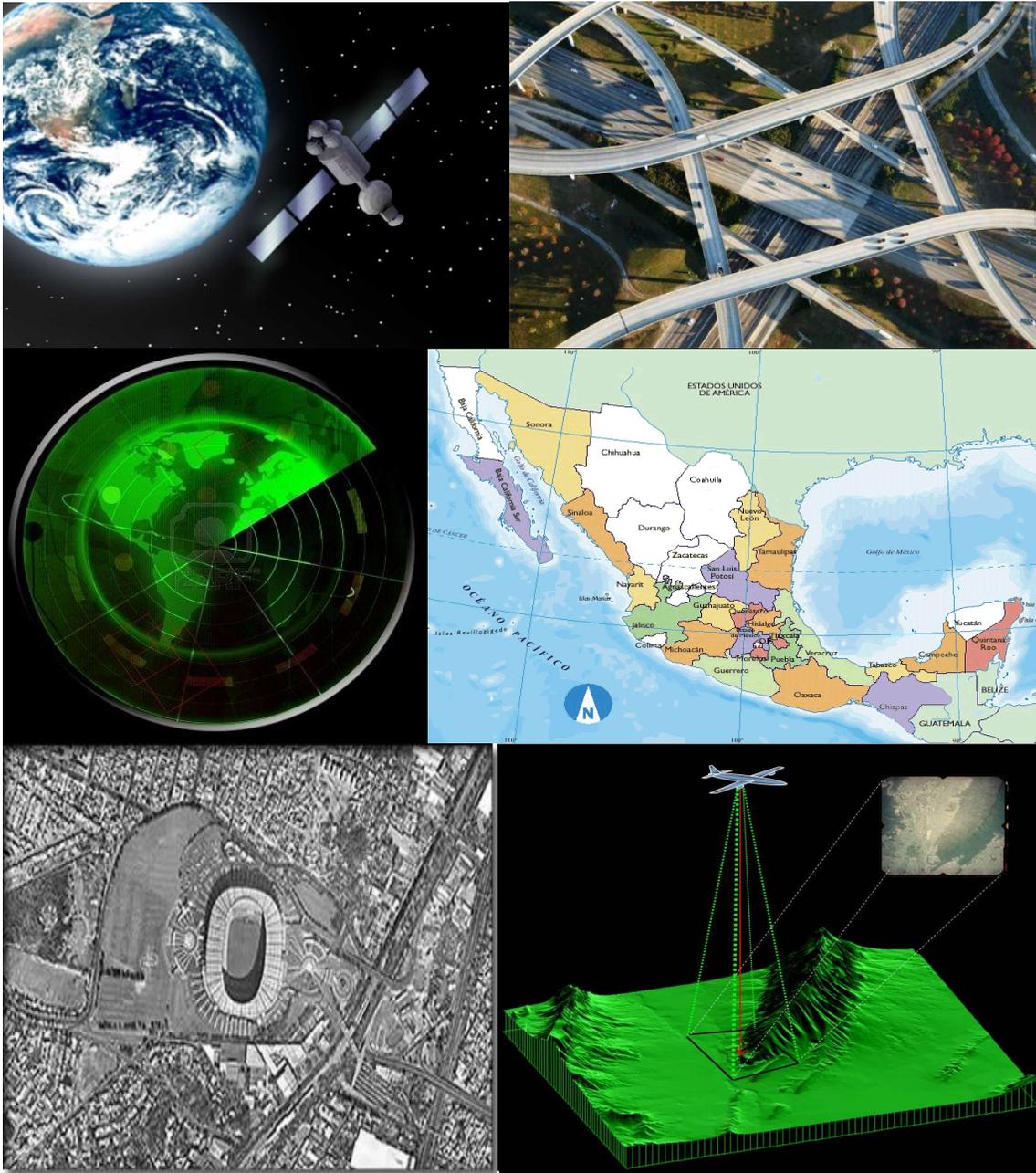
El segundo capítulo, titulado “Imágenes de Satélite” abarca principalmente, la definición de dichas imágenes, qué pueden ofrecer estas a la Geografía planteando su importancia: esto incluye sus beneficios; así como, sus desventajas. Presenta los campos de uso en que pueden ser empleadas. Y describe cada una de las más importantes aplicaciones que se les dan o se les pueden dar dentro de cada área.

El tercer y último capítulo “México y sus satélites” presenta una descripción concisa de los principales sistemas de satélites con los que cuenta o ha contado México a través de los años. Así mismo, se da un poco de la historia de la incursión de nuestro país en la era de los satélites y se escribe el principal organismo que ahora es el encargado de estos temas.

Como complemento y para que el usuario pueda comprender mejor el contenido de esa tesis, se incluye un glosario básico con los términos relativos a Imágenes de Satélite más relevantes según el criterio del autor. Y en un anexo se incluye una recopilación de los diferentes tipos de Imágenes de Satélite, para que el lector pueda principalmente, conocerlas y hacer comparaciones entre ellas.

# CAPÍTULO UNO.

## ANTECEDENTES DE LAS IMAGENES DE SATÉLITE.



Mosaico con diversos tipos de imágenes

Elaboró: Karina Guadalupe Rodríguez Álvarez

## 1.1 TÉRMINOS BÁSICOS RELACIONADOS CON LAS IMAGENES DE SATÉLITE

Todo investigador debe hacer uso de conceptos para poder organizar sus datos y percibir las relaciones que hay entre ellos; es por ello, que en este capítulo se dará una definición clara de cada uno de los términos básicos relacionados al tema de esta investigación para la fácil lectura de la misma; y con esto poder ofrecer al lector una mejor comprensión sobre el tema que a continuación se expone.

### 1.1.1 IMAGEN DE SATÉLITE

Una imagen satelital se puede definir como: “Una fotografía capturada por un sensor montado en un satélite artificial, que brinda información visual; mostrando la geografía de un territorio específico: ya sea este, una ciudad; país; cuerpo celeste; o bien algún espectro determinado de ondas electromagnéticas”.

FIGURA 1.1: Imagen de satélite



Foto 1: La mejor imagen satelital de la Tierra

Fuente: [http://blog.nuestroclima.com/wp-content/uploads/2007/08/imagen\\_satelital\\_hires.jpg](http://blog.nuestroclima.com/wp-content/uploads/2007/08/imagen_satelital_hires.jpg)

Al utilizar una imagen satelital se obtienen principalmente los siguientes beneficios:

- Ayudar a observar desde la vista superior la magnitud de los desastres naturales en alguna parte del planeta.
- Observar la Tierra desde su exterior.
- Observar los planetas desde algún punto escogido por el dueño del satélite.
- Ayuda a investigaciones espaciales como prueba de hallazgos de nuevas sustancias en otros planetas.
- Se puede observar desde una vista vertical los lugares del mundo permitiendo acercar o alejar el zoom de la cámara capturadora de las imágenes satelitales.
- Ayuda a la fabricación de mapas geográficos del mundo.
- Ayuda cartográficamente para la ubicación en algún punto de la Tierra.
- Ayuda a dar observación de algunos fenómenos naturales y para poder alertar a la gente.

Como antecedentes directos de este tipo de imágenes tenemos que: las imágenes de satélite son prácticamente muy recientes, estas surgieron aproximadamente durante la segunda mitad del siglo XX. Sus primeros años, se relacionan con objetivos de milicia de alta seguridad; por parte de los gobiernos de Estados Unidos y de Rusia principalmente, y cuyos resultados tuvieron poco provecho y difusión para la comunidad en general. Esto en lo que se conoció popularmente como la carrera espacial.

La primera imagen satelital que se obtuvo de la Tierra fue tomada el 14 de agosto de 1959 por el satélite estadounidense Explorer 6 y posteriormente esta fotografía se volvió muy popular en los medios de comunicación y entre la gente. La primera fotografía satelital de la Luna fue tomada por el satélite soviético Luna 3 el 6 de octubre de 1959, en una misión enviada para fotografiar el lado oculto de la Luna. En 1972 comienzan a lanzarse más satélites pero ya con otros fines; siendo estos principalmente científicos; esto claro, costado y supervisado por los mismos gobiernos.

También en 1972 los Estados Unidos comenzaron con el programa "Landsat", el mayor programa para la captura de imágenes de la Tierra desde el espacio. El Landsat 7, el último satélite del programa, fue enviado al espacio en 1999. En 1977, se obtiene la primera imagen satelital en tiempo real, mediante el satélite KH-11. Posteriormente, ya en

1993, se disminuyen las restricciones para la teledetección comercial, y desde ese año, varias empresas de carácter privado; estadounidenses principalmente, comienzan a construir sus propios sistemas satelitales, en una carrera por liderar el mercado de la alta resolución en información espacial; un mercado que mueve millones de dólares cada año y cuya tasa de crecimiento es más del 20% anual.

La tecnología de "Radar" también se sumó al desarrollo de la alta resolución. Sus Imágenes poseen ventajas competitivas respecto a las imágenes de satélites ópticos para algunas aplicaciones. No poseen el inconveniente de la nubosidad y, por lo tanto son ideales para el monitoreo ambiental. También son muy utilizadas para detección de toda clase de manchas en el océano y la elaboración de modelos de elevación digital. En 1995, la compañía RADARSAT Internacional lanza RADARSAT- 1 el primer satélite de Radar de alta resolución.

En 1999 se pone en órbita "IKONOS", el primer satélite de resolución pancromática de 1 metro. Las imágenes llegaron a una escala de 1:3600 revolucionando todo lo conocido. Hoy la agencia espacial lidera el mercado de alta resolución satelital teniendo en órbita el satélite QuickBird lanzado en octubre de 2001.

Esto viene a superar todos los límites imaginados hace 50 años. Efectivamente, la incorporación de imágenes satelitales para muchas aplicaciones geoespaciales se veía dificultada por impedimentos como: la baja resolución espacial para usos en catastro y forestación, o por los largos períodos de tiempo para la obtención de imágenes en monitoreo ambiental y de obras, o la dificultad en el manejo de formatos.

Pero ahora los períodos entre cada toma son más cortos, además se han reducido los problemas de resolución y evolucionado los formatos de las imágenes. Hoy se ofrecen las imágenes en formatos universales, o dicho de otra manera como datos en bruto, y los distribuidores ya pueden ofrecer la posibilidad de conversión al formato deseado. Empresas de software especializado han acompañado el desarrollo satelital y ofrecen numerosos y muy variados equipos para el procesamiento y manejo de las imágenes y con esto se tiene la posibilidad de un aprovechamiento mejor de la información que contienen. Como un beneficio adicional a que haya mas y diversas compañías

interesadas en tal ámbito; los costos de las imágenes de satélite han disminuido considerablemente, lo que permite a cada usuario adaptar sus recursos.

Hoy en día, casi todas las dificultades que presentaban las imágenes de satélite, han sido superadas por las nuevas tecnologías en teledetección comercial. Como ya hemos señalado, la resolución ha aumentado hasta valores inferiores al metro, ampliando la gama de posibilidades para la observación de objetos que antes sólo eran visibles en fotografías o trabajos de campo. Ahora satélites privados de Estados Unidos, Francia, India entre otros países, revelan día tras día la superficie terrestre ofreciendo múltiples productos para sus usuarios, que se multiplican a medida que estas imágenes ofrecen nuevas aplicaciones para los más diversos sectores.

### 1.1.2 FOTOGRAFÍA AÉREA

La fotografía aérea, es aquella que utiliza tomas desde una cámara aerotransportada. Este hecho implica que su eje óptico casi siempre es vertical, y que su posición en el espacio no está determinada. Generalmente, las cámaras usadas son de formato 23 x 23 cm, porque son las más apropiadas para los trabajos cartográficos a los cuales está destinada. Actualmente cobra importancia la fotografía aérea de pequeño formato, debido a sus ventajas de accesibilidad económica.

FIGURA1.2: Fotografía aérea



Foto 2: Fotografía aérea de Tepelmeme, Oaxaca en formato de 23 x 23 cm  
Fuente: SCT

Se pueden hacer desde aviones comerciales, aunque una avioneta es mucho más apropiada porque permite controlar mejor por dónde y a que altura se está volando. Por otra parte, la fotografía aérea supone y requiere de un análisis consciente y exhaustivo de la superficie terrestre, el cual justamente se hará a través de las cámaras fotográficas que se ubicarán a bordo de las naves específicas.

Son varios los ámbitos que emplean las fotografías aéreas para extraer información y conocer el terreno en el cual operan, la arqueología, la geología y también la agricultura suelen usar este tipo de fotografías para recoger información sobre la naturaleza de los terrenos sobre los cuales deberá trabajar, por ejemplo, la naturaleza que presentan los cultivos. En la arqueología, resulta ser una fuente de conocimiento indispensable ya que permite la prospección del suelo, es decir, se le emplea como un método para descubrir estructuras en el subsuelo sin necesidad de tener que excavarlo.

Además, acompañadas por un estereoscopio facilitan el descubrimiento de fallas geológicas, conos de deyección, zonas altamente erosionables, zonas bajas saturadas, el tipo de drenaje natural que presenta el terreno y entonces, con esa información poder saber el tipo de suelo ante el cual estamos, el tipo de vegetación, entre tantísimas otras cuestiones. Otro contexto es el militar, pues resulta ideal a la hora de estudiar al enemigo o de tener que extraer información sobre objetivos estratégicos.

La fotografía aérea, está muy relacionada con el diseño y el dibujo. Enfocando casi desde la vertical, se puede transmitir información además de componer una imagen de gran interés gráfico. Si se realiza una fotografía aérea desde una avioneta o helicóptero, hay que disparar a 1/500 de segundo o más. Las fotografías aéreas son en realidad fotografías de paisajes, que se pueden tratar como si estuviéramos disparando la cámara desde un acantilado.

Cuando se toman fotografías desde la avioneta, hay que buscar bien los detalles en el paisaje que se tiene delante y crear su centro de interés. Si el cielo es atractivo o espectacular, formará parte de la composición. Por lo que se debe tener especial atención a los diseños que crean color y formas.

### 1.1.3 IMAGEN DE RADAR

Las imágenes de radar son cuadros capturados por sistemas satelitales activos, es decir el satélite emite un haz de energía y captura la porción de ésta que es reflejada. Por sus características éstas imágenes son insensibles a las variaciones atmosféricas, no se ven afectadas por la falta de iluminación solar y capturan información de la superficie incluso con presencia de nubes. La resolución espacial de las imágenes de radar es variable y su rango de captura se mide en bandas de frecuencias.

FIGURA 1.3: Imagen de radar

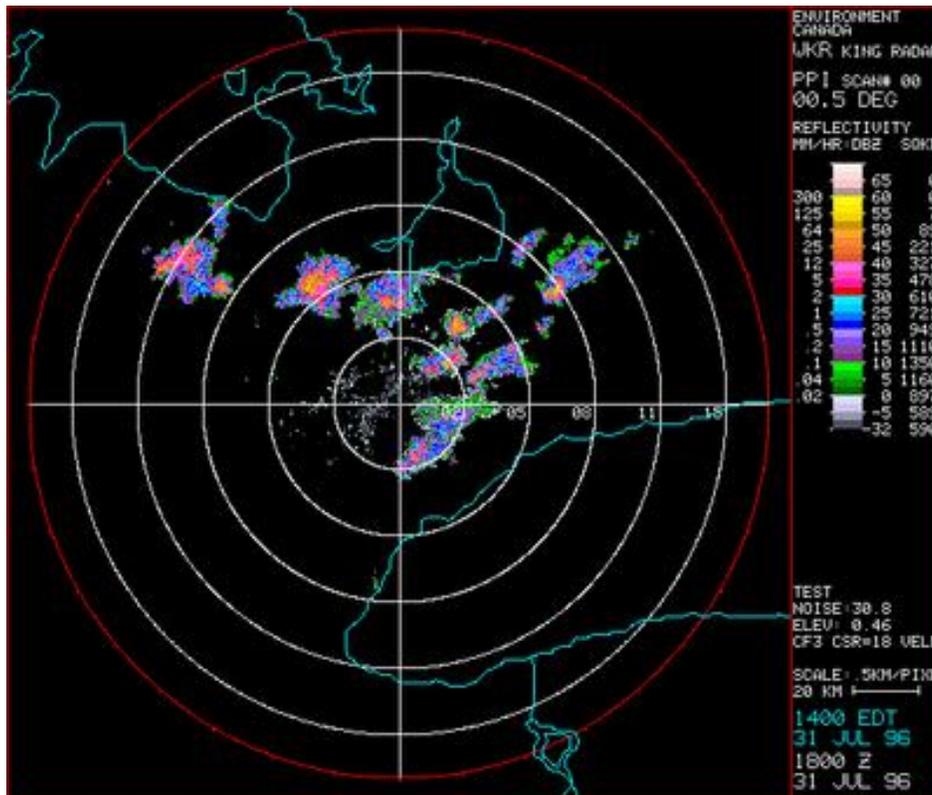


Foto 3: Imagen de radar de reflectividad

Fuente: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/09/Radar-artefacts\\_filtered.PNG/400px-Radarartefacts\\_filtered.PNG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/09/Radar-artefacts_filtered.PNG/400px-Radarartefacts_filtered.PNG)

El término Radar ha sido utilizado de forma genérica para clasificar los sistemas que operan en la región de frecuencias del microondas. Estos sistemas fueron utilizados inicialmente con fines militares durante la Segunda Guerra Mundial y posteriormente con fines civiles a partir de la década del 70.

La creciente utilización de imágenes de radar, es inclusive óptima durante precipitaciones o condiciones de nubosidad, pudiendo generar imágenes bajo las condiciones más adversas. La extensión de la penetración depende de la humedad, de la densidad de la vegetación, bien como de la longitud de onda. De esta manera, longitudes de onda menores interactúan con los estratos superficiales de la vegetación y las longitudes de onda más largas con los estratos inferiores de la vegetación, pudiendo en algunos casos hasta interactuar con el suelo o inclusive con el subsuelo.

Los sistemas de radar pueden ser agrupados en imageadores (o generadores de imágenes) y los no imageadores (Ulaby et al., 1981a). Los imageadores comprenden los sistemas de antena rotatoria, los radares de vista lateral de abertura real (SLAR) y los radares de vista lateral de abertura sintética (SAR). Entre los no imageadores se destacan los escaterómetros, los espectrómetros y los altímetros.

### Principales Aplicaciones de Sistemas de Radar:

#### Geología

- Análisis de estructuras geológicas (fracturas, fallas, pliegues y foliaciones); litotipos, geomorfología (relieve y suelos) e hidrografía para investigación de recursos minerales.
- Evaluación del potencial de los recursos hídricos superficiales y subterráneos.
- Identificación de áreas para prospección mineral.

#### Agricultura

- Planeación y monitoreo agrícola.
- Identificación, mapeo y fiscalización de cultivos agrícolas.
- Determinación relativa de la humedad de los suelos; eficiencia de sistemas de irrigación.
- Cartografía.
- Levantamiento planimétrico.
- Levantamiento altimétrico.
- 

#### Bosques

- Gerencia y planeamiento de bosques.
- Determinación de grandes clases de bosques.

- Identificación de la acción de determinadas plagas.
- Elaboración de cartografía referente a deforestación.
- Identificación de áreas de corte selectivo.
- Estimación de biomasa.

#### Hielo y nieve

- Mapeo/clasificación de hielo.
- Monitoreo del deshielo-inundaciones.

#### Hidrología

- Gerencia y planeamiento de los recursos hídricos.
- Detección de la humedad del suelo.
- Interpretación de parámetros hidrológicos: transmisividad, dirección de flujo, permeabilidad, entre otros.

#### Medio Ambiente

- Planeación y monitoreo ambiental.
- Identificación, evaluación y monitoreo de recursos hídricos y de los procesos físicos del medio ambiente (intemperismo, erosión, deslizamientos, entre otros).
- Identificación y análisis de la degradación causadas por mineralizaciones, deposición de residuos, acción antrópica, entre otros.
- Identificación, análisis y monitoreo de riesgos ambientales.

#### Oceanografía

- Monitoreo del estado del mar, corrientes oceánicas, frentes.
- Mapeo de la topografía submarina.
- Polución marina causada por derrames de petróleo.
- Detección de barcos - pesca ilegal.
- Apoyo para el establecimiento de rutas marítimas.
- Uso del suelo.
- Planeamiento del uso de la tierra.
- Clasificación de suelos.
- Clasificación del uso de la tierra.
- Inventario, monitoreo (detección de cambios), planeamiento.

- Patrones de irrigación/déficit hídrico.
- Salinización de suelos.

#### 1.1.4 ORTOFOTO

Es una fotografía o un conjunto de fotografías cuyas imágenes de los objetos se encuentran en su verdadera posición planimétrica. Esto se logra mediante un proceso denominado rectificación diferencial, en el cual se eliminan los efectos de la inclinación y del desplazamiento por relieve, propios a las fotografías. Por ello, las ortofotos son equivalentes a los mapas de líneas en lo referente a su precisión geométrica.

FIGURA 1.4: Ortofoto



Foto 4: Ortofoto de la ciudad de Rio negro Antioquia.

Fuente: [http://www.cartesia.org/data/articulos/fotogrametria/ortofoto\\_precision\\_usos/images/ORTOFOTOS\\_PRECISION\\_USOS\\_2\\_img\\_4.jpg](http://www.cartesia.org/data/articulos/fotogrametria/ortofoto_precision_usos/images/ORTOFOTOS_PRECISION_USOS_2_img_4.jpg)

Para la realización de la ortofoto es necesario crear el modelo estereoscópico del terreno, para de esta forma, proyectar en forma ortogonal, mediante el uso de la rectificación diferencial, la fotografía izquierda del modelo sobre película fotográfica, la cual, una vez revelada, es la ortofoto.

### 1.1.5 MAPA

Un mapa es la herramienta básica del geógrafo. Un mapa es una representación gráfica y métrica de una porción de territorio generalmente sobre una superficie bidimensional, pero que puede ser también esférica como ocurre en los globos terráqueos. Que el mapa tenga propiedades métricas, significa que ha de ser posible tomar medidas de distancias, ángulos o superficies sobre él, y obtener un resultado lo más exacto posible.

FIGURA 1.5: El mapa

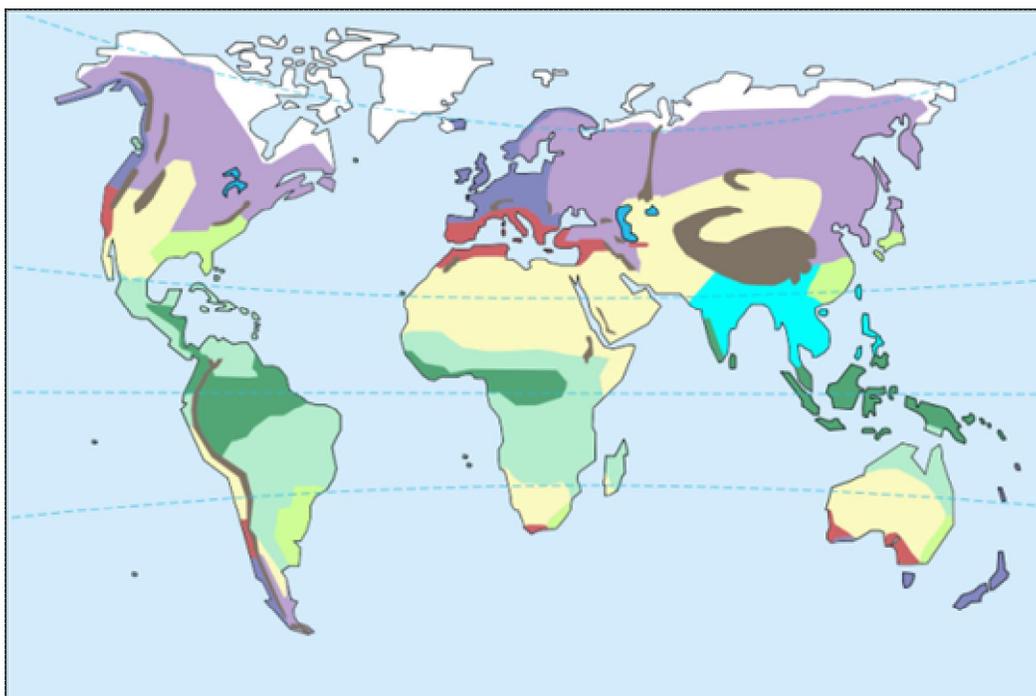


Foto 5: Climas del Mundo

Fuente: [http://images.encydia.com/thumb/0/09/Climates\\_in\\_the\\_world.svg/400px-Climates\\_in\\_the\\_world.svg.png](http://images.encydia.com/thumb/0/09/Climates_in_the_world.svg/400px-Climates_in_the_world.svg.png)

Estos mapas, que son indispensables para el estudio de la Tierra, son generales o particulares: los primeros abrazan toda la Tierra ó una gran extensión de país; los segundos una parte solamente. Estos se llaman corográficos cuando representan una provincia, un distrito, etc. y planos geométricos cuando no presentan más que la figura de un pueblo. Se llama mapamundi al mapa general del mundo ó de la tierra; mapas hidrográficos á los que están destinados al uso de la marina; mapas mineralógicos, zoológicos, a los de la historia natural de minerales y animales.

Son creados con el propósito de conocer el mundo, y apoyados primeramente sobre teorías filosóficas, los mapas constituyen hoy una fuente importante de información destinada a la actividad humana.

Actualmente se tiene la inquietud y la necesidad de proseguir con la nunca acabada labor cartográfica. El universo en general (y el Sistema Solar en particular) ofrecerá sin duda nuevos terrenos para esta labor que tiene orígenes inmemoriales. El uso de las técnicas basadas en la fotografía por satélite, ha hecho posible no sólo conocer el contorno exacto de un país, de un continente, o del mundo todo, sino también aspectos etnológicos, históricos, estadísticos, hidrográficos, orográficos, geomorfológicos, geológicos, y económicos, que llevan al hombre a un conocimiento más amplio de su medio, del planeta en el que vive.

Hay varios tipos de mapas, pero los más comunes son dos: el mapa físico y el mapa político.

**Mapa físico:** Es la representación del relieve de una zona o un conjunto de regiones, como, por ejemplo, sus valles, ríos, montañas, y demás accidentes geográficos. Muchas veces los colores de un mapa señalan diferencias de altura y, en algunos casos, de vegetación. A un lado del mapa o en la parte inferior hay indicaciones que explican lo que significa los colores, estas se llaman referencias o acotaciones.

FIGURA 1.6. Mapa físico de México



Foto 6: Mapa físico de la República Mexicana

Fuente: <http://www.freeworldmaps.net/northamerica/mexico/mexico.jpg>

**Mapa político:** Es la representación gráfica que muestra cómo se dividen los países, ciudades o localidades entre sí.

Es el que hace referencia a la división política del mundo, o bien, de un país, estado, o municipio.

Se muestran los límites entre países o entre estados, así como las capitales y otras ciudades importantes, además de las divisiones comunales.

También aparecen todos los ríos y montañas principales.

FIGURA 1.7: Mapa político de México



Foto 7: El mapa de México respeta un código de color para facilitar su identificación

Fuente: <http://www.map-of-mexico.co.uk/espanola/imagenes/politicospanishnew.gif>

**Mapa o carta edafológica:** Su intención es proporcionar información respecto a las características morfológicas, físicas, químicas y biológicas de los suelos del territorio nacional para determinar cuestiones como su desertificación y contaminación.

En esta carta se muestran los mismos marcos de referencia que en la carta topográfica, así como otros elementos propios de ella. En todas las escalas se señala la distribución de los suelos, clasificados de acuerdo con el sistema FAO/UNESCO (1970) modificado por la Dirección General de Geografía. En dicha clasificación se indica la textura o cantidad de arena, limo y arcilla de la parte superficial del suelo; la presencia de fases químicas como salinidad y sodicidad; y la presencia de fases físicas como roca o estratos cementados cercanos a la parte superficial del suelo o fragmentos de ellos en la superficie del mismo.

Como información adicional no representada cartográficamente, se describen las características morfológicas de los perfiles de suelo más representativos, y se dan los datos analíticos físicos y químicos de las muestras correspondientes a cada uno de los horizontes o capas de dichos perfiles.

FIGURA 1.8: Mapa edafológico de México

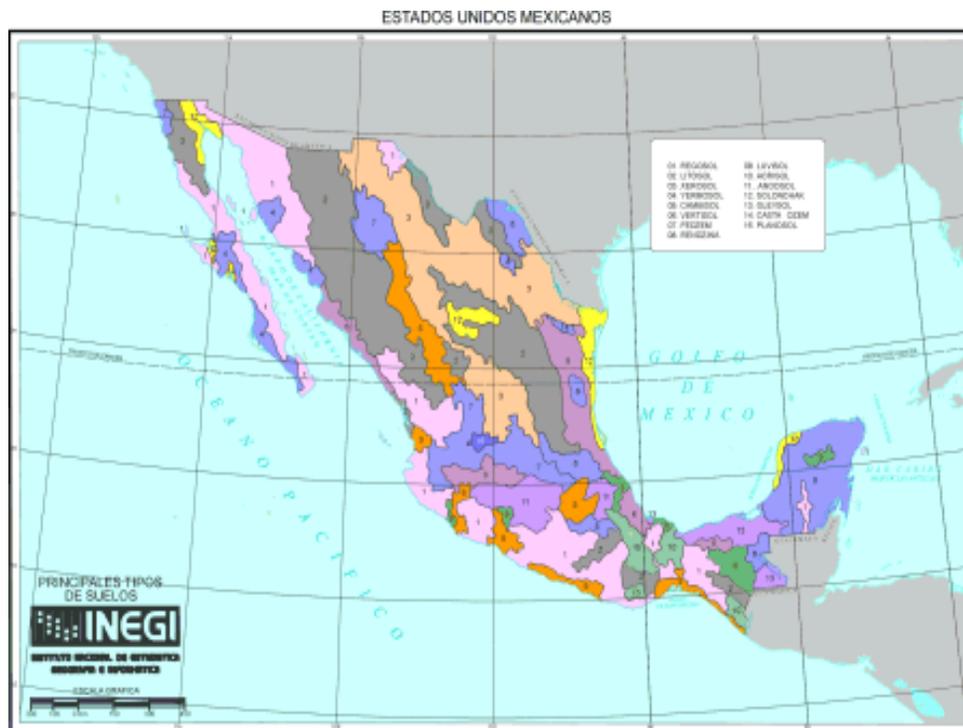


Foto 8: Principales tipos de suelo

Fuente: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/fisigeo/suelos1.gif>

**Carta o Mapa geológico:** son documentos de mucha importancia ya que muestran: afloraciones o puntos de diferentes conformaciones rocosas consolidadas o no consolidadas. Vetas o direcciones en la que descansan, inclinación o ángulo respecto a la horizontal, fallas geológicas. Curvas de nivel indicativas de la profundidad de los lechos de cada formación.

Sirve para identificar los manantiales, las rocas, fallas del suelo, volcanes, así como las zonas donde se encuentran minerales, como el oro, la plata y el cobre, entre otros.

FIGURA 1.9: Mapa geológico de México

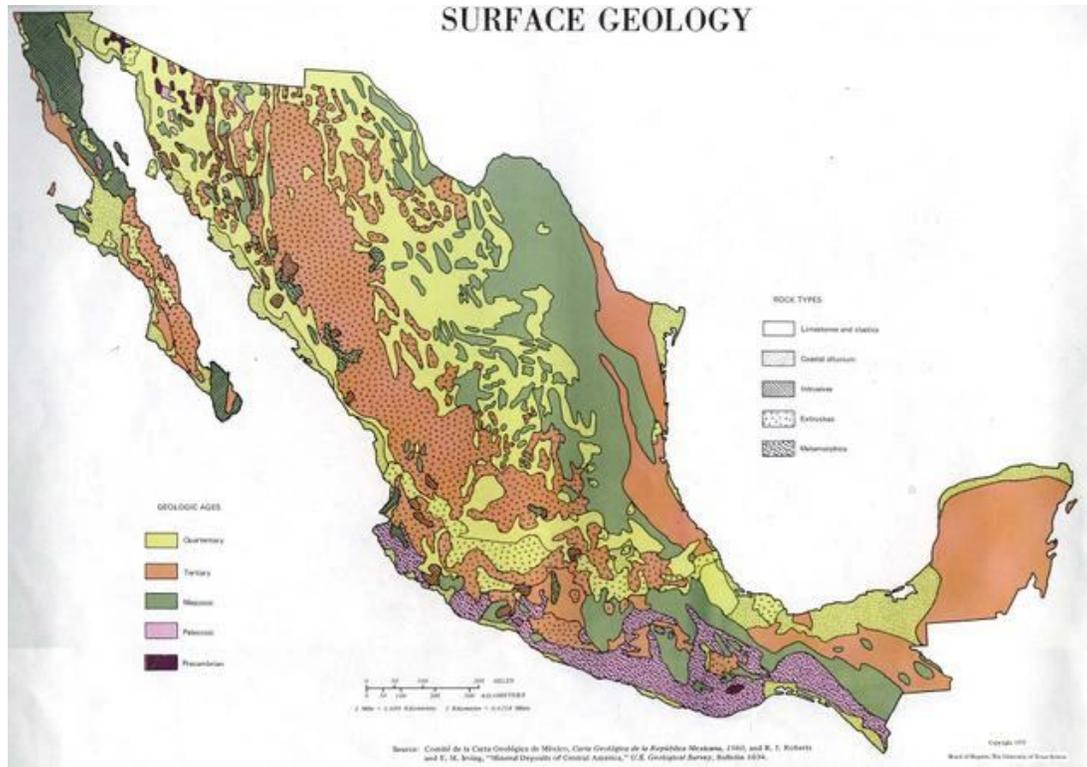


Foto 9: Mapa geológico

Fuente: <http://www.adimapas.com/d/1166-3/superficie-geologia.jpg>

**Mapa climático:** Identifica las áreas de los diferentes grupos climáticos del país.

Un mapa climático es aquel que muestra el estado general de la atmosfera sobre un lugar determinado de la superficie terrestre, y sus datos se refieren a temperatura promedio anual, cantidad de lluvia anual, tipo de clima (promedio de los tiempos meteorológicos de más de 30 años, que incluyen desde el porcentaje de lluvia invernal, hasta la temperatura del mes más frio).

También incluye estaciones meteorológicas y en algunas ocasiones información adicional tales como direcciones de los vientos dominantes u horas de Sol al año.

FIGURA 1.10: Mapa de climas de México



Foto 10: Grupos y subgrupos de climas de México

Fuente: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/climas/climas1.gif>

### Mapa o carta topográfica:

Contiene información en detalle de los accidentes geográficos naturales y artificiales de la superficie del suelo y curvas de nivel. En ellos se detallan el relieve, la forma y latitud de las montañas y cerros.

El objetivo de su lectura es poder imaginar las diferentes formas del terreno y sus detalles, que en el mapa vienen indicados mediante curvas de nivel, colores y símbolos.

El dominio en la interpretación de un mapa transformará las líneas serpenteantes, señales extrañas y dibujos irregulares de colores, en una expresiva imagen mental de la realidad. La clave de los detalles de un mapa topográfico está en las curvas de nivel, cuyo dibujo tiene poco sentido para el que no esté acostumbrado a ellas.

Cada curva de nivel es una línea imaginaria sobre el suelo, a una altura constante sobre el nivel del mar.

FIGURA 1.11: Mapa topográfico de Panamá

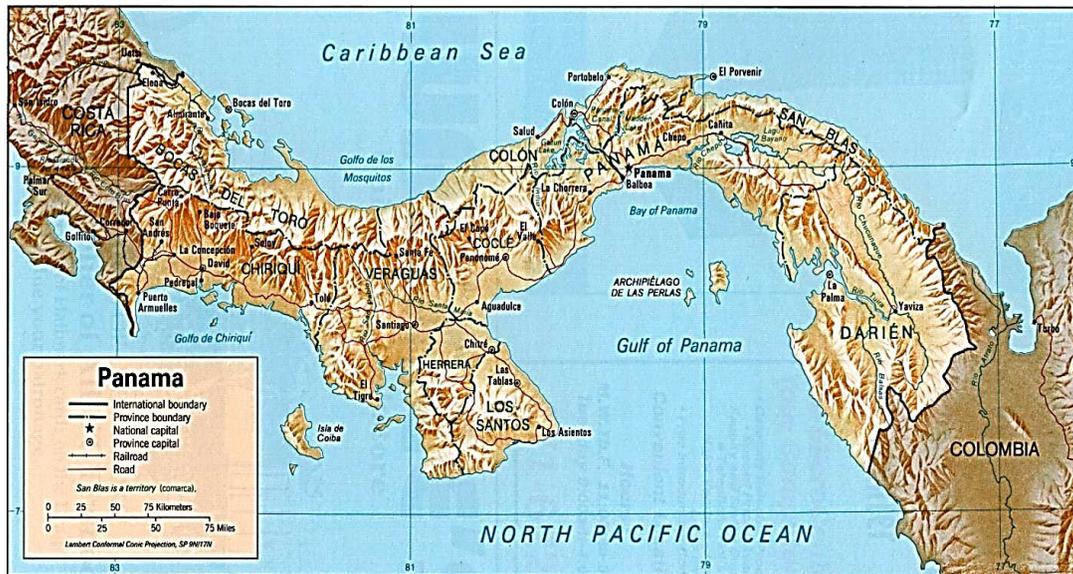


Foto 11: Carta topográfica de Panamá

Fuente: [http://www.vmapas.com/America/Panama/Mapa\\_Topografico\\_Panama.jpg/maps-es.html?map\\_viewMap=1](http://www.vmapas.com/America/Panama/Mapa_Topografico_Panama.jpg/maps-es.html?map_viewMap=1)

Existen muchos tipos de mapas y cartas geográficas. Estos han sido sólo algunos ejemplos.

Para la elaboración de estos mapas ha sido necesario el esfuerzo de muchas personas y de la tecnología. Hoy, por ejemplo, gran parte de los mapas se hacen mediante fotografías aéreas y de satélites

## 1.2 METODOLOGÍA

La metodología es la serie de procedimientos racionales utilizados para llevar a cabo la realización de un trabajo en una investigación científica; esto claro, en una secuencia lógica y ordenada. Se consideran para la elaboración de este trabajo de investigación cuatro puntos importantes:

Por un lado tenemos que tomar en cuenta muy fundamentalmente, una serie de conocimientos teóricos básicos propios del geógrafo, adquiridos directamente a lo largo de diez semestres, que es la duración de la carrera; por su puesto, esto en el antiguo plan de estudios del año de 1971, aclarando que las materias de los primeros seis semestres son obligatorias, y las que se cursen del séptimo al décimo semestre son optativas, excepto tres asignaturas del área de didáctica (enseñanza) que deberán acreditarse de forma obligatoria.

De esta manera se considera que después de 5 años el geógrafo está listo para el campo laboral. Por lo tanto, esta investigación se basa en teoría más que en práctica, ya que el objetivo principal es determinar y difundir tanto la importancia que tienen las fotografías de satélite para el quehacer geográfico; así como, las aplicaciones que estas pueden llegar a tener dentro del mismo; estableciendo los beneficios y las desventajas de estas.

Como un segundo punto es importante aclarar que éste trabajo es principalmente una investigación de gabinete; de recopilación y análisis ya que por su gran extensión y enorme naturaleza; es decir, el mismo espacio sideral; no sería posible tener delimitada un área a estudiar específicamente, por lo mismo fue imposible llevar a cabo un trabajo de campo. Sin embargo, se echó mano de un gran número de fuentes de diversas instituciones relacionadas al tema de las imágenes de satélite, como lo son: INEGI, SEMAR, CONABIO, NASA, ERMEX, entre otras.

Entonces, como una investigación de escritorio, el método principal para la creación de este trabajo, se basó en la recopilación, revisión y selección de información existente sobre el tema para poder explicarlo de una forma clara, breve pero concisa para que el

lector se interesara en el tema propuesto. Y sobre todo tratando de que lo aquí explicado quede completamente claro.

Se buscaron textos, publicaciones, artículos, entre otros que permitieran la formación de una estructura bien clara y sobre todo bien fundamentada para que se emplee como base en etapas posteriores de este trabajo. En todo momento se tomó en cuenta que realmente no existe mucho material al respecto del tema, por lo que la etapa de la recopilación fue larga. Partiendo de esto, se tomó en cuenta la información disponible sobre el tema en diversas fuentes tanto impresas como libros y revistas así como en variadas páginas de Internet.

Se buscó primeramente información de tipo bibliográfica, y de los libros se utilizarán principalmente los de técnicas y métodos de investigación para poder estructurar y redactar correctamente el contenido de la investigación. Posteriormente, se trabajó con libros relacionados directamente con el tema de interés: "Imágenes de satélite" que, de los cuales se encontraron muy pocos y generalmente en inglés; lo que puede representar un poco más de tiempo para finalizar el análisis y selección de información.

Otros libros no relacionados concisamente con el tema también son de utilidad al contener una serie de términos auxiliares para la comprensión del tema y directamente útiles para la creación del glosario de términos que se presentará al final de esta investigación como un apartado imprescindible para que quede realmente clara la investigación.

Las revistas empleadas son principalmente de carácter científico. Como la revista Tele-Satélite Internacional que incluye artículos de gran importancia en cuanto a nuestro tema.

La NASA, el organismo más avanzado en el estudio aeroespacial en el mundo, ofrece una revista totalmente gratuita con información sobre los avances y descubrimientos en los estudios. Está escrita por ingenieros y científicos, con información técnica sobre los estudios científicos que realiza la NASA. En la revista podemos encontrar publicaciones de ingenieros y científicos hablando del trabajo que realizan en la organización, avances científicos, y contenido exclusivo armado por la NASA.

Y por todo lo anteriormente mencionado, la fuente principal de información utilizada para la realización y contenido de este trabajo radica en artículos encontrados en diversas

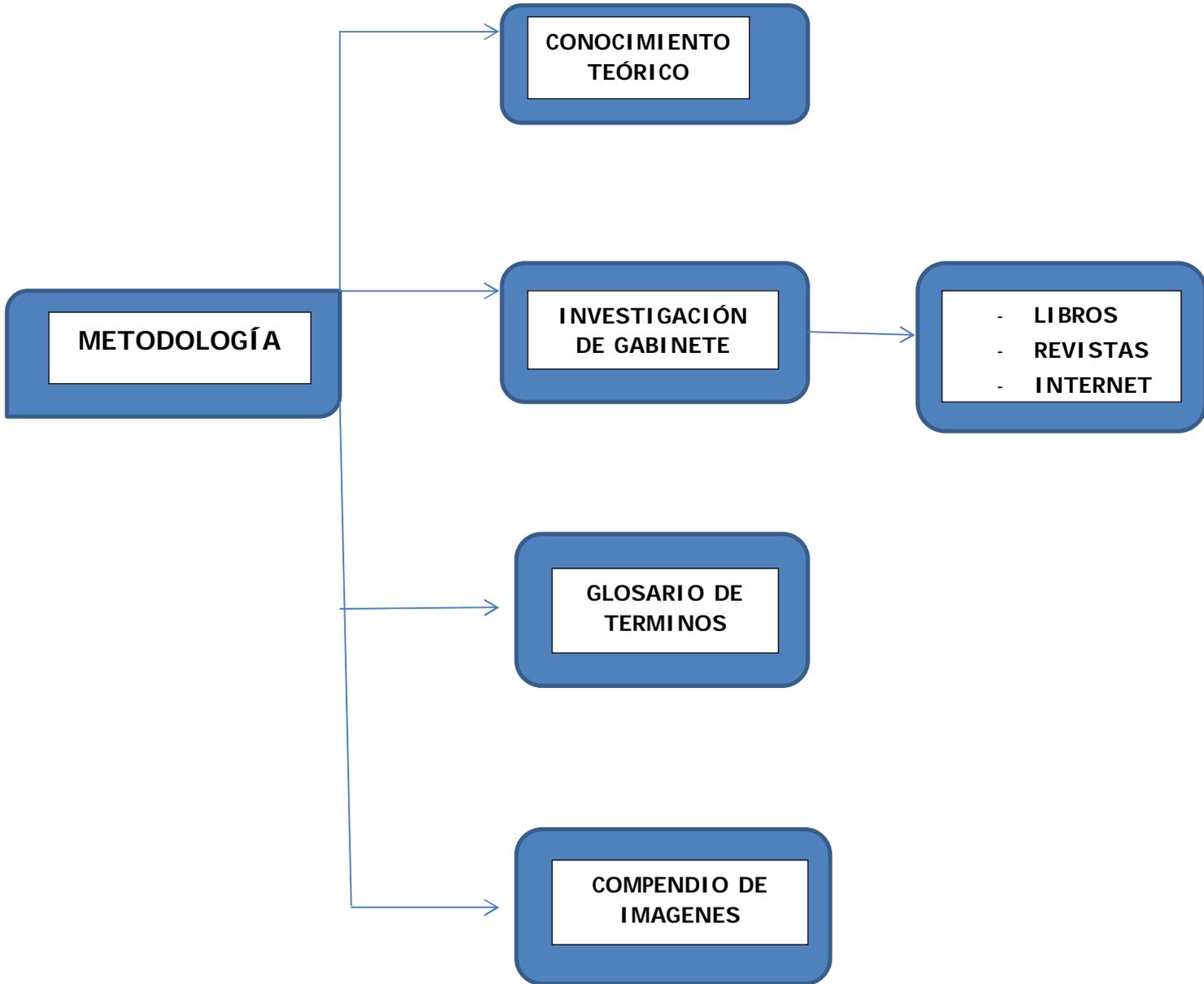
páginas electrónicas ya que por su accesibilidad, disponibilidad y facilidad para su traducción al español, se consideran la mejor fuente de consulta para el término de esta tesis. El problema se presenta cuando las páginas son repetitivas en la información, ya que como antes se mencionó, no se dispone de mucho material sobre el tema, entonces, varias páginas ofrecen la misma información que otra presentada de distinta forma, pero al fin y al cabo la misma. Por lo que también se requiere de tiempo para hacer la revisión y selección de material.

Como un tercer punto se creó un glosario de términos relativos a imágenes de satélite, el cual contiene las definiciones que pudieran no estar presentes en el vocablo del lector. Este se realiza con la finalidad de la claridad y entendimiento al cien por ciento del tema de Imágenes de Satélite.

Por último y como cuarto punto de nuestra metodología pero claro, no menos importante y que es una parte trascendental de este proyecto se basa en la colección de una serie de imágenes satelitales de diversos tipos necesarias para ilustrar el tema y tratar de que sea un poco más claro y conciso para el lector y que éste pueda comparar sus diferencias y semejanzas. Esta selección de fotografías tiene también su origen en el Internet. (Ver FIGURA 1.12)

FIGURA 1.12 Diagrama de la Metodología de investigación

Elaboró: Karina Guadalupe Rodríguez Álvarez



# CAPÍTULO DOS.

## IMÁGENES DE SATÉLITE

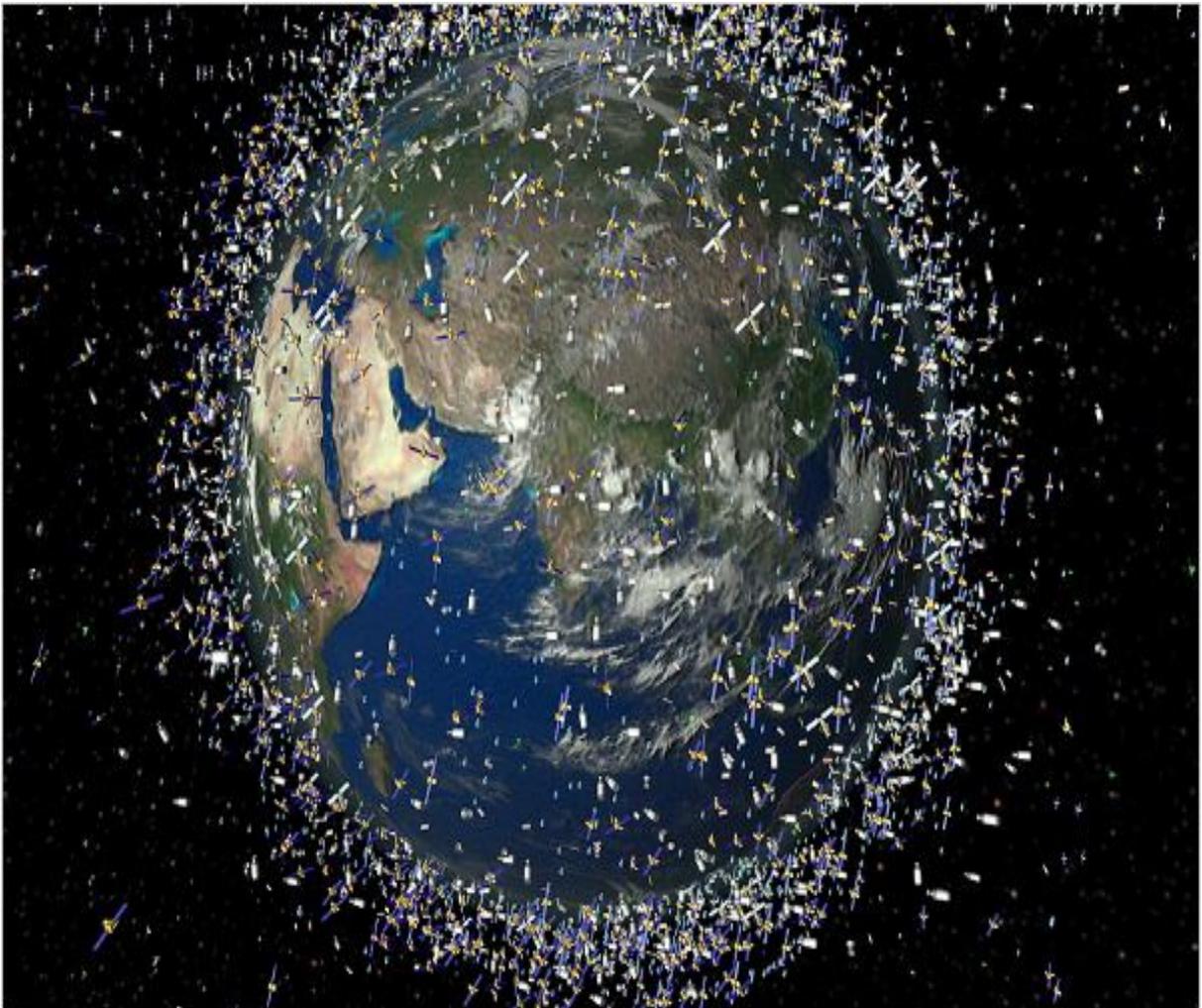


Foto: La Tierra envuelta en Satélites

Fuente: puntodeluz.net

Piensa en cuántos canales informativos de tu país, compañías móviles, instituciones científicas, militares, gubernamentales o de cualquier otra índole precisan satélites; ahora traslada ese número al de todos los países de la Tierra

Se trata sin lugar a dudas de una cantidad abismal de satélites que giran en torno a nuestro planeta, y normalmente nunca pensamos en ellos, y este gran número de satélites suele pasar inadvertido como si no existiera.

## 2.1 ¿QUÉ ES UNA IMAGEN DE SATÉLITE?

Una imagen satelital o imagen de satélite se puede definir como: Una fotografía capturada por un sensor montado en un satélite artificial, y que brinda información visual; ya que muestra la geografía de un territorio específico, ya sea este una ciudad, un país o hasta un cuerpo celeste, o también algún espectro determinado de ondas electromagnéticas.

FIGURA 2.1: La Tierra



Foto 1: Primera imagen satelital

Fuente: <http://blogspot.com>

## 2.2 IMPORTANCIA: BENEFICIOS Y DESVENTAJAS

### ¿Para qué sirve una imagen satélite?

Aunque las imágenes de satélite forman parte de nuestra vida cotidiana desde hace ya muchos años, muchas personas se siguen preguntando ¿Para qué sirve una imagen de satélite? Esta pregunta no solo se la hacen la gente de la calle sino también técnicos y políticos relacionados con la gestión del territorio. De una forma resumida se podría decir que las principales ventajas son: permite ver cosas que de otra forma no se pueden observar; la segunda, se ven simultáneamente porciones muy grandes de territorio.

Al utilizar las imágenes de satélite se obtienen los siguientes **beneficios**:

- 1) Ayudar a observar desde la vista superior la magnitud de los desastres naturales en alguna parte del planeta.
- 2) Observar la Tierra desde su exterior.
- 3) Observar los planetas desde algún punto escogido por el dueño del satélite.
- 4) Ayudan a investigaciones espaciales
- 5) Se pueden observar desde una vista vertical distintos lugares del mundo permitiendo acercar o alejar el zoom.
- 6) Ayudan a la fabricación de mapas geográficos de todo el mundo.
- 7) Ayudan cartográficamente para la ubicación de algún punto en la Tierra.
- 8) Ayudan a la observación de algunos fenómenos naturales y para poder alertar a la gente.
- 9) Se usan también para espionaje militar.

Cabe preguntarse qué beneficios tiene el utilizar imágenes de satélite cuando existen muchas otras fuentes de datos geográficos, como fotografías aéreas, estudios sobre el terreno y mapas sobre papel. Para la mayoría de las aplicaciones, la respuesta más sencilla es que las imágenes de satélite son más rápidas, mejores y más baratas. La imagen del satélite es con frecuencia el medio más práctico para adquirir información geográfica aprovechable.

Consideremos los beneficios técnicos de dichas imágenes:

**DIGITAL.** Casi todas las imágenes procedentes de satélite se adquieren digitalmente. Esto significa que no hay necesidad de efectuar conversiones de datos, escaneos o digitalizaciones. Con una preparación mínima, las imágenes quedan listas para ser cargadas directamente y utilizadas inmediatamente con su sistema SIG de tratamiento de imágenes o sistema informático de cartografía. Dada su naturaleza digital, las imágenes satelitales se procesan, manipulan y realzan para extraer de ellas sutiles detalles e informaciones que otras fuentes no detectarían.

**RÁPIDO.** En lo que tarda un equipo topográfico en descargar su material o un piloto en realizar las comprobaciones previas al vuelo, un satélite de teledetección levanta el mapa de un vasto bosque o de una ciudad entera. Además, dado que los satélites se encuentran en órbitas estables, raramente tardan más de una semana en adquirir imágenes de la zona que le interesa.

**ECONÓMICO.** Para zonas extensas, las imágenes de satélite resultan normalmente más económicas que la fotografía aérea o las campañas topográficas sobre el terreno.

**GLOBAL.** Los satélites no están limitados por fronteras políticas ni geográficas. Los satélites comerciales de teledetección se hallan en orbitas que les permiten sobrevolar todas las zonas del planeta. Un satélite de teledetección obtendrá una imagen de la zona que le interesa, independientemente de que este en la cima de una montaña o en medio del océano.

**ACTUALIZADO.** En el mundo actual, en rápida mutación, necesitamos información actualizada para tomar decisiones críticas para nuestros proyectos. Cuando se imprimen, los mapas ya tienen meses o años. Sin embargo, puede disponer de una imagen de satélite un par de días después de su toma. De hecho, el mapa más actualizado que se puede tener es una imagen.

**SINÓPTICO.** Los satélites de teledetección captan, en una sola imagen, detalles de la cubierta del suelo, carreteras e infraestructuras principales que se extienden por cientos o incluso miles de kilómetros cuadrados.

**PRECISO.** La cámara no miente y tampoco lo hace un sensor de satélite. Dado que una imagen de satélite en bruto, sin procesar, se crea sin intervención humana, la información que contiene es una representación precisa, objetiva e imparcial de los objetos y detalles de la superficie terrestre.

**FLEXIBLE.** El tratamiento y la extracción de información de las imágenes de satélite pueden ser tan complicados o sencillos como se desee. No hace falta ser un científico espacial para observar imágenes de satélite e identificar una casa y un río crecido por la lluvia en sus proximidades, comprendiendo la relación entre ambos. De igual modo, se pueden sacar datos más complejos y aprender a combinar las imágenes con miles de datos geográficos distintos con capacitación en el manejo de los programas informáticos de aplicaciones geográficas y procesamiento de imágenes.

Las imágenes de satélite presentan algunas **desventajas** en su aplicación, para fotografías muy extensas, el procesamiento de la imagen resulta muy largo y, por lo tanto toma mucho tiempo en que se lleve a cabo.

Otra desventaja es la dependencia que tiene la foto frente a la calidad del satélite usado y las condiciones meteorológicas en el momento de tomar la fotografía, pueden afectar considerablemente el trabajo final.

Las imágenes satelitales muchas veces tienen que complementarse con fotografías aéreas, cuya resolución es más alta.

## 2.3 CAMPOS DE USO

Desde los usos militares hasta los científicos, las imágenes de satelitales de alta resolución es algo que involucra varios aspectos hoy en día y hay que tenerlas en cuenta en un futuro para desarrollar más avances tecnológicos. Las imágenes satelitales tienen diversos usos pero los principales son en los siguientes campos:

- CAMPO MILITAR
- CAMPO CIENTÍFICO
- CAMPO CIVIL

En el **campo militar**, las imágenes obtenidas por medio de satélites espía se han utilizado para tareas de:

- reconocimiento
- detección de sembradíos de droga
- espionaje
- seguimiento
- planeación
- simulación
- mapeo de fronteras y otras áreas

FIGURA 2.2 Diversos usos de las imágenes de satélite.



Foto 2: Usos de imágenes de satélite en el campo militar

Fuentes: <http://tejiendoelmundo.files>; <http://mexico.cnn.com>

En el **campo civil**, las imágenes obtenidas se proporcionan a los gobiernos para:

- evitar desastres como incendios (Ver figura 2.3 y 2.4)
- notificar inundaciones (Ver figura 2.5)
- sacar vivas a personas enterradas entre los escombros (Ver figura 2.6)

- restablecer una red de telecomunicaciones tras un terremoto que permita conectarse con pueblos aislados
- localizar a personas accidentadas en zonas remotas

FIGURA 2.3: Las imágenes de un incendio



Foto 3: Imágenes, capturadas por los satélites de la NASA el 22 de octubre, muestran el espesor, y el humo que sale frente a los numerosos y grandes incendios se extiende sobre el Océano Pacífico. El fuego activo es resaltado en rojo.  
Fuente: Imagen satelital de la Nasa

FIGURA 2.4: Incendios en Chile

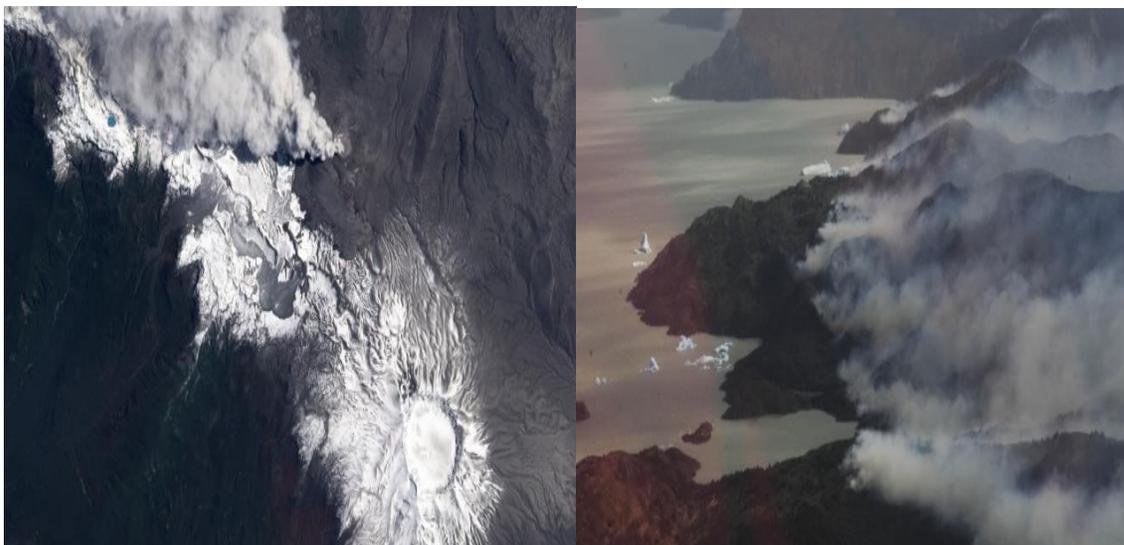


Foto 4: Imágenes de incendios en Chile

Fuente: Imagen satelital de la Nasa

FIGURA 2.5: Una inundación



Foto 5: Inundación en la Ciudad de Villahermosa, Tabasco, México Fuente: <http://degeografiayotrascosas>

FIGURA 2.6: Búsqueda en los escombros



Foto 6: buscando personas vivas dentro de los escombros

Fuente: <http://www.larazon.com.ar>

Todas estas acciones y otras más se han simplificado enormemente con la aparición de las nuevas tecnologías. Éstas están siendo aplicadas a diario, e intensivamente, desde los diversos centros de prevención y emergencias, tanto para educar como para controlar y actuar en caso de que así lo requiera la situación.

La fotografía de la superficie terrestre desde el espacio tiene evidentes aplicaciones en campos como la cartografía. Los modernos sistemas de información geográfica, que combinan el reconocimiento por satélite con el procesamiento de datos informatizado, permiten un mayor y más profundo conocimiento de nuestro entorno.

Estas tecnologías están tan extendidas que hoy en día es posible acceder a esta información desde cualquier lugar a través del teléfono móvil.

## **2.4 APLICACIONES**

Desde su aparición, las imágenes satelitales han sido de gran utilidad para la realización de estudios regionales, medioambientales, meteorológicos, de seguimiento de catástrofes o avance de la degradación del suelo. Estos estudios regionales, debido a las características de la primera generación de satélites, eran factibles en áreas de cientos o miles de kilómetros.

Hasta fechas muy recientes, para realizar estudios a nivel local (áreas más reducidas, mayor nivel de detalle) era necesario utilizar fotografía aérea, ya que con la resolución espacial de los primeros satélites ópticos era imposible alcanzar escalas por debajo de 1:20 000. Pero este panorama ha cambiado.

La aparición y el continuo perfeccionamiento de los satélites de alta resolución se han traducido en un mayor nivel de detalle e información, reducción de costos, tiempo de trabajo y prevención de problemas.

Todo lo anterior ha generado un incremento en la utilización de estas imágenes en nuevas áreas como:

### 2.4.1 Agricultura

Usuarios	Áreas de Aplicación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comerciantes de productos agrícolas</li> <li>- Intermediarios</li> <li>- Productores agrícolas</li> <li>- Compañías de alimentos y agronegocios</li> <li>- Agencias de gobierno (federal-estatal-local) (Secretaria de Agricultura)</li> <li>- Agencias internacionales de desarrollo</li> </ul>	<p><b>A)</b> Producción y comercialización</p> <p><b>B)</b> Seguros de cosechas</p> <p><b>C)</b> Cultivos ilícitos</p> <p><b>D)</b> Agricultura de precisión</p>

#### A) Producción y comercialización

Sembrado / barbecho

Área agrícola/no-agrícola

Las imágenes multiespectrales pueden ser usadas para cartografiar con precisión las áreas agrícolas y no agrícolas (industrias, tierras con plantaciones forestales, etc.) y los usos del suelo.

Tipo de cultivos

Las imágenes, en particular las multiespectrales, proporcionan una “huella” para diferentes tipos de cultivos y pueden ser utilizadas para identificar o diferenciar distintas especies cultivadas. Cuando se combina con otros datos, se pueden cartografiar con precisión una gran variedad de tipos de cultivos dentro de una región dada.

Superficie cultivada/sembrada

Imágenes con múltiples resoluciones y con fechas de captura diferentes pueden ser usadas para cartografiar y estimar con precisión las áreas cultivadas o sembradas.

Superficie cosechada

Las imágenes satelitales pueden ser usadas en forma efectiva para determinar la superficie de tierra agrícola que ha sido recientemente cosechada o está en proceso de cosecha.

### Planificación logística

Imágenes recientes, información colateral y productos para la visualización de imágenes, pueden convertirse en herramientas valiosas en el momento de desarrollar planes logísticos de optimización para la movilización de la cosecha del campo al mercado.

### Estimación del rendimiento

Las imágenes multiespectrales en particular, pueden usarse para analizar el comportamiento biológico de las plantas. Cuando éstas se combinan con modelos de comportamiento óptimo y con información extra, se puede derivar una estimación de rendimiento para un conjunto dado de especies.

## **B) Seguros de cosechas**

### Avalúos de superficies cultivadas

Las imágenes, ya sea de múltiples fechas o de fechas individuales, pueden ser usadas para identificar y cuantificar áreas de cultivos dañados para fines de cálculos en materia de seguros.

### Planificación de ajustes

Las imágenes ortorectificadas de precisión pueden ser usadas para ubicar geográficamente y priorizar áreas de cultivos dañados para realizar análisis preliminares de ajustes en seguros y planificar visitas al sitio. Información colateral puede ser usada para definir los accesos al sitio y la planificación de la ruta.

### Daños en siembras

**Daños químicos:** Las imágenes pueden ser usadas para determinar el impacto sobre la salud de los cultivos, causado por errores en la aplicación de químicos o desviaciones ocurridas durante las mismas. El impacto químico en el cultivo y la fuente del error pueden ser registrados y calculados para fines de ajustes en seguros.

**Daños ambientales:** Las imágenes pueden ser usadas para determinar el impacto sobre la salud de los cultivos, causado por factores ambientales: (tornados, heladas, granizo). El impacto ambiental en el cultivo puede ser registrado y cuantificado para fines de ajustes en seguros.

### Impacto en el rendimiento

Las imágenes pueden ser usadas para determinar la condición biológica de un cultivo en particular y el impacto del daño, para cuantificar la potencial pérdida de rendimiento para fines de ajustes en seguros.

### **C) Cultivos ilícitos**

#### Detección y mapeo

Las imágenes de tipo multiespectral y SAR pueden ser usadas efectivamente para detectar y cartografiar en forma remota, áreas con cultivos ilícitos tales como marihuana y coca.

#### Logística

Imágenes recientes, información colateral y productos para su visualización, pueden ser usados para planificación logística, simulación de misiones e identificación de riesgos.

#### Monitoreo

Las imágenes de tipo multiespectral y SAR pueden ser usadas para monitorear en forma remota los cambios en siembras conocidas de cultivos ilícitos. La efectividad de las campañas de erradicación puede ser estimada cuantitativamente en términos de la declinación del vigor de las plantas o en términos de la superficie cultivada destruida.

### **D) Agricultura de precisión**

#### Condiciones del cultivo/densidad de cultivos

Las imágenes multiespectral y SAR pueden usarse para determinar la estructura física y la densidad de siembra de los cultivos.

#### Salud de cultivos

Las imágenes multiespectrales pueden ser usadas para determinar la condición biológica de los cultivos (incluyendo la salud y vigor de los mismos), aún en áreas que se encuentren bajo “estrés”.

#### Monitoreo / impacto de enfermedades

Usando imágenes tomadas en diferentes períodos de tiempo, se pueden monitorear las condiciones del cultivo producidas por enfermedades y se puede rastrear la infestación por plagas, para medir el crecimiento o la dirección del movimiento.

#### Daños ambientales

Las imágenes pueden ser usadas para determinar el impacto sobre la salud de los cultivos, causado por factores ambientales: heladas, tormentas, granizos, tornados.

#### Definición de fronteras de campos

Imágenes recientes pancromáticas o multiespectrales pueden ser procesadas para extraer mapas precisos con los límites o fronteras de los campos

#### Aplicación de riego y químicos/Monitoreo de aplicación de químicos

Las imágenes son usadas para monitorear la aplicación de químicos en campo.

Rápidamente se pueden detectar y cartografiar áreas sin aplicación, con aplicación excesiva o desigual.

#### Evaluación del drenaje

En particular, las imágenes SAR pueden ser usadas para cartografiar en forma efectiva, la humedad del suelo y los patrones de drenaje de los campos.

#### Programación de riegos

Las imágenes proveen medios efectivos de evaluar la humedad de los suelos y optimizar así los programas de riegos.

#### Modelos predictivos

Combinando imágenes recientes, datos de desempeño histórico de cultivos y otros datos colaterales, se pueden desarrollar modelos para estimar y predecir desempeño y rendimientos futuros.

#### Grado de crecimiento

Usando imágenes multiespectrales, se puede determinar el grado de desarrollo o crecimiento de algunos cultivos y construir calendarios de manejo para los mismos.

### Monitoreo / impacto de plagas

Usando imágenes de diferentes fechas sucesivas, se puede monitorear el daño sobre los cultivos debidos a plagas y medir la magnitud del impacto. Así mismo, se puede rastrear la dirección del movimiento de la plaga.

### Monitoreo de pruebas de variedades de cultivos

Las imágenes usadas en conjunto con información colateral permiten determinar el desempeño biológico de los cultivos durante pruebas de variedades de cultivos. Las características de desempeño tales como: calendarios, tasa de crecimiento, resistencia al stress y rendimiento total pueden compararse en términos cuantitativos entre las distintas variedades y ser representadas cartográficamente.

### Suelos

#### Diseño de muestras

Tanto las imágenes pancromáticas como las multiespectrales pueden ser procesadas para destacar el tipo y la variación de los suelos. Una vez que estos factores se cartografían, fácilmente se pueden diseñar y optimizar esquemas de muestreo de suelos.

#### Tipo de suelos

Tanto las imágenes pancromáticas como las multiespectrales pueden ser procesadas para cartografiar el tipo y la variación de los suelos.

#### Distribución de tipos de suelos

Tanto las imágenes pancromáticas como las multiespectrales pueden ser procesadas para cartografiar la distribución espacial de los diferentes tipos de suelos.

#### Manejo de zonas

Las imágenes pueden ser usadas para delinear zonas de suelos, en base al tipo y variabilidad de los mismos. Imágenes de múltiples fechas sucesivas pueden usarse para monitorear el progreso de las decisiones tomadas durante la administración de estas zonas, tanto en términos de rendimiento del suelo como de los cultivos.

## 2.4.2 Gobierno Civil

Usuarios	Áreas de aplicación
- Agencias / secretarías federales	<b>A)</b> Gestión ante desastres
- Gobiernos municipales	<b>B)</b> Aspectos fiscales
- Gobiernos y secretarías estatales	<b>C)</b> Planificación urbana
- Foros públicos	<b>D)</b> Gestión del recurso

### A) Gestión de desastres

#### Accesibilidad

Las imágenes se usan para identificar rutas de acceso (entrada y salida) de áreas afectadas o dañadas.

#### Evaluación de daños

Las imágenes de baja resolución, tales como Landsat TM pueden ser usadas para identificar y cuantificar los daños regionales. Las imágenes de alta resolución pueden ser usadas para identificar y cuantificar daños a edificaciones comerciales o residenciales, infraestructuras y servicios de red.

#### Diseño de rutas de emergencia

El uso de imágenes tomadas después de ocurrido el desastre, para evaluar los daños en las redes de transporte y las estructuras urbanas, provee información para el diseño de rutas de emergencia para entrar y salir de las áreas afectadas.

### B) Aspectos fiscales

#### Validación de permisos

Los municipios pueden usar imágenes de alta resolución para validar los permisos para construcciones comerciales y residenciales. El detalle a 1 metro de resolución de estas imágenes permite la identificación de pequeños proyectos de construcción.

#### Valuación de propiedades

Las imágenes de alta resolución pueden ser usadas para valuar las propiedades residenciales individuales y para identificar los rasgos del vecindario que puedan afectar los valores de la propiedad.

### **C) Planificación urbana**

#### Cartografía base

Las imágenes de alta resolución pueden ser usadas para crear mapas detallados que incluyan calles, parcelas, servicios, uso del suelo, etc. Estas capas de información, conjuntamente con otras son usadas para la gestión de servicios urbanos.

#### Parcelas desarrolladas / parcelas vacantes

El uso de imágenes junto con mapas de parcelas, permite identificar rápidamente el status de una parcela en particular. Esto puede hacerse en forma visual, analizando directamente la imagen o usando herramientas de clasificación de imágenes en forma automática.

#### Mapas de usos del suelo y vegetación

Las imágenes pueden ser clasificadas para identificar rasgos creados por el hombre, así como elementos de vegetación natural. Los mapas de uso del suelo y de vegetación pueden ser usados para múltiples aplicaciones, desde la planificación urbana hasta la gestión de recursos naturales.

#### Monitoreo del crecimiento urbano

Imágenes de distintas fechas consecutivas pueden ser usadas para identificar cambios en el crecimiento urbano. Usando variedad de satélites y sensores remotos con distinta resolución, puede definirse la tendencia de crecimiento.

### **D) Gestión del recurso agua**

#### Superficies permeables / impermeables

La información relacionada con superficies permeables y no permeables se usa como insumo para el manejo de las aguas de lluvia. Esta se obtiene de imágenes multiespectrales y permite identificar áreas donde el agua puede penetrar el suelo (áreas con vegetación) y áreas donde el agua corre superficialmente (áreas construidas).

#### Manejo de aguas de escorrentía

Varios productos derivados del análisis de imágenes de satélites, tales como mapas de uso del suelo y de vegetación, mapas de pendientes, superficies permeables y no permeables, permiten la gestión y manejo de las aguas de escorrentía.

### 2.4.3 Entretenimiento/medios de comunicación

Usuarios	Áreas de aplicación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compañías de seguros</li> <li>- Revistas</li> <li>- Estudios de cine</li> <li>- Compañías multimedia</li> <li>- Periódicos</li> <li>- Agencias de publicidad</li> <li>- Redes de televisión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>A)</b> Análisis de actividades</li> <li><b>B)</b> Imágenes de fondo para medios de comunicación</li> <li><b>C)</b> Evaluación de desastres</li> <li><b>D)</b> Exhibiciones</li> <li><b>E)</b> Publicaciones / propagandas</li> <li><b>F)</b> Multimedia</li> <li><b>G)</b> Mapas</li> <li><b>H)</b> Mapas de clima y visualizaciones</li> </ul>

#### **A)** Análisis de actividades

Mediante el uso de imágenes de satélite se puede verificar si una determinada actividad ha ocurrido efectivamente. Esto es útil para confirmar reclamos a compañías de seguros; y analizar a través del monitoreo, la actividad militar y las situaciones económicas y políticas. Si existen imágenes “antes y después”, se puede detectar la presencia de cambios.

#### **B)** Imágenes de fondo para narraciones en medios de comunicación

Las imágenes pueden ser usadas para realizar la introducción o complementar una narración. Permiten a la audiencia tener una sensación más real de donde está ocurriendo el hecho narrado o acerca de qué área se está hablando.

#### **C)** Evaluación de desastres

Las imágenes pueden usarse para ilustrar el impacto de un desastre natural: huracanes, tornados, etc.

#### **D)** Exhibiciones

Las imágenes pueden usarse para proveer vistas adicionales de una determinada área de interés en museos, o exhibiciones comerciales o educativas.

**E) Publicaciones / propaganda**

Las imágenes satelitales se colocan en tapas de libros, revistas, etc. para mejorar la calidad de la publicación.

**F) Multimedia (películas, televisión e internet)**

Las imágenes satelitales, los mapas y los productos de visualización pueden usarse de múltiples formas en proyectos multimedia (simulación de vuelos 3D, propuestas, telones de fondo, etc)

**G) Mapas**

Las imágenes de satélite son usadas por compañías editoras para crear mapas. También son usadas conjuntamente con mapas para ofrecer una perspectiva más real de un área determinada.

**H) Mapas de clima y visualizaciones**

Las imágenes satelitales, los mapas y los productos de visualización pueden ser herramientas muy valiosas para presentar información relativa al estado del tiempo.

**2.4.4 Medio ambiente**

Usuarios	Áreas de aplicación
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Agencias de gobierno (protección ambiental, energía, agricultura, emergencia civil)</li> <li>- Firmas consultoras ambientales</li> <li>- Compañías/oficinas de provisión de agua por redes</li> <li>-Departamentos y oficinas de administración de agua y recursos hídricos</li> <li>- Ingenieros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>A)</b> Administración costera</li> <li><b>B)</b> Evaluación de desastres</li> <li><b>C)</b> Adecuación a normas ambientales</li> <li><b>D)</b> Monitoreo de hábitats y vegetación</li> <li><b>E)</b> Administración de establecimientos ganaderos</li> <li><b>F)</b> Aguas superficiales</li> </ul>

## **A) Administración costera**

### Mapas costeros

Las imágenes de satélite pueden ser usadas para cartografiar dunas costeras, estructuras de terrenos elevados, vegetación y humedales a lo largo de la línea de costa, para proteger hábitats costeros.

### Monitoreo de la erosión de riberas

Las imágenes de satélite pueden ser usadas para el análisis de pastos en las riberas desarrollos costeros y dunas de arena, para asegurar que los recursos costeros no están siendo degradados o modificados por la erosión. Las imágenes permiten el monitoreo de las líneas de costa durante y después del oleaje ocasionado por huracanes y tormentas tropicales para una evaluación rápida del impacto y los requerimientos de reconstrucción.

### Monitoreo de derrames de petróleo

A partir de múltiples sistemas de satélites, se pueden obtener imágenes en tiempo casi real para realizar evaluaciones diarias o semanales del daño ambiental de derrames de contenedores de aceite y escurrimientos de pozos petroleros.

### Sedimentación

El monitoreo de los depósitos de sedimentos ayudan a determinar los aspectos ambientales asociados. Estos depósitos pueden causar problemas en los grandes puertos, rellenar humedales y diseminar contaminantes en el océano.

## **B) Evaluación de desastres**

### Identificación y cuantificación del daño

Las imágenes pueden ser usadas para identificar y cuantificar la deforestación, la contaminación del agua, migración y movimientos de polución, contaminación de superficies y efectos de huracanes, inundaciones y tornados.

### Planificación de contingencias

Las imágenes de satélite pueden usarse en combinación con mapas para determinar impactos, ilustrar los escenarios de actuación y los recursos que se necesitan para estar preparados frente a un desastre natural.

### Respuesta en emergencias

Las imágenes, combinadas con datos colaterales pueden proveer información comprehensiva en la planificación y respuesta en casos de emergencias (accesibilidad, rutas, ubicación de servicios de red y servicios de emergencia).

### Monitoreo post-desastres

Las imágenes se pueden aplicar para monitorear el progreso en actividades de reconstrucción.

### **C) Adecuación a normas ambientales**

Las imágenes de satélite, los mapas y las herramientas de visualización pueden asistir a las compañías a ajustarse o cumplir con regulaciones obligatorias de agencias federales, estatales y locales. También pueden aplicarse para monitorear e identificar impactos potenciales en caso de no cumplir con las normas.

### **D) Monitoreo de hábitats y vegetación**

Las imágenes de satélite pueden ser usadas para monitorear las propiedades físicas y biológicas de un área. La vegetación y otras características biológicas se clasifican para identificar hábitats de distintas especies. El monitoreo de la vegetación a través de la detección del cambio puede aplicarse en la gestión y manejo de la salud de la vegetación.

### Planificación del suelo y los recursos / detección de cambios (históricos)

Detección de cambios es el proceso por medio del cual dos imágenes de la misma área son interpretadas para determinar diferencias entre ambos períodos. Este proceso puede usarse para monitorear, identificar, y hacer seguimiento de cambios resultado de deforestación, contaminación del agua, migración de polución, contaminación de superficies y efectos de tormentas de amplia extensión, como huracanes e inundaciones.

### Cartografía de usos del suelo y vegetación.

Las imágenes pueden clasificarse para identificar rasgos o elementos construidos por el hombre, así como vegetación natural. Este tipo de mapas puede usarse en una gran variedad de aplicaciones, desde la planificación urbana hasta la gestión de recursos naturales. La clasificación de estos mapas incluyen elementos tales como: suelo urbano y

desarrollado, agricultura, suelos forestados, aguas, áreas ganaderas, áreas forestales, aguas, humedales, tierras áridas, tundra, y pastizales.

#### **E) Administración de establecimientos ganaderos**

Las imágenes multiespectrales pueden ser empleadas por administradores de establecimientos ganaderos y conservacionistas para evaluar y monitorear la salud de los pastos y tierras de rodeo con el fin de ayudar a determinar calendarios rotacionales en base a la existencia de animales.

#### **F) Aguas superficiales**

##### Seguridad de presas

Las imágenes de satélite pueden ayudar a describir impactos y condiciones básicas asociadas a la presa. Algunos ejemplos incluyen: flujos hacia la presa, determinación de cómo la sedimentación ha modificado la capacidad de almacenamiento del reservorio, ruta potencial de inundaciones aguas abajo (basado en DEM's de alta precisión e imágenes actualizadas), y los impactos en el uso del suelo.

##### Manejo de áreas inundables

Los mapas-imágenes ortorectificados complementados con imágenes históricas de precisión, pueden ayudar a determinar la presencia de límites de aguas superficiales, aumento o disminución del nivel del agua en el tiempo, e impactos potenciales en los cuerpos de agua.

##### Permeabilidad / impermeabilidad

Una capa de información que delimite las superficies permeables e impermeables puede usarse como insumo para el manejo de aguas de escorrentía. Esta información se deriva de imágenes multiespectrales, identificando áreas donde el agua podría penetrar el suelo (áreas con vegetación) y áreas donde el agua escurre sobre la superficie (áreas construidas).

##### Manejo de aguas de escorrentía

Las fuentes localizadas de contaminantes potenciales, tales como pesticidas, fertilizantes, aceites y otros elementos polucionantes pueden ser difíciles de identificar y monitorear en áreas con alto potencial de escurrimiento. Las imágenes pueden ayudar a identificar

visualmente las fuentes de contaminantes, determinar el potencial de permeabilidad y ayudar a las agencias de ayuda y las municipalidades con las actividades de manejo de aguas de escorrentía.

**Delimitación y análisis de cuencas**

Los productos derivados de imágenes de satélite pueden ser usados en la definición de las divisorias y hoyas de cuencas y sub-cuencas. Los modelos digitales de elevación (DEMs) de alta precisión pueden ser usados para cartografiar e identificar cuencas. Una vez que sus fronteras son definidas, se pueden derivar los impactos de los cambios en el uso del suelo para proveer información adicional relevante.

**Delimitación y monitoreo de humedales**

Las imágenes multiespectrales pueden ser usadas para identificar, actualizar y calcular la situación actual de los humedales en ubicaciones geográficas específicas para un período de tiempo determinado.

**2.4.5 Exploración petrolera y minera**

Usuarios	Áreas de aplicación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultores independientes en geología</li> <li>- Compañías de exploración y producción petrolera</li> <li>- Compañías de servicios geofísicos y geoquímicos</li> <li>- Compañías / operadores de explotaciones mineras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>A)</b> Evaluación de activos/gestión de tierras y propiedades</li> <li><b>B)</b> Evaluación/cartografía de cuencas u hoyas</li> <li><b>C)</b> Planificación de corredores/vigilancia</li> <li><b>D)</b> Estudios ambientales / desastres naturales</li> <li><b>E)</b> Planificación / gestión logística</li> <li><b>F)</b> Prospección de combustibles y otros minerales</li> </ul>

**A) Evaluación de activos/gestión de tierras y propiedades**

Evaluación de activos/gestión de tierras y propiedades

Las imágenes pueden ser usadas para evaluar la infraestructura existente en una planta de producción o explotación de recursos naturales. Se puede construir una base de datos SIG del sitio para apoyar la administración de las infraestructuras y las tierras.

**B) Evaluación/cartografía de cuencas**

Las imágenes de satélite pueden ser usadas para cartografiar la estructura y litología del basamento de una cuenca determinada, para definir en que regiones tienen mayor probabilidad de contener minerales, petróleo o agua.

**C) Planificación de corredores/ vigilancia**

El análisis de imágenes de satélite, DEMs, y SIG pueden usarse, a través de modelos ambientales, para seleccionar la mejor ubicación de un nuevo corredor, minimizando el impacto sobre el medio ambiente. Luego de repetidas observaciones se crean mapas-imágenes para destacar las áreas con invasiones, fugas y áreas pobladas adyacentes al corredor.

**D) Estudios ambientales y de desastres naturales**

Las imágenes de satélite pueden ser usadas en el análisis de sistemas geológicos y ambientales, para determinar la probabilidad de desastres ambientales y tectónicos. Este puede incluir el modelado de la topografía y del transporte de materiales peligrosos, con el objeto de minimizar el impacto sobre la población y el ambiente. Este servicio también puede incluir el monitoreo y mapeo de derrames costa afuera.

**E) Planificación y gestión logística**

Las imágenes de satélite y otros datos colaterales pueden ser usados para apoyar los procesos de licitación, planificación y ejecución de trabajos de exploración y levantamientos geofísicos. Usando en forma conjunta los mapas de uso del suelo y de cobertura vegetal con modelos digitales del terreno e información sobre rasgos culturales, se pueden identificar las rutas para acceso y extracción de minerales más efectivas en términos de costos.

## F) Prospección de combustibles y otros minerales

Las imágenes de satélite pueden ser usadas en la cartografía de la estructura, litología y geoquímica de un área de prospectiva para identificar depósitos potenciales de: metales, arcillas, petróleo, etc.

### 2.4.6 Silvicultura

Usuarios	Áreas de aplicación
- Consultores en gestión forestal	<b>A)</b> Evaluación ambiental
- Asociaciones/agencias forestales nacionales y estatales	<b>B)</b> Gestión forestal
- Compañías papeleras	<b>C)</b> Factibilidad del rodal
- Compañías madereras	<b>D)</b> Inventario forestal
	<b>E)</b> Ventas de maderas

#### A) Evaluación ambiental

##### Impactos erosivos

Las imágenes combinadas con DEMs e información colateral pueden usarse para crear modelos que analicen la pérdida potencial de suelos debido a la erosión.

##### Evaluación de incendios forestales

Las imágenes pueden usarse para deducir la carga de combustible forestal; información que puede usarse para la predicción del riesgo de incendio en los bosques y para estimar su potencial comportamiento. Así mismo, las imágenes pueden usarse para estimar la magnitud del daño causado por incendios naturales o causados por el hombre.

##### Tala ilegal

Las imágenes de satélite pueden procesarse para valorar la pérdida generada como consecuencia de las operaciones de tala ilegal.

##### Gestión de Cuencas

Las imágenes combinadas con DEMs e información colateral pueden usarse para crear modelos de comportamientos de cuencas para análisis de riesgos y escenarios alternativos.

## **B) Gestión Forestal**

### Análisis de deforestación

Las imágenes pueden analizarse para resaltar y mapear las áreas deforestadas.

### Impacto / monitoreo de enfermedades

Usando imágenes multiespectrales, las condiciones de las enfermedades pueden ser monitoreadas y la infección puede rastrearse para medir el daño y la dirección del movimiento.

### Salud forestal

Las imágenes, en particular las multiespectrales, pueden analizarse para extraer y mapear las condiciones biológicas de las poblaciones forestales (incluyendo vegetación con estrés). Esta información puede usarse como insumo en los procesos críticos de toma de decisiones.

### Impacto/monitoreo de infestación por plagas

Usando imágenes de múltiples fechas, se pueden monitorear la infestación por plagas y rastrearla para medir la magnitud del daño y la dirección de su movimiento.

### Predicciones de producción

En particular las imágenes multiespectrales, pueden analizarse para extraer y mapear las condiciones biológicas de los rodales forestales (incluyendo vegetación con estrés). Estos modelos se pueden aplicar en la predicción de la producción, en base al estado de salud actual del inventario y las prácticas de silvicultura en el correr del tiempo.

## **C) Factibilidad de rodales**

### Salud de rodales

Las imágenes, en particular las multiespectrales, pueden analizarse para extraer y mapear las condiciones biológicas de extraer y mapear las condiciones biológicas de las poblaciones forestales (incluyendo vegetación con estrés). Esta información puede usarse como insumo en los procesos críticos de toma de decisiones.

#### Modelaje de rodales

Las imágenes, los Modelos de Elevación Digital (DEM), información colateral y productos para su visualización, pueden proveer herramientas poderosas para comprender el comportamiento de los rodales.

#### Crecimiento de maderas

Las imágenes multiespectrales pueden usarse para determinar los estadios de crecimiento de áreas forestadas y re-forestadas.

#### Especies de árboles

Las imágenes conjuntamente con información colateral puede ser usada para diferenciar y mapear varios tipos de coníferas y cualquier otro árbol.

### **D) Inventario forestal**

#### Modelaje de productividad de maderas

Imágenes, Modelos de Elevación Digital (DEM), información colateral y productos de visualización de información, pueden proveer poderosas herramientas para la comprensión del comportamiento de los rodales y estimar la productividad

#### Especies de árboles

Las imágenes conjuntamente con información colateral puede ser usada para diferenciar y mapear varios tipos de coníferas y cualquier otro árbol.

### **E) Ventas / comercialización de maderas**

#### Diseño y definición de accesos

Imágenes, modelos de elevación digital (DEM), información colateral y productos de visualización de información, pueden proveer poderosas herramientas para la planificación logística, definición de accesos y extracción de materiales.

#### Impactos ambientales

Las imágenes combinadas con DEMs e información colateral pueden analizarse para apoyar las decisiones gerenciales y las presentaciones en materias tales como facilidad de accesos y estabilidad de suelos.

Planificación logística

Erosión del suelo

Las imágenes combinadas con DEMs e información colateral pueden usarse para crear modelos que analicen la pérdida potencial de suelos debido a la erosión. Los modelos pueden usarse para simular zonas de inundación u otros eventos naturales y sus impactos potenciales en la erosión del suelo.

### 2.4.7 Seguros

Usuarios	Áreas de aplicación
- Compañías de seguros	<b>A)</b> Valoración de daños agrícolas <b>B)</b> Planificación de respuestas en catástrofes – análisis de peligros naturales y culturales <b>C)</b> Valoración de propiedades <b>D)</b> Análisis de cuencas

#### **A)** Valoración de daños agrícolas

Estimación de áreas

Las imágenes multiespectrales pueden ser usadas para determinar el área dañada con fines de ajustes.

Daños ambientales.

Las imágenes multiespectrales pueden ser usadas para determinar el impacto en la salud vegetal consecuencia de factores ambientales. Estas diferencias se registran y calculan con fines de ajustes en seguros.

Planificación y logística de ajustes

La medición de las áreas dañadas, permite a los ajustadores realizar trabajos en los campos realmente afectados, disminuyendo viajes y problemas de logística.

### Impacto en la producción

Las imágenes multispectrales pueden ser usadas para determinar las condiciones generales de salud de un cultivo en particular, lo cual a su vez puede potencialmente determinar la pérdida de producción con fines valoración de áreas dañadas y ajustes.

### **B) Planificación de respuestas en catástrofes**

#### Valoración de daños

Las imágenes de resolución alta y media pueden aplicarse en la valoración de daños de edificaciones e infraestructuras consecuencia de desastres naturales o causados por el hombre. Esto ayuda a evaluadores y ajustadores a obtener un mejor conocimiento de la magnitud del problema y focalizarse en propiedades específicas de sus clientes.

#### Focalización de esfuerzos de respuestas

La habilidad de realizar valoración de daños en base a imágenes de satélite comerciales ayuda a focalizar los esfuerzos de respuestas de las compañías de seguros, luego de un desastre.

#### Reducción de riesgos (mapeo preventivo y análisis de riesgo potencial)

Las imágenes de alta y media resolución pueden usarse para crear bases de datos que integran datos de la superficie y datos subterráneos (datos de áreas inundables, datos digitales de elevación, información geológica, análisis de pendientes, áreas nevadas – avalanchas-, datos de suelos, etc.) que pueden emplearse para crear mapas de riesgos para diferentes ambientes. Esta información se emplea para identificar riesgos potenciales antes de que ocurran.

### **C) Valoración de propiedades**

#### Valuación básica y creación de bases de datos

Usando imágenes de alta resolución se puede crear un valor básico de las propiedades e integrar esta información a una base de datos geo-espacial que incluya información de las estructuras (año de construcción, constructor, valor asignado, superficie, tipo de construcción, características internas, etc.) Esta valuación base puede ser usada para actualizar al personal de seguros en caso de incendio, huracanes u otros desastres, o para reflejar mejoras en las edificaciones.

### Condición de propiedades existentes y nuevas

Usando imágenes de alta resolución es posible valorar las condiciones relativas de una propiedad, particularmente para monitorear las etapas de construcción o mejoras de estructuras externas tales como muelles, porches o expansión. Las compañías de seguros pueden usar esta información para modificar la valuación de la propiedad de modo de asegurar la correcta cobertura de la misma.

### Estudios de vulnerabilidad

Usando imágenes de alta y media resolución se pueden realizar valuaciones de vulnerabilidad de estructuras/propiedades ubicadas en áreas inundables, rutas de avalanchas, regiones sísmicas o áreas sujetas a movimientos de tierras (suelos expansivos).

## **D) Análisis de cuencas**

### Análisis de áreas inundables

Las imágenes de satélite comerciales pueden usarse para determinar la extensión de áreas inundables, particularmente cuando se combinan con modelos digitales del terreno. Esta información se usa para generar información base para predicciones de inundaciones futuras.

### Proyecciones de escorrentía

Las imágenes de satélite se pueden usar para evaluar el potencial de escorrentía o inundación a través de la evaluación de la cobertura del terreno y los suelos. Esta información puede ser empleada por la industria de seguros para proyectar pérdidas potenciales dependiendo de la magnitud de la tormenta.

### Cartografía de cuerpos de agua

Las imágenes multiespectrales pueden usarse para cartografiar cuerpos de agua por tipo, identificar presas (de tierra o concreto), evaluar la contaminación ambiental y ayudar a evaluar las potenciales fuentes de flujos de agua; información útil para las compañías de seguros para predecir posibles impactos de eventos naturales.

### 2.4.8 Transporte

Usuarios	Áreas de aplicación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aeropuertos</li> <li>- Agencias federales de transporte</li> <li>- Compañías de ferrocarriles</li> <li>- Compañías de transporte marítimo</li> <li>- Compañías de transporte carretero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>A)</b> Cartografía Base (infraestructura)</li> <li><b>B)</b> Planificación de Corredores</li> <li><b>C)</b> Mapas de uso del suelo y vegetación</li> <li><b>D)</b> Actualización cartográfica</li> <li><b>E)</b> Administración de derechos de vía (monitoreo de infraestructuras, invasión de estructuras, invasión de vegetación)</li> <li><b>F)</b> Análisis de sitios (localización)</li> </ul>

#### **A) Cartografía base (infraestructura)**

Las imágenes de alta resolución y alta precisión pueden usarse para crear mapas detallados que incluyan calles, parcelas, servicios de red y usos del suelo. Estas capas de información, conjuntamente con otras son usadas para administrar los servicios urbanos.

#### **B) Planificación de corredores**

Varios productos derivados de imágenes de satélite pueden emplearse en la planificación de corredores; entre ellos mapas de uso del suelo, mapas de pendientes y modelos de elevación. Estos productos pueden usarse para realizar evaluaciones ambientales y como insumos durante las fases de planificación e ingeniería de un proyecto.

#### **C) Mapas de uso del suelo y vegetación**

Las imágenes de satélite pueden clasificarse para identificar: elementos construidos por el hombre y vegetación natural. Los mapas de uso del suelo y vegetación pueden usarse en una amplia gama de aplicaciones, desde planificación urbana hasta gestión de recursos naturales.

#### **D) Actualización cartográfica**

Las imágenes de satélite proveen información que puede usarse para actualizar mapas existentes. Por ejemplo, se pueden identificar nuevas construcciones en áreas urbanas de alto crecimiento y usarlas para actualizar calles y mapas de uso del suelo.

### **E) Administración de derechos de vías**

#### Monitoreo de edificaciones e infraestructura

Las imágenes de alta resolución proveen suficiente nivel de detalle para cartografiar y monitorear edificaciones e infraestructuras tales como aeropuertos y estaciones de tren. Las imágenes y los mapas derivados de ellas pueden usarse para crear un Sistema de Información Geográfica (SIG) de la infraestructura.

#### Invasión de estructuras

Las imágenes capturadas a lo largo de tuberías o corredores de servicio pueden analizarse para identificar construcciones que invaden el derecho de vía. Esta misma imagen puede usarse para identificar vegetación que puede estar creciendo muy cerca o puede estar muriendo y afectar las estructuras dentro del derecho de vía.

### **F) Análisis de sitio (localización)**

Las imágenes de satélite y los productos derivados de ellas pueden usarse para analizar sitios con potencial de desarrollo. Las imágenes de alta resolución contienen suficiente detalle para planificación de infraestructuras, mientras que las imágenes multiespectrales contienen información que puede aplicarse en estudios de impacto ambiental.

## **2.4.9 Servicios**

Muchas compañías de servicios de red, deben mantener y administrar los corredores de distribución y transmisión. La calidad del servicio que brindan estas compañías, se ve amenazada por las invasiones de vegetación, de edificaciones y otros obstáculos, en los corredores de servicios.

A través del uso de imágenes satelitales de alta resolución, conjuntamente con otra información geográfica asociada incluyendo capas de información de infraestructuras, las empresas de servicios pueden ahorrar dinero.

Un examen de este tipo de información previo a la visita a campo, permite que el personal se dedique a visitar únicamente aquellas áreas que requieren una atención real. Esta práctica ahorra el tiempo que normalmente debe dedicarse a recorrer un territorio más extenso para determinar donde existe un problema de invasión.

La información de imágenes de satélite sobre las áreas de derecho de paso, puede actualizarse por trimestre o en forma anual, permitiendo a las compañías prestadoras de servicios, monitorear y administrar los corredores de distribución y transmisión. También permiten mantener mapas base actualizados; lo cual puede derivar en un significativo ahorro de tiempo y dinero frente a los métodos de actualización utilizados tradicionalmente.

Usuarios	Áreas de aplicación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compañías petroleras</li> <li>- Proveedores de Gas Natural</li> <li>- Compañías de suministro de electricidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>A)</b> Planificación de corredores</li> <li><b>B)</b> Administración derechos de paso</li> <li><b>C)</b> Evaluación/recuperación ante desastres</li> <li><b>D)</b> Administración de infraestructura</li> <li><b>E)</b> Análisis de sitio (localización)</li> </ul>

#### **A) Planificación de corredores**

##### Acceso

La identificación de distintos tipos de corredores de transporte dentro de un área de estudio permite a las empresas de servicios de red determinar los requerimientos de acceso o los costos asociados con la construcción de un proyecto propuesto. Los corredores de acceso/transporte pueden categorizarse de acuerdo al tipo de material y tamaño.

##### Levantamientos detallados

Utilizando imágenes ortorectificadas de alta resolución, modelos de elevación detallados e información de campo, se pueden generar planos de construcción y alineamiento de corredores.

##### Análisis ambiental

La interpretación visual y la identificación de elementos tales como topografía, suelos, hidrología de superficie, usos del suelo, vegetación y accesos, permiten a las compañías de servicios de red a identificar y determinar impactos potenciales a caminos, tuberías, líneas de alta tensión, cableados, tuberías de agua y líneas de fibra óptica.

### Superficies permeables / impermeables

Una capa de información que delimite las superficies permeables e impermeables puede usarse como insumo para el manejo de aguas de escorrentía. Esta información se deriva de imágenes multiespectrales, identificando áreas donde el agua podría penetrar el suelo (áreas con vegetación) y áreas donde el agua escurre sobre la superficie (áreas construidas).

### Planificación regional

Las imágenes de baja y moderada resolución pueden ser usadas para gather y obtener información ambiental acerca de áreas extensas. La obtención de datos facilita una mejor comprensión de los usos del suelo, vegetación y recursos de agua del entorno regional.

### Estabilidad de taludes

Los cambios en la elevación de un paisaje o a lo largo de una distancia determinada, pueden ilustrarse. Modelos de Elevación del Terreno (DEMs) conjuntamente con imágenes recientes y datos de levantamiento en campo ayudan a desarrollar los mapas de ingeniería y mapas de elevación del terreno para el departamento de ingeniería.

### Tipificación de suelos

De las imágenes de satélite se pueden derivar descripciones generales de la composición de los suelos. Los mapas de vegetación y tipología de suelos pueden ayudar a determinar los impactos de construcciones y cuando se combinan con modelos de elevación del terreno, el potencial de erosión.

## **B) Administración de derecho de paso**

### Determinación de peligros potenciales

Las imágenes pueden ser utilizadas para hacer análisis de prevención, riesgos, contingencia y modelado en caso de desastres. La fusión de múltiples tipos de imágenes puede llevar a definir tomas de decisiones más pertinentes y acertadas a como prever o manejar una situación de peligro o desastre eminente o actual.

### Monitoreo de invasiones

Las imágenes capturadas a lo largo de tuberías o corredores de servicio pueden analizarse para identificar construcciones que invaden el derecho de vía. Esta misma

imagen puede usarse para identificar vegetación que puede estar creciendo muy cerca del corredor o puede estar muriendo y afectar las estructuras dentro del derecho de paso.

Evaluación, estimación y monitoreo del potencial de erosión y estabilidad de taludes

Las imágenes de satélite y los productos derivados de ellas pueden ser usados para evaluar la estabilidad de taludes y el potencial de erosión. Los mapas de pendientes derivados de los modelos digitales de terreno proveen información de la severidad del terreno. Las imágenes multiespectrales pueden ser usadas para clasificar la densidad de vegetación, que puede ser usada conjuntamente con información de pendientes para evaluar el potencial de erosión.

Detección de derrames (anomalías)

Las imágenes multiespectrales pueden ser usadas para monitorear la salud de la vegetación que se encuentra a lo largo de los corredores de redes. El análisis de los cambios de desempeño permite identificar cambios en la salud vegetal. La identificación de estos cambios puede ser usada para planificar visitas de campo.

Monitoreo de crecimiento y estrés de vegetación

Las imágenes multiespectrales pueden ser usadas para monitorear el crecimiento de vegetación a lo largo del derecho de paso. Estas mismas imágenes pueden usarse para realizar mediciones cuantitativas relacionadas con la salud de la vegetación.

### **C) Evaluación /recuperación ante desastres**

Las imágenes de baja resolución, tales como Landsat TM pueden ser usadas para identificar y cuantificar el daño regional. Las imágenes de alta resolución pueden usarse para identificar y cuantificar el daño a edificaciones residenciales y comerciales, infraestructuras, y servicios de red.

### **D) Administración de infraestructura**

Las imágenes de satélite pueden ser usadas para monitorear el crecimiento de población y los cambios de uso del suelo a lo largo del derecho de paso. Los datos históricos, cambios temporales, mejoras, etc. pueden ser usados para actualizar capas de información vectorial y resaltar los cambios en el crecimiento de los alrededores de los servicios de red.

### E) Análisis de sitio

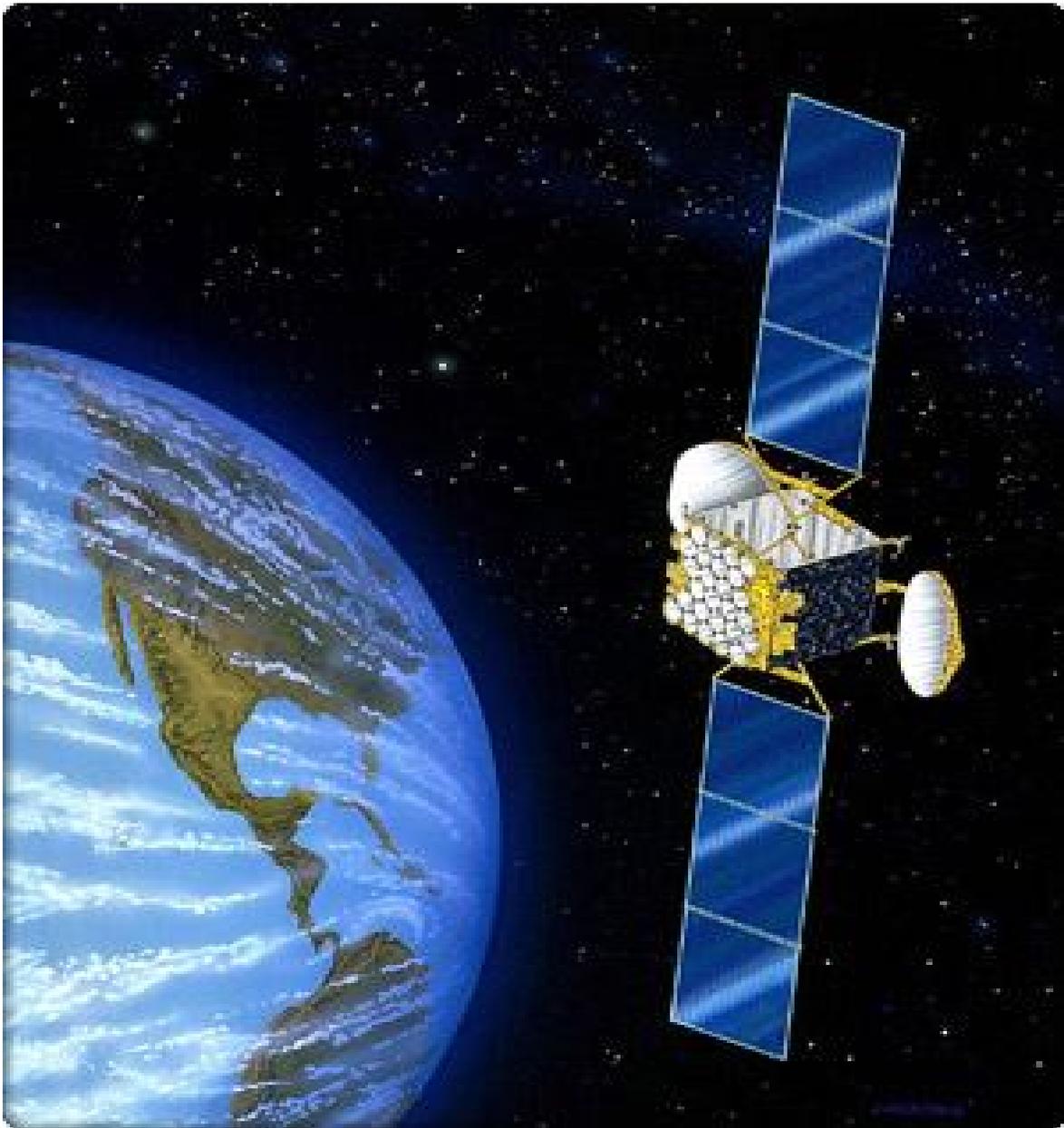
Las imágenes pueden ser usadas para identificar, cartografiar y visualizar el área para la construcción de un proyecto. De este modo se pueden identificar y delinear los obstáculos y las áreas sensitivas.

**2.4.10 Catastro Rural:** Tareas de catastro que antes se debían realizar, sí o sí, con fotografías aéreas o relevamientos en campo se ven simplificadas y abarataadas por esta tecnología, por ejemplo inventarios de las unidades de producción agropecuaria, la individualización de las parcelas y el valor de las mismas.

**2.4.11 Contaminación:** alto potencial para su control dentro del territorio. Puede servir de apoyo a la definición de planes nacionales, especialmente los interregionales, a la valoración de los agentes contaminantes de aguas litorales o continentales, o a la simulación de actuaciones de saneamiento y su impacto. En especial, en el tema aguas, las situaciones de concentración de contaminación debidas a vertidos o pérdidas pueden detectarse y seguirse utilizando imágenes multiespectrales de satélite.

# CAPÍTULO TRES.

## MÉXICO Y SUS SATÉLITES



[http://www.sistemaspea.info/wp-content/uploads/2009/05/solidaridad\\_1.jpg](http://www.sistemaspea.info/wp-content/uploads/2009/05/solidaridad_1.jpg)

Las actividades del gobierno mexicano en actividades espaciales iniciaron en 1957, cuando Walter Cross Buchanan, secretario de comunicaciones y transportes (1955-1964), y Manuel Sandoval Vallarta promovieron el diseño y construcción de cohetes para monitorear la alta atmósfera, ya que desde 1949 se había formado un grupo de técnicos en cohetería, gracias a los adelantos en el desarrollo de la aviación, además de contar con el apoyo de académicos del Instituto Politécnico Nacional. Para 1960 se estableció la estación terrena de Guaymas, Sonora. De igual manera, otros cohetes sonda fueron lanzados por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por aquellos años.

FUGURA 3.1: Personajes del Gobierno



Foto 1: Walter Cross Buchanan  
Fuente: <http://www.decanato.ipn.mx/imagenes/wc1.jpg>

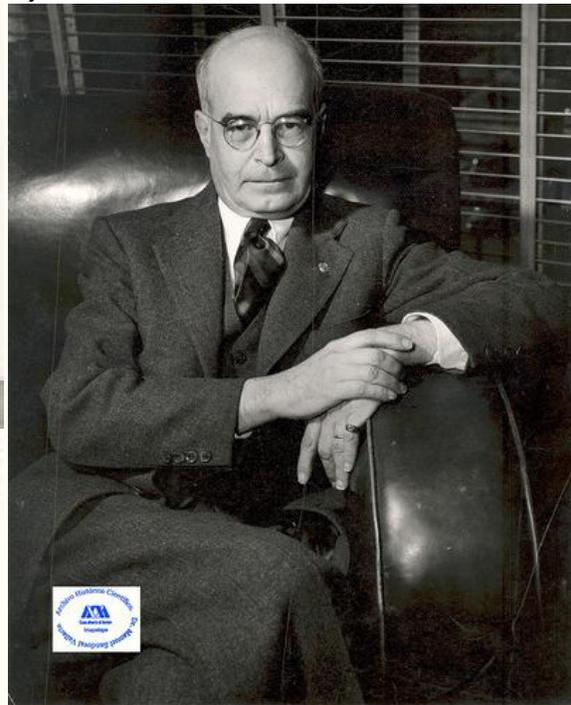


Foto 2: Manuel Sandoval Vallarta  
[http://farm4.static.flickr.com/3210/2947102337\\_d55c08780d.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3210/2947102337_d55c08780d.jpg)

En el mismo sentido, el presidente Adolfo López Mateos emitió un decreto en el Diario Oficial de la Federación del 31 de agosto de 1962 que creó la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CONEE), adscrita a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes con el fin de fomentar la investigación, explotación y utilización pacífica del espacio exterior; Comisión que continuó con los trabajos de cohetería, telecomunicaciones y estudios atmosféricos en el país.

La creación de la CONEE impulsó la investigación espacial y en ese mismo año, 1962, la Universidad Nacional Autónoma de México, a través de su Instituto de Geofísica, creó el Departamento del Espacio Exterior, hoy Departamento de Ciencias Espaciales.

En los años posteriores, la CONEE fabricó los cohetes Mitl y se obtuvieron importantes avances en el estudio de la alta atmósfera a través de tres subprogramas de investigación. Sin embargo, el gobierno del presidente José López Portillo canceló los trabajos en materia espacial y publicó la desaparición de la Comisión Nacional del Espacio Exterior en el Diario Oficial de la Federación del 3 de noviembre de 1977.

Ante la falta de un órgano oficial del desarrollo espacial en México, los esfuerzos en esta materia se aislaron. Por ejemplo, se desarrollaron y calificaron experimentos en ciencias de materiales para ser efectuados en el Transbordador Espacial de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos, desarrollados en la década de 1980 por un grupo de investigadores e ingenieros de la UNAM.

La industria de las telecomunicaciones impulsó la creación de una red satelital para su sector, la cual se concretó con la puesta en órbita de los satélites Morelos durante 1985 por la NASA, lo que impulsó a que instituciones como el CICESE desarrollara trabajos en tecnología telefónica, VSAT y comunicación móvil en banda L. Los trabajos con la NASA permitieron que el doctor Rodolfo Neri Vela participara en una misión de los transbordadores espaciales y se convirtiera en el primer astronauta mexicano.

Algunas actividades espaciales fueron financiadas por el extinto Instituto Mexicano de Comunicaciones que funcionó de 1987 a 1996 (transformado en la actual Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL)), por el organismo descentralizado Telecomunicaciones de México (Telecomm) y por la empresa privatizada que surgió de Telecomm, Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. (SATMEX); así como por algunas instituciones de educación superior, principalmente la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional (especialmente a través del CINVESTAV), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y la Universidad del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos.

Concretamente la UNAM, durante la década de 1990, creó el Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (PUIDE) mediante el cual se diseñó y construyó el microsatélite, UNAMSAT 1, el cual se perdió durante el lanzamiento en 1995. Pero un microsatélite gemelo, el UNAMSAT B fue puesto en órbita un año después.

Además de las instituciones universitarias, también llevaron a cabo esfuerzos individuales personas y pequeños grupos autónomos, pero sin coordinación y sin la participación ni apoyo importante del Gobierno o de inversionistas mexicanos. La Sociedad Espacial Mexicana (SEM) se fundó en 1990 por iniciativa de Jesús Raygoza. El grupo ha trabajado con algunas escuelas mexicanas y en proyectos de cohetes de aficionados, pero con poco impacto en el resto del país y de la sociedad.

Por otro lado, en la década de 1990 se presentaron al menos dos iniciativas diferentes para la creación de una oficina o agencia espacial nacional. En 1995, la SEM entregó una propuesta al Gobierno del Presidente Ernesto Zedillo y a la Comisión de Energía del Congreso de la Unión. Y en 1998, un grupo de académicos mexicanos se expresó en las mismas líneas en audiencia ante la Comisión de Ciencia y Tecnología.

En 2005 los ingenieros Fernando de la Peña Llaca y José Luis García García después de consultar al doctor Gianfranco Bissiachi, el licenciado Fermín Romero, al doctor José Moreno Hernández y al doctor Rodolfo Neri Vela elaboran una primera iniciativa para la creación de una Agencia Espacial Mexicana, la cual se presentó a la Cámara de Diputados.

México tiene actualmente en órbita 8 satélites, de los cuales siguen en operaciones solo 4 de ellos. Siete se utilizan principalmente para fines de telecomunicaciones y que fueron fabricados por firmas satelitales internacionales, que conforman los sistemas Morelos, Solidaridad, Satmex y QuetzSat. Y uno para fines meramente de investigación fabricado por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

En la actualidad, se encuentran en construcción 6 nuevos satélites. De ellos 4 son de comunicaciones, uno de Satmex para sustituir las funciones de aquellos que su vida útil está por concluir y tres del gobierno mexicano que formarán el nuevo sistema MEXSAT; los dos restantes son de investigación.

### 3.1 LOS SISTEMAS

Para la difusión internacional de la olimpiada de México 1968, el gobierno mexicano se afilió ese año al sistema satelital Intelsat, construyó en el estado de Hidalgo la primera estación terrena del país y rentó un satélite ATS-3, propiedad de la NASA. Dos años después, en 1970, se inició el uso satelital en México para servicio doméstico. A partir de 1982 que el gobierno mexicano adquirió su primer paquete de satélites propios, conocido como Sistema Morelos.

FIGURA 3.2: Antena de TELECOMM



Foto 3: Antena de la estación terrena en Tulancingo Hidalgo, México.  
Fuente: <http://mw2.google.com/mw-panoramio/photos/medium/2822173.jpg>

Para el manejo de ambos satélites y su centro de control, en 1989 se creó Telecomunicaciones de México (Telecomm) con sede en la Ciudad de México, organismo descentralizado que adquirió un segundo paquete satelital para sustituir eventualmente al Sistema Morelos al término de su vida útil. El Sistema Solidaridad se conformó con los satélites Solidaridad 1 y Solidaridad 2, puestos en órbita en 1993 y 1994, respectivamente; al tiempo que se da de baja el Morelos 1.

La Universidad Nacional Autónoma de México creó el Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (PUIDE) que en 1991 comenzó la fabricación del primer satélite 100% mexicano, el UNAMSAT-1, que fue destruido durante su lanzamiento

en 1995. En 1996 puso en órbita el UNAMSAT-B que funcionó cerca de un año. En 1995 el gobierno mexicano reformó la Ley de Telecomunicaciones y con la Sección de Servicios Fijos Satelitales de Telecomm constituye la empresa Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. (SATMEX), la cual puso a la venta a través de una licitación pública.

Con fines de seguridad nacional, el gobierno mexicano anunció en 2010 crear un nuevo sistema satelital del Estado mexicano (MEXSAT), para ser administrado por Telecomunicaciones de México (Telecomm-Telégrafos).

### **3.1.1 SISTEMA MORELOS**

En noviembre de 1982, con el fin de unificar las zonas rurales y urbanas de la nación y de dar respaldo a la Red Federal de Microondas, la cual ya operaba a su máxima capacidad, el gobierno mexicano a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes contrató a la empresa Hughes Space and Communications Company, para la fabricación del primer sistema doméstico de comunicaciones satelitales, conocido como Sistema Morelos, así como la construcción de un centro de control para operarlo. Contrato que para Hughes significó ser el primero en su tipo con un país latinoamericano. El costo del Sistema Morelos fue de 92 millones de dólares.

El Sistema Morelos contó con dos satélites, el Morelos I y el Morelos II, versiones del satélite más comercial de la época, el Hughes HS-376; modelo que fue modificado para operar, por primera vez, de manera híbrida dos bandas en frecuencias diferentes de manera simultánea. Ambos satélites son de forma cilíndrica con un sistema de giro para estabilizarse en forma geoestacionaria. Mide 7 pies 1 pulgada de diámetro y de altura durante su posición de lanzamiento, con su sistema de paneles solares retraídos y su antena guardada, tiene 9 pies y 4 pulgadas; en órbita, al expandir sus paneles solares y su antena, alcanza los 21 pies y 8 pulgadas de alto. Su peso al iniciar su órbita es de 1422 libras, que incluyen 293 libras de combustible para controlar su órbita durante una vida útil de 9 años. Los dos paneles solares proveen con 950 watts al satélite al colocarse en órbita: los cuales son apoyados con dos baterías para funcionar durante los eclipses al pasar a través de la sombra de la Tierra. La antena modificada de las versiones comunes del satélite HS-376 para operar según las especificaciones mexicanas, tiene capacidad para operar 22 bandas. Para su posicionamiento correspondiente, cada satélite contó con

un módulo y un motor, para llevarlo a una órbita circular sincronizada, desde una órbita elíptica en que fueron liberados desde un transbordador espacial de la NASA.

El Morelos I fue puesto en órbita el 17 de junio de 1985 por el transbordador espacial Discovery durante su quinto vuelo, cuyo despegue fue desde Cabo Cañaveral. En 1993 terminó su vida útil y sus operaciones fueron transferidas al Solidaridad 1. En 1994 cedió su posición orbital al Solidaridad 2, al ser retirado a otra de desuso. Tras la privatización de 1997, el Morelos I se conoce también como Satmex 1.

FIGURA 3.3: Satélite MORELOS I

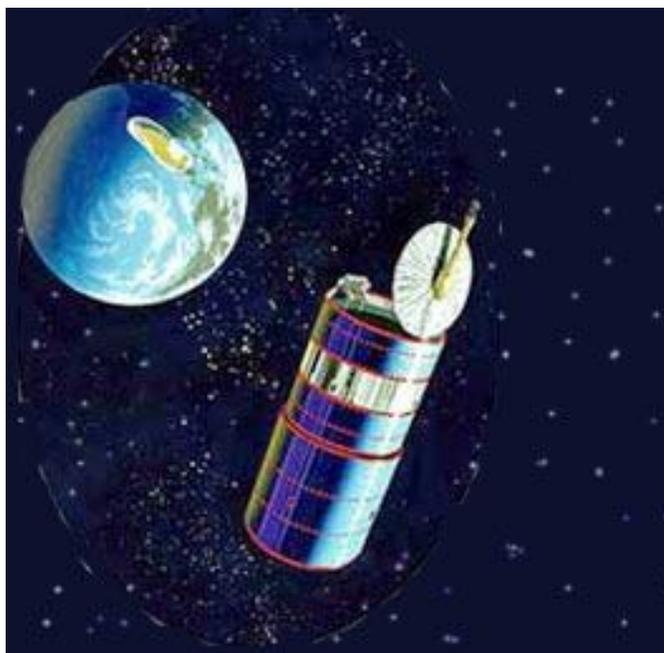


Foto 4: Satélite Morelos I en el espacio

Fuente: <http://www.schillerinstitute.org/newspanish/imagenes/Ciencia/IberoConqEspacio/Morelos-Mexico.jpg>

El Morelos II fue puesto en órbita el 27 de noviembre de ese mismo año por el transbordador espacial Atlantis, durante su segundo vuelo, que contó con la participación del doctor Rodolfo Neri Vela, primer astronauta mexicano. El Morelos II tuvo su despegue en Cabo Cañaveral. Tras la privatización de 1997, el Morelos II se conoce también como Satmex 2.

El centro de control y telemetría fue fabricado por Hughes e instalado en Iztapalapa, dentro de la zona conurbada de la Ciudad de México. Los satélites del Sistema Morelos brindaron servicios de comunicaciones de televisión, telefonía hacia y desde cualquier

punto de la República Mexicana. En 1989 el organismo descentralizado Telecom se convirtió en el operador del Sistema Morelos y en 1997 lo fue Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. (SATMEX) la cual es privatizada.

FIGURA 3.3: Satélite MORELOS II



Foto 4: Satélite Morelos II desde su órbita en el cielo

Fuente: [http://4.bp.blogspot.com/\\_zw-fJ59RbU8/S-vIQHgu5jI/AAAAAAAAAGM/SSTGuk2N7k8/s1600/atv\\_to\\_iss\\_1.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_zw-fJ59RbU8/S-vIQHgu5jI/AAAAAAAAAGM/SSTGuk2N7k8/s1600/atv_to_iss_1.jpg)

### 3.1.2 SISTEMA SOLIDARIDAD

En mayo de 1991, con el fin de sustituir al Sistema Morelos al término de su vida útil, Telecom contrato nuevamente a Hughes para la fabricación de un segundo paquete satelital que se denominó Sistema Solidaridad por un importe de más de 300 millones de dólares, incluyendo servicios de lanzamiento, adecuación al centro de control de Iztapalapa, un nuevo centro de control en Hermosillo y seguros.

El Sistema Solidaridad contó con dos satélites, el Solidaridad 1 y el Solidaridad 2, con una vida útil de 14 años. Ambos satélites son de forma cúbica con un sistema de estabilización geostacional triaxial. Su forma es cúbica en cuyo centro contiene el sistema electrónico y de propulsión. En su eje norte sur tiene unas alas de 21 metros de largo. Pesan cada uno alrededor de 1,641 kg al inicio de su puesta en órbita. Sus celdas solares lo proveen de 3300 watts y tiene 27 baterías para los eclipses. Al igual que los Morelos, tiene 18 bandas en frecuencia C, pero con capacidad mayor que le permiten

transmitir desde terminales pequeñas. Con las alas no extendidas mide tan solo 7.2 metros. Las antenas miden 2.5 metros, colocadas una al este y otra al oeste.

El Solidaridad 1 fue puesto en órbita el 19 de noviembre de 1993 por el cohete Ariane-44LP H10+, cuyo despegue fue desde Kourou, Guyana Francesa. Tras la privatización de 1997, el Solidaridad 1 se conoce también como Satmex 3. En 1999 tuvo una falla en los controles de procesamiento satelital, la cual se repitió en 2000, con lo que se dio por pérdida total.

FIGURA 3.4: Satélite SOLIDARIDAD



Foto 5: Satélite Solidaridad visto desde el espacio  
Fuente: <http://www.cnnexpansion.com/media/2009/02/13/satelite.jpg>

El Solidaridad 2 fue puesto en órbita el 7 de octubre de 1994 por el cohete Ariane-44L H10+, cuyo despegue fue desde Kourou, Guyana Francesa. Tras la privatización de 1997, el Solidaridad 2 se conoce también como Satmex 4. En marzo de 2006 se migró a una órbita inclinada para alargar su vida útil que terminaría en 2008, con el fin de alargarla hasta 2013.

El Centro de Control de Iztapalapa fue remodelado para operar al Sistema Solidaridad y se construyó uno nuevo en Hermosillo, Sonora, desde donde se continuó con el servicio de comunicaciones de televisión, telefonía, hacia y desde México, sur de Estados Unidos y resto de Latinoamérica. En 1997 la empresa Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. (SATMEX) se convierte en el operador del Sistema Solidaridad, la cual es privatizada ese mismo año.

### 3.1.3 SISTEMA SATMEX

En agosto de 1996, se solicita por tercera y última ocasión un nuevo satélite a Hughes, el Morelos 2R o Morelos 3, con cobertura para todo el continente americano. Durante la fabricación de este satélite se crea Satélites Mexicanos, S.A. de C.V. (SATMEX), por lo que el nombre del satélite es modificado a Satmex 5 durante su fabricación. El cual sería una versión más poderosa de los satélites Solidaridad y sería el primero de lo que se ha llamado Sistema SATMEX. Culminado el contrato con Hughes, Satélites Mexicanos, S.A. de C.V., como filial de Principia Loral Space & Communications, estableció un programa para substituir la flotilla satelital con vida útil próxima a vencer, fabricados por Space Systems Loral; de ésta manera, el Satmex 6 fue puesto en órbita y está en construcción un satélite más del sistema SATMEX.

FIGURA 3.5: Satélite SATMEX



Foto 6: Satélite SATMEX orbitando el espacio

Fuente: [http://www.noticiasaldia.com.mx/img/notas/18600\\_905b2d856a.jpg](http://www.noticiasaldia.com.mx/img/notas/18600_905b2d856a.jpg)

El Satmex 5, alcanza a generar 7000 watts de poder, al menos 10 veces la capacidad del Morelos II, con un novedoso sistema de celdas solares y de baterías más avanzadas y con un sistema de propulsión de iones de xenón, con una vida útil de 15 años. La capacidad de transmisión permite que se reciba por antenas terrestres de 60 centímetros o más pequeñas. Alcanza a cubrir a toda América, por lo que puede proveer servicios en cualquier país del continente. El SATMEX 5 fue construido en El Segundo, California, como los Sistemas Morelos y Solidaridad, con personal de Hughes y al menos 10 ingenieros mexicanos que trabajaron en la integración del satélite.

El SATMEX 5 fue puesto en órbita el 5 de diciembre de 1998 a bordo de un cohete Ariane-42L H10-3. El 27 de enero de 2010 presentó una falla en su sistema de propulsión XIPS, con lo que entró en operación el mecanismo de propulsión químico, que tiene duración de 2.5 años.

El Satmex 6 fue construido en Palo Alto, California. Pesa 5,700 Kg. Fue lanzado el 27 de mayo de 2006 por un cohete Ariane-5ECA y puesto en la órbita geoestática que antes ocupaba el Solidaridad 2, para funcionar durante una vida útil de más de 15 años.

El Satmex 7 fue inicialmente un satélite solicitado en junio de 2008. Sería un satélite de última generación con alta capacidad en transmisión que cubriría el servicio de HDTV. Estaría diseñado para ocupar la posición orbital que ocupaba el Solidaridad 1 y se programó su lanzamiento para 2011. Sin embargo, el gobierno mexicano, tras declarar desiertas un par de licitaciones, perdió la posición ya que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) tenía como plazo para ocuparla hasta el 5 de marzo de 2008. Por lo tanto el SATMEX 7 fue cancelado. Sin embargo, el 13 de marzo de 2012, Satélites Mexicanos (SATMEX) anuncia que ha celebrado un contrato de construcción con Boeing y un contrato de servicios de lanzamiento para la manufactura y lanzamiento, respectivamente, del último satélite de comunicaciones de su flota, SATMEX 7.

El Satmex 8 fue anunciado en mayo de 2010 el cual reemplazará el SATMEX 5. Tendría una vida útil de 15 años. En abril de 2010, SATMEX hizo un pago inicial de \$2 millones de dólares para comenzar la fabricación del SATMEX 8. Se planeaba lanzar este satélite en julio de 2012, postergándose su lanzamiento a noviembre de 2012 por medio de un cohete Protón desde el cosmódromo de Baikonur en Kazakhsatan. Ocupará la posición orbital que actualmente ocupa el Satmex 5.

### **3.1.4 SISTEMA UNAMSAT**

En el año de 1969, un grupo de radioaficionados mexicanos se reunieron para incursionar en la actividad satelital; inicialmente eran 16 y en 1970 se sumó uno más. Poco tiempo después, se afiliaron a AMSAT INTERNACIONAL y dieron vida a AMSAT MÉXICO.

Este grupo fue muy activo en los primeros años de la década de los 70's trabajando varios satélites: el OSCAR 6, OSCAR 7, OSCAR 8, OSCAR 9 y el principio de la operación del

OSCAR 10. Paulatinamente fueron desapareciendo algunos elementos y finalmente quedaron Máximo Bachi, Miguel Escoda, Gerardo Raab con el liderazgo de David Liberman quien además, se interesó en la construcción física de los satélites. Por ello se acercó a AMSAT y participó en varios proyectos, destacando en el FASE 3-A, satélite infortunado que cayó al mar.

Una meta ideal para David Liberman fue que en Latinoamérica, especialmente en México, se fabricara un satélite de radioaficionados. Empeñado en su cometido trajo un proyecto a México y lo estuvo ofreciendo a varias instituciones hasta que finalmente la Universidad Autónoma de México (UNAM) se interesó en el mismo y firmó un convenio con AMSAT.

Este le brindaba a la Universidad un paquete de ingeniería avanzada, que le economizaba tiempo pues no había que desarrollar la ingeniería básica, y que además, contaba con algunas facilidades adicionales porque era un paquete abierto que se podía modificar y adaptar a las necesidades y posibilidades de la propia institución.

La UNAM nombró como Director del Proyecto Espacial al Ing. David Liberman, y determinó que, además de que el satélite fuera de aficionados, contribuyera con un experimento interesante desde el punto de vista científico, por lo que se buscó la convergencia de ambos intereses.

**EXPERIMENTO CIENTÍFICO:** El experimento es una especie de radar lento que manda un pulso y recibe un eco que rebota en la traza ionizada que está dejando un meteorito. Mediante una medición Doppler se puede saber la velocidad del meteorito, y sabiendo ésta, se puede deducir algo de su origen; se puede saber si viene de dentro del sistema solar o fuera de él. Los meteoritos que vienen de dentro deben de llegar a la Tierra a una velocidad de 32 km/seg y los que vienen de fuera a una velocidad de 72 km/seg.

En el mes de agosto de 1994 se realizaron pruebas en Tierra coincidiendo con una importante lluvia de meteoritos. Todo el fin de semana se dejó funcionando el satélite, conectado a una antena dipolo colocada en la azotea del edificio donde se ubicaba el laboratorio y al regresar se descubrió con sorpresa que la computadora había registrado más de 200 ecos de meteoritos, comprobando con ello, que el satélite estaba listo.

FIGURA 3.6: Satélite UNAMSAT

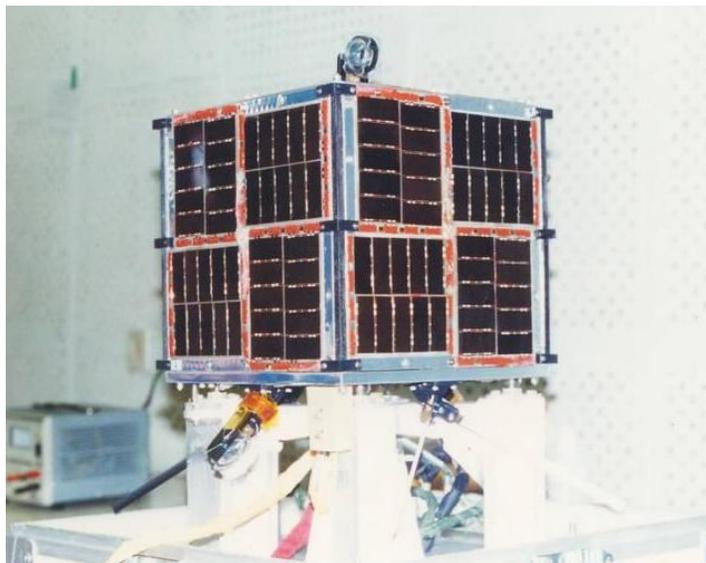


Foto 7: Satélite UNAMSAT en pruebas de laboratorio

Fuente: [http://3.bp.blogspot.com/-VQWr0fA-7jM/TgkyLGa\\_ril/AAAAAAAABE0/qn2inj1h17o/s1600/unamsat1.jpg](http://3.bp.blogspot.com/-VQWr0fA-7jM/TgkyLGa_ril/AAAAAAAABE0/qn2inj1h17o/s1600/unamsat1.jpg)

**LANZAMIENTOS:** Se procedió a la búsqueda del lanzamiento, y después de fallidos intentos se consiguió con la ayuda de la Universidad de Moscú para el 28 de marzo de 1995, con la desgracia de que la cuarta etapa del cohete explotó en el aire antes de que el satélite llegara a su órbita por lo que nunca se supo donde cayó. Toda vez que se asimiló la tragedia se decidió intentarlo de nueva cuenta con el segundo satélite que originalmente se había proyectado para dejarlo en Tierra como modelo operativo, idéntico al que estuviera en órbita. El segundo lanzamiento se efectuó con éxito el 5 de septiembre de 1996 en un cohete Cosmos 3M, colocando el satélite en una órbita a 1000 kilómetros de altura.

Con esto se imprimía una nueva hoja en la historia, pues finalmente la Región Latinoamericana, particularmente México, tenía un satélite experimental UNAMSAT-B, fabricado en su totalidad por radioaficionados y puesto en órbita. Este acontecimiento histórico sirvió para disparar en la región algunos otros proyectos, como el Grupo AMSAT-CHILE, que tiene en fabricación 5 micro-satélites, mismos que están muy avanzados, por lo que actualmente están en la etapa de búsqueda de lanzamiento.

**EVOLUCIÓN TÉCNICA:** Una de las cosas que se comprobaron es, que la tecnología en electrónica cambia muy rápidamente. Para confirmar lo anterior basta mencionar que los

satélites microsats de AMSAT fueron diseñados en 1988, y la construcción del UNAMSAT-1 se inició en 1991 y a tan solo tres años, muchos de los componentes originales ya no se conseguían por lo que hubo de rediseñar la gran mayoría de circuitos. Algo particularmente interesante es que, en los países de la región, excepto Canadá y E.U. no se diseñaba electrónica. Esto permitió en México iniciar una actividad tecnológica que era totalmente desconocida.

**APORTACIONES TÉCNICAS:** Todas las piezas mecánicas fueron fabricadas con una calidad extraordinaria en el Instituto de Física y en el Centro de Instrumentos de la UNAM. En la construcción del satélite se utilizaron 500 planos, que indican las diferentes piezas y tarjetas de computación que debe contener. Solo el chasis, por ejemplo, debe cumplir con especificaciones mecánicas muy precisas para tener el menor peso posible y soportar las aceleraciones durante el lanzamiento del cohete que lo colocará en el espacio.

**FUNCIONAMIENTO ACTUAL DEL UNAMSAT-B:** El estado actual del satélite es un poco triste porque está en una situación muy pobre en cuanto a operación, pues el satélite tiene unas celdas solares de una eficiencia altísima, que supera el 20 por ciento, haciendo que el satélite esté demasiado frío. El Software del satélite tiene previsto que si la temperatura es muy baja, los transmisores se apagarían para que no hubiese consumo y no tener que cargar las baterías evitando la producción de agua.

Se espera que próximamente la órbita quede en exposición permanente al sol (36 días) para que de esta manera se eleve la temperatura y esté en posibilidad de recibir los comandos para reiniciar su operación. Se tiene la esperanza que ello ocurra; pero también puede ocurrir que no llegue a la temperatura mínima deseada y entonces se pierda, hecho que sería muy lamentable por todo el trabajo que se realizó. Desde una perspectiva positiva queda el antecedente que durante 46 días trabajó satisfactoriamente. Cabe mencionar que siempre funcionó frío y que nunca superó los 0° cuando más alto llegó. Sin embargo, con esto se sentó el precedente de que se hizo un satélite y este operó en el espacio.

**FINANCIAMIENTO:** Desgraciadamente los resultados son derivados de las limitaciones económicas con las que se hace un satélite de aficionados y sus consecuencias técnicas

no siempre son lo agradables que uno deseara. Cuando se elaboró el diseño no se sabía qué tipo de celdas se emplearían ni cuáles serían sus características, pues por los avances tecnológicos se esperó hasta el último momento para conseguir lo mejor, tan así fue que por su excelente calidad no producen calor y mantienen demasiado frío el satélite; más de lo estimado. La UNAM otorgó al proyecto un presupuesto de 100,000 dólares para montar el laboratorio y fabricar el satélite pero se debe tomar en cuenta que se fabricaron dos satélites. Sin embargo, hay que advertir que en esa cantidad no están incluidos los costos de los lanzamientos.

En un proyecto de esta naturaleza no se compra un transistor, sino diez; con el primero se hace un prototipo, se prueba y una vez que se ve que está funcionando, se utiliza; con el segundo se construye el circuito definitivo que va ir en el satélite y quedan 7 u 8 transistores restantes. Por ello es que se decidió hacer no uno, sino dos satélites. De tal suerte que podemos deducir que cada uno de los satélites tuvo un costo de 50,000 dólares, lo que lo convierte en el satélite más barato jamás construido y puesto en órbita.

### **3.1.5 SISTEMA QUETZ SAT**

El 2 de febrero de 2005, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, otorgó una concesión por 20 años para explotar a la empresa mexicana MedCom, a través de la marca QUETZSAT. MedCom pagó por la concesión 14 millones de dólares. Una vez adquirida la posición orbital, y para no perderla, fue ocupada sucesivamente por tres satélites de SES, arrendándose el 90% de su capacidad a EchoStar, empresa dedicada a la transmisión de televisión directa al hogar.

El QUETZSAT 1 es un satélite cuyo costo fue de 250 millones de dólares, incluido el servicio de lanzamiento y el seguro. Para SES S.A. es su satélite número 49, aunque el primero con bandera mexicana a través de su asociación con MedCom, quien lo operará, y estará dedicado al servicio directo de televisión. Fue lanzado el 29 de septiembre de 2011 por el Proton-M de la empresa rusa International Launch Services desde el cosmódromo de Baikonur en Kazakstán y puesto en órbita con cobertura a nivel nacional y en Estados Unidos, con una vida útil estimada de 15 años. (Ver figura 3.7)

FIGURA 3.7: Satélite QUETZ SAT



Foto 8 Satélite en pruebas de laboratorio

### 3.1.6 SISTEMA MEXSAT

El gobierno mexicano, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, decidió comprar tres nuevos satélites con fines de seguridad del Estado mexicano, los cuales se llamarán MEXSAT 1, 2 y 3, respectivamente. Serán dos satélites gemelos para comunicaciones móviles, uno respaldo del otro, y otro más para comunicaciones fijas. Los satélites serán operados por Telecomunicaciones de México (Telecomm-Telégrafos). Se espera que antes de que termine 2012 el primer satélite (Mexsat 3) sea puesto en órbita.

También se espera que estos satélites cubran las necesidades de telecomunicaciones del país en caso de que SATMEX no logre poner en órbita los satélites Satmex 7 y 8 que deben de sustituir la flota que termina su vida útil en los próximos años.

El MEXSAT 1 es el principal satélite para el servicio móvil de la red MEXSAT, el cual se pondrá en la órbita en el último trimestre de 2013. Este satélite tendrá una vida útil estimada de 15 años. El MEXSAT 2 es el satélite secundario para el servicio móvil de la

red MEXSAT, el cual se pondrá en la órbita en el tercer trimestre de 2014. Este satélite tendrá una vida útil estimada también en 15 años.

El MEXSAT 3 es el primero de los satélites de la red MEXSAT en ponerse en órbita, ya que sirve de controlador de los otros dos satélites de la red. Es un satélite para servicio fijo de la plataforma STAR-2 y será fabricado por la compañía Orbital Sciences Corporation. Su lanzamiento está programado para el cuarto trimestre de 2012. La primera fecha tentativa para su lanzamiento es en noviembre de 2012 a bordo de un cohete Ariane 5 desde la base de Kourou en la Guinea Francesa

FIGURA 3.8: Satélite MEXSAT



Foto 9. Satélite en pruebas en el laboratorio

### 3.1.7 SISTEMA SATEX

El proyecto del satélite SATEX 1 fue desarrollado por un consorcio de instituciones mexicanas con el patrocinio y la coordinación del extinto Instituto Mexicano de Telecomunicaciones.

Contó con la participación de diversos centros de investigación mexicanos: el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), el Instituto de Ingeniería de la UNAM y la ESIME Zacatenco y Ticomán del IPN y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Se pretendía que el SATEX, con un peso aproximado de 50 kg, realizara la toma de fotografías del territorio mexicano, e hiciera pruebas para establecer comunicaciones ópticas; todo con fines científicos. Aunque se desarrollaron varios módulos de manera independiente por las instituciones participantes, el proyecto nunca fue concluido en su totalidad.

FIGURA 3.9: Satélite SATEX

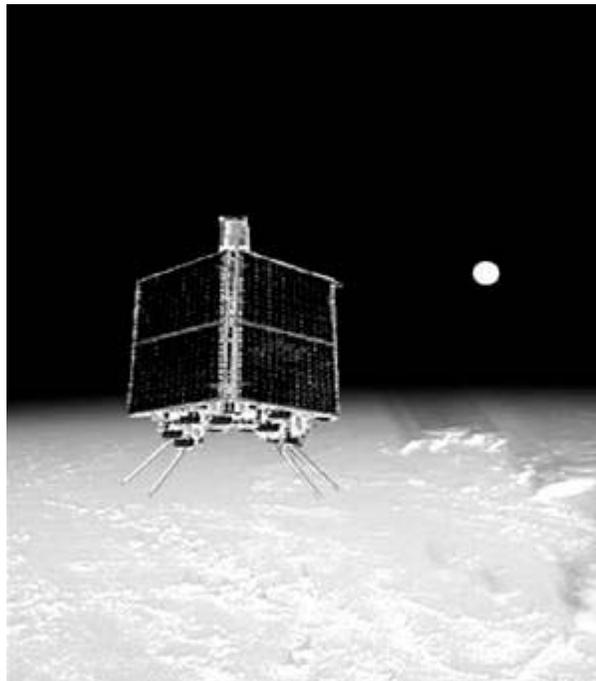


Foto 10: Satélite SATEX desde el espacio  
Fuente: <http://www.scielo.cl/fbpe/img/infotec/v17n1/fig8-1.jpg>

### 3.2 CONEE: LA PRIMERA “NASA” MEXICANA

La CONEE fue creada por Decreto Presidencial en 1962 por el entonces presidente Adolfo López Mateos como una dependencia de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y fue la encargada de controlar y fomentar en México todo lo relacionado con la investigación, explotación y utilización con fines pacíficos del espacio exterior. De acuerdo a esta finalidad, la CONEE estuvo desarrollando diversos programas en cuya formulación se tuvieron en cuenta la viabilidad económica, los recursos humanos y los medios de trabajo de los que nuestro país podía disponer en ese momento, o bien de aquellos con los que podría contar en un plazo cercano.

FIGURA 3.10: Lic. Adolfo López Mateos



Foto11. El entonces presidente de la República Mexicana

Fuente:[http://www.joseacontreras.net/mexico/images/historia/gobernantes/Adolfo\\_Lopez\\_Mateos\\_1910-1969.jpg](http://www.joseacontreras.net/mexico/images/historia/gobernantes/Adolfo_Lopez_Mateos_1910-1969.jpg)

Los antecedentes de la CONEE se pueden encontrar en la SCT donde un grupo de técnicos al mando del Ing. P. Becerril, quien estaba dedicado al diseño, construcción y lanzamientos de cohetes. Para fines de los años cuarenta, el grupo de cohetería pasó a ser dirigido por el Ing. Núñez Arellano y para fines de la década de los años cincuenta, se realizaron los primeros lanzamientos. Los cohetes recibieron los nombres de SCT1 y SCT2.

Parecía un sueño inalcanzable, imposible para muchos. Cierta día, ante el asombro de todos, se hizo realidad. Fueron los primeros lanzamientos de cohetes en nuestro país. Casi nadie recuerda este hecho histórico. Ni tampoco que el gobierno mexicano tuvo una agencia espacial: La Comisión Nacional del Espacio Exterior.

Posteriormente los cohetes aquí en México los diseñó el maestro e ingeniero Buchanan que era titular en ese tiempo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes durante el gobierno de Adolfo López Mateos. Estos cohetes, bautizados como SCT-1 y SCT-2, fueron puestos en órbita en 1959 y en 1960.

El ingeniero Jorge Suárez, investigador del Instituto Politécnico Nacional (IPN), fue el primer director técnico de la Comisión Nacional del Espacio Exterior. Aún conserva los modelos a escala. Los cohetes originales, impulsados con combustible sólido y combustible líquido, medían más de cuatro metros.

Los cohetes que se lanzaron una altura de 300 o 400 kilómetros, fueron utilizados principalmente para medir el estado del tiempo y la presión atmosférica. Tenían un dispositivo de comunicación para saber lo que estaba pasando cuando el cohete iba subiendo. Entonces se iban recibiendo en Tierra todos los datos de cómo estaba el estado del tiempo a través del espacio.

También es importante señalar que entre 1960 y 1961 se llevaron a cabo algunos estudios sobre el régimen jurídico de la astronáutica. Los programas a desarrollar por la CONEE consistían en lo siguiente:

- a) Cohetes sonda
- b) Satélites meteorológicos

- c) Globos sonda
- d) Bioingeniería
- e) Investigación básica y aplicada
- f) Percepción remota
- g) Derecho espacial

En 1962 el grupo de cohería de la SCT se incorporó a la recién formada CONEE. Al poco tiempo comenzaron su relevante investigación y lanzaron su primer cohete de combustible sólido denominado Tototl, que alcanzó 22 km de altura. La idea era poder desarrollar cohetes que tuvieran la suficiente fuerza para llevar cargas útiles, realizando investigaciones atmosféricas e incluso llegar a satelizar pequeños aparatos.

De esta manera en 1967, se lanzó el cohete Mitl, cuya capacidad de carga útil fue de 8 kg y llegó a alcanzar los 50 km de altura. En 1975 se lanzó el Mitl 2, que alcanzó los 120 km de altura, prácticamente llegó al espacio en un vuelo suborbital.

Las pruebas se realizaban desde un camión-rampa en el estado de Guerrero, donde nació el primer astronauta mexicano. En los años setenta se inició la construcción de una base de lanzamiento, como proyecto alternativo, se experimentó con una serie de cohetes pequeños llamados Tláloc, con el objeto de estimular y fomentar las lluvias.

Uno de los programas que la CONEE proyectó significativamente en el ámbito del desarrollo nacional y la cooperación internacional, fue el llamado de Percepción Remota, apoyando a las instituciones que tenían a su cargo la búsqueda cuantitativa y cualitativa de recursos naturales mediante la utilización de sensores remotos desde aviones o satélites. Considerando que los recursos naturales son tanto aquellos del territorio propiamente dicho, así como los de las aguas territoriales y de la atmósfera, es fácil apreciar la amplitud de la repercusión que tendría la aplicación de esta tecnología en nuestro país para la localización de acuíferos, mejoramiento de sistemas de riego, control de cuencas hidrológicas, selección y mejoramiento de tierras de cultivo, determinación del vigor en las plantas, localización de yacimientos minerales y de fuentes geotérmicas, estudios de zonas áridas, estudios de contaminación del aire y del agua, y en general para otros estudios que resultaran de interés específico para diversas dependencias e instituciones.

FIGURA 3.11: Exhibición de cohetes

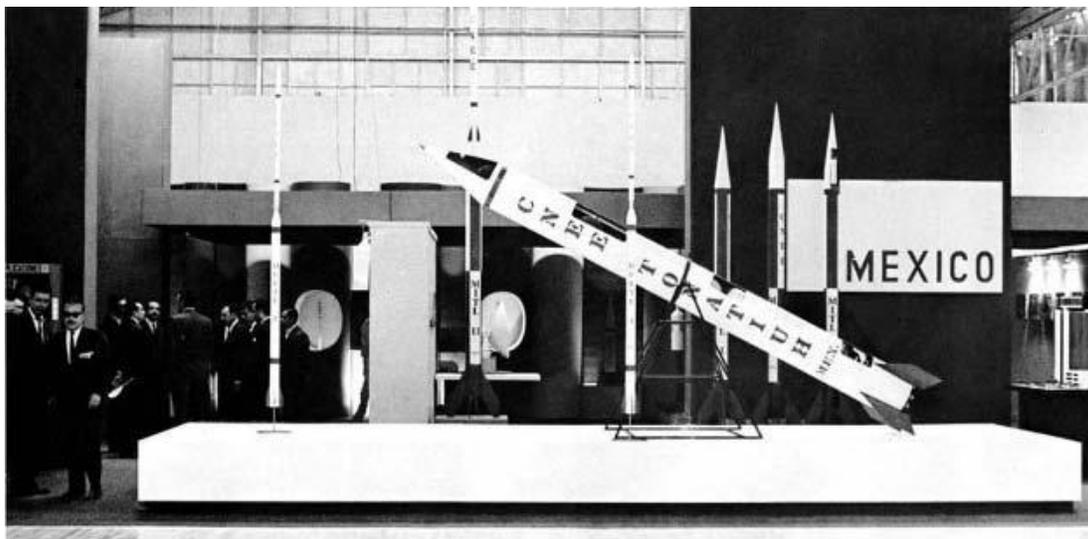


Foto 12: Exposición de cohetes mexicanos (1968)

En el primer lustro de los años setenta, aparece como proyecto la creación de unos cohetes de dos etapas, denominados Huite I y II, desgraciadamente al desaparecer la CONEE en 1976, desapareció también la experiencia en el desarrollo de cohetes que se había alcanzado así como mucha de la que se había adquirido en otras áreas.

Años después la Comisión Nacional del Espacio Exterior perfeccionó la tecnología de sus cohetes. Eran los primeros pasos, México entró de lleno al campo de la experimentación espacial. Desafortunadamente este esfuerzo se derrumbó, en el momento que el ingeniero Buchanan dejó la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, como todo lo que pasa en México, suspendieron todo y se acabó la CONEE.

Después de más de 30 años de haber desaparecido la CONEE el congreso a través de las comisiones unidas de Ciencia y Tecnología y de Estudios Legislativos del Senado aprobaron por unanimidad expedir la ley que crea la Agencia Espacial Mexicana.

La Agencia Espacial Mexicana estará integrada por 15 miembros, presididos por el secretario de Comunicaciones, y formarán parte las secretarías de Gobernación, Relaciones Exteriores, Educación Pública, Hacienda, Defensa Nacional y de Marina. También el titular del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), el rector de la

UNAM, el director del Politécnico y los presidentes de las academias Mexicana de las Ciencias, de Ingeniería y Nacional de Medicina. Se buscará también una activa cooperación internacional mediante acuerdos que beneficien las actividades espaciales y permitan la integración activa de México a la Comunidad Espacial Internacional.

### 3.3 LA AGENCIA ESPACIAL MEXICANA



El concepto de un organismo del espacio en México permaneció durante mucho tiempo en la mente de aquellos individuos que deseaban convertir la sombra de una utopía en un ente tangible. Su proceso de idealización, creación y constitución trascendió por distintas etapas y en el margen de diversos contextos políticos, para finalmente culminar con la instauración de un organismo que aglutina en su doctrina la opinión de los sectores académico, industrial, internacional y gubernamental.

Los primeros indicios para la creación de una Agencia Espacial Nacional como tal, se dieron en la década de 1990. La Sociedad Espacial Mexicana (SEM), una organización sin fines de lucro, entregó al entonces Presidente de la República, Ernesto Zedillo Ponce de León, y a la Comisión de Energía del Congreso de la Unión, una propuesta para la creación de la Agencia. Posteriormente, un grupo de académicos mexicanos manifestó dicho interés ante la Comisión de Ciencia y Tecnología del Congreso. No obstante, a pesar de los diferentes esfuerzos, no se concretó la aprobación del proyecto.

Años más tarde, se generó nuevamente una iniciativa para la creación de la Agencia Espacial Mexicana, la cual fue presentada ante la Cámara de Diputados el 25 de noviembre de 2005, en donde fue turnada, para su estudio, análisis y dictamen, a la

Comisión de Ciencia y Tecnología. Posteriormente, la propuesta fue aprobada por la Cámara Baja el 26 de abril de 2006 y canalizada al Senado.

Una vez en la Cámara de Senadores, se hizo notar la inconformidad de algunos sectores que argumentaron se dio una reducida difusión del proyecto en la comunidad académica y científica previa a la presentación del proyecto en el Congreso de la Unión. Para atender dicha inquietud, el presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado, Francisco Javier Castellón Fonseca, solicitó la organización de una serie de foros de consulta a nivel nacional, a fin de atender dichas inquietudes. A raíz de estos foros se integró el denominado Grupo Impulsor de la Agencia Espacial Mexicana, conformado por más de 60 participantes de la comunidad científica.

La Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado se dio a la tarea de incorporar, a la iniciativa de ley aprobada por la Cámara Baja, las observaciones del Grupo Impulsor de la Agencia Espacial Mexicana, así como las emitidas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Consejo Consultivo de Ciencias de Presidencia de la República. La propuesta integrada fue aprobada por unanimidad el 4 de noviembre de 2008 y posteriormente se envió a la Cámara de Diputados para que se turnase a las comisiones de Ciencia y Tecnología y de Presupuesto y Cuenta Pública con el propósito de efectuarse un segundo análisis y ronda de votaciones.

La Cámara de Diputados aprobó la iniciativa el 20 de abril de 2010. La Ley que crea la Agencia Espacial Mexicana fue promulgada el 13 de julio de 2010 por el Presidente de la República, Felipe Calderón Hinojosa; y se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 30 de julio de 2011.

La Ley que crea la Agencia Espacial Mexicana define el preludio de una nueva etapa en el desarrollo espacial de México. Posee el potencial y brío necesarios para impulsar al País en el aprovechamiento de las experiencias globales, catalizar su acceso al espacio y articular los esfuerzos de diferentes actores; todo con el fin de dotar a México con la habilidad de utilizar y aprovechar el espacio en favor del bien común, mejorando sus aspectos de seguridad, autonomía, integridad, sustentabilidad y soberanía nacional.

Una vez publicada la Ley que crea la Agencia Espacial Mexicana, se procedió a instaurar a primera Junta de Gobierno de la Agencia Espacial Mexicana el 7 de septiembre de 2010, lo anterior de conformidad con lo estipulado en el Artículo Segundo Transitorio de dicha ley. Posteriormente la Junta de Gobierno de la Agencia Espacial Mexicana organizó una serie de foros y paneles, con expertos en materia espacial, a fin de desarrollar las Líneas Generales de la Política Espacial de México; mismas que fueron publicadas el día miércoles 13 de julio de 2011 en el Diario Oficial de la Federación.

El 01 de noviembre de 2011 se designó como Director General de la Agencia Espacial Mexicana al Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez, para el periodo 2011-2015. Fue seleccionado de un grupo de 18 interesados que respondieron a la Convocatoria publicada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el día 23 de septiembre de ese mismo año.

#### - **Capital Humano**

Constituye un medio que busca acercar al sector espacial con el educativo para ayudar a formar capital humano capaz de competir en el entorno espacial.

Para toda nación, el desarrollo y la aplicación del conocimiento constituyen un factor estratégico que interviene directamente en su fortalecimiento como Estado: sus capacidades adquieren un alcance que se extiende por encima de los límites de una perspectiva científica, haciéndole acreedor de una habilidad para generar soluciones tecnológicas capaces de atender problemas de grandes proporciones.

Dicho proceso supone la difusión de una cultura del conocimiento en la sociedad, la inducción de la población hacia la apropiación de un concepto como: “el espacio”, así como inspirar a las generaciones futuras para que se involucren, de manera natural, en las oportunidades que proporciona un área de conocimiento como ésta.

En el campo de las ciencias espaciales, México cuenta con una importante tradición que le ha valido un reconocido prestigio a sus instituciones educativas en el ámbito internacional. Nuestro país ha participado activamente en la diseminación de conocimiento, lo que ha permitido generar una masa crítica de capital humano en áreas afines al rubro aeronáutico y en menor medida el espacial. No obstante, un entorno global

dinámico viene acompañado de nuevos retos y necesidades, existe una creciente demanda, en el sector, de recursos humanos con capacidades cada vez más específicas, factor ligado a la necesidad de trascender de las actividades de manufactura hacia un entorno investigación, diseño y desarrollo tecnológico.

Bajo este contexto, la Agencia Espacial Mexicana asume el desafío de participar no solo en la transmisión y generación de conocimiento, sino en la difusión de una cultura del espacio, que sensibilice a la población sobre los beneficios del uso de las tecnologías espaciales para el desarrollo del país y sus aplicaciones para mejorar las condiciones de vida de las personas; una cultura arraigada en la idiosincrasia de niños y jóvenes, que propicie en ellos una vocación afín a las tecnologías y ciencias espaciales. Para desarrollar esta estrategia, es necesario ejecutar simultáneamente una serie de actividades como:

- a)** fomentar congresos, encuentros científicos, ferias y certámenes en materia espacial
- b)** contribuir a la formación de museos y centros de divulgación del conocimiento
- c)** interactuar con el sector educativo para acceder a los niveles de educación básica, media superior y superior, utilizando técnicas pedagógicas y tecnología vanguardistas, a fin de cultivar la familiaridad con el espacio y forjar profesionistas de calidad en el sector; después de todo, la educación constituye un elemento vital para incentivar la igualdad de oportunidades, para reducir la pobreza extrema, para asegurar que toda la población pueda participar en una economía reductora de las brechas sociales y culturales persistentes, sin discriminación y en el ejercicio pleno de sus derechos ciudadanos.

La Agencia Espacial Mexicana considera que, para impulsar la competitividad científica y tecnológica en un entorno globalizado y complejo como el espacial, es indispensable enriquecer la formación de jóvenes y científicos mediante acciones de cooperación nacional e internacional, dotándoles de habilidades colaborativas y transdisciplinarias; proporcionándoles alternativas de subsidio, financiamiento y estancias didácticas; poniendo a su disposición recursos y especializaciones dirigidos a solventar los requerimientos nacionales. Nuestro capital humano deberá ser capaz de aplicar las bondades de la ciencia y la tecnología espacial para atender problemáticas sociales y económicas originadas por limitaciones de acceso a los medios de comunicación, educación, salud y protección civil.

La Agencia se apoyará de programas coordinados con las instancias correspondientes para el fortalecimiento de la ciencia y tecnología espacial a nivel licenciatura, maestría, doctorado, educación continua y estadías con instituciones, centros de investigación y empresas nacionales e internacionales. Así mismo, promoverá la participación de redes de expertos en ciencias y tecnologías espaciales y apoyará la búsqueda de esquemas de financiamiento para actividades de: investigación básica, aplicada, formación de recursos humanos, docencia, difusión y divulgación. Fomentará la vinculación con entidades gubernamentales para desarrollar aplicaciones multidisciplinarias que permitan generar propuestas y acciones para fomentar el uso de la infraestructura satelital en aplicaciones de alto impacto social como ciber salud, cibereducación, gobierno electrónico, etc.

Las acciones que plantea la Agencia Espacial Mexicana, catalizan la participación de México en un contexto espacial, robustecen la figura del Estado Mexicano, le impulsan a alcanzar un crecimiento económico sostenido y una economía competitiva, generadora de empleo y respetuosa del medio ambiente.

#### - **Ciencia y Tecnología Espacial**

La Agencia Espacial Mexicana busca la interacción con diversos organismos y entidades, a fin de coordinar esfuerzos que permitan la generación y gestión de tecnología enfocada a resolver problemáticas de tipo social y económico a nivel nacional.

Ha transcurrido la primera década del tercer milenio y, con ella, se ha definido un contexto global de alta competitividad y desafíos extraordinarios. Comienza una justa por el control, en la que cada Estado deberá sumarse a una lucha implacable por responder a la demanda de transferencia tecnológica e innovación progresiva. El valor de un país, se denotará por su habilidad para emplear sus recursos en atención a sus necesidades; y los modelos actuales se verán comprometidos en un panorama agresivo y complejo que pondrá en tela de juicio los paradigmas internos de cada nación: cada país deberá valerse de sus capacidades para generar estrategias y soluciones que le permitan salir victorioso de un medio tan desafiante.

A la sombra de dicho contexto, México define como nicho estratégico al sector espacial, lo que vuelve determinante la participación de su vocación científica y de desarrollo tecnológico; debe trascender de una postura de “desarrollo” a una actitud de “innovación

proactiva” que le permita incursionar en el contexto global del sector aeroespacial. Algunas de las capacidades humanas y de infraestructura vinculadas a la investigación científica y Tecnológica, en el sector aeroespacial, con que cuenta nuestro país son las siguientes:

- a) Investigación astronómica, astrofísica y planetaria. Este tipo de actividades han presentado un crecimiento acelerado a nivel teórico y experimental tanto en plataformas terrestres como espaciales.
- b) Ciencias Médicas Espaciales y Telesalud. México han realizado importantes contribuciones en la materia; su resuelta actitud le ha colocado como líder de esfuerzos continentales en materia de telesalud y ciber salud, y le ha valido una posición para contribuir con propuestas de normatividad.
- c) Comunicaciones espaciales. En nuestro país se realiza investigación en los campos de las comunicaciones espaciales fijas y móviles, redes satelitales, IP por satélite, comunicaciones rurales, instrumentación espacial, comunicaciones en nuevas bandas de frecuencias, banda ancha, antenas, y en general el segmento terrestre, así como aspectos económicos de las comunicaciones espaciales y las potencialidades de los sistemas satelitales en la reducción de la brecha digital.
- d) Observación del territorio. La capacidad en capital humano e infraestructuras asociados a la percepción remota en México, es extensa. Se han desenvuelto en líneas de investigación como: ciencias marinas, de la tierra y estudios atmosféricos; inclusive, existen sistemas integrados de información que aprovechan las plataformas de supercómputo y de comunicaciones de banda ancha para procesamiento interactivo en tiempo real. Incluso, algunas instituciones en nuestro país mantienen programas relacionados a la prevención y atención de desastres naturales, abarcando desde inundaciones y deslizamientos de tierra hasta la propagación de enfermedades.
- e) Vehículos espaciales actualmente, las capacidades humanas y laboratorios han permitido el desarrollo de vehículos espaciales dentro del área de satélites pequeños. En los últimos años se ha producido una revolución en el campo de los vehículos espaciales, cambiando el paradigma con el uso de plataformas pequeñas, reduciendo los tiempos de desarrollo y el costo. Un habilitador para que países en desarrollo reduzcan la brecha tecnológica en el campo espacial, a fin de propiciar la participación de la industria en sus procesos de innovación tecnológica.

Para afrontar los retos que le depare el entorno, México debe aprovechar sus capacidades de infraestructura y capital humano, manteniendo un enfoque de sustentabilidad que permita crear valor agregado para la sociedad y atender los inminentes problemas sociales.

La Agencia Espacial Mexicana se anexa a dicha labor y asume el compromiso de fomentar las actividades espaciales a nivel nacional con base en su impacto científico, social y económico; coadyuvando en la inserción del País en el contexto global del sector aeroespacial mediante la participación en investigaciones, proyectos y sistemas espaciales pertinentes que contribuyan al desarrollo humano y social, innovando en tecnología y apoyando la competitividad global del sector. Premisa, que le facilita la articulación de los actores de la triple hélice del campo aeroespacial, haciéndole acreedora a oportunidades cuyo acceso es nulo para otros sectores; facilitándole el desarrollo estrategias, sustentadas en organismos y asociaciones existentes, para alcanzar sus objetivos; e incitándola a ejercer un mayor impacto en la solución de los grandes retos sociales, económicos y de seguridad en el país.

Bajo este precedente, la Agencia Espacial Mexicana pretende colaborar con las dependencias y entidades competentes para apoyar la soberanía nacional, desarrollar sistemas satelitales (con infraestructura y tecnologías propias) y promover iniciativas de comunicaciones satelitales a fin de contribuir a: la protección y manejo sustentable de los recursos naturales, generar sistemas de observación que ayuden en la protección de la población, monitorear la franja fronteriza y la zona económica exclusiva, registrar los efectos del cambio climático, detectar movimientos telúricos, generar sistemas de alerta temprana y telesalud, monitorear la contaminación ambiental y aumentar la inclusión digital en un entorno de sustentabilidad económica.

Para lograr lo anterior, se establecerán acciones que fomenten el desarrollo de nuevo conocimiento, que apoyen las vocaciones regionales que puedan ser ligadas a la adopción e innovación tecnológica, que propicien la creación de nichos de oportunidad vinculados con el sector aeroespacial, que propicie la generación de desarrollo tecnológico nacional tendiente a apoyar en la resolución de problemas nacionales e incida en la generación de nuevas fuentes de empleo, como por ejemplo:

- a) **Promover** las colaboraciones internacionales que impulsen de la transferencia de conocimiento práctico en el área
- b) **Fortalecer** esfuerzos que hayan progresado de manera aislada
- c) **Promover** el desarrollo de infraestructura para ciencias y medicina espaciales en el país
- d) **Coordinar** esfuerzos gubernamentales para el establecimiento de instancias afines, que busquen ampliar las capacidades en los estados de la federación y con base en las vocaciones y necesidades regionales
- e) **Promover** el intercambio de experiencias y la colaboración para alcanzar la transferencia de conocimiento

La investigación científica y tecnológica constituye una actividad estratégica debido a su potencial para impactar en las necesidades sociales, en el desarrollo y crecimiento de la industria nacional; y en el incremento de la competitividad. La Agencia Espacial Mexicana asume su rol de ejecutora y facilitadora para generar tecnología que fortalezca y promueva la colaboración internacional y la creación de cadenas de valor en el país.

México, como nación, requiere impulsar su potencial espacial para fortalecer sus capacidades científicas, tecnológicas e industriales; para que ello le permita, además de incursionar en el contexto global, mejorar las condiciones de vida de la población y promover la igualdad de oportunidades.

#### - **Desarrollo Industrial**

Se refiere a un módulo de colaboración con la industria aeroespacial que tiene el propósito de fortalecer a México para que incursione en el mercado global. Dicha interacción permitirá enriquecer aspectos que van desde la formación de capital humano y la generación de empleo, hasta la determinación de estándares y estrategias de competitividad.

La industria aeroespacial constituye una industria de alta tecnología que mantiene un crecimiento constante a nivel mundial; en ella, México se ha desempeñado de manera exitosa, tan solo en el último año las exportaciones fueron de 3,266 millones de dólares, esperándose un incremento de dos dígitos para el siguiente periodo. Nuestro país es uno de los principales proveedores de componentes aeroespaciales en el mercado de los

Estados Unidos América, y ocupa una de las primeras posiciones en cuanto a inversión extranjera directa para este sector. La capacidad mexicana, en dicha especialidad, cuenta con algunos aspectos que la fortalecen con respecto a otros países: sus costos de operación son bajos, posee una amplia experiencia en manufactura avanzada, se beneficia por su cercanía al mercado de Estados Unidos, cuenta con programas de coinversión y experiencias con empresas internacionales y, fortalece y habilita su desarrollo debido a sus experiencias en las industrias automotriz y electrónica.

México está definiendo su posición en la cadena mundial de suministros con una base de alta calidad en ingeniería y manufactura, así como con organizaciones certificadas en estándares aeroespaciales. Actualmente nuestro país cuenta con más 241 corporaciones, mismas que gestionan una cifra superior a 30,000 empleos distribuidos en 17 entidades federativas. La cadena de valor hacia el interior de la industria nacional, se dispone de la siguiente manera:

**79%** para actividades de manufactura.

**11%** de mantenimiento y reparación (MRO).

**10%** en actividades de ingeniería y diseño.

Si bien, en un principio, las actividades del sector se desenvolvían predominantemente en materia aeronáutica, recientemente se han intensificado las actividades con el contexto espacial, lo que ha incrementado la demanda de especialistas y tecnología para alcanzar la competitividad.

El sector aeroespacial mexicano, representa una excelente oportunidad para culminar la colaboración entre los agentes de la triple hélice: gobierno-industria-instituciones educativas, dicha sinergia ha generado importantes avances dirigidos tanto a empresas como a instituciones de educación. Esta característica se convierte en un factor atractivo para la inversión extranjera, generando, en consecuencia, empleos de alto valor agregado y la promoción de un ecosistema factible para desarrolladores, inversionistas, fabricantes y proveedores de servicios. Una integración con tales características posee un potencial tan robusto que permitiría afrontar importantes retos de la industria aeroespacial.

México cuenta con polos de competitividad regional que concentran a los actores de la triple hélice de la industria aeroespacial; bajo dicho contexto, la Agencia Espacial Mexicana define una estrategia en la que busca aglutinar los beneficios que aporta la interacción de dichos actores, con el propósito de: satisfacer la demanda de la industria; generar empleos de alto valor agregado; transferir tecnología; innovar a favor del desarrollo industrial del sector; certificar, a nivel nacional e internacional, las empresas aeroespaciales desarrollar proveedores; y formar capital humano capaz de satisfacer las necesidades, actuales y futuras, del sector. Para lograr su propósito, la Agencia Espacial Mexicana mantiene como precepto realizar una planeación adecuada; practicar la transparencia; y utilizar pertinentemente los recursos designados a programas, proyectos y actividades espaciales; así como la utilización de sistemas de gestión de arquitectura empresarial en red con centros de investigación, instituciones de educación superior, empresas, organismos públicos y operadores de servicios.

Dicha premisa, está vinculada a la articulación de políticas, programas y actividades espaciales de la propia Agencia, integrando una estructura eficiente y eficaz que se apoye en centros regionales e instancias afines.

Si bien alcanzar un crecimiento económico acelerado y lograr un desarrollo regional integral, no constituyen una tarea sencilla, la Agencia espacial Mexicana propone un esquema de utilización del espacio como un recurso e impulsor económico, capaz de abrir nuevas posibilidades para que las empresas de base tecnológica compitan exitosamente en el mercado global. Se concentra como una oportunidad para articular productivamente una cadena de educación - investigación – diseño - manufactura – comercialización – operación de productos y servicios espaciales, maximizando el potencial de participación global del sector espacial. Para llevar a cabo esta articulación, algunas de las acciones que asumirá la Agencia, serán las siguientes:

- a)** Identificar de manera prospectiva las oportunidades del sector para impulsar nichos de desarrollo
- b)** Impulsar centros de transferencia tecnológica en materia espacial y desarrollar las competencias para ejecutar procesos de acreditación, normalización y certificación de productos y servicios en el sector
- c)** Desarrollar nuevas cadenas de suministros

- d) Coordinar con los tres niveles de gobierno, el desarrollo de instrumentos de gestión y seguimiento, para implementarse en los programas de apoyo a la industria, emprendurismo, transferencia tecnológica y de desarrollo de cadenas productivas. Así como un sistema de gestión para el desarrollo industrial y competitividad del sector aeroespacial

La Agencia Espacial Mexicana, pretende impulsar las cadenas productivas que vinculen estratégicamente al sector industrial con el sector de servicios para incrementar la competitividad de nuestro país, estimulando el desarrollo de una industria espacial sostenible y con capacidad tecnológica competitiva en el ámbito internacional.

#### - **Asuntos Internacionales**

Los asuntos de tipo internacional constituyen un elemento estratégico para el posicionamiento de México. En la perspectiva de la Agencia Espacial Mexicana, esta área posee gran prioridad, por lo que se destina esta sección al apoyo de la cooperación internacional y al posicionamiento de México en el entorno global.

El siglo XXI viene acompañado de retos que requieren un esfuerzo conjunto y dirigido. Tales desafíos comprometen la integridad de cada país en distintas proporciones, tornando imprescindibles a estrategias como la colaboración internacional para modelar un escenario que permita generar resultados positivos. Un ambiente de cooperación internaciones, contribuye a definir metas concretas, identificar las capacidades disponibles y definir la estrategia más adecuada para lograrlo.

Para el sector aeroespacial en México, el posicionamiento internacional de nuestro país es indispensable, pues permite capitalizar las oportunidades de cooperación con otras naciones. Dicha capitalización tiene como finalidad atender aquellos problemas de escala global que repercuten en nuestro país, tales como la sustentabilidad ambiental, el cambio climático, la reducción de la brecha digital, la seguridad a escala mundial y la salud, por mencionar algunos.

Para insertarse firmemente en el contexto global, nuestro país requiere fortalecer su posicionamiento científico, tecnológico e industrial, ya que ello le permitirá defender sus intereses en materia espacial como las posiciones orbitales, atribuciones de frecuencias

radioeléctricas, el cumplimiento de los tratados internacionales, aprovechamiento de los recursos que el espacio pueda proveer a nuestro país.

En lo que respecta a su participación internacional, cabe destacar que México forma parte de cinco tratados internacionales que regulan las actividades en el espacio exterior; de igual manera participa activamente en organizaciones internacionales del Sistema de Naciones Unidas, afines a las actividades espaciales; y ha concretado convenios bilaterales en materia científica y tecnológica, mismos que han derivado diversos acuerdos interinstitucionales.

Es necesario que la política espacial mexicana mantenga una presencia activa y participativa en los foros internacionales, así mismo requiere de una estructurada participación en el análisis y definición de estrategias para la toma de decisiones que se efectúen con respecto a su postura en las definiciones internacionales del espacio.

A fin de contribuir al desarrollo nacional, la Agencia Espacial Mexicana coadyuvará proyectando los intereses de México en el exterior, esbozándolo como un promotor del progreso y de la convivencia pacífica entre naciones; siempre destacando su cultura e identidad nacional. Lo anterior, buscando establecer una posición sólida tanto en negociaciones como en acuerdos de cooperación internacional; y firmar acuerdos de cooperación en materia espacial que fortalezcan la legislación nacional e internacional en la materia. Para lograr su propósito, la Agencia Espacial Mexicana realizará las siguientes actividades:

- a)** Dará promoción a la política espacial nacional en los eventos internacionales especializados en la materia, fundamentalmente en los organismos del Sistema de Naciones Unidas
- b)** Promoverá la suscripción de tratados y acuerdos internacionales que garanticen el uso pacífico del espacio
- c)** Impulsará la celebración de acuerdos entre agencias espaciales para favorecer la colaboración, cooperación e intercambio científico y tecnológico
- d)** Definirá los mecanismos legales que fundamenten las acciones de cooperación internacional, transferencia tecnológica y seguridad civil con instituciones académicas, científicas ya agencias espaciales internacionales

La Agencia promoverá la participación de México en actividades y foros regionales e internacionales en materia espacial, colaborando con las dependencias federales competentes. Para ello, la Agencia Espacial Mexicana deberá coordinar a sus unidades administrativas en la negociación de instrumentos internacionales, así como concretar acuerdos con aquellos organismos que se relacionen con su objeto.

Para la Agencia es importante ingresar y fortalecerse en el contexto internacional, ya que ello dotará a México de habilidades y las herramientas para consolidarse como un país líder en el sector aeroespacial, que busque el bienestar de la población, ofreciendo alternativas de empleo superiores y mejores oportunidades de vida.

#### - **Financiamiento**

Con el fin de garantizar la operación y funcionamiento previstos en los objetivos de creación de la Agencia Espacial Mexicana, es necesario asegurar un adecuado financiamiento, organización y gestión de sus: programas, proyectos y actividades. Proceso que deberá realizarse de acuerdo con los instrumentos normativos que regulan los organismos públicos descentralizados y a las actividades que se realicen en materia de financiamiento, organización y gestión; así como a la legislación, lineamientos y disposiciones que regulen las actividades espaciales.

Los procesos de financiamiento estarán dirigidos a gestionar con eficacia y eficiencia las actividades de la Agencia, coadyuvando al óptimo desempeño de sus actividades, promoviendo la operación y sustentabilidad de las aplicaciones espaciales. Para alcanzar dicho propósito, el área de financiamiento de la Agencia Espacial Mexicana, se enfoca en:

- a) Facilitar la elaboración, formalización, validación y fondeo de propuestas de innovación y desarrollo tecnológico de las empresas y organismos del sector aeroespacial
- b) Propiciar el acceso a los fondos de CONACYT
- c) Proveer los servicios de un sistema de información de fondos nacionales e internacionales (FONDONET) que oriente y dirija las propuestas de investigación, innovación y desarrollo del sector aeroespacial, a los diferentes fondos, de acuerdo al perfil del proponente y de la propuesta

- d) Contribuir a establecer los mecanismos y la logística para las interacciones y los servicios de la AEM a la industria
- e) Propiciar la captación de recursos propios y aplicar estos a los fines, programas y proyectos que sean autorizados por la Junta de Gobierno.

## CONCLUSIONES

*"Quien piensa en fracasar, ya fracasó antes de intentar"*

*"Quien piensa en ganar, lleva un paso adelante"*

**Sigmund Freud**

Como se ha podido constatar a través de la lectura de este trabajo, es claro que las imágenes de satélite son una herramienta de investigación de suma importancia para nosotros los geógrafos, y sin embargo, a pesar de que se data su aparición en la segunda mitad del siglo XX, prácticamente su uso es muy reciente y pocas veces aprovechadas al máximo.

Las imágenes satelitales de alta resolución han transformado el mundo de la geoinformación y se han incorporado como herramientas clave en sectores que no hacían uso de estas tecnologías. Su desarrollo y perfeccionamiento por parte de las agencias espaciales no se detiene.

Estas imágenes por lo general para complementar su utilización o su entendimiento, se apoyan en otras herramientas como lo son las fotografías aéreas, más comúnmente utilizadas en nuestra carrera, así también como de las imágenes de radar que por su naturaleza insensible a las variaciones atmosféricas, son muy útiles en diversas áreas de estudio. También de utilidad son las ortofotos y por supuesto, los mapas, la herramienta fundamental de un geógrafo.

La recurrencia en la falta de usos y aplicaciones de las imágenes de satélite en la geografía, ha sido el principal problema que motivó a la realización de esta investigación. Y sobre todo, esperando que sirva de algo la información aquí recabada para las nuevas generaciones de geógrafos que ahora están en proceso de formación.

Determinar y difundir tanto la importancia que tienen las fotografías de satélite para el quehacer geográfico; así como, las aplicaciones que estas pueden llegar a tener dentro del mismo; estableciendo los beneficios y las desventajas de éstas fue lo que al inicio de este trabajo se planteó como el objetivo general, mismo que se llegó después de haber desarrollado los tres capítulos de esta investigación.

Aquí se presentó en síntesis la definición de lo que es la imagen de satélite en sí. Y lo más importante y como lo dice nuestro título, se presentaron tanto la importancia de estas, como sus aplicaciones. Se abordaron también puntos como los beneficios y las desventajas que implican las imágenes de satélite y se trataron los campos de uso en los que estas más se requieren.

Quedando claro entonces que las contribuciones de las imágenes de satélite dependen de la simplicidad o complejidad del recurso bajo estudio y del tipo de medidas o contribuciones que el sensor remoto pueda realizar. En el extremo de la simplicidad pueden encontrarse situaciones que involucran a un solo objeto de fácil detección y evaluación. Por el otro lado, en el extremo de la complejidad, se encuentra el análisis de todo un sistema relacionado con un recurso, que manipulan una gran cantidad de datos por medio de computadora y requieren de técnicas refinadas. Entre estos extremos se encuentran una gran variedad de aplicaciones de las imágenes de satélite. Hasta ahora, la mayoría de las aplicaciones se han concentrado principalmente en el extremo de las situaciones simples.

Desde los usos militares hasta los científicos las imágenes satelitales de alta resolución es algo que involucra varios aspectos hoy en día y hay que tenerlas en cuenta en un futuro para desarrollar más avances tecnológicos.

Como puede verse, los conceptos en el uso y manejo de las imágenes satelitales continúan evolucionando para equipararse y dar soporte al avance tecnológico. Es alentador saber que en México se tiene la intención firme de no quedar atrás y que nuestro avance no dependa de manos extranjeras, aunque también puede vislumbrarse la eminente necesidad de permanecer actualizados en cuanto a temas recientes.

Probablemente, este tema es ajeno para la gran mayoría de las personas, incluso para algunos de los involucrados con información geográfica y, por ello aprovecho estas líneas para hacer una invitación a permanecer al tanto de proyectos como éste y de los avances que se tienen cada día en la materia, que terminará beneficiando a todos de una u otra manera.

Debemos aprovechar la capacidad de ser partícipes en la elaboración de nuevos resultados y apoyar esta tendencia de investigar nuevas formas de realizar nuestros procesos para dar soporte a mejoras continuas.

Aunque las imágenes de satélite forman parte de nuestra vida cotidiana desde hace ya muchos años, muchas personas se siguen preguntando ¿Para qué sirve una imagen de satélite? Esta pregunta no solo se la hace la gente de la calle sino también técnicos y políticos relacionados con la gestión del territorio.

Las imágenes de satélite presentan el mayor potencial cuando se utilizan cubriendo grandes áreas, por ese motivo las imágenes de satélite son fundamentales cuando se estudia el cambio global de nuestro planeta. Las imágenes de satélite también son elementales cuando se quiere estudiar todo un país, o un acontecimiento que afecta a gran porción del territorio. Cada día las imágenes de satélite tienen una mejor resolución espacial lo que hace que cada vez se puedan estudiar porciones más pequeñas de territorio.

De una forma resumida se podría decir que las principales ventajas de las imágenes de satélite son dos: la primera: permite ver cosas no aparentes a simple vista, cosas que de otra forma no se pueden ver; la segunda: se ven simultáneamente porciones muy grandes de territorio.

En base a todo lo expresado considero que queda demostrada la importancia que tiene una herramienta tan poderosa como lo son las imágenes de satélite para nuestro quehacer geográfico; y digo herramienta poderosa por sus características, por sus alcances y por su fácil manejo.

“Soy un gran creyente de la suerte,  
he encontrado que mientras más trabajo,  
más suerte tengo.”

**Thomas Jefferson**

## FUENTES DE CONSULTA

### - BIBLIOGRÁFICA

- ❖ Asociación Española de Teledetección. (1989) **III Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección**. Editorial Graficas Topacio, S.A. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid.
- ❖ AYALA Castañares, Agustín. (2003) **Universitario, impulsor de la investigación científica**. Instituto de Ciencias de Mar y Limnología, UNAM, México.
- ❖ CARRASCAL Galindo, Irma Eurosia. (2007) **Metodología para el análisis e interpretación de los mapas**. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- ❖ CAZAREZ Hernández. (1990) **Técnicas actuales de investigación documental**. Editorial Trillas. México.
- ❖ CONESA García Carmelo. (2004) **Medio ambiente, Recursos y Riesgos naturales. Análisis mediante Tecnología de SIG y Teledetección**. Universidad de Murcia. España.
- ❖ GANDÍA S., Melía J. Melía M. (1991) **La Teledetección en el seguimiento de los Fenómenos Naturales. Recursos renovables: Agricultura**. Universidad de Valencia. España.
- ❖ HERNANDEZ R., Fernández, C., (2003) **Metodología de la investigación**. Editorial Mc Graw Hill. México.
- ❖ HERRERA, Herrera Bernand. (1987) **Elementos de fotogrametría**. Editorial LIMUSA México.
- ❖ LIRA Jorge. (1997) **La Percepción Remota**, Colección la ciencia para todos. Fondo de Cultura Económica, México.
- ❖ MEDINA Lozano, Luis. (1998) **Métodos de investigación I**. SEP-DGETI-SEIT. México.
- ❖ MEDINA Lozano, Luis. (2000) **Métodos de investigación II**. SEP-DGETI-SEIT. México.
- ❖ OLEA Franco, Pedro. (2004) **Técnicas de investigación documental**. Editorial Esfinge. México.
- ❖ PEDRAZA, J. (1996) **Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones**. Editorial Rueda. Madrid
- ❖ QUESADA, Rocío. (2005) **Estrategias para el aprendizaje significativo**. Editorial LIMUSA. México.

- ❖ ROBLES Aviles, Luis, Urrutia Fuenzalida Pedro. (2003) **Aplicación del procesamiento de imágenes satelitales en la generación de cartografía y análisis del uso de la tierra en la comuna de Los Ángeles**. Universidad de Concepción.
- ❖ SOCIEDAD de Biología de Concepción. (2009) **Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Volúmenes 67-69**. Universidad de Concepción.
- ❖ TARBUCK Edward J, Lutgens Frederick K (2010) **Ciencias de la tierra 8 edición- Una introducción a la geología física**. Editorial Prentice Hall.

## - ELECTRÓNICA

Gobierno Federal-SCT (2012) **AGENCIA ESPACIAL MEXICANA**, (en línea) México D.F. Disponible en: [www.aem.gob.mx/](http://www.aem.gob.mx/)

Blog de miembros de Mensa Rotating Header Image. (2009) **ANTECEDENTES DE AEXA, HISTORIA DE LA CONEE**, (en línea) Guadalajara, México. Disponible en: [www.mensa.org.mx/.../antecedentes-de-aexa-historia-de-la-conee/](http://www.mensa.org.mx/.../antecedentes-de-aexa-historia-de-la-conee/)

Ruíz Oscar (2007) **COLECCIÓN DE IMAGENES AÉREAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO**, (en línea) México D.F. Disponible en: <http://www.dfinitivo.com/archivos/2007/02/22/coleccion-de-imagenes-aereas-de-la-ciudad-de-mexico/>

**DEFINICIÓN DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS » CONCEPTO EN DEFINICIÓN ABC**, Disponible en: [www.definicionabc.com/general/fotografias-aereas.php](http://www.definicionabc.com/general/fotografias-aereas.php)

Mapas México.net (2001) **FOTOS SATELITALES DE MÉXICO | OBSEVA MÉXICO DESDE EL CIELO**, (en línea) México D.F. Disponible en: [www.mapasmexico.net/fotos-satelitales.html](http://www.mapasmexico.net/fotos-satelitales.html)

Fotonostra Fotografía y diseño gráfico digital **FOTOS AÉREAS - FOTONOSTRA**, disponible en: <http://www.fotonostra.com/fotografia/fotografiaaerea.htm>

**FOTOGRAFÍA AÉREA E IMÁGENES SATELITALES: PONIENDO LAS COSAS EN PERSPECTIVA**, disponible en: <http://civisit.com/blog/?p=52&lang=es>

**FOTOGRAFÍA AÉREA - INEGI**, disponible en: [www.inegi.org.mx/geo/contenidos/.../fotoaerea/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/.../fotoaerea/default.aspx) -

**GEOGRAFÍA/MAPAS GEOGRÁFICOS - WIKISOURCE**, disponible en: [http://es.wikisource.org/wiki/Geograf%C3%ADa/Mapas\\_geogr%C3%A1ficos](http://es.wikisource.org/wiki/Geograf%C3%ADa/Mapas_geogr%C3%A1ficos)

**GEOINFORMACIÓN - DE CONABIO**, disponible en: [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx) › Geoinformación

**IMÁGENES DE RADARES - SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL**, disponible en:

[smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view...](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view...)

**INICIAN PLÁTICAS PARA CONSTRUIR EL MICROSATÉLITE SATEX 2**, disponible en:  
[periodicodigital.com.mx/.../inician\\_platicas\\_para\\_construir\\_el\\_microsatelite\\_satex\\_2](http://periodicodigital.com.mx/.../inician_platicas_para_construir_el_microsatelite_satex_2)

**INDICE IMÁGENES RADAR**, disponible en:  
[www.biesimci.org/Satelital/Original/Radar/Indices/radar.html](http://www.biesimci.org/Satelital/Original/Radar/Indices/radar.html)

**IMAGEN SATELITAL**, disponible en:  
[es.wikipedia.org/wiki/Imagen\\_satelital](http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen_satelital)

**IMÁGENES SATELITALES DE ALTA RESOLUCIÓN**, disponible en:  
<http://www.ambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=4025>

**LAS 10 FOTOS SATELITALES MÁS IMPRESIONANTES DEL MUNDO**, disponible en:  
<http://www.alambre.info/2006/12/26/las-10-fotos-satelitales-mas-impresionantes-del-mundo/>

**MANUAL DE PROCESOS EN FOTOGRAFÍAS AÉREAS E IMÁGENES DE SATÉLITE**, disponible en:  
<http://www.fing.edu.uy/ia/deptogeom/libro/capitulo4/capitulo4.html#introduccion>

**MAPAS, TIPOS DE - PROFESOR EN LÍNEA**, disponible en:  
<http://www.profesorenlinea.cl/geografiagr/MapasTiposde.htm>

**METODOLOGIA MONITOREO DE CULTIVOS DE COCA**, disponible en:  
[www.biesimci.org/SIMCI/metodologia.html](http://www.biesimci.org/SIMCI/metodologia.html)

**ME PUEDEN DECIR? QUE SON? FOTOGRAFIAS AEREAS Y LAS IMAGENES DE SATELITE**, disponible en:  
<http://ar.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080308080827AAiBqrG>

**ORTOFOTOGRAFÍA - WIKIPEDIA, LA ENCICLOPEDIA LIBRE**, disponible en:  
[es.wikipedia.org/wiki/Ortofotografía](http://es.wikipedia.org/wiki/Ortofotografía)

**ORTOFOTOS Y FOTOMAPAS - INEGI**, disponible en:  
[mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/.../ortomapa.cfm?c=201](http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/.../ortomapa.cfm?c=201)

**POLITICA ESPACIAL**, disponible en:  
[www.normateca.gob.mx/documento.php?Clave=2372](http://www.normateca.gob.mx/documento.php?Clave=2372)

**POLÍTICA ESPACIAL DE MÉXICO**, disponible en:  
[es.wikipedia.org/wiki/Política\\_Espacial\\_de\\_México](http://es.wikipedia.org/wiki/Política_Espacial_de_México) –

**PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO ESPACIAL**, disponible en: [www.planeacion.unam.mx/Memoria/anteriores/1996/puide.php](http://www.planeacion.unam.mx/Memoria/anteriores/1996/puide.php)

**QUÉ ES UNA IMAGEN SATELITAL? - MIS RESPUESTAS.COM**, disponible en:  
[www.misrespuestas.com/que-es-una-imagen-satelital.html](http://www.misrespuestas.com/que-es-una-imagen-satelital.html)

**¿QUÉ ES UNA IMAGEN SATELITAL? - TELEDET**, disponible en:

[www.teledet.com.uy/imagen-satelital.htm](http://www.teledet.com.uy/imagen-satelital.htm)

**QUETZSAT PLANEA INVERSIÓN SATELITAL DE US\$250MN**, disponible en:  
[www.bnamericas.com/.../Quetzsat\\_planea\\_inversion\\_satelital\\_de\\_US\\*250mn](http://www.bnamericas.com/.../Quetzsat_planea_inversion_satelital_de_US*250mn)

**RADARES**, disponible en:  
[http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14&Itemid=84](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=84)

**RADAR METEOROLÓGICO**, disponible en: [es.wikipedia.org/wiki/Radar\\_meteorológico](http://es.wikipedia.org/wiki/Radar_meteorológico)

**SATÉLITES DE MÉXICO**, disponible en: [es.scribd.com/doc/65558613/Satélites-de-México](http://es.scribd.com/doc/65558613/Satélites-de-México)

**SATÉLITES ARTIFICIALES DE MÉXICO**, disponible en:  
[es.wikipedia.org/wiki/Satélites\\_artificiales\\_de\\_México](http://es.wikipedia.org/wiki/Satélites_artificiales_de_México)

**SATMEX**, disponible en: [es.wikipedia.org/wiki/Satmex](http://es.wikipedia.org/wiki/Satmex)

**SATMEX SUSCRIBE CONTRATOS PARA NUEVO SISTEMA SATELITAL**, disponible en:  
[economista.com.mx/.../satmex-firma-acuerdo-boeing-nuevo-satelite](http://economista.com.mx/.../satmex-firma-acuerdo-boeing-nuevo-satelite)

**SISTEMA MEXICANO DE SATÉLITES SOLIDARIDAD**, disponible en:  
[adsabs.harvard.edu/full/1994ESASP.363..267Z](http://adsabs.harvard.edu/full/1994ESASP.363..267Z)

## -ARCHIVOS PDF

- 1) "Como escoger una imagen satelital". En [www.gsp-peru.com](http://www.gsp-peru.com)
- 2) "Guía básica sobre imágenes satelitales y sus productos." En <http://www.srgis.cl>
- 3) "Imágenes satelitales". En [www.geosoluciones.cl](http://www.geosoluciones.cl)
- 4) "Servicios en procesamiento de imágenes". En <http://www.srgis.cl>
- 5) "Sistemas de teledetección. Introducción". Boudewijn van Leeuwen y Ruben D. Vargas
- 6) "Aplicaciones de imágenes de satélite".  
En: [www.gttnetcorp.com/Aplicaciones\\_files/Aplicaciones\\_de\\_imagenes.pdf](http://www.gttnetcorp.com/Aplicaciones_files/Aplicaciones_de_imagenes.pdf)
- 7) "Clasificación digital de imágenes por satélite". En: [mural.uv.es/gislo/telemedida.pdf](http://mural.uv.es/gislo/telemedida.pdf)
- 8) "Correcciones a las imágenes de satélites".  
En: [www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema07.pdf](http://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema07.pdf)
- 9) "Guía básica sobre imágenes satelitales y sus productos - srgis".  
En: [www.srgis.cl/pdf/guia\\_basica\\_imagenes\\_satelitales.pdf](http://www.srgis.cl/pdf/guia_basica_imagenes_satelitales.pdf)
- 10) "Las imágenes landsat se caracterizan por la ... - geosoluciones".

En: [www.geosoluciones.cl/documentos/imagenes.pdf](http://www.geosoluciones.cl/documentos/imagenes.pdf)

11) “Servicios en procesamiento de imágenes satelitales - srgis”.

En: [www.srgis.cl/pdf/servicios\\_profesionales.pdf](http://www.srgis.cl/pdf/servicios_profesionales.pdf)

12) „Sistema satelital mexicano sistema satelital mexicano mexsat”.

En: [academiadeingenieriademexico.mx/.../mexsat/presentacion\\_mexsat.pdf](http://academiadeingenieriademexico.mx/.../mexsat/presentacion_mexsat.pdf)

# GLOSARIO

## “TÉRMINOS RELATIVOS A IMÁGENES DE SATÉLITE”



**A****- AGRICULTURA DE PRECISIÓN**

La agricultura de precisión es un concepto agronómico de gestión de parcelas agrícolas, basado en la existencia de variabilidad en campo. Requiere el uso de las tecnologías de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), sensores, satélites e imágenes aéreas junto con Sistemas de Información Geográfico (SIG) para estimar, evaluar y entender dichas variaciones. La información recolectada puede ser usada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar fertilizantes y otras entradas necesarias, y predecir con más exactitud la producción de los cultivos.

**- ALOS**

El satélite de observación japonés ALOS, lanzado en 2006 por la Agencia Espacial Japonesa (JAXA). El satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) fue desarrollado para ayudar en las áreas de mapeo, precisión cartográfica y monitoreo ambiental. ALOS cuenta con tres tipos de sensores: el radiómetro PRISM (Panchromatic Remote-Sensing Instrument for Stereo Mapping) capaz de obtener imágenes tridimensionales de la superficie terrestre, el radiómetro multiespectral AVNIR-2 (Advanced Visible and Near Infrared Radiometer-2) y el sensor de microondas PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar), capaz de tomar imágenes durante el día y la noche sin la interferencia de la nubosidad.

Estos sensores deben adquirir imágenes con posicionamiento compatible con escala de 1:25.000, su uso de puntos de control en el terreno (según JAXA), debido al avanzado sistema de control de órbita y actitudes de ALOS, basado en un receptor GPS de doble frecuencia y rastreador de estrellas, entre otros dispositivos. Se estima que la posición del satélite pasa a ser determinada con precisión de 1 m. El Satélite ALOS entra a una fase operacional el 24 de octubre de 2006.

**- ALTÍMETRO**

Un altímetro es un instrumento de medición que indica la diferencia de altitud entre el punto donde se encuentra localizado y un punto de referencia; habitualmente se utiliza para conocer la altura sobre el nivel del mar de un punto. La mayor utilización se hace en aeronáutica, como un elemento de seguridad más, formando parte de los instrumentos de vuelo más importantes del avión.

### - **ANTENA ROTATORIA (PARABÓLICA)**

La antena parabólica es un tipo de antena que se caracteriza por llevar un reflector parabólico. Su nombre proviene de la similitud a la parábola generada al cortar un cono recto con un plano paralelo a la directriz.

Las antenas parabólicas pueden ser usadas como antenas transmisoras o como antenas receptoras. En las antenas parabólicas transmisoras el reflector parabólico refleja la onda electromagnética generada por un dispositivo radiante que se encuentra ubicado en el foco del reflector parabólico, y los frentes de ondas que genera salen de este reflector en forma más coherente que otro tipo de antenas, mientras que en las antenas receptoras el reflector parabólico concentra la onda incidente en su foco donde también se encuentra un detector. Normalmente estas antenas en redes de microondas operan en forma full duplex, es decir, transmiten y reciben simultáneamente.

Las antenas parabólicas suelen ser utilizadas a frecuencias altas y tienen una ganancia elevada

### - **ASTER**

ASTER surge de la colaboración entre la NASA y el Ministerio Japonés de Economía Comercial e Industria (METI). Fue lanzado en Diciembre de 1999 con una órbita síncrona solar de 705 km de altitud. La periodicidad de repetición de su órbita es de 16 días.

Toma datos en 14 bandas, del visible a la longitud de onda del infrarrojo, y proporciona visión estereoscópica para la creación de modelos digitales del terreno. Cada imagen cubre una zona de 61.5 km x 63 km (sensor VNIR).

## **“B”**

### - **BANDAS DE FRECUENCIA**

Las bandas de frecuencia son intervalos de frecuencias del espectro electromagnético asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. Su uso está regulado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones y puede variar según el lugar. El espacio asignado a las diferentes bandas abarca el espectro de radiofrecuencia y parte del de microondas y está dividido en sectores.

### - BARBECHO

Se denomina barbecho a la técnica por la que la tierra se deja sin sembrar durante uno o varios ciclos vegetativos, con el propósito de recuperar y almacenar materia orgánica y humedad, además de evitar Patógenos esperando a que sus ciclos terminen sin poder volver a renovarse debido a la falta de hospederos disponibles. También se refiere a la tierra que se deja descansar por uno o varios años. Habitual en la rotación de cultivos.

Durante el tiempo que permanece sin cultivar es sometido a una serie de labores con objeto de mejorar su predisposición al cultivo.

## “C”

### - CARRERA ESPACIAL

La carrera espacial fue una competencia entre Estados Unidos y la Unión Soviética que duró aproximadamente desde 1957 a 1975. Supuso el esfuerzo paralelo entre ambos países de explorar el espacio exterior con satélites artificiales, de enviar humanos al espacio y de posar a un ser humano en la Luna.

Aunque sus raíces están en las primeras tecnologías de cohetes y en las tensiones internacionales que siguieron a la Segunda Guerra Mundial, la carrera espacial comenzó de hecho tras el lanzamiento soviético del Sputnik 1 el 4 de octubre de 1957. El término se originó como analogía de la carrera armamentística. La carrera espacial se convirtió en una parte importante de la rivalidad cultural y tecnológica entre la URSS y Estados Unidos durante la guerra fría. La tecnología espacial se convirtió en una arena particularmente importante en este conflicto, tanto por sus potenciales aplicaciones militares como por sus efectos psicológicos sobre la moral.

### - CATASTRO

El catastro es un registro administrativo dependiente del Estado en el que se describen los bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales.

### - CUERPO CELESTE

Un objeto astronómico es una entidad física significativa, una asociación o estructura que la ciencia ha confirmado que existe en el Universo. Eso no significa necesariamente que la ciencia actual no refute su existencia. Algunos objetos astronómicos, como Themis o

Neith, a la luz de estudios más recientes, se consideran que no existen. Otros, como Plutón o Ceres, se ha demostrado que son de una naturaleza totalmente diferente de lo que se había supuesto. En estos casos, la comunidad científica tiene que llegar a un consenso con respecto a la clasificación de estos objetos. La existencia de objetos astronómicos que se basa en pruebas científicas indirectas son consideradas hipótesis.

Un objeto astronómico se puede confundir fácilmente con un cuerpo celeste. El término "cuerpo" indica un objeto simple, como un planeta, y en cambio, podemos considerar que el cinturón de asteroides es un objeto astronómico.

Según algunos autores, la Tierra no es un cuerpo celeste, pero otros no hacen esta distinción, calificando la Tierra también como un cuerpo celeste.

#### - **CONO DE DEYECCION**

Un cono de deyección, también llamado *cono* o abanico aluvial, es una forma de modelado fluvial que en planta se caracterizan por tener una silueta cónica o en abanico y una suave pendiente (entre 1 y 10 grados, dependiendo de la pendiente por la que se desliza). Este depósito de aluviones se generan al final de los valles torrenciales, en las zonas de pie de monte, donde la pendiente de las laderas enlaza con una zona llana.

### “D”

#### - **DIGITAL GLOBE**

DigitalGlobe, de Longmont, Colorado, EE.UU., es un proveedor comercial de imágenes espaciales y contenido geoespacial, civil y operador de la teledetección espacial. La compañía comenzó a cotizar en la Bolsa de Nueva York el 14 de mayo de 2009, la venta de 14,7 millones de acciones a \$ 19.00 cada uno para recaudar \$ 279 millones en capital.

### “E”

#### - **ESPECTROMETRO**

El espectrómetro, o espectrógrafo, es un aparato capaz de analizar el espectro característico de un movimiento ondulatorio. Se aplica a variados instrumentos que operan sobre un amplio campo de longitudes de onda.

Un espectrómetro óptico o espectroscopio, es un instrumento que sirve para medir las propiedades de la luz en una determinada porción del espectro electromagnético. La variable que se mide generalmente es la intensidad luminosa pero se puede medir también el estado de polarización electromagnética, por ejemplo. La variable independiente suele ser la longitud de onda de la luz, generalmente expresada en submúltiplos del metro, aunque alguna vez pueda ser expresada en cualquier unidad directamente proporcional a la energía del fotón, como la frecuencia o los electrón-voltios, que mantienen una relación inversa con la longitud de onda. Se utilizan espectrómetros en espectroscopia para producir líneas espectrales y medir sus longitudes de onda e intensidades.

En general, un instrumento concreto sólo operará sobre una pequeña porción de éste campo total, debido a las diferentes técnicas necesarias para medir distintas porciones del espectro. Por debajo de las frecuencias ópticas (es decir, microondas, radiofrecuencia y audio), el analizador de espectro es un dispositivo electrónico muy parecido.

#### - ESTACIÓN TERRENA

Es un conjunto de equipos de comunicaciones y de computo que puede ser terrestre (fijo y móvil), marítimo y aeronáutico. Las estaciones terrenas pueden ser usadas en forma general para transmitir y recibir información del satélite.

#### - ESTEREOSCOPIO

Los términos Estereoscopio, estereoscópico, imagen tridimensional, de 3-D se refieren a cualquier técnica de grabación de la información visual tridimensional o a la creación de la ilusión de profundidad en una imagen. La ilusión de profundidad en una fotografía, la película, u otra imagen bidimensional son creadas presentando una imagen ligeramente diferente a cada ojo. Muchas demostraciones de 3D usan este método de transportar imágenes. El estereoscopio, es decir, el aparato que presenta una doble imagen que se mezcla en nuestro cerebro como una sola imagen estereoscópica, fue inventado por Sir Charles Wheatstone en 1840.

Es un dispositivo muy simple que consta de cuatro pequeños espejos, ubicados en forma tal que permiten desviar las imágenes correspondientes a cada ojo puestas una al lado de la otra de tal manera al verse montadas una sobre la otra dan el efecto estereoscópico o

tridimensional; para ajustarse al tamaño de distintas imágenes el dispositivo tiene un eje o pivote que altera el grado de separación. Este aparato sustituye el cruzar los ojos para ver fotos o videos estereoscópicos, que para muchos que es algo difícil y/o incómodo.

El Estereoscopio es usado en la fotogrametría y también para la producción de estereogramas. El estereoscopio es útil en la inspección de imágenes dadas de juegos de datos grandes multidimensionales como son producidos por datos experimentales. Además, la combinación de pares estereoscópicos de fotografías aéreas y estereoscopio es indispensable en la cartografía geológica. Este método permite la visualización de estructuras como pliegues y fallas que de otro modo exigirían un complicado trabajo sobre el terreno.

La fotografía tradicional estereoscópica consiste en crear una ilusión de 3-D que comienza de un par de imágenes de 2-D. El modo más fácil de crear la percepción de profundidad en el cerebro es de proporcionar a los ojos del espectador dos imágenes diferentes, representando dos perspectivas del mismo objeto, con una desviación menor a las perspectivas que ambos ojos naturalmente reciben en la visión binocular. La fotografía moderna industrial tridimensional puede usar el láser u otras técnicas avanzadas para descubrir y registrar información tridimensional.

“1”

#### - **IKONOS**

Es un satélite comercial de teledetección. Fue el primero en recoger imágenes con disponibilidad pública de alta resolución con un rango entre 1 y 4 metros de resolución espacial. En concreto, dispone de una resolución de 1 metro en pancromático y de 4 metros en multiespectral. Las imágenes del satélite IKONOS empezaron a ponerse a la venta el primero de enero de 2000. La empresa norteamericana Space Imaging es la propietaria del satélite.

#### - **IMAGEN PANCROMÁTICA**

Son las que captan mediante un sensor digital que mide la reflectancia de energía en una amplia parte de espectro electromagnético es decir con referencia, tales porciones del espectro reciben el nombre de bandas. Para los sensores pancromáticos más modernos

esta única banda suele abarcar lo parte visible y de infrarrojo cercano del espectro. Los datos pancromaticos se representan por medio de imágenes en blanco y negro.

#### - **IMAGEN MULTIESPECTRAL**

Son las que captan mediante un sensor digital que mide la reflectancia en muchas bandas. Por ejemplo un conjunto de detectores puede medir energía roja reflejada dentro de la parte visible del espectro mientras que otro de la parte visible del espectro mientras que otro conjunto mide la energía del infrarrojo cercano. Es posible incluso que dos partes diferentes de la misma longitud de onda. Estos distintos valores de referencia se combinan para crear imágenes de color los satélites de teledetección multiespectrales de hoy en día miden el color.

#### - **IMAGEN HIPERESPECTRAL**

Se refieren a un sensor espectral que mide la reflectancia en muchas bandas, con frecuencia cientos. La teoría en lo que se apoya la detección hiperespectral es que la medida de la reflectancia en numerosas franjas estrechas del espectro permite detectar características y diferencias muy sutiles entre los rasgos de la superficie especialmente en lo que se refiere a vegetación, suelo y rocas.

#### “L”

#### - **LANDSAT**

Los Landsat son una serie de satélites construidos y puestos en órbita por EE. UU. Para la observación en alta resolución de la superficie terrestre.

Los Landsat orbitan alrededor de la Tierra en órbita circular helio sincrónica, a 705 km de altura, con una inclinación de 98.2° respecto del Ecuador y un período de 99 minutos. La órbita de los satélites está diseñada de tal modo que cada vez que éstos cruzan el Ecuador lo hacen de Norte a Sur entre las 10:00 y las 10:15 de la mañana hora local. Los Landsat están equipados con instrumentos específicos para la teledetección multiespectral.

El primer satélite Landsat (en principio denominado ERTS-1) fue lanzado el 23 de julio de 1972. El último de la serie es el Landsat 7, puesto en órbita en 1999, y es capaz de conseguir una resolución espacial de 15 metros.

## - LONGITUD DE ONDA

La longitud de una onda es el período espacial de la misma, es decir, la distancia que hay de pulso a pulso. Normalmente se consideran dos puntos consecutivos que poseen la misma fase: dos máximos, dos mínimos, dos cruces por cero (en el mismo sentido). Por ejemplo, la distancia recorrida por la luz azul (que viaja a 299.792.458 m/s) durante el tiempo transcurrido entre dos máximos consecutivos de su campo eléctrico (o magnético) es la longitud de onda de esa luz azul. La luz roja viaja a la misma velocidad, pero su campo eléctrico aumenta y disminuye más lentamente que el de la luz azul. Por tanto, la luz roja tendrá una frecuencia menor, lo que hace que su longitud de onda (distancia entre puntos análogos de la onda) sea mayor. Por eso la longitud de onda de la luz roja es mayor que la longitud de onda de la luz azul.

Si representamos esta propiedad (el campo eléctrico en el ejemplo mencionado) en una gráfica entonces podemos decir que la longitud de onda la representamos en esa misma gráfica como la distancia entre dos máximos consecutivos. En otras palabras, describe lo larga que es la onda. Las ondas de agua en el océano, las ondas de presión en el aire, y las ondas de radiación electromagnética tienen todas sus correspondientes longitudes de onda.

La longitud de onda es una distancia real recorrida por la onda (que no es necesariamente la distancia recorrida por las partículas o el medio que propaga la onda, como en el caso de las olas del mar, en las que la onda avanza horizontalmente y las partículas se mueven verticalmente).

La letra griega  $\lambda$  (lambda) se utiliza para representar la longitud de onda en ecuaciones. La longitud de onda de las ondas de sonido, en el intervalo que los seres humanos pueden escuchar, oscila entre menos de 2 cm y aproximadamente 17 metros. Las ondas de radiación electromagnética que forman la luz visible tienen longitudes de onda entre 400 nanómetros (luz violeta) y 700 nanómetros (luz roja).

En el Sistema Internacional, la unidad de medida de la longitud de onda es el metro, como la de cualquier otra longitud. Según los órdenes de magnitud de las longitudes de onda con que se esté trabajando, se suele recurrir a submúltiplos como el milímetro (mm), el micrómetro ( $\mu\text{m}$ ) y el nanómetro (nm).

**“M”****- MICROONDAS**

Se denomina microondas a las ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado; generalmente de entre 300 MHz y 300 GHz, que supone un período de oscilación de 3 ns ( $3 \times 10^{-9}$  s) a 3 ps ( $3 \times 10^{-12}$  s) y una longitud de onda en el rango de 1 m a 1 mm. Otras definiciones, por ejemplo las de los estándares IEC 60050 y IEEE 100 sitúan su rango de frecuencias entre 1 GHz y 300 GHz, es decir, longitudes de onda de entre 30 centímetros a 1 milímetro.

El rango de las microondas está incluido en las bandas de radiofrecuencia, concretamente en las de UHF (ultra-high frequency - frecuencia ultra alta) 0,3–3 GHz, SHF (super-high frequency - frecuencia super alta) 3–30 GHz y EHF (extremely-high frequency - frecuencia extremadamente alta) 30–300 GHz. Otras bandas de radiofrecuencia incluyen ondas de menor frecuencia y mayor longitud de onda que las microondas. Las microondas de mayor frecuencia y menor longitud de onda —en el orden de milímetros— se denominan ondas milimétricas.

La existencia de ondas electromagnéticas, de las cuales las microondas forman parte del espectro de alta frecuencia, fueron predichas por Maxwell en 1864 a partir de sus famosas Ecuaciones de Maxwell. En 1888, Heinrich Rudolf Hertz fue el primero en demostrar la existencia de ondas electromagnéticas mediante la construcción de un aparato para generar y detectar ondas de radiofrecuencia.

Las microondas pueden ser generadas de varias maneras, generalmente divididas en dos categorías: dispositivos de estado sólido y dispositivos basados en tubos de vacío. Los dispositivos de estado sólido para microondas están basados en semiconductores de silicio o arseniuro de galio, e incluyen transistores de efecto campo (FET), transistores de unión bipolar (BJT), diodos Gunn y diodos IMPATT. Se han desarrollado versiones especializadas de transistores estándar para altas velocidades que se usan comúnmente en aplicaciones de microondas.

Los dispositivos basados en tubos de vacío operan teniendo en cuenta el movimiento balístico de un electrón en el vacío bajo la influencia de campos eléctricos o magnéticos, entre los que se incluyen el magnetrón, el klistrón, el TWT y el girotrón.

**“O”****- ONDA ELECTROMAGNÉTICA**

Una onda electromagnética es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio. Y sus aspectos teóricos están relacionados con la solución en forma de onda que admiten las ecuaciones de Maxwell. A diferencia de las ondas mecánicas, las ondas electromagnéticas no necesitan de un medio material para propagarse; es decir, pueden desplazarse por el vacío.

Las ondas luminosas son ondas electromagnéticas cuya frecuencia está dentro del rango de la luz visible.

**“P”****- PLANIMETRÍA**

La planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana (plano geometría), prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.

La planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana.

**- PRECISIÓN**

Es esta una característica de la imagen que, con frecuencia, se pasa por alto y puede ser crítica para las aplicaciones cartográficas. Se refiere a la certeza con la que un objeto dado se encontrará sobre el terreno donde aparece en la imagen. Normalmente, la precisión se expresa en píxeles, que se pueden convertir fácilmente en metros. Por ejemplo, una imagen con resolución de 10 metros puede tener una precisión de un píxel, lo que significa que un objeto de dicha imagen puede estar descolocado 10 metros en cualquier dirección. Si bien esto puede parecer de gran inexactitud, no debe olvidarse que las imágenes son con frecuencia la fuente de información más precisa en comparación con los mapas, la aerofotografía y las bases de datos.

**“Q”****- QUICK BIRD**

El QuickBird es un satélite comercial de teledetección que fue puesto en órbita el 18 de octubre de 2001 con un cohete Delta II, fabricado por Boeing desde la Base de la Fuerza Aérea de Vandenberg, en California, a las 11:51 de la mañana.

En realidad QuickBird no fue el primero, sino que tuvo un hermano mayor que fue destruido al no alcanzar el cohete la órbita deseada y la misión fracasó, aumentando considerablemente los costes y dejando a DigitalGlobe en un punto muy incierto e inseguro, pero el segundo intento fue fructuoso y satisfactorio.

En esta ocasión, el Delta-7320-10 (288) realizó bien su trabajo, colocando en la trayectoria esperada al QuickBird-2. Construido sobre una plataforma BCP2000, de la empresa Ball, el satélite pesó 1028 kg al lanzamiento y quedó situado en una órbita polar heliosincrónica a unos 465 km de la superficie terrestre.

El lanzamiento del QuickBird significó un enorme auge para DigitalGlobe en su cuota de mercado, multiplicando sus clientes a un servicio tan innovador como es el de la fotografía a tan alta resolución de cualquier parte del planeta, e incluso estuvo en un par de veces subvencionada por la CIA.

**“R”****- RESOLUCIÓN ESPACIAL**

La resolución espacial se refiere al tamaño del objeto o característica del terreno de menor tamaño que se puede distinguir en una imagen. Se trata de una de las características más importantes que hay que considerar a la hora de elegir imágenes, porque determina de forma directa qué rasgos del terreno pueden cartografiarse. Esto es muy importante para evaluar los costos del proyecto dado que, generalmente, cuanto más detallada es una imagen más cara resulta por unidad de superficie.

Nota importante. Para el usuario es importante comprender que, a medida que mejora la resolución espacial, el tamaño de los archivos digitales aumenta de forma espectacular y exige, para su tratamiento, un espacio de almacenamiento considerable en el ordenador. Por ejemplo, una imagen pancromática SPOT (60 x 60 Km.) de 10 metros de resolución, en bruto, ocupa 36 megabytes, en tanto que otra de la misma zona con las mismas

características pero con una resolución de un metro, exige de 3000 a 4000 megabytes (3 - 4 GB).

#### - **RESOLUCIÓN ESPECTRAL**

Este término define las longitudes de onda en las que el sensor es capaz de medir la energía reflejada. Las longitudes de onda se expresan en micras ( $\mu\text{m}$ ). El número de bandas se utiliza asimismo para explicar cómo mide el sistema la reflectancia de varias longitudes de onda distintas. Por ejemplo, un sensor multiespectral de cuatro bandas mide la energía en cuatro longitudes de onda diferentes. Hay que tener en cuenta, no obstante, que una imagen multiespectral se compone casi siempre de tres bandas como mínimo porque una imagen a color sólo puede crearse adicionando los tres colores fundamentales (rojo, verde y azul).

### “S”

#### - **SATÉLITE ARTIFICIAL**

Un satélite artificial es una nave espacial fabricada en la Tierra o en otro lugar del espacio y enviada en un vehículo de lanzamiento, un tipo de cohete que envía una carga útil al espacio exterior. Los satélites artificiales pueden orbitar alrededor de lunas u objetos naturales del espacio, cometas, asteroides, planetas, estrellas o incluso galaxias. Tras su vida útil, los satélites artificiales pueden quedar orbitando como basura espacial.

#### - **SENSOR**

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el termómetro de mercurio que

aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra. Áreas de aplicación de los sensores: Industria automotriz, Industria aeroespacial, Medicina, Industria de manufactura, Robótica, etc.

Los sensores pueden estar conectados a un computador para obtener ventajas como son el acceso a una base de datos, la toma de valores desde el sensor, etc.

#### - SIG

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. En el sentido más estricto, es cualquier sistema de información capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada. En un sentido más genérico, los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

La tecnología de los Sistemas de Información Geográfica puede ser utilizada para investigaciones científicas, la gestión de los recursos, gestión de activos, la arqueología, la evaluación del impacto ambiental, la planificación urbana, la cartografía, la sociología, la geografía histórica, el marketing, la logística por nombrar unos pocos. Por ejemplo, un SIG podría permitir a los grupos de emergencia calcular fácilmente los tiempos de respuesta en caso de un desastre natural, el SIG puede ser usado para encontrar los humedales que necesitan protección contra la contaminación, o pueden ser utilizados por una empresa para ubicar un nuevo negocio y aprovechar las ventajas de una zona de mercado con escasa competencia.

## - SOFTWARE

Se conoce como software<sup>1</sup> al equipamiento lógico o soporte lógico de un sistema informático; comprende el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas, en contraposición a los componentes físicos, que son llamados hardware.

Los componentes lógicos incluyen, entre muchos otros, las aplicaciones informáticas; tales como el procesador de texto, que permite al usuario realizar todas las tareas concernientes a la edición de textos; el software de sistema, tal como el sistema operativo, que, básicamente, permite al resto de los programas funcionar adecuadamente, facilitando también la interacción entre los componentes físicos y el resto de las aplicaciones, y proporcionando una interfaz con el usuario.

“T”

## - TAMAÑO DE LA ESCENA/COBERTURA

Cada sensor del satélite posee una anchura de franja o campo de visión que determina el tamaño de una escena de imagen. El sensor recoge miles de medidas de reflectancia a lo largo de esta franja, pero este caudal de mediciones se divide habitualmente en escenas de dimensiones cuadradas. De este modo, si el ancho de la franja es de 60 kilómetros, el tamaño estándar de la imagen de toda la escena será de 60 x 60 km. La mayoría de los distribuidores de imágenes satelitales pueden "cortar" una subescena más pequeña de la escena total, tal como un cuarto o la mitad. Si el área de interés es muy pequeña, la compra de una subescena es una opción rentable. Si el área de interés es mayor que una escena estándar, se pueden solicitar dos o más escenas adyacentes y pedir que una consultora especializada realice con ellas un mosaico, es decir una sola imagen a partir de varias imágenes distintas pero adyacentes. El propio usuario puede hacer esta operación si dispone de un paquete de programas de procesamiento de imágenes.

## - TELEDETECCIÓN

La teledetección o detección remota es la adquisición de información a pequeña o gran escala de un objeto o fenómeno, ya sea usando instrumentos de grabación o instrumentos de escaneo en tiempo real inalámbricos o que no están en contacto directo con el objeto (como por ejemplo aviones, satélites, astronave, boyas o barcos). En la

práctica, la teledetección consiste en recoger información a través de diferentes dispositivos de un objeto concreto o un área. Por ejemplo, la observación terrestre o los satélites meteorológicos, las boyas oceánicas y atmosféricas, las imágenes por resonancia magnética (MRI en inglés), la tomografía por emisión de positrones (PET en inglés), los rayos-X y las sondas espaciales son todos ejemplos de teledetección. Actualmente, el término se refiere de manera general al uso de tecnologías de sensores para adquisición de imágenes, incluyendo: instrumentos a bordo de satélites o aerotransportados, usos en electrofisiología, y difiere en otros campos relacionados con imágenes como por ejemplo en imagen médica. Hay dos clases de teledetección principalmente: teledetección pasiva y teledetección activa:

- Los teledetectores pasivos detectan radiación natural emitida o reflejada por el objeto o área circundante que está siendo observada. La luz solar reflejada es uno de los tipos de radiación más comunes medidos por esta clase de teledetección. Algunos ejemplos pueden ser la fotografía, los infrarrojos, los sensores CCD (charge-coupled devices, “dispositivo de cargas eléctricas interconectadas”) y los radiómetros.

- Los teledetectores activos por otra parte emiten energía para poder escanear objetos y áreas con lo que el teledetector mide la radiación reflejada del objetivo. Un radar es un ejemplo de teledetector activo, el cual mide el tiempo que tarda una emisión en ir y volver de un punto, estableciendo así la localización, altura, velocidad y dirección de un objeto determinado. La teledetección remota hace posible recoger información de áreas peligrosas o inaccesibles. Algunas aplicaciones pueden ser monitorizar una deforestación en áreas como la Cuenca del Amazonas, el efecto del cambio climático en los glaciares y en el Ártico y en el Antártico, y el sondeo en profundidad de las fallas oceánicas y las costas. El colectivo militar, durante la Guerra Fría, hizo uso de esta técnica para recoger información sobre fronteras potencialmente peligrosas. La teledetección remota también reemplaza la lenta y costosa recogida de información sobre el terreno, asegurando además que en el proceso las zonas u objetos analizados no se vean alterados.

Las plataformas orbitales pueden transmitir información de diversas franjas del espectro electromagnético que en colaboración con sensores aéreos o terrestres y un análisis en conjunto, provee a los investigadores con suficiente información para monitorizar la evolución de fenómenos naturales tales como El Niño. Otros usos engloban áreas como

las ciencias de la Tierra, en concreto la gestión de recursos naturales, campos de agricultura en términos de uso y conservación, y seguridad nacional.

#### - **TELEMETRÍA**

La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema. Se utilizó por primera vez en 1915, a mediados de la primera guerra mundial, por el alemán Khris Osterhein y el italiano Francesco Di Buonanno para medir a qué distancia se encontraban objetivos de artillería.

La palabra *telemetría* procede de las palabras griegas τῆλε (tele), que quiere decir a distancia, y la palabra μετρον (metron), que quiere decir medida.

El envío de información hacia el operador en un sistema de telemetría se realiza típicamente mediante comunicación inalámbrica, aunque también se puede realizar por otros medios (teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica, etcétera). Los sistemas de telemetría reciben las instrucciones y los datos necesarios para operar mediante desde el Centro de Control.

#### “W”

#### - **WORLD VIEW**

Una visión del mundo completa (o visión del mundo) es la orientación fundamental cognitiva de un individuo o la sociedad que abarca la totalidad de la persona o la sociedad del conocimiento y en el punto de vista, incluyendo la filosofía natural, fundamental, existencial, y los postulados normativos, o temas de valores, , las emociones y la ética. [1] el término es un calco de la palabra alemana Weltanschauung [vɛlt.ʔan , ʃaʊ.ʊŋ] (escuchar), integrado por Welt ("mundo") y Anschauung ("vista" o "perspectivas"). [2] se trata de un concepto fundamental de la filosofía alemana y la epistemología y se refiere a la percepción de todo el mundo. Además, se refiere al marco de ideas y creencias a través del cual un individuo, grupo o cultura interpreta el mundo e interactúa con él.

Una visión del mundo es una red de supuestos que no se verifica por los procedimientos de las ciencias naturales, sino en términos de lo que se interpreta todos los aspectos del conocimiento humano y la experiencia y están relacionados entre sí.

**“Z”****- ZOOM**

Es un objetivo de distancia focal variable, es decir, aquellos en los que se puede variar a voluntad la distancia focal y, en consecuencia, el ángulo de visión, manteniendo el plano-imagen en el mismo sitio. Cuando el factor de zoom es mayor que 5x suele denominarse superzoom. Si el zoom es motorizado, como suele ser el caso de las cámaras compactas y de video, suele llamarse power zoom.

# ANEXO 1

## DIVERSOS TIPOS DE IMÁGENES TOMADAS CON DISTINTOS SATÉLITES

En los últimos años el hombre ha podido ver con asombro fotografías tomadas por sondas espaciales que muestran, a distancias relativamente cortas, imágenes de las lunas de Júpiter, de los anillos de Saturno, de la superficie de planetas tan lejanos como Urano y, más recientemente, del núcleo del cometa Halley. Las imágenes recibidas han aportado tantos datos —una proporción abrumadoramente superior a la obtenida con los telescopios— que los científicos aún trabajan en su recopilación, elaboración y análisis.

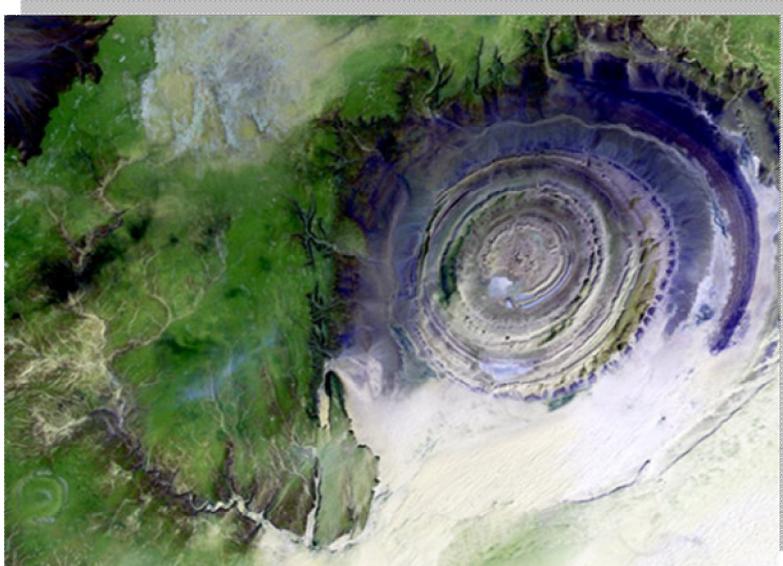
Todo esto ha ayudado considerablemente a la comprensión de cómo se formó nuestro Sistema Solar en general y, en particular, ha permitido entender con más detalle la estructura de nuestro planeta, entonces piensa en cuántos canales informativos, compañías móviles, instituciones científicas, militares, gubernamentales o de cualquier otra índole precisan satélites; ahora traslada ese número al de todos los países de la Tierra.

Se trata sin lugar a dudas de una cantidad abismal de satélites que giran en torno a nuestro planeta, y normalmente nunca pensamos en ellos, y este innúmero de satélites suele pasar inadvertido como si no existiera. Tal vez estas fotografías sirvan para dar cuenta de ellos.

En esta sección del presente trabajo, se despliegan para el lector una serie de fotografías seleccionadas con el fin de dar ejemplos gráficos de lo presentado en la serie de capitulados anteriores.

Las imágenes satelitales que a continuación se presentan fueron seleccionadas conforme a los satélites más comunes y comerciales que en este momento orbitan alrededor de nuestro planeta Tierra. Estas fotografías son presentadas para que el lector pueda principalmente, conocerlas y hacer comparaciones entre ellas.

## IMAGENES TOMADAS CON EL SATÉLITE LANDSAT



**Estructura de Richat, Mauritania:** Esta curiosa formación geológica se encuentra en el desierto Maur Adrar, en Mauritania. Si bien su aspecto se asemeja al del impacto de un meteorito, la estructura de Richat se formó por la intensa erosión de un cono volcánico, que ha ido exponiendo progresivamente las capas de roca de diversa composición mineral. Su diámetro de 50 kilómetros y su contraste con el terreno circundante la han convertido en un destacado punto de referencia para los astronautas y sus misiones espaciales



**Sierra Madre Oriental - Coahuila, México:** Este paisaje desolado pertenece al cordón montañoso de la Sierra Madre Oriental, situado en el límite entre las provincias mexicanas de Coahuila y Nuevo León. La imagen fue tomada en noviembre de 1999 por el satélite Landsat 7, utilizando las bandas verde e infrarrojo del espectro luminoso.



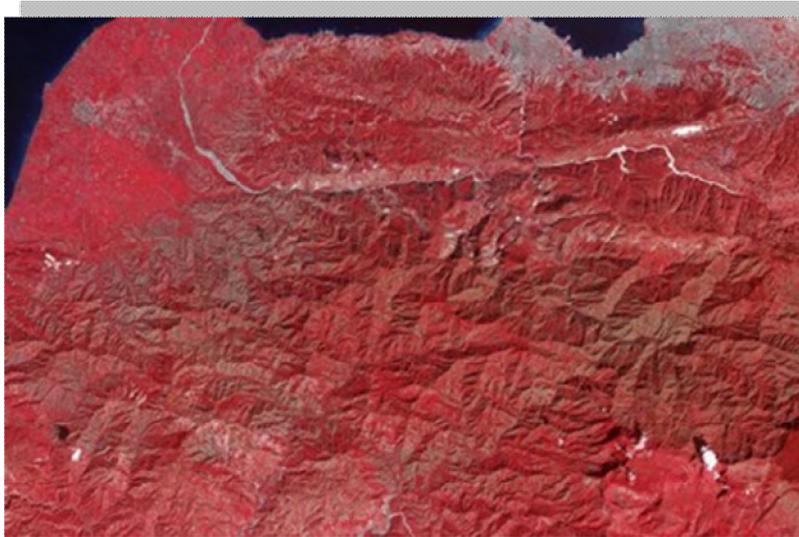
**Parque Nacional Namib-Naukluft, Namibia:** Este parque nacional se encuentra al extremo del desierto de Namibia y constituye una de las reservas ecológicas más importantes del continente africano. La intensidad de los vientos que soplan desde la costa provocan la formación de las dunas más altas del mundo. Algunas de estas dunas alcanzan una altura de 300 metros.

**FUENTE:**

Triveri, Fernando. Nuestro Clima (2008) “**Las diez imágenes satelitales más espectaculares**”  
[en línea]

[http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://blog.nuestroclima.com/wpcontent/uploads/2008/10/namibia\\_450x338.jpg&imgrefurl=http://blog.nuestroclima.com/%3Fp%3D1345&usg=\\_\\_Q0T5Gw7N0huk7wN6082O1FfXgho=&h=338&w=450&sz=87&hl=es419&start=98&zoom=1&tbnid=lpYGIVMCbSWvkM:&tbnh=95&tbnw=127&ei=y9E\\_UOeAOuiqywH2z4HICw&prev=/search%3Fq%3DIMAGENES%2BTOMADAS%2BCON%2BEL%2BSAT%25C3%2589LITE%2BLANDSAT%26start%3D80%26hl%3Ddes-419%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tbm%3Disch&itbs=1](http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://blog.nuestroclima.com/wpcontent/uploads/2008/10/namibia_450x338.jpg&imgrefurl=http://blog.nuestroclima.com/%3Fp%3D1345&usg=__Q0T5Gw7N0huk7wN6082O1FfXgho=&h=338&w=450&sz=87&hl=es419&start=98&zoom=1&tbnid=lpYGIVMCbSWvkM:&tbnh=95&tbnw=127&ei=y9E_UOeAOuiqywH2z4HICw&prev=/search%3Fq%3DIMAGENES%2BTOMADAS%2BCON%2BEL%2BSAT%25C3%2589LITE%2BLANDSAT%26start%3D80%26hl%3Ddes-419%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tbm%3Disch&itbs=1)

## IMÁGENES TOMADAS CON EL SATÉLITE ASTER



Imágenes de Haití tomadas el 21 de enero de 2010, una semana después del terremoto de 7 grados en la escala Richter, por el ASTER, un instrumento japonés-estadounidense que cuenta con sensores de luz visible, infrarroja y termal montado en el satélite Terra.

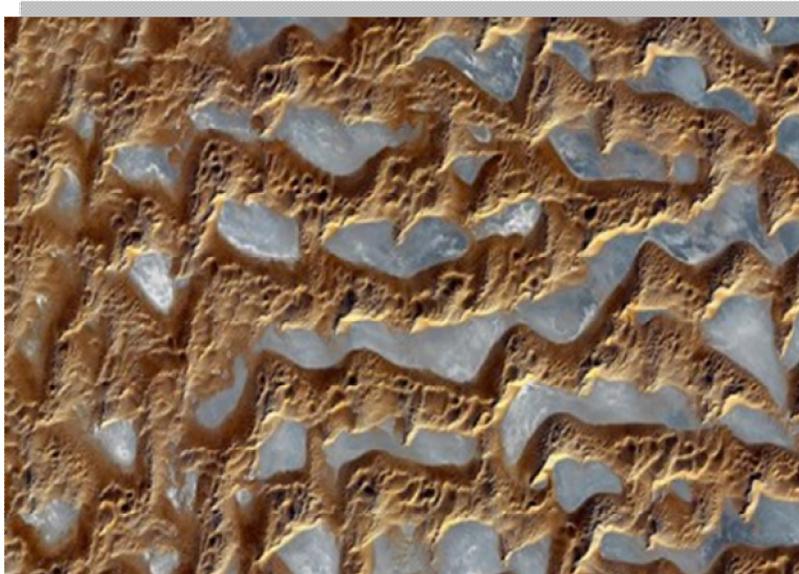


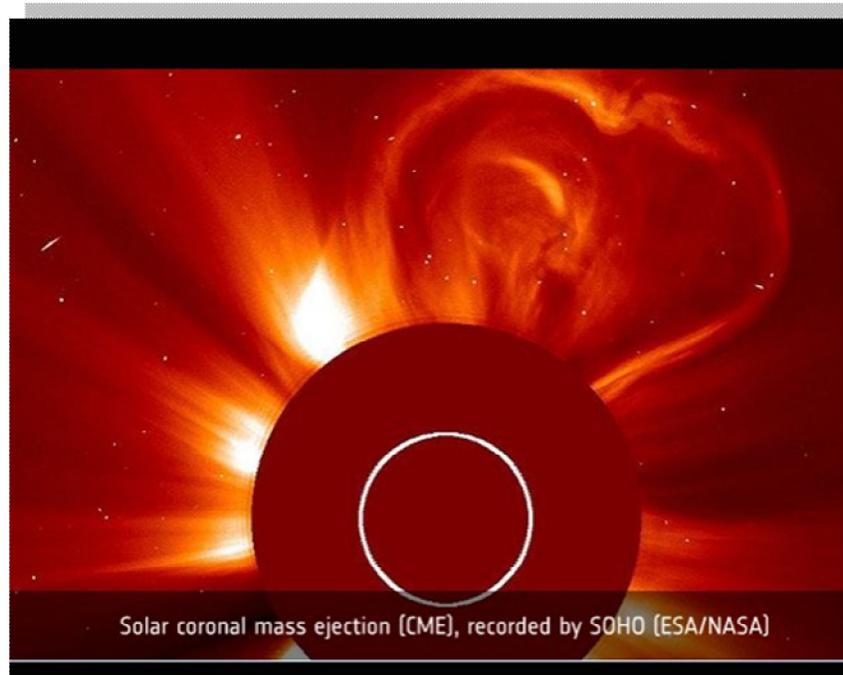
Imagen de Rub al Khali, uno de los desiertos de arena más extensos del mundo, que llega a cubrir un tercio del sur de la Península Arábiga. Incluye partes de Oman, Emiratos Árabes y Yemen. Tomada por el instrumento ASTER, a bordo del Terra, satélite que la NASA tiene en órbita.



Imagen de Uvs Nuur, el mayor lago salino de Mongolia. Su cuenca fue declarada como Patrimonio de la Humanidad por la Unesco en el año 2003.

**FUENTE:** Euroroom.net (2011) “**Tierra- Homenaje fotográfico**”. [En línea] Madrid, España.  
[http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.alquilerpisosestudiantesmadrid.com/wpcontent/uploads/10.jpg&imgrefurl=http://www.alquilerpisosestudiantesmadrid.com/2011/01/19/tierrahomenajefotografico/&usg=\\_\\_69n\\_REumse3OF4v0ty0d5SIFVtU=&h=259&w=400&sz=40&hl=es419&start=74&zoom=1&tbnid=6aV7UvG4OHEbM:&tbnh=80&tbnw=124&ei=wtk\\_UIGWNYn7yAH3gYFA&prev=/search%3Fq%3DIM%25C3%2581GENES%2BTOMADAS%2BCON%2BEL%2BSAT%25C32589LITE%2BASTER%26start%3D60%26hl%3Des419%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tm%3Disch&itbs=1](http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.alquilerpisosestudiantesmadrid.com/wpcontent/uploads/10.jpg&imgrefurl=http://www.alquilerpisosestudiantesmadrid.com/2011/01/19/tierrahomenajefotografico/&usg=__69n_REumse3OF4v0ty0d5SIFVtU=&h=259&w=400&sz=40&hl=es419&start=74&zoom=1&tbnid=6aV7UvG4OHEbM:&tbnh=80&tbnw=124&ei=wtk_UIGWNYn7yAH3gYFA&prev=/search%3Fq%3DIM%25C3%2581GENES%2BTOMADAS%2BCON%2BEL%2BSAT%25C32589LITE%2BASTER%26start%3D60%26hl%3Des419%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tm%3Disch&itbs=1)

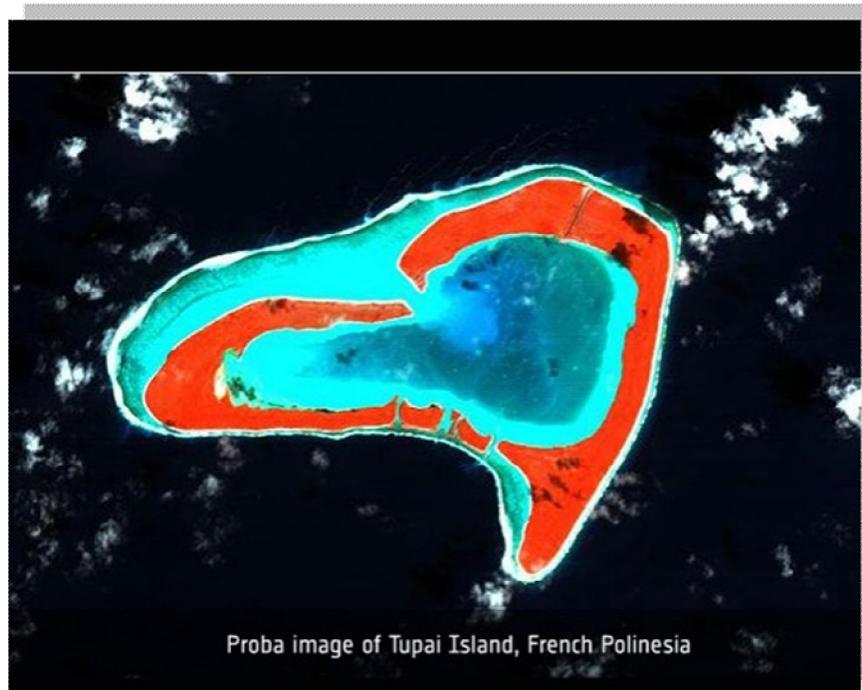
## IMÁGENES TOMADAS CON EL SATÉLITE ALOS



Esta explosión solar registrada por el satélite SOHO tenía, en su parte superior, una curiosa forma de corazón. La llamarada, que se produjo a unos 150 millones de kilómetros de distancia permitió en su día a las personas que habitaban en las zonas polares, disfrutar de bellas auroras



El satélite ALOS, de la Agencia Espacial Europea y la Japonesa, ha tomado esta fotografía en la que se observa la isla de Galešnjak, frente a la costa croata, en el mar Adriático. También se la conoce como la "isla del amor".



En la polinesia francesa se encuentra la isla de Tupai que, como se puede apreciar en la imagen, tiene forma de corazón ligeramente deformado. En realidad se trata de un pequeño atolón de 11 kilómetros cuadrados de superficie situado a unos 19 kilómetros al norte de la paradisíaca isla de Bora Bora.

**FUENTE:** Adictamente (2012) “Los corazones de la Tierra”. [En línea] [http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://3.bp.blogspot.com/ZzIRn8Za4RU/TzwSlje2pwl/AAAAAAAA1\\_U/a3VwIFwo920/s640/explosionsolaramor2.jpg&imgrefurl=http://adictamente.blogspot.com/2012/02/loscorazonedelatierra.html&usg=\\_\\_1R3jeQ4n7WGV0jCDM\\_1pJshzeFl=&h=471&w=96&sz=47&hl=es419&start=30&zoom=1&tbnid=T666o9514InK8M:&tbnh=107&tbnw=135&ei=id8\\_MS2FaeayQpj4GoAg&prev=/search%3Fq%3DIM%25C3%2581GENES%2BCON%2BEL%2BSAT%25C3%2589LITE%2BALOS%26start%3D20%26hl%3Des419%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tbn%3Disch&itbs=1](http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://3.bp.blogspot.com/ZzIRn8Za4RU/TzwSlje2pwl/AAAAAAAA1_U/a3VwIFwo920/s640/explosionsolaramor2.jpg&imgrefurl=http://adictamente.blogspot.com/2012/02/loscorazonedelatierra.html&usg=__1R3jeQ4n7WGV0jCDM_1pJshzeFl=&h=471&w=96&sz=47&hl=es419&start=30&zoom=1&tbnid=T666o9514InK8M:&tbnh=107&tbnw=135&ei=id8_MS2FaeayQpj4GoAg&prev=/search%3Fq%3DIM%25C3%2581GENES%2BCON%2BEL%2BSAT%25C3%2589LITE%2BALOS%26start%3D20%26hl%3Des419%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tbn%3Disch&itbs=1)

## IMÁGENES TOMADAS CON EL SATÉLITE QUICK BIRD



Esta imagen en color natural, fue tomada por el satélite QuickBird y muestra la costa suroeste de Sri Lanka. La imagen fue obtenida a las 10:20 a.m. hora local, a menos de cuatro horas después de las 6:28 a.m. (hora local de Sri Lanka) hora del terremoto y el posterior al momento del impacto del tsunami.

**FUENTE:** MegaCosmos. Tu guía al Universo. (2004) "El "tsunami" visto desde el espacio". [En línea]

[http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://images.spaceref.com/news/2004/srilanka\\_kalutara.jpg&imgrefurl=http://megacosmos.blogspot.com/2004\\_12\\_01\\_archive.html&usq=\\_\\_grYW SrCmTZjJclxXu4k8ibJqE=&h=360&w=576&sz=76&hl=es419&start=34&zoom=1&tbnid=KnyKAWeo8ul0NM:&tbnh=84&tbnw=134&ei=EOM\\_UJbbLZOHyQHMtoHoCQ&prev=/search%3Fq%3DIM%25C3%258GENES%2BSAT%25C3%2589LITE%2BQUICK%2BBIRD%26start%3D20%26hl%3Des419%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tbn%3Disch&itbs=1](http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://images.spaceref.com/news/2004/srilanka_kalutara.jpg&imgrefurl=http://megacosmos.blogspot.com/2004_12_01_archive.html&usq=__grYW SrCmTZjJclxXu4k8ibJqE=&h=360&w=576&sz=76&hl=es419&start=34&zoom=1&tbnid=KnyKAWeo8ul0NM:&tbnh=84&tbnw=134&ei=EOM_UJbbLZOHyQHMtoHoCQ&prev=/search%3Fq%3DIM%25C3%258GENES%2BSAT%25C3%2589LITE%2BQUICK%2BBIRD%26start%3D20%26hl%3Des419%26sa%3DN%26gbv%3D2%26tbn%3Disch&itbs=1)

# ANEXO 2

## LAS 10 IMÁGENES MÁS IMPRESIONANTES TOMADAS DESDE EL ESPACIO

Cada vez son más las curiosidades que se encuentran en el internet, en diversos programas o herramientas como los mapas de Google con GoogleEarth, y que son impresionantes algunas de las imágenes que sólo pueden ser tomadas por los satélites.

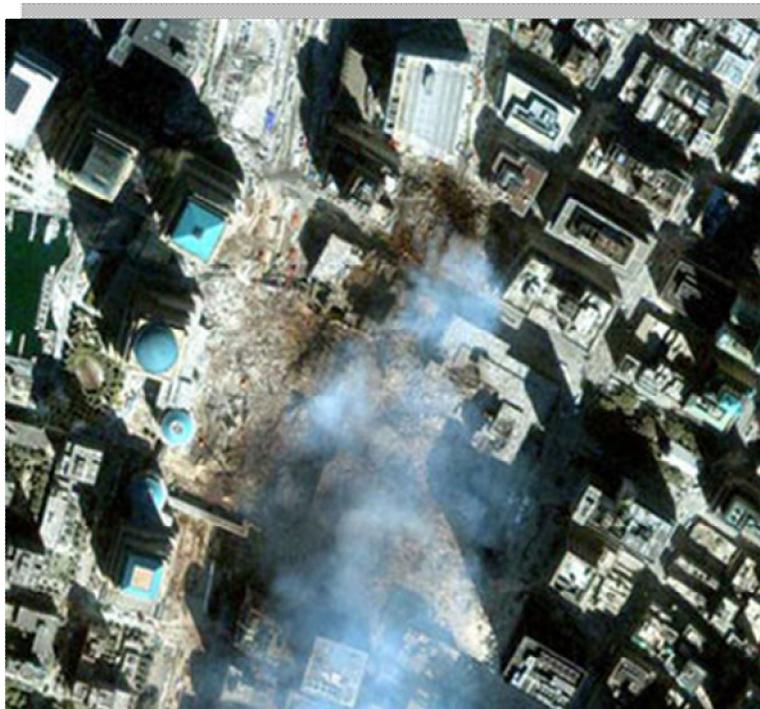
Con unos pocos clicks, el usuario es capaz de recorrer el mundo desde otra perspectiva, y se pueden encontrar imágenes increíbles como estas: Indonesia, antes y después del tsunami, incendios en California, los atentados a las Torres Gemelas,... son algunas de las imágenes más impactantes que por casualidad fueron tomadas por los satélites.

La página web Oddpeak realizó una selección de lo que considera las 10 imágenes más impresionantes tomadas desde el espacio, según algunos de sus críticos.

**FUENTE:** <http://www.taringa.net/posts/imagenes/4678304/Las-10-Mejores-Imagenes-Satelitales.html>

**IMAGEN 1**

1. La ciudad perdida de Angkor Wat en Camboya, uno de los tesoros arqueológicos más importantes del mundo y quizá el mayor complejo religioso jamás construido. Se ven las grandes estructuras, los caminos, los fosos, y habitaciones y granjas circundantes

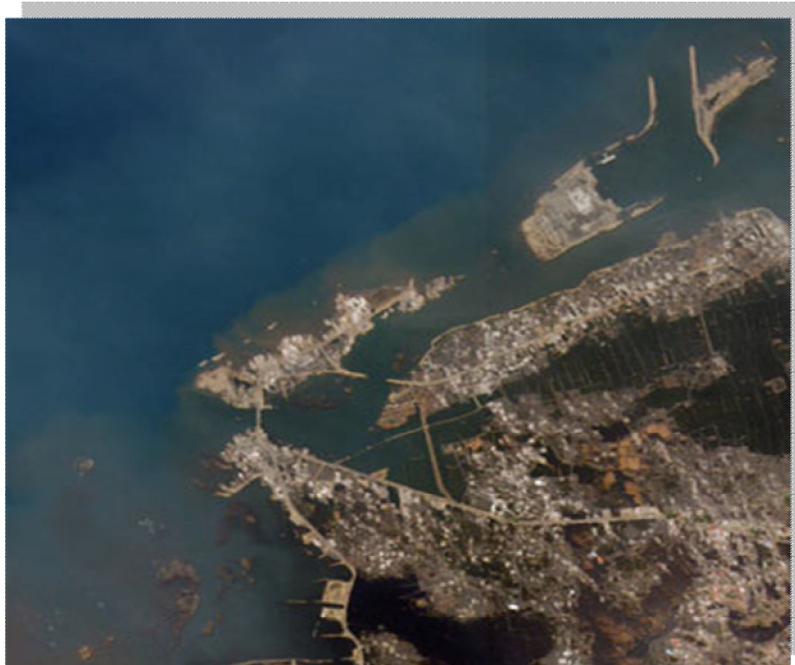
**IMAGEN 2**

2. Manhattan, justo después de los ataques del 9-11.

**IMAGEN 3**



3. Indonesia, antes del tsunami.



3. Indonesia, después del tsunami.

**IMAGEN 4**



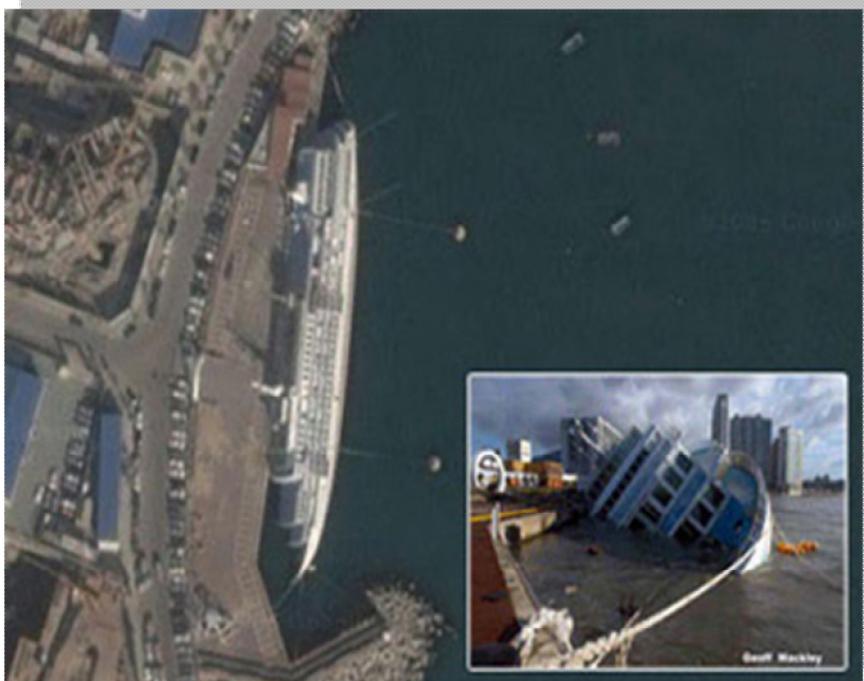
4. Tres tifones diferentes hacían girar sobre el Océano Pacífico occidental.

**IMAGEN 5**



5. Las islas artificiales Palmas, en una isla artificial en Dubai. Una imagen satelital de julio de 2004 muestra esta isla artificial en el Golfo Pérsico.

## IMAGEN 6



6. Un crucero que volcó por un tifón. Una foto satelital en Google Earth muestra un crucero que fue volcado por una espalda del tifón en 2003.

## IMÁGEN 7



7. Petróleo esparcido por la costa libanesa.

**IMÁGEN 8**



8. Los incendios en California en septiembre de 2006.

**IMÁGEN 9**



9. Nube de ceniza de un volcán activo en Perú, en agosto de 2006.

### IMÁGEN 10



10. Imágenes del efecto de una polémica operación del gobierno de Zimbawe que dejó sin hogar a 700.000 personas, según Naciones Unidas.

## ÍNDICE GENERAL DE FIGURAS

### CAPÍTULO UNO

FIGURA 1.1: Imagen de Satélite.....	13
FIGURA 1.2: Fotografía aérea.....	16
FIGURA 1.3: Imagen de radar.....	18
FIGURA 1.4: Ortofoto.....	21
FIGURA 1.5: El mapa.....	22
FIGURA 1.6: Mapa físico de México.....	24
FIGURA 1.7: mapa político de México.....	25
FIGURA 1.8: Mapa edafológico de México.....	26
FIGURA 1.9: Mapa geológico de México.....	27
FIGURA 1.10: Mapa de climas de México.....	28
FIGURA 1.11: Mapa topográfico de Panamá.....	29
FIGURA 1.12: Diagrama de la metodología de investigación.....	32

### CAPÍTULO DOS

FIGURA 2.1: La Tierra.....	34
FIGURA 2.2: Diversos usos de las imágenes de satélite.....	38
FIGURA 2.3: Las imágenes de un incendio.....	39
FIGURA 2.4: Incendios en Chile.....	39
FIGURA 2.5: Una inundación.....	40
FIGURA 2.6: Búsqueda en los escombros.....	40

### CAPÍTULO TRES

FIGURA 3.1: Personajes del Gobierno.....	72
FIGURA 3.2: Antena de TELECOMM.....	75
FIGURA 3.3: Satélite Morelos I.....	77
FIGURA 3.4: Satélite Morelos II.....	78
FIGURA 3.5: Satélite Solidaridad.....	79
FIGURA 3.5: Satélite SATMEX.....	80
FIGURA 3.6: Satélite UNAMSAT.....	83
FIGURA 3.7: Satélite QUETZ SAT.....	86
FIGURA 3.8: Satélite MEXSAT.....	87
FIGURA 3.9: Satélite SATEX.....	88
FIGURA 3.10: Lic. Adolfo López Mateos.....	89
FIGURA 3.11: Exhibición de cohetes.....	92