

Documento Conpes

Consejo Nacional de Política Económica y Social
República de Colombia
Departamento Nacional de Planeación

3683

LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA QUE INCLUYA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA SATELITAL COLOMBIANO

**Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM
Departamento Nacional de Planeación - Subdirección de Desarrollo
Ambiental Sostenible - SDAS**

Versión aprobada

Bogotá D.C., 6 de Agosto de 2010

Resumen

Los sistemas de observación de la Tierra son herramientas que permiten conocer el territorio nacional y contribuyen en la gestión del desarrollo del país, en la medida que con ellas, el Gobierno puede realizar una planificación estratégica que conduzca a mejorar la toma de decisiones.

Son empleados para incrementar la gobernabilidad, soberanía, desarrollo sostenible, gestión de riesgos, conocimiento científico-tecnológico y el nivel de competitividad. Proveen información oportuna y precisa sobre el estado y la situación del territorio; permiten conocer con mayor exactitud los recursos y la frontera agrícola, así como identificar los cambios rurales y urbanos.

A continuación se presentan los lineamientos para la formulación del Programa Nacional de Observación de la Tierra -PNOT y las líneas de acción que conforman el diseño del Programa Satelital Colombiano -PSC, los cuales en un futuro, organizarán la disponibilidad de información del territorio y fomentarán las actividades de investigación e innovación tecnológica que apoyen los programas de desarrollo nacional, regional, local y sectorial.

Clasificación:

Palabras claves: Observación de la Tierra, información geográfica, sensores remotos, procesamiento digital de imágenes, Banco Nacional de Imágenes, gestión del conocimiento en tecnologías geoespaciales, competitividad, desarrollo sostenible.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	4
II. ANTECEDENTES	5
III. MARCO CONCEPTUAL	8
IV. DIAGNÓSTICO.....	18
V. OBJETIVOS.....	42
VI. LINEAMIENTOS	44
VII. ESTRATEGIAS PARA LA FORMULACIÓN DEL PNOT	48
VIII. FINANCIACIÓN	51
IX. RECOMENDACIONES.....	52
X. BIBLIOGRAFIA.....	53
ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES.....	55
ANEXO.....	57

I. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta a consideración del Consejo Nacional de Política Económica y Social –CONPES, los lineamientos para la formulación del “Programa Nacional de Observación de la Tierra -PNOT” que incorpore el diseño de un “Programa Satelital Colombiano -PSC”, considerando que estos componentes se establecen con el objetivo de proporcionar información geoespacial sobre la cual se puedan representar geográficamente los recursos del país, la población y los planes del gobierno; a su vez, para fortalecer las decisiones políticas y de manejo orientadas a la sostenibilidad.

En este sentido, los datos obtenidos a partir de imágenes de sensores remotos, tanto satelitales como aerotransportados, han sido utilizados para proveer información y fortalecer la soberanía, la gobernabilidad y la toma de decisiones para la gestión de los recursos del país, de manera que redunde en beneficios sociales y económicos para los ciudadanos.

En el documento se desarrollan X capítulos. El primero contiene la introducción; los capítulos II y III los antecedentes y el marco conceptual; el IV el diagnóstico, el V los objetivos, los capítulos VI y VII los lineamientos y el plan de acción respectivamente, el VIII las recomendaciones y finalmente el IX la bibliografía.

II. ANTECEDENTES

El Estado reconoció en el Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010 *Estado Comunitario: Desarrollo para Todos*, en el capítulo de *Ciencia, Tecnología e Innovación* “la necesidad de fortalecer el uso de las ciencias y las tecnologías del espacio en el país, dada su capacidad de contribuir al desarrollo económico, social y empresarial”, así como la conveniencia de que el Gobierno Nacional implemente proyectos que utilicen las tecnologías espaciales para la educación, la salud, la vigilancia ambiental, la exploración y gestión de recursos naturales, la atención de desastres, el monitoreo de los usos del suelo, las previsiones meteorológicas, el cambio climático, el transporte terrestre, la navegación marítima, fluvial y aérea y las telecomunicaciones, entre otras temáticas, orientadas al desarrollo económico, cultural y social sostenible.

El documento de Visión Colombia II Centenario: 2019 señala como uno de los grandes objetivos, que la economía colombiana garantice un mayor nivel de bienestar, el cual se espera lograr a través de ocho estrategias, una de las cuales consiste en “fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación”. Para ello se propone la ‘aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones -TIC¹ a procesos de ciencia, tecnología e innovación’ con el fin de lograr la meta de ‘Consolidar la infraestructura y los sistemas de información para la CT+I’.

Mediante el Decreto 2442 de julio de 2006, se creó la Comisión Colombiana del Espacio -CCE, como órgano intersectorial de consulta, coordinación, orientación y planificación, que tiene como fin orientar la ejecución de la política nacional para el desarrollo y aplicación de las tecnologías espaciales y coordinar la elaboración de planes, programas y proyectos en este campo, que contribuyan al aumento de la productividad, la eficiencia y la competitividad nacional.

¹ De acuerdo con el CONPES 3582 ‘Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación’, el área estratégica de las tecnologías de la información y las comunicaciones incluye temas como la gestión de la información y tecnologías espaciales (p. 51).

En el marco de la CCE, la Vicepresidencia de la República y la Secretaría Ejecutiva de la Comisión, firmaron varios acuerdos con el fin de respaldar proyectos geoespaciales estratégicos para el país, que contribuyen a la consolidación del tema de observación de la Tierra en nuestro país:

- Acuerdo No. 5 del 14 de agosto de 2007, “*Respaldo de alto nivel para impulsar el desarrollo de proyectos satelitales en Colombia*”.
- Acuerdo No. 7 del 14 de febrero de 2008, “*Respaldo de alto nivel para la implementación del Plan Nacional de Observación de la Tierra*”
- Acuerdo No. 8 del 14 de febrero de 2008, “*Promoción del acceso y uso de imágenes de sensores remotos a través del BNP*”.

En este marco de acción, el 19 de diciembre de 2007, se firmó el Convenio Especial de Cooperación No. 160, suscrito entre COLCIENCIAS, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC y el Centro Internacional de Física -CIF, con el objeto de articular y asociar esfuerzos técnicos, económicos y administrativos dentro de la órbita de sus competencias orgánicas y misionales para promover y desarrollar el “Programa de Investigación en Desarrollo Satelital y Aplicaciones en el Tema de Observación de la Tierra”, el cual se constituye como base para la formulación del Programa Satelital Colombiano de Observación de la Tierra.

De otra parte, en el año 2009 se aprobó el Conpes 3582 *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*, que plantea como uno de sus objetivos principales “Focalizar la acción pública en áreas estratégicas”. Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones -TIC, las cuales incluyen la *gestión de la información y tecnologías espaciales*, han sido consideradas como una de las áreas estratégicas de esta política nacional.

Desde el punto de vista de la armonización de esfuerzos interinstitucionales para la producción y uso de información geográfica, se oficializó el CONPES 3585 de 2009, “*Consolidación de la Política Nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales –ICDE*”, en el cual se estableció que los datos de imágenes satelitales y de otros sensores remotos se consideran como datos fundamentales. Este Conpes presenta el marco de estándares y lineamientos de

coordinación, enfocados a regular los procesos de producción, adquisición, documentación, acceso y uso de la información geográfica, y establece “...para optimizar la inversión del Estado en la adquisición y uso de imágenes provenientes de sensores remotos satelitales y aerotransportados, se consolidará el Banco Nacional de Imágenes -BNI, bajo la administración del IGAC, el cual dispone de un sistema eficaz de catalogación, archivo y distribución de las mismas, y permite el acceso y uso controlado por las entidades estatales, así como la coordinación de nuevas adquisiciones que enriquezcan la información disponible en el Banco en beneficio de las entidades usuarias de la Información Geográfica -IG”.

En el ámbito internacional, Colombia ha realizado acciones para integrarse a las políticas e iniciativas de observación de la Tierra. En el 2002, el país fue sede de la IV Conferencia Espacial de las Américas -IV CEA; un escenario de cooperación institucional entre países de la región para avanzar en el desarrollo de las actividades espaciales y promover la aplicación y uso pacífico de sus tecnologías.

Así mismo, en los años 2008 y 2009, Colombia, a través de su Embajada en Viena, asumió la Presidencia de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos -COPUOS, que vela por la necesidad de establecer cooperación internacional en la utilización pacífica del espacio ultraterrestre y desarrolla actividades de difusión de información y de estímulo a la investigación, así como apoyo a la creación de programas de cooperación técnica y el desarrollo del derecho espacial internacional².

² COPUOS. Asamblea General. Resolución 1472 (XIV) año 1959.

III. MARCO CONCEPTUAL

El siguiente capítulo introduce los conceptos básicos sobre las tecnologías del espacio, observación de la Tierra, sensores remotos, percepción remota, sistemas satelitales, así como la oferta y demanda de datos de sensores remotos de observación de la Tierra y la cadena de producción de la información.

a. Conceptos básicos

La observación de la Tierra hace referencia a la toma de información acerca de los sistemas físicos, químicos y biológicos del planeta, que permite monitorear, vigilar y evaluar el estado de los cambios en el ambiente natural y antrópico. Para ello se aplican diversas tecnologías espaciales que incluyen las estructuras puestas por el hombre en el espacio y la infraestructura asociada en tierra para su funcionamiento y uso.

En la actualidad, un porcentaje considerable de estas tecnologías están relacionadas con la generación y transmisión de información y son utilizadas principalmente en tres campos de aplicación: (i) Satélites de navegación y geoposicionamiento, (ii) Satélites de comunicación, y (iii) Sensores remotos satelitales para observación de la Tierra.

Existen diferentes tipos de satélites para observación de la Tierra, los cuales, dependiendo de sus características, están en capacidad de tomar datos de la superficie terrestre, de los océanos, la atmósfera y los campos gravitacionales y magnéticos. Particularmente para este documento, son de interés los satélites de órbita baja que permiten la toma de imágenes de la Tierra³ con mayor resolución espacial.

Los sistemas satelitales de observación de la Tierra están integrados por tres componentes básicos: (i) El segmento espacial: constituido básicamente por una plataforma que transporta un sensor y tiene como función realizar la toma de las imágenes, denominado carga útil; además del sensor, el segmento espacial contiene un conjunto de sistemas de comunicaciones, posicionamiento, cómputo, energía y control

³ Committee on Earth Observation Satellites - CEOS 2008

interno que le permite recibir órdenes enviadas desde el sistema terrestre, capturar las imágenes, transmitir y recibir información y mantener su posición en órbita, (ii) Segmento terrestre: se utiliza para descargar la información capturada, la realización de la telemetría, el control del satélite y el seguimiento del buen funcionamiento de la misión; éste se compone de la antena que descarga las imágenes y realiza la telemetría, el control y los sistemas encargados de la gestión y procesamiento inicial de los datos, e incluye los dispositivos electrónicos de procesamiento de las señales, así como los sistemas de bases de datos para almacenar la información, y (iii) El centro de procesamiento: segmento que transforma los datos recibidos del satélite en imágenes e información que se almacena, administra y distribuye a los usuarios.

Existen diferentes tipos de sistemas satelitales de observación de la Tierra según las características de las imágenes que capturen. Hay dos tipos principales de tecnologías de observación de la Tierra, las cuales producen información complementaria con sus respectivas ventajas y limitaciones.

1. Satélites con sensores ópticos: son satélites con sensores pasivos que registran la energía electromagnética reflejada por la superficie terrestre, por lo que dependen de la presencia de luz solar para la captura óptima de imágenes. Registran información simultáneamente de diferentes longitudes de onda, incluyendo tanto las visibles (azul, rojo, verde) como algunas longitudes de onda del Infrarrojo. Dependiendo del nivel de resolución, son útiles para identificar coberturas del terreno, al operar en el espectro visible generan imágenes similares a las fotografías a través de procesamientos digitales. Sin embargo, las imágenes son afectadas por las condiciones atmosféricas y la nubosidad.

2. Satélites con sensores de radar: son satélites con sensores activos capaces de emitir su propia energía, por lo que no dependen de la luz solar, permitiendo la toma de imágenes durante el día y la noche. Emiten y registran energía en longitudes en el rango de las microondas, que capturan información en una única longitud de onda (X, L, C ó P). Debido a ello, estos sensores no son afectados por las condiciones atmosféricas y en la mayoría de los casos pueden penetrar las nubes, tomando imágenes en condiciones atmosféricas desfavorables. Al trabajar en longitudes de onda no visibles, la interpretación de las imágenes resulta compleja y no siempre es posible extraer

información sobre la cobertura y los objetos de la superficie. Igualmente, en las regiones de montaña se presentan grandes deformaciones del terreno y pérdida de información por sombra o sobre iluminación. Esta tecnología puesta en satélites, es más reciente que la de los sensores ópticos, por lo que aún se encuentra en desarrollo, tanto a nivel tecnológico como de aplicación.

Los sensores remotos son instrumentos que tienen la capacidad de recopilar y grabar la energía reflejada o emitida por los objetos en la superficie, sin entrar en contacto directo con ellos. Dependiendo del tipo de sensor permite registrar datos (altura, temperaturas, etc) o imágenes con diferentes características⁴.

Dependiendo de la plataforma en la que se ubica existen tres tipos de sensores (i) satelitales: si se ubican en satélites en el espacio, (ii) aerotransportados en plataformas como aviones ó helicópteros, y (iii) terrestres: ubicados sobre andamios, edificios, grúas, etc.

El arte de obtener información a partir de objetos, áreas o fenómenos de la Tierra, a través del análisis de datos adquiridos por sensores remotos se denomina *percepción remota*. Mediante su procesamiento y análisis el experto en percepción remota extrae información y desarrolla aplicaciones de utilidad en diferentes campos.

Los sensores remotos de satélites o sistemas aerotransportados permiten capturar en imágenes similares a fotografías, la radiación en diferentes longitudes de ondas del espectro electromagnético, reflejada por los objetos de la Tierra. Estas imágenes se obtienen de radiación visible (rojo, verde, azul) o de radiación invisible al ojo (infrarrojo cercano, medio o térmico) o radiación en longitudes de microondas cuando se emplean radares para obtenerlas.

Las imágenes de los sensores remotos presentan cuatro características básicas que permiten definir el alcance en el uso para diferentes aplicaciones:

1. **Resolución espacial:** Hace referencia a la mínima área del territorio que se puede discriminar y al nivel de detalle que se puede obtener en una imagen.

⁴ Natural Resources Canada. <http://www.nrcan.gc.ca/com/index-eng.php>

2. **Resolución espectral:** Se refiere al ancho de las bandas del espectro electromagnético que puede discriminar el sensor. Usualmente los sensores tienen capacidad para registrar en varias bandas.
3. **Resolución temporal:** Indica la periodicidad con la que el sensor adquiere información de la misma porción de la superficie terrestre.
4. **Resolución radiométrica:** Indica la capacidad del sensor para discriminar variaciones en intensidad de radiación provenientes del objeto observado. De igual forma, indica la mínima cantidad de radiación registrable.

Las imágenes de los sensores remotos son utilizadas en las siguientes aplicaciones:

Sistemas productivos: Inventariar, monitorear y evaluar el estado y la dinámica de los sistemas agropecuarios y pesqueros para orientar la productividad en diversos escenarios socioeconómicos, optimizar la calidad, incluir criterios de sostenibilidad ambiental y garantizar la competitividad de los productos.

Salud: Generar información para el estudio y georreferenciación de la ocurrencia de enfermedades, articulación con información climática para determinación de focos de generación de enfermedades y posibles áreas potenciales, definir planes de saneamiento ambiental, identificar zonas prioritarias para llevar a cabo brigadas médicas y reaccionar con precisión ante una emergencia, implementando las medidas de manejo y control pertinentes.

Gestión ambiental: Monitorear y modelar el océano y la Tierra para facilitar la toma de decisiones relacionadas con el manejo y uso sostenible de los recursos naturales, conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, monitoreo y seguimiento a la contaminación atmosférica e hídrica, cambio de uso del suelo, monitoreo y seguimiento a procesos de erosión, salinización y desertificación, manejo de los bosques y del recurso hídrico. Para estas labores se desarrollan modelos a partir de las observaciones que predicen los comportamientos bajo determinadas circunstancias, que permiten hacer prospección del uso de los recursos.

Cambio climático: Investigar, modelar y monitorear los factores asociados al cambio climático, que permitan analizar los posibles impactos, prever eventos

extremos (inundaciones secas e incrementos de la temperatura) y evaluar las opciones de adaptación a las nuevas condiciones climáticas en todos los sectores del país.

Marítimo e insular: Los sensores remotos en órbita registran datos oceanográficos de temperatura superficial, corrientes superficiales, espectro de oleaje y nivel del mar. Estas variables junto con los datos registrados en *in situ*, además de los datos del clima atmosférico, permiten tener un mayor conocimiento de las interacciones clima-océano para el monitoreo y seguimiento de fenómenos de impacto global, tales como el cambio climático y fenómenos como "El Niño" y "La Niña". Así mismo, las imágenes que permiten generar datos de color del océano y sólidos suspendidos, son utilizadas en la detección y seguimiento de niveles de contaminación e identificación de áreas productivas para la pesca, tanto en la costa como en océano abierto. En cuanto a costas, los sensores remotos pueden ser empleados para identificar la dinámica litoral, coberturas de las zonas costeras y aguas someras, así como datos de nivel del mar y topografía; esta información es de gran utilidad para la planificación y el manejo integrado de zonas costeras.

Biodiversidad: Los datos provistos por sensores remotos permiten identificar y evaluar el estado de los ecosistemas; y realizar el seguimiento y monitoreo de los cambios naturales o antrópicos a los que se ven sometidos, incluyendo la deforestación, la ocurrencia de incendios, la erosión y el cambio de uso del suelo, entre otros. Las imágenes de sensores remotos que permiten reconocer coberturas y elementos de la Tierra, son un insumo importante tanto para identificar como para cuantificar la extensión de los ecosistemas con diferente nivel de detalle. Por su parte, los datos de reflectancia registrados por sensores multiespectrales e hiperspectrales posibilitan obtener curvas de los espectros característicos de las coberturas y realizar la estimación de parámetros biofísicos que generan información sobre la vigorosidad, humedad y estado fenológico de la vegetación (ejemplo: índices de vegetación, índice de área foliar, etc.). Estos parámetros son de gran utilidad para identificar el tipo y estado de los ecosistemas y coberturas vegetales, incluso se han desarrollado investigaciones puntuales para identificar especies o para realizar estimaciones de biodiversidad. Igualmente, otros sensores remotos registran datos climáticos,

composición de la atmósfera e información topográfica que contribuyen al estudio de los ecosistemas.

Atmósfera-Meteorología-Clima: Los datos provistos por sensores remotos son utilizados para la comprensión y monitoreo de fenómenos meteorológicos y climatológicos como: temperatura, nubosidad, capa de ozono, seguimiento de los fenómenos “El Niño” y “La Niña”, seguimiento de huracanes, cenizas volcánicas, incendios forestales, entre otros, que suceden en la Tierra. Adicionalmente, se incluye el seguimiento y predicción del tiempo, la dinámica de la atmósfera, y la calidad del aire. A partir de los datos emitidos por los sensores, en conjunto con las mediciones de las estaciones climatológicas terrestres y oceánicas se realiza el seguimiento y pronóstico del tiempo para diversos sectores como la agricultura, la navegación aérea y marítima, el desarrollo de proyectos de infraestructura y la prevención de desastres, entre otros.

Gestión del riesgo: Identificar aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos e hídricos para caracterizar potenciales amenazas, identificar elementos expuestos, generar información que permita monitorear el riesgo, y contribuya a la prevención y mitigación del mismo. Por otra parte, la información obtenida fortalecerá la toma de decisiones ante desastres y cuantificación de los impactos producidos ante fenómenos como inundaciones, avalanchas, volcanes, remoción en masa, incendios, huracanes y sequías, entre otros.

Recursos minerales y energéticos: Producir información de utilidad para las tareas de prospección, exploración, explotación y restauración en minería e hidrocarburos con el fin de optimizar el aprovechamiento sostenible de estos recursos. Así mismo, permiten realizar el seguimiento y control a poliductos, oleoductos y gasoductos y brinda información útil para la formulación de regalías.

Desarrollo urbano: La información proveniente de sensores remotos posibilita realizar el inventario, valoración y seguimiento de la infraestructura que ofrece servicios a las poblaciones humanas, entre ellas los sistemas de redes (sistemas de transmisión de energía, acueducto, oleoductos, entre otros). Igualmente, gracias a la información obtenida de sensores remotos es posible realizar análisis para determinar la mejor

ubicación y rutas óptimas de instalación para nueva infraestructura, así como para entender dinámicas poblacionales, flujos, migraciones y plantear medidas de manejo.

Actividades agrícolas, pecuarias e infraestructura: Identificar la localización, dinámicas, movilidad de los sectores agropecuarios y potenciar su desarrollo identificando las áreas de generación de productos y las zonas de consumo, espacializar esta información sectorial con la información de redes hidrometeorológicas para evaluación de las dinámicas climáticas y sus efectos en la producción y en la seguridad alimentaria. Apoyo en el diseño de infraestructura vial, hidrocarburífera y portuaria, con base en información espacial.

Así mismo, los sensores remotos son utilizados en los procesos de catastro para definir nuevas áreas urbanizadas, así como la manera en que éstas se han desarrollado, lo cual se puede obtener con alta precisión gracias a los avances de las tecnologías de geoposicionamiento y la resolución de los sensores de los sistemas satelitales. Esto facilita el seguimiento continuo de los usos del suelo y su distribución espacial, posibilitando la combinación de elementos de análisis para las actividades de planeación, ejecución, control y verificación, fortaleciendo la toma de decisiones por parte de las administraciones locales, regionales o nacionales. De otra parte, a través del uso de esta tecnología se puede realizar el seguimiento y medición de la eficiencia de proyectos de inversión pública, especialmente aquellos que permitan georreferenciar su estado de avance o ejecución, como es el caso del desarrollo de obras de infraestructura y el seguimiento del uso de los apoyos dirigidos al sector agropecuario entre otros.

Seguridad y defensa: Apoyar labores de reconocimiento, vigilancia, identificación de amenazas, desarrollo de operaciones, erradicación de cultivos ilícitos y actividades de ayuda humanitaria para garantizar la seguridad de los ciudadanos.

Fronteras: Las tecnologías espaciales se han convertido en factores clave para la implementación de sistemas de seguridad y defensa, toda vez que posibilitan el acceso a imágenes con absoluta confidencialidad y mayor eficiencia. Los sistemas de observación de la Tierra apoyan labores de reconocimiento, vigilancia marítima, identificación de amenazas, reconocimiento, evaluación de daños y desarrollo de operaciones de mantenimiento del orden público y la seguridad en las fronteras.

b. Oferta de los datos de sensores remotos

La oferta de datos de sensores remotos hace referencia a los datos ofrecidos por los satélites de observación de la Tierra construidos o administrados por entidades gubernamentales y privadas con interés en proyectos globales y comerciales, respectivamente.

Actualmente existen más de 100 satélites de observación de la Tierra⁵. A pesar del gran potencial de los datos de alta resolución para investigación y aplicaciones, aún existen restricciones de acceso debido al carácter privado de los proveedores, al costo de las imágenes y a las políticas de seguridad de diversos gobiernos respecto al uso de esta información.

Dado que la tecnología actual de satélites pequeños⁶ es accesible a países en vías de desarrollo, se ha incrementado el número de programas satelitales y por consiguiente, la oferta de imágenes de sensores remotos.

Bajo estas condiciones es indispensable fortalecer los programas de cooperación multilaterales que permita a los propietarios de satélites, acceder a condiciones especiales de negociación, con base en su propia capacidad de obtención de datos de todo el mundo.

c. Demanda de los datos de sensores remotos

La demanda de datos de sensores remotos hace referencia a su adquisición por parte de las entidades públicas y privadas.

Entre los años 2002 y 2007, el mercado de las imágenes satelitales presentó un incremento del 15% y recaudó en total 735 millones de dólares a nivel mundial⁷. En

⁵ EUROCONSULT. (2008). World Satellite Based Earth Observation. Market prospects to 2017. A Euroconsult Reseach Report. Steve Bochinger (Ed). París.

⁶ Small Satellites: dispositivos que pesan alrededor de 100 Kg, su costo es menor y proveen información de una resolución adecuada para el análisis del territorio.

⁷ EUROCONSULT. (2008). World Satellite Based Earth Observation. Market prospects to 2017. A Euroconsult Reseach Report. Steve Bochinger (Ed). París.

Colombia, el uso de datos e imágenes de satélite se ha ido incrementando en la medida en que diferentes sectores del gobierno han tenido un mayor acceso a las mismas^{8,9,10}.

d. Cadena de Producción de la Información

La cadena de producción da inicio cuando el usuario final hace el requerimiento de una imagen satelital a la entidad administradora del satélite. En las instalaciones terrestres del sistema satelital, un operario se encarga de analizar la solicitud realizada por el cliente y expresarla en un lenguaje técnico o estandarizado de común entendimiento para los demás integrantes del proyecto.

De acuerdo con los requerimientos de cobertura geográfica, fecha de toma, calidad, o cobertura de nubes para la imagen, es posible que en el archivo de la estación terrestre exista una imagen con las características solicitadas; en tal caso la imagen es extraída, procesada según las necesidades del cliente y finalmente distribuida a través de internet, medios magnéticos o cualquier otro mecanismo acordado.

En caso que la imagen no exista en el catálogo de la empresa, un equipo de trabajo deberá encargarse de realizar la planeación para la toma de la imagen con base en las solicitudes recibidas y teniendo en cuenta la trayectoria del satélite y demás condiciones que puedan influir en la programación.

La planeación que se realiza normalmente es asistida por software especializado para este tipo de labores con el fin de gestionar el tiempo para la toma y los recursos de memoria y energía de la manera más eficiente posible. La programación para la toma de imágenes es enviada al satélite a través de una antena de comunicaciones, durante el tiempo de comunicación del satélite con la estación terrestre.

Una vez la imagen es tomada y almacenada en la memoria interna del satélite se espera a establecer contacto de nuevo con la estación terrestre para realizar la descarga

⁸ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC. (2003). Resultados y análisis preliminares de la encuesta “uso imágenes satelitales y cartografía alternativa en el estado colombiano”. Documento técnico.

⁹ SELPER – CAPITULO COLOMBIA. (2004). Análisis de factibilidad de las alternativas existentes para la obtención de imágenes de satélite en Colombia. Informe Final. Documento Técnico. Proyecto Mejora de los Sistemas Cartográficos en el Territorio Colombiano - Unión Europea, Agencia Colombiana de Cooperación Internacional – ACCI, IGAC-CEE.

¹⁰ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC. Diagnóstico del uso, aplicaciones y necesidades de productos de sensores remotos en el país. Diciembre de 2008.

de la información. La imagen es archivada y procesada de acuerdo a los requerimientos y finalmente distribuida al usuario.

Algunas empresas cuentan con un servicio al cliente de seguimiento de las misiones que les permite ver la programación y el estado actual de la toma de imágenes del satélite, al igual que el estado del procesamiento de las imágenes, con el fin de permitir al usuario conocer en todo momento el estado de su solicitud. Este servicio usualmente es una aplicación web a la que los clientes pueden acceder a través de internet con un nombre de usuario y clave asignados.

IV. DIAGNÓSTICO

➤ Contexto Internacional de los Programas de Observación de la Tierra

Los Programas de Observación de la Tierra a nivel internacional han utilizado sensores remotos de forma sistemática desde 1920, con el fin de monitorear la atmósfera, estudiar y predecir el clima y como herramienta para la realización de acciones militares¹¹.

En el mundo existen cerca de 45 agencias espaciales¹² dedicadas a la investigación en ciencia y tecnología espacial e innovación que han contribuido en el desarrollo económico y social de los países (Anexo 1). Ejemplo de esto son Brasil y Argentina, quienes han impulsado su desarrollo tecnológico mediante proyectos satelitales. Es de especial interés el caso de la Agencia Espacial Brasileira, la cual puso al país a la cabeza en Latinoamérica y lo ha convertido en un socio importante para la cooperación en la Estación Espacial Internacional -ISS¹³.

Existen estimaciones de los beneficios económicos que se pueden obtener. Según De la Peña (2009), de acuerdo con estimaciones realizadas por la NASA, por cada dólar que se invierte en proyectos espaciales, se obtienen siete dólares en beneficio del sector privado y en aplicaciones que pueden ser comercializadas. Así mismo, en China cada dólar que se invierte trae a su economía beneficios por un monto de 8 a 14 dólares¹⁴.

En las últimas décadas, el número de satélites de observación de la Tierra a nivel global ha presentado un incremento; entre 1996 y 2006 se lanzaron 102 satélites, de los cuales 33 fueron meteorológicos y de los 69 restantes el 52% fueron lanzados al espacio por países con trayectoria. Como se ve en el gráfico, las aplicaciones varían de acuerdo

¹¹ Baumaann, Paul. History of remote sensing, Aerial photography. State University of New York. Consultado 24 de mayo de 2010. <http://employees.oneonta.edu/baumanpr/geosat2/RSHistory/HistoryRSPart1.htm>

¹² http://www.cv.nrao.edu/fits/www/yp_agency.html, http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Agencia_espacial

¹³ La Estación Espacial Internacional es un proyecto común de cinco agencias espaciales: la NASA (Estados Unidos), la Agencia Espacial Federal Rusa (Rusia), la Agencia Japonesa de Exploración Espacial (Japón), la Agencia Espacial Canadiense (Canadá) y la Agencia Espacial Europea (ESA). La Agencia Espacial Brasileira (Brasil) participa a través de un contrato separado con la NASA. Así mismo, la Agencia Espacial Italiana tiene contratos separados.

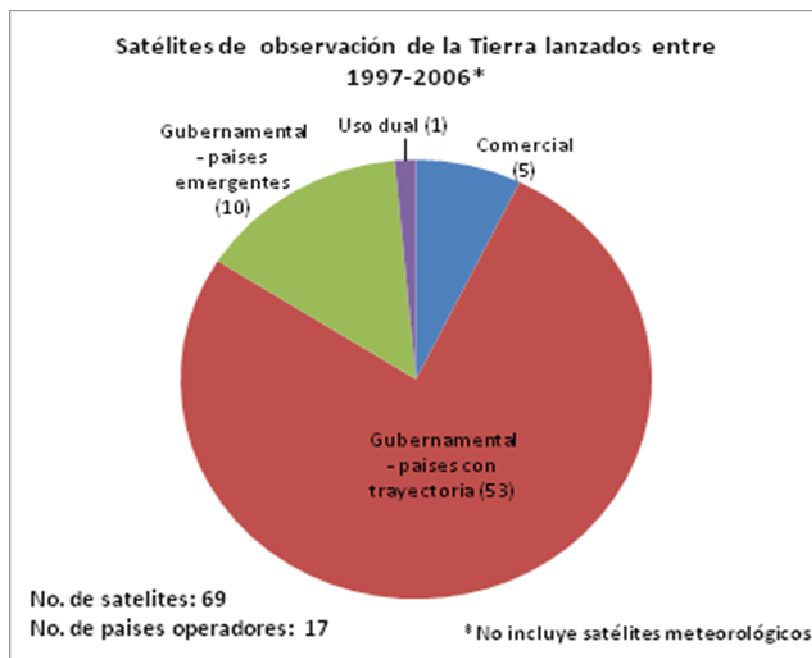
¹⁴ De la Peña, 2009.

a su uso: gubernamental (63 satélites), comercial (5 satélites) y dual¹⁵ (1 satélite). A su vez, se proyecta que hasta el 2016 se lanzarán 199 satélites más, de los cuales 151 serán destinados a la toma de imágenes, cabe resaltar el aumento proyectado por parte de los países emergentes, el cual se espera pase de 10 a 52 satélites, así como el uso dual, que se espera pase de 1 a 29. Dentro de estas proyecciones, se evidencia un incremento en la construcción y/o adquisición de tecnología por parte de países emergentes, así como el lanzamiento de satélites de uso dual civil y militar (Gráficos 1 y 2) (Euroconsult 2008).

En países como Malasia, Nigeria, Pakistán, Turquía, Taiwán, Arabia Saudita, Chile, Argentina y México, la adquisición de tecnologías satelitales de observación de la Tierra ha venido incrementando; a su vez se desarrollan programas con el objeto de comenzar a acceder al espacio, adquirir autonomía en la toma de datos y satisfacer la demanda interna de imágenes de sensores remotos¹⁶.

Gráfico 1

Número de satélites de observación de la Tierra lanzados entre 1997-2006



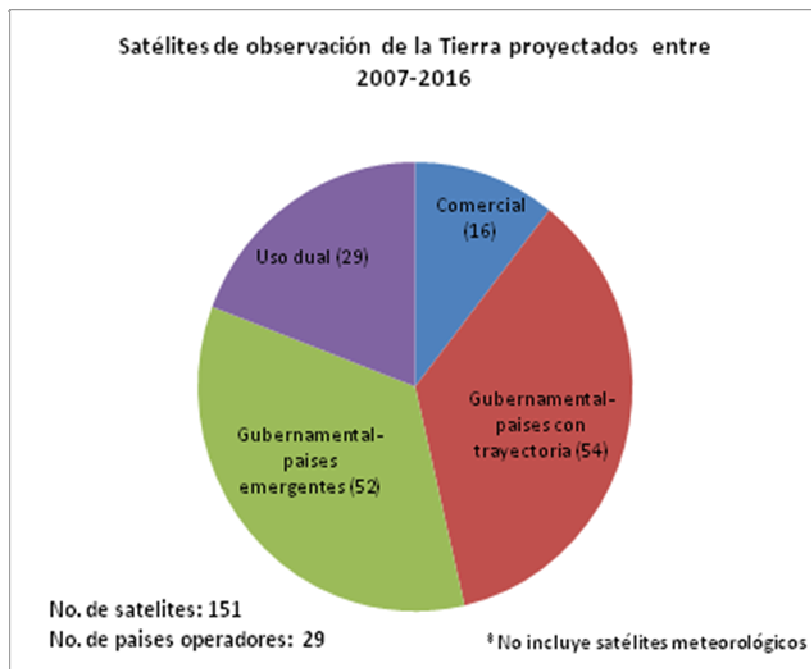
Fuente: Euroconsult 2008. World Satellite Based Earth Observation. Market prospects to 2017

¹⁵ Uso dual: satélites que son empleados tanto para el desarrollo de acciones con propósitos civiles como militares.

¹⁶ EUROCONSULT. (2008). World Satellite Based Earth Observation. Market prospects to 2017. A Euroconsult Reseach Report. Steve Boehinger (Ed). París.

Gráfico 2

Número de satélites de observación de la Tierra proyectados entre 2007-2016.



Fuente: Euroconsult 2008. World Satellite Based Earth Observation. Market prospects to 2017

o Nivel Mundial

Como mecanismo de articulación mundial y en respuesta a la necesidad de potencializar los sistemas de observación de la Tierra, que son elementos esenciales para la toma de decisiones, en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible del 2002, se estableció el Grupo de Observación de la Tierra (GEO, *Group on Earth Observation* por sus siglas en inglés).

El GEO es una alianza voluntaria de gobiernos y organizaciones internacionales a través de la cual se desarrollan proyectos y se coordinan estrategias e inversiones concernientes a la observación de la Tierra. A junio de 2010, 81 gobiernos y la Comisión Europea componen este grupo, además de 58 organizaciones intergubernamentales, internacionales y regionales con mandato para la observación de la Tierra u otros asuntos relacionados, las cuales han sido reconocidas como Organizaciones Participantes.

El Grupo de Observación de la Tierra coordina esfuerzos para desarrollar el Sistema de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS, *Global Earth Observation System of Systems* por sus siglas en inglés). el cual se desarrolla con base en el Plan Decenal de Implementación para el periodo del 2005 al 2010¹⁷, y define la visión , su propósito y las nueve áreas de beneficio: desastres, salud, energía, clima, agua, clima, ecosistemas, agricultura y biodiversidad.

El Plan Decenal de Ejecución para GEOSS, que fue aprobado por 60 países y la Comisión Europea; se enfoca en perfeccionar el monitoreo de la Tierra, incrementar el entendimiento de sus procesos y mejorar la predicción del comportamiento de los sistemas terrestres. El objetivo final es ofrecer a la sociedad beneficios a través de mejores procesos de previsión y gestión en áreas como la meteorología, el clima estacional, la variabilidad climática, el cambio climático, los recursos hídricos, la gestión de los ecosistemas, los factores ambientales que afectan la salud humana, así como su entendimiento. El Grupo Intergubernamental de Observación de la Tierra - GEO, el cual lidera este esfuerzo, es co-presidido por los Estados Unidos¹⁸, Sudáfrica, China y la Comisión Europea (National Research Council, 2008b).

GEOSS opera a través de cinco comités transversales con los siguientes objetivos, como se especifica en las reglas de procedimiento¹⁹:

- **Arquitectura y Datos:** Orienta los temas de gestión de información geoespacial y la estructura de integración de datos.
- **Fortalecimiento Institucional:** Se enfoca en incrementar el potencial de los países para contribuir al GEOSS, consolidar las redes institucionales y atender las necesidades de los usuarios. Así mismo, actúa como coordinador entre los Estados.
- **Comité de Interfaz de Usuario:** Tiene como meta abordar aplicaciones y asuntos intersectoriales para asegurar la continuidad del programa. De igual forma garantiza que la mejor información esté disponible para apoyar al GEO y contribuir al desarrollo de las áreas de beneficio social.

¹⁷ The Global Earth Observation System of Systems (GEOSS), 10 Year implementation plan, 16 de febrero de 2005. Consultado el 15 de julio de 2010, <http://www.earthobservations.org/documents/10-Year%20Implementation%20Plan.pdf>

¹⁸ Ejercida a través de NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

¹⁹ Group on Earth observations, Rules of procedure, 18 de noviembre de 2009. Revisado el 15 de julio de 2010, <http://www.earthobservations.org/documents/GEO%20Rules%20of%20Procedure.pdf>

- **Comité de Ciencia y Tecnología:** Su principal tarea es involucrar a las comunidades científicas y tecnológicas en el desarrollo, implementación y uso de GEOSS, garantizando el asesoramiento científico y tecnológico de los miembros.
- **Comité de Monitoreo y Evaluación:** Su principal tarea es coordinar el monitoreo y la evaluación del GEOSS hasta el 2015.

El financiamiento de GEO se desarrolla según se determina en el capítulo 6 “Fondo fiduciario y finanzas de GEO” de las normas de procedimiento²⁰, en el cual se especifica que los miembros de GEO y las organizaciones participantes se empeñarán por asegurar ingresos para la que la secretaría mantenga el personal y las operaciones. El plan de trabajo anual producido por la secretaría debe detallar todos los gastos operativos para el año venidero y mantener reservas financieras para el monitoreo y ejecución del presupuesto a lo largo del año. La secretaría de GEO está ubicada en la Organización Meteorológica Internacional (WMO, por sus siglas en inglés).

- **Nivel regional (Europa)**

En el contexto regional, los programas de observación de la Tierra también han tenido grandes avances. En el documento "*A European Approach to Global Monitoring For. Environment and Security (GMES): Towards Meeting Users Needs*" desarrollado por la comunidad europea y la Agencia Espacial Europea -ESA en el año 2001, con la colaboración de la Agencia Europea del Medio Ambiente -EEA y demás entidades interesadas durante el proceso de consulta se identificaron las siguientes áreas de ejecución: (i) ocupación del suelo, (ii) cambio climático, (iii) estrés ambiental, (iv) seguimiento de la vegetación mundial, (v) observación de los océanos mundiales, (vi) seguimiento de la atmósfera global, (vii) apoyo a las ayudas al desarrollo regional, (viii) sistemas de gestión de riesgos, (ix) sistemas de gestión de crisis, y (x) ayuda humanitaria. En el proceso de selección se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: (i) la pertinencia de las políticas de la Unión Europea -UE, (ii) la posibilidad de producir resultados con rapidez, (iii) complementar los resultados con un valor agregado a las actividades en curso, y (iv) usuarios interesados conocidos.

²⁰ Group on Earth observations, Rules of procedure, 18 de noviembre de 2009. Revisado el 15 de julio de 2010, <http://www.earthobservations.org/documents/GEO%20Rules%20of%20Procedure.pdf>

GMES es visto como un proceso iterativo que comprende tres capítulos principales:

- **Entregar para aprender:** Consiste en entregar una mejor información en los temas prioritarios seleccionados. Incluye la oferta de información y servicios para las aplicaciones, apoyar a la comunidad ambiental y las políticas de seguridad y la identificación de los obstáculos y soluciones para la producción de esta información.
- **Evaluación y estructura:** Involucra la evaluación de los actuales procesos de producción de información, la estructura de la oferta y la demanda, considerando la evaluación y actualización de las necesidades de los usuarios de GMES, la evaluación de los obstáculos para la producción eficiente y la entrega de información, la identificación de soluciones y el establecimiento de un diálogo estructurado y la colaboración entre los actores e instituciones involucradas en el proceso de producción y entrega de información.
- **Desarrollo y mejora:** Se refiere a los acontecimientos políticos, científicos y tecnológicos para la producción y entrega de información de mejor calidad para medio ambiente y el desarrollo de políticas de seguridad. Establece criterios para los servicios de datos, el mejoramiento de programas e infraestructuras existentes y complementarias, implementación y desarrollo de tecnologías de información para la transmisión, acceso y procesamiento de los datos y para el acceso a la información. Así mismo, incluye acciones para la investigación y desarrollo con el fin de producir conocimiento y modelos de los procesos naturales y sus interacciones con las actividades humanas, para transformar datos en información.

En lo que se refiere a la estructura tecnológica de GMES, su componente de servicios comprende un amplio rango de redes de observación y proveedores de datos de observación de la Tierra, que son tomados desde el espacio (satélites), el aire (instrumentos aerotransportados, globos para registrar datos estratosféricos, etc.), el agua (boyas, instrumentos a bordo de barcos, etc.), y en tierra (estaciones de medición, sismógrafos, etc.)²¹.

²¹ http://ec.europa.eu/gmes/obser_infra.htm

Estas instalaciones son denominadas *la infraestructura de observación de GMES*, la cual está compuesta por la infraestructura espacial y la infraestructura en sitio.

El componente espacial busca asegurar, para todos los servicios GMES, el suministro sostenible de los datos de observación de la Tierra registrados por satélites. **La arquitectura del componente se deriva de los requerimientos de servicios establecidos por las comunidades de usuarios.** Dos de los actores Europeos principales en esta área que juegan un papel relevante en la coordinación, implementación y operación de la infraestructura son la EEA y la Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites -EUMETSAT.

El componente *in situ* se basa en la infraestructura de observación que es operada por un número amplio de entidades involucradas coordinadas, en algunos casos, en el marco de redes Europeas o internacionales. Las actividades de observación *in situ* y la infraestructura asociada se derivan de un conjunto de acuerdos y requerimientos regulatorios nacionales, Europeos e internacionales o forman parte de procesos de investigación. La EEA fue designada para coordinar la consolidación de redes *in situ* para los propósitos de GMES.

Para la integración entre las iniciativas geoespaciales globales y europeas, se implementó el proyecto GIGAS²², a través del cual se promueve el desarrollo coherente e interoperable de GMES, INSPIRE (la iniciativa regional para la infraestructura espacial de datos europea) y GEOSS, a través de la adopción concertada de estándares, protocolos y arquitecturas abiertas.

Este proyecto de armonización se desarrolla bajo los auspicios del Séptimo Programa Marco de la Unión Europea -FP7²³.

²² 'GEOSS, INSPIRE y GMES an Action in Support'

²³ <http://www.thegigasforum.eu/project/project.html>

○ **Nivel nacional (ejemplo: Estados Unidos)**

Uno de los países que más avances ha alcanzado en el tema espacial para la observación de la Tierra ha sido Estados Unidos.

Para establecer los lineamientos y definir el direccionamiento en este campo, el Consejo Científico de la NASA (National Aeronautics and Space Administration – NASA’s Advisory Council) estableció un Comité de las Ciencias del Sistema Terrestre, cuya labor fue delinear un plan para la aplicación de las investigaciones en las ciencias terrestres, que fueron denominadas Earth System Science -ESS.

El desarrollo del concepto del ESS le dio ímpetu a la iniciativa de la *Misión para el Planeta Tierra*, la cual comenzó en 1991 como un programa comprehensivo para estudiar los cambios ambientales de la Tierra desde el espacio²⁴. Este programa posteriormente pasó a llamarse *Iniciativa de la Ciencia Terrestre (Earth Science Enterprise -ESE)*²⁵. La ESE se convirtió en la columna vertebral del U.S. Global Change Research Program –USGCRP²⁶, un programa establecido por iniciativa presidencial y mandato del Congreso²⁷ en el año de 1990 (Minicuci, 1997).

El objetivo de la ESE, que está a cargo de la NASA²⁸, es desarrollar un conocimiento científico del sistema terrestre y de su respuesta a los cambios naturales e inducidos por el hombre²⁹. La ESE ha definido tres metas principales³⁰:

- **Ciencia:** observar, comprender y modelar el sistema terrestre para aprender cómo está cambiando y las consecuencias para la vida en la Tierra.
- **Aplicaciones:** expandir y acelerar la apropiación de los beneficios económicos y sociales de las tecnologías, información y ciencias de la Tierra.

²⁴ Smithsonian National Air and Space Museum. http://www.nasm.si.edu/etp/earth/earth_eos.html

²⁵ http://en.wikipedia.org/wiki/NASA_Earth_Science_Enterprise

²⁶ <http://www.globalchange.gov/>

²⁷ Global Change Research Act of 1990. Public Law 101-606(11/16/90) 104 Stat. 3096-3104. <http://www.globalchange.gov/about/program-structure/global-change-research-act>

²⁸ NASA’s Earth Observing System. <http://eosps0.gsfc.nasa.gov/>

²⁹ NASA. Earth Observatory. Overview of the Earth Science Enterprise.

<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/ESE/printall.php>

³⁰ *Ibidem*.

- **Tecnología:** desarrollar y adoptar tecnologías avanzadas para lograr el éxito de las misiones y atender las prioridades nacionales.

La Fase I de la ESE comprendía una serie de 16 satélites en diferentes órbitas, misiones de los transbordadores espaciales y varios estudios aerotransportados y en superficie complementados con observaciones de satélites meteorológicos de la agencia NOAA y de los militares.

La Fase II comprende una constelación de satélites pequeños e intermedios y comenzó en diciembre de 1999 con el lanzamiento del satélite Terra (Minicuci, 1997).

La ESE ha sido estructurada con base en tres componentes³¹: (i) Una serie de satélites de observación de la Tierra³², que se conoce como el Sistema de Observación Terrestre (Earth Observing System –EOS)³³; (ii) Un sistema de datos avanzado, conocido como EOSDIS³⁴ (Earth Observing System Data and Information System); y (iii) Equipos interdisciplinarios de científicos que investigan y aplican los datos satelitales para lograr un mejor entendimiento de los procesos que ocurren en la superficie terrestre y desarrollar capacidad predictiva³⁵.

El EOS comprende una serie a **largo plazo** de satélites que orbitan la Tierra con instrumentos altamente sensibles diseñados para observar la atmósfera, biósfera, criósfera, hidrósfera y litósfera³⁶. El EOS fue creado principalmente para satisfacer la necesidad de mediciones sistemáticas y es el componente más grande del ESE. Es manejado por el Goddard Space Flight Center, con contribuciones de otros centros de la NASA: Jet Propulsion Laboratory, Langley Research Center, Marshall Space Flight Center, Wallops Flight Facility, y el Stennis Space Center. Además, la NASA trabaja en conjunto con la academia, la industria y el gobierno, y con agencias espaciales internacionales³⁷.

³¹ http://eosps0.gsfc.nasa.gov/eos_homepage/description.php

³² <http://science.nasa.gov/earth-science/missions/>

³³ <http://eosps0.gsfc.nasa.gov/>

³⁴ <http://esdis.eosdis.nasa.gov/eosdis/overview.html>

³⁵ <http://academic.emporia.edu/aberjame/remote/lectures/lec09.htm>

³⁶ *Íbidem.*

³⁷ NASA. Earth Observatory. Overview of the Earth Science Enterprise. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/ESE/printall.php>

➤ **Contexto Nacional de observación de la Tierra**

En lo que se refiere a Colombia, se han desarrollado esfuerzos para avanzar en el uso de imágenes en aplicaciones en distintos sectores, por parte de las entidades del gobierno.

La CCE se constituyó como una estrategia para fortalecer el conocimiento sobre la Tierra y el espacio ultraterrestre, mediante la utilización de tecnologías satelitales e información tanto de observación de la Tierra, como de telecomunicaciones y navegación satelital, en la perspectiva de aumentar la productividad, la eficiencia y la competitividad de los diferentes sectores de la economía que demandan información geoespacial.

En este sentido, las entidades que conforman la CCE han trabajado de manera conjunta en la formulación del marco regulatorio de la comisión y en la formulación de las principales estrategias y proyectos relacionados con los temas de aplicación, investigación y gestión en materia espacial. La comisión es presidida por la Vicepresidencia de la República y en la actualidad hacen parte de ella como miembros 11 Ministerios y 29 instituciones. La Secretaría Ejecutiva de la CCE es ejercida por el IGAC.

Para desarrollar su misión, la CCE definió objetivos sectoriales y específicos en función de siete grandes campos de acción, que corresponden a: 1) Telecomunicaciones, 2) Navegación Satelital, 3) Observación de la Tierra, 4) Astronáutica, Astronomía y Medicina Aeroespacial, 5) Gestión del Conocimiento y la Investigación, 6) Asuntos Políticos y Legales y 7) Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales -ICDE.

Desde el año 2006, los grupos de trabajo de la CCE así como la Secretaría Ejecutiva, han realizado ingentes gestiones para alcanzar sus objetivos, lo cual ha permitido avanzar en la apropiación de los beneficios del uso de la información y las tecnologías del espacio en Colombia.

En el marco de la CCE, en el campo de la observación de la Tierra se han desarrollado proyectos y aplicaciones en varios ejes temáticos, entre ellos la gestión

ambiental, gestión del riesgo y cambio climático. Entre los proyectos más importantes se encuentran el Inventario Forestal Nacional, el Proyecto GEORED, los proyectos de Monitoreo del ciclo del agua y del carbono y de Monitoreo de la dinámica glaciar en Colombia, así como el Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos, entre otros.

Además, se ha desarrollado capacidad formativa en áreas como la percepción remota, el procesamiento digital de imágenes, los sistemas de información geográfica y bases de datos, y las infraestructuras de datos espaciales; y se han destinado recursos para la adquisición de imágenes provenientes de diversos sistemas y para diversas aplicaciones. Igualmente, se ha avanzado en la suscripción de convenios del orden nacional e internacional, entre los que se encuentran los suscritos con Argentina y Brasil.

La CCE formuló unos lineamientos para la política espacial³⁸, en los cuales se propone promover e impulsar acciones y proyectos en diversas áreas con el propósito de contribuir al desarrollo sostenible, identificar y consolidar una comunidad nacional con interés en el desarrollo de la tecnología, facilitar e incentivar la transferencia de conocimiento y crear capacidades nacionales en el campo.

Para aunar esfuerzos con el propósito de desarrollar las capacidades en observación de la Tierra, la CCE implementó el “Programa de Investigación en Desarrollo Satelital y Aplicaciones en el Tema de Observación de la Tierra”, donde se definió una estructura organizacional con base en cuatro líneas: (i) Aplicaciones, (ii) Ingeniería satelital, (iii) Gestión del conocimiento, y (iv) Gestión y aseguramiento de la calidad.

En la primera línea se definen e investigan los usos estratégicos y prioritarios de las imágenes de sensores remotos de acuerdo con las necesidades nacionales y se desarrollan metodologías de procesamiento y aplicaciones para los distintos sectores socioeconómicos. En la segunda se lleva a cabo investigación y desarrollo en tecnologías espaciales referentes tanto a los sensores y plataformas satelitales, como a

³⁸ Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC. 2007. Política Espacial y Aplicaciones Espaciales en Colombia. CCE. Revista Análisis Geográficos No. 35. p.85-100.

las estaciones terrenas. En la línea de Gestión del conocimiento se implementan estrategias para fomentar la apropiación, difusión y aprovechamiento de los conocimientos generados, en tanto que en la línea de Gestión y aseguramiento de la calidad se realizan las actividades necesarias para la apropiada gestión del proyecto en aspectos técnicos, económicos, jurídicos y legales, y de estandarización.

En este sentido, aunque se han logrado grandes avances en el marco de las gestiones de la CCE, es necesario fortalecer al país en la cadena de producción de la información proveniente de sensores remotos para que ésta contribuya en la toma de decisiones.

Dada la necesidad de establecer una estrategia para el tema de observación de la Tierra, en el marco del convenio entre IGAC-COLCIENCIAS-CIF, del 2007, se realizó un *diagnóstico de uso, aplicaciones y necesidades de productos de sensores remotos en el país* (IGAC 2008). De acuerdo con los resultados proporcionados por las 133 entidades consultadas, el principal usuario es el Estado (el 57% corresponde a entidades del estado y 43% a entidades privadas (Tabla1)).

Tabla 1

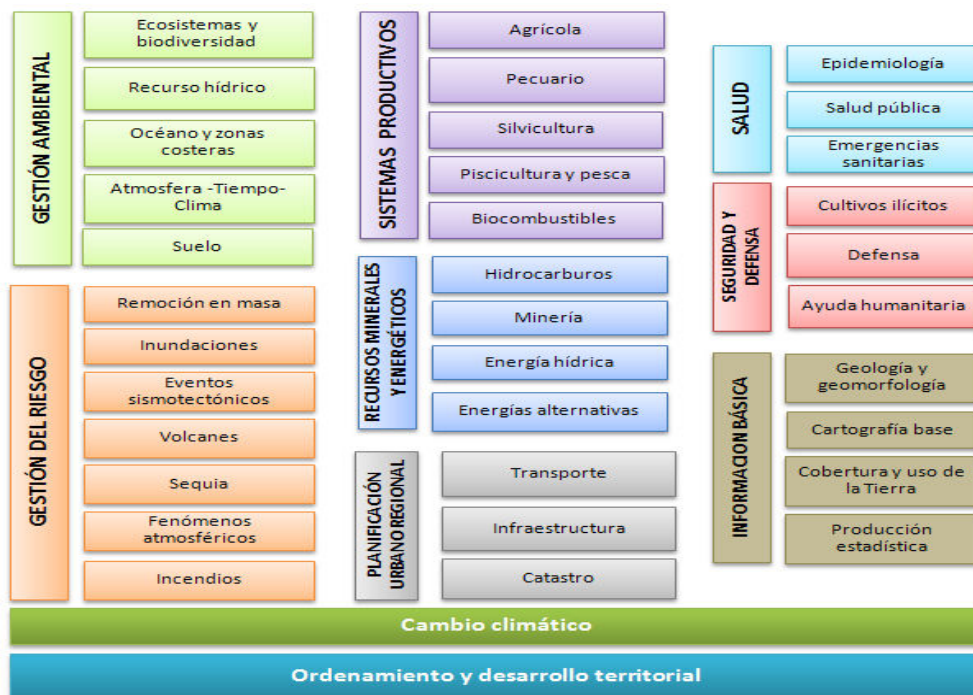
Entidades Sector público y privado que han reportado ser usuarios de productos remotos

Sector		No. entidades	%
Entidades públicas	Academia	11	8,3
	Gubernamentales (Ministerios, Fuerzas armadas, Gobernaciones, Alcaldías, Corporaciones, Institutos, Departamentos administrativos)	65	48,9
	Total	76	57,1
Entidades privadas	Academia	9	6,8
	Empresa	32	24,1
	Gremios sectoriales	5	3,8
	Otros (ONGs, Institutos de investigación, etc)	11	8,3
	Total	57	42,9
TOTAL		133	

Fuentes: IGAC 2003, Selper 2004, IGAC 2008

Con base en el diagnóstico, se identificaron 36 áreas de aplicación que requieren los datos procedentes de sensores remotos, para el beneficio de diferentes sectores del país (Gráfico 3).

Gráfico 3
Áreas temáticas prioritarias para el uso de los datos de sensores remotos en Colombia



Fuente: IGAC 2008

En Colombia se han desarrollado esfuerzos para avanzar en la **obtención** de imágenes del territorio colombiano. A continuación se resume el avance en la adquisición de tecnologías de observación de la Tierra disponibles a la fecha:

- **Antenas receptoras de datos meteorológicos:** el IDEAM y la FAC cuentan con antenas de descarga de datos satelitales GOES de NOAA con la que se genera información meteorológica vital para los sectores productivos y para la circulación aérea, entre otras aplicaciones. Estos datos son utilizados en estudios climatológicos y a su vez, por otras entidades, como la Aeronáutica Civil. El CIF, como parte del desarrollo de capacidades nacionales, construyó e instaló una antena de recepción de imágenes meteorológicas que se entregarán mediante convenio a diversas entidades.

- **Dispositivos aerotransportados:** el IGAC adquirió una cámara digital aerotransportada Vexcel ULTRACAM, la cual toma imágenes de alta resolución (hasta 15cm), útil para tomas de centros poblados, cascos urbanos y áreas de infraestructura, entre otros. Así mismo, la FAC cuenta con una cámara aerotransportada y capacidades de procesamiento de las imágenes para la elaboración de cartografía temática. Adicionalmente se cuenta con empresas especializadas en la toma de aerofotografías que suplen parte de la información de sensores remotos utilizada por los diferentes sectores productivos.
- **Antena de recepción de imágenes de radar:** En el 2007 la FAC implementó un programa para el uso de imágenes de radar tipo SAR³⁹ y nuevos procesos para el tratamiento de imágenes combinadas, con lo cual se preparó al personal para el uso de esta nueva tecnología. En el 2009 adquirió e instaló una antena receptora para descargar imágenes del satélite Radarsat-2. Con este programa y el establecimiento de los acuerdos interinstitucionales para el uso de las imágenes en las aplicaciones que requieren las instituciones se satisface la demanda actual en materia de radar del país por un período aproximado de 5 años.

Sin embargo, a pesar de que el país cuenta con algunos avances en cuanto a tecnologías de observación de la Tierra existe un amplio segmento de usuarios insatisfechos, el cual corresponde al de las imágenes de sensores ópticos, debido a que éstas se pueden utilizar en diversas aplicaciones sin necesidad de desarrollar un procesamiento complejo, como en el caso de las imágenes de radar (IGAC 2008).

En este sentido, entre los años 2005 a 2007, en el marco del *Programa de Mejora de los Sistemas de Cartografía del Territorio Colombiano* financiado por la Unión Europea, se invirtieron 10 millones de euros que dejaron como resultado imágenes de diversos tipos y nivel de detalle que abarcan completamente el país y han sido utilizadas por diversas instituciones. Sin embargo, a pesar de que estas imágenes se

³⁹ El Radar de Apertura Sintética –SAR es un radar activo que emite la energía en el intervalo de frecuencias microondas en un corto tiempo y recibe los ecos provenientes de reflexiones de la señal en los objetos. El dispositivo puede instalarse a bordo de un avión o de un satélite.

han convertido en un insumo importante, éstos y otros proyectos requieren actualizar la información para continuar con el monitoreo del territorio, lo que implicaría una adquisición periódica de imágenes.

En lo que respecta al **procesamiento de la información**, en Colombia gradualmente se ha venido incrementando la capacidad mediante la formación de profesionales capacitados para procesar los datos provenientes de sensores remotos. Desde su creación en 1967, el Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica – CIAF del IGAC, ha contribuido con el desarrollo de capacidades nacionales en esta materia. En la actualidad, trabaja en investigaciones y desarrollo de modelos para el procesamiento digital de imágenes y en acciones de gestión del conocimiento encaminadas a fortalecer a las instituciones usuarias de estas tecnologías.

Así mismo, en el programa de la Unión Europea mencionado con anterioridad, el país fortaleció la plataforma tecnológica para el procesamiento de imágenes de sensores remotos y producción cartográfica, así como la difusión, formación y transferencia de tecnologías satelitales y de acceso a la información geográfica. Las entidades fortalecidas con esta iniciativa incluyen el IGAC, IDEAM, INGEOMINAS, algunas de las entidades del Sistema Nacional Ambiental –SINA, incluyendo varias Corporaciones Autónomas Regionales, el Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, Defensoría del Pueblo, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia, Universidad del Magdalena, Gobernaciones y Municipalidades, entre otras.

Finalmente, desde el punto de vista de la **disponibilidad de imágenes** el BNI reportó a julio de 2010, 13.664 imágenes adquiridas principalmente por el IGAC, que fueron obtenidas de 13 sensores remotos diferentes (incluyendo aerotransportados), con distintas fechas y cubrimiento. Sin embargo, existen imágenes dispersas en las diferentes entidades, de las cuales no se tiene información completa.

A. Problema Central

Con el fin de definir lineamientos para la formulación del Programa Nacional de Observación de la Tierra incluyendo el diseño del Programa Satelital Colombiano que trata el presente documento, como problema central se identificó la deficiencia en el acceso a la información de observación de la Tierra para fortalecer la toma de decisiones de los sectores público y privado.

Dentro del proceso de formulación de la política se identificaron los siguientes ejes problemáticos: (i) Debilidad en el acceso de los datos provenientes de sensores remotos de observación de la Tierra, (ii) Deficiencias en el procesamiento de los datos espaciales, y (iii) Deficiente uso de la información geoespacial en el país.

B. Ejes Problemáticos

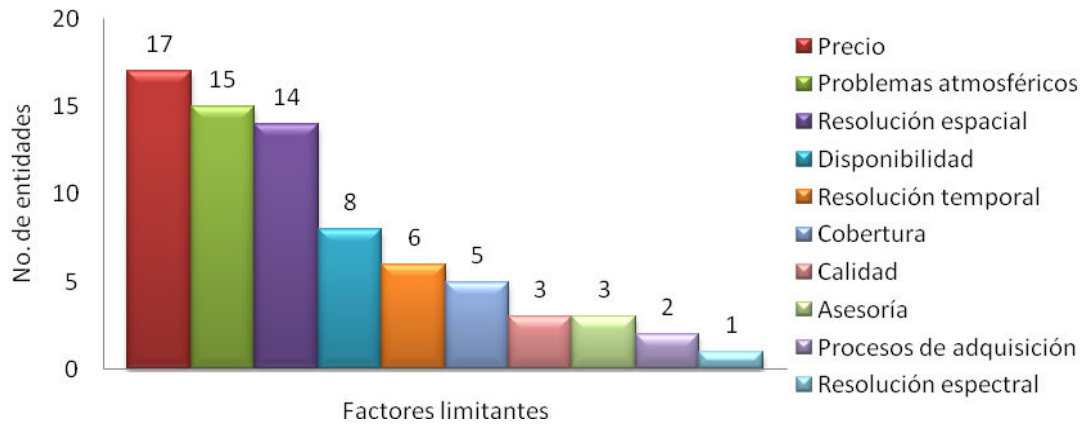
i. Eje Problemático No. 1: Debilidad en el acceso de los datos provenientes de sensores remotos de observación de la Tierra.

Los datos de sensores remotos para observación de la Tierra disponibles en el país son insuficientes para suplir los requerimientos de las instituciones. El proceso mediante el cual se accede a las imágenes geoespaciales presenta diversos inconvenientes relacionados principalmente con las condiciones de adquisición de las imágenes disponibles en el mercado, la frecuencia de actualización de los datos, los costos, la alta presencia de nubes en ciertas zonas del país, la dependencia de la capacidad de los satélites comerciales y en algunos casos la resolución espacial⁴⁰, puesto que las imágenes con resoluciones mayores a 4m suelen ser muy costosas y cubren áreas reducidas (Gráfico 4). Otra limitante es la imposibilidad de programar imágenes para necesidades a corto plazo.

⁴⁰ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI -IGAC. 2008.

Gráfico 4

Factores de insatisfacción de las entidades nacionales respecto al uso de imágenes de sensores remotos



Fuente: IGAC 2003. Obtenido a partir de los resultados y análisis de la encuesta Uso de imágenes satelitales y cartografía alternativa en el estado colombiano.

La mayoría de los datos e imágenes de sensores remotos satelitales disponibles para los usuarios del país se restringe a las misiones comerciales que ofrecen los servicios de toma y venta, como LANDSAT, SPOT, QUICKBIRD, TERRASAR X, ORBVIEW RADARSAT, KOMPSAT e IKONOS, entre otros; ó en algunos casos a datos liberados por las agencias espaciales y que pueden obtenerse de manera gratuita o por convenio.

Para la adquisición de imágenes satelitales en Colombia se tienen las siguientes opciones:

1. Adquisición de imágenes disponibles en los bancos de datos de los programas satelitales comerciales y las entidades proveedoras, los cuales no garantizan disponibilidad de cubrimiento ni fechas requeridas, debido a que los satélites no toman continuamente imágenes de todo el territorio colombiano.
2. Programación de toma de imágenes de satélites comerciales, cuya adquisición depende de las condiciones del operador ya que atienden pedidos a nivel mundial. En caso de requerirse una imagen prioritaria para atender un evento crítico, se incurre en costos adicionales, debido a que debe realizar la reprogramación de la toma.

3. Adquisición de imágenes liberadas para el uso del público en general, como el caso de la misión LANDSAT cuyas imágenes sólo cubren algunas fechas y sitios y no siempre cumplen con las características deseadas. Adicionalmente, existen imágenes que se pueden solicitar para descarga gratuita como las del programa satelital MODIS.
4. Convenios con agencias espaciales o centros de investigación que disponen de los datos, generalmente para sitios y proyectos específicos.
5. Convenios de intercambio de imágenes para lo cual es necesario tener capacidad satelital que permita lograr una negociación adecuada.

Los datos procedentes de los proveedores y suministrados por algunas entidades indican que entre 1998 y 2002 en Colombia se invirtieron US \$3.150.000 dólares, es decir US\$525.000 al año, sin incluir proyectos en convenios con instituciones extranjeras, como es el caso de la Universidad de Maryland y las donaciones a las Fuerzas Armadas de Colombia de entidades como la National Imagery and Mapping Agency -NIMA. De acuerdo a estimaciones realizadas por el IGAC, mediante los actuales procesos de adquisición de datos, para disponer mensualmente de imágenes tipo SPOT del territorio nacional con una resolución de 5m en pancromática y 10m en multiespectral **le costaría al país aproximadamente** US \$188.308.000, para un período de 5 años, US \$31.661.660 cada año.

A pesar de las grandes inversiones realizadas en el país, actualmente no existe una estrategia de financiación para el acceso a la información, razón por la cual cada institución adquiere las imágenes que requiere para sus proyectos, redundando en una alta inversión, especialmente cuando se requieren imágenes de alta resolución, y en ocasiones en duplicidad, tanto de inversión como de esfuerzos. Así mismo, esta situación es ocasionada por el desconocimiento de la inversión detallada que realizan las entidades en lo referente a la adquisición de datos de sensores remotos de cada entidad. Por último, se resalta que las condiciones de los proveedores incluyen el aumento del precio de las imágenes según las siguientes condiciones: licencia multiusuario, resolución, cobertura y tiempo de entrega de la imagen.

Por otra parte, la tecnología disponible para la adquisición de datos de sensores remotos de uso civil en el país es insuficiente para cubrir los requerimientos de las

entidades; ya se mencionaron los equipos con los que cuentan las entidades públicas, no obstante, éstos son insuficientes. Por esta razón, si Colombia ingresara al *club de países* que cuentan con satélite, contaría con poder de negociación, a través de convenios internacionales para el intercambio de imágenes y datos de sensores remotos, mediante la implementación de estrategias de cooperación internacional para adquirir datos de otros satélites, incluyendo los meteorológicos y oceánicos.

ii. Eje Problemático No. 2: Deficiencias en el procesamiento de los datos espaciales.

El país cuenta con recurso humano en los niveles técnico, profesional y especializado para el procesamiento y uso de datos procedentes de sensores remotos⁴¹. Sin embargo, el desarrollo del potencial de los datos para el país requiere del procesamiento masivo y de capacidades científicas y técnicas especializadas que permitan implementar métodos innovadores y más complejos.

En el país se ha incrementando gradualmente el número de profesionales capacitados para procesar los datos provenientes de sensores remotos. En el año 2004, de 70 entidades, el 77% contaba con el apoyo de profesionales y especialistas para el procesamiento digital de imágenes, mientras que el restante utilizaba otras estrategias para procesar los datos satelitales (IGAC, 2003).

Actualmente no existen programas de formación a nivel de maestría y doctorado en el procesamiento y aplicación de datos de sensores remotos para la generación de información estratégica y de conocimientos integrales en observación de la Tierra. Para ello es necesario que el gobierno impulse el desarrollo de programas en las universidades y centros de capacitación que optimicen las aplicaciones de los sensores remotos.

⁴¹ En Colombia se han utilizado datos de sensores remotos desde hace más de cuarenta años y existen programas académicos a nivel de pregrado y posgrado en Geomática, Sistemas de información geográfica, Geografía e Ingenierías en los que se imparten módulos de percepción remota como parte del pñsum. Así mismo, la academia y las instituciones usuarias han desarrollado de manera aislada sus propias capacidades para el procesamiento de los datos de sensores remotos de acuerdo a sus necesidades y recursos.

En cuanto a la capacidad técnica, las entidades y los centros de procesamiento cuentan con equipos y experiencia en el procesamiento de imágenes y en el uso de software especializado. Además, poseen grupos de trabajo en Sistemas de Información Geográfica y procesamiento de datos de sensores remotos. Sin embargo, **no todas** las entidades con potencial de uso de los datos de los sensores remotos los han implementado o han establecido grupos de trabajo especializados dentro de su estructura. Para ello es necesario fomentar el desarrollo de centros especializados que cuenten con la capacidad tecnológica que se requiere, para realizar de manera masiva, el procesamiento de los datos que conlleve a una aplicación recurrente y apoye la toma de decisiones del país.

iii. Eje Problemático No. 3: Deficiente uso de la información geoespacial en el país.

Respecto al uso actual de los datos, algunas instituciones con capacidad para el procesamiento de las imágenes de sensores remotos hacen uso de los datos disponibles o adquiridos por ellas mismas para la generación de cartografía básica, identificación de cobertura y uso del suelo, monitoreo de cultivos, silvicultura, geología, suelos, oceanografía y costas, gestión de riesgos, seguridad, defensa y atmósfera y clima.

Sin embargo, el uso potencial que podría ser incorporado en los sistemas de gestión e información de las entidades es notablemente mayor al que se ha implementado, al igual que el número de instituciones beneficiarias, puesto que las imágenes de sensores remotos tienen aplicaciones en una gran cantidad de entidades tanto públicas como privadas, para mejorar su capacidad productiva, administrativa, tecnológica, científica y de toma de decisiones en los sectores y actividades estratégicas del país, así como en la seguridad nacional, democratización de la información, mejora en los sistemas de planificación y la posibilidad de hacer análisis de la dinámica de cambios ambientales y de uso del suelo⁴².

⁴² SELPER 2004

Aspectos transversales a los tres ejes problemáticos:

En Colombia es aún incipiente el desarrollo de políticas que fomenten la investigación, el desarrollo de tecnologías de Observación de la Tierra y sus aplicaciones. La CCE ha realizado avances en este sentido; desde su creación ha estimulado el desarrollo de un marco general que aúne esfuerzos de diferentes usuarios de estas tecnologías. Sin embargo, esta labor no ha sido suficiente y deja en evidencia la necesidad de que el gobierno, basado en las diversas y relevantes aplicaciones de la tecnología satelital en los diferentes sectores, fomente iniciativas que le permitan al país crecer en el campo y posicionarse en el tema a nivel internacional.

Para ello, se requiere la articulación de políticas, programas, acciones y voluntades de los diferentes sectores, con el fin de consolidar una política que promueva la investigación, el desarrollo y las aplicaciones de las tecnologías de observación de la Tierra en aras de que el conocimiento y los desarrollos alcanzados apoyen la transformación productiva y social del país; así como fomentar esfuerzos y justificaciones que promuevan la iniciativa al interior del gobierno en torno a una inversión para el crecimiento económico y el aporte a la gestión estatal.

Entre los factores que han limitado la investigación y el desarrollo de las tecnologías de observación de la Tierra se encuentran: (i) la falta de una estrategia que impulse programas de innovación en el marco de la política de Ciencia y Tecnología, (ii) la desarticulación en las iniciativas de investigación y desarrollo tecnológico, (iii) la dificultad de acceso a la tecnología existente, (iv) la escasa motivación para la realización de investigación en tecnologías y el desarrollo de aplicaciones, (v) el bajo número de personal científico y técnico capacitado y (vi) la ausencia de políticas y programas para el fomento de la investigación y desarrollo. Estos elementos impiden que Colombia se apropie de estas tecnologías y maximice el beneficio que se puede obtener de la utilización de las mismas. Algunos de estos inconvenientes son reiterativos en todos los campos de acción (oferta-procesamiento-demanda) de la tecnología satelital, debido a que son transversales en los diferentes sectores.

La desarticulación de las iniciativas de investigación hace evidente la falta de una política que defina, ya sea a una entidad como la responsable directa de promover y

liderar el tema para el desarrollo de tecnologías satelitales para observación de la Tierra ó unos arreglos institucionales adecuados, en los cuales se definan responsabilidades y competencias claramente.

Por otro lado, la interacción entre grupos y centros de investigación en el área espacial es muy baja. La cantidad de eventos de difusión e intercambio de conocimientos, como congresos, conferencias y simposios es escasa, lo que limita la difusión de resultados y el intercambio de conocimientos y experiencias de investigación. Tanto las universidades y grupos de investigación, como las entidades y centros encargados de promover la investigación, carecen de mecanismos suficientes que promuevan la comunicación entre los investigadores y la articulación y coordinación de esfuerzos en este campo.

Igualmente, no existen convenios entre instituciones públicas, académicas y privadas que permitan la conformación de redes de investigación para el desarrollo y uso de tecnologías de sensores remotos en Colombia. Tampoco se han aprovechado las convocatorias nacionales e internacionales para la investigación y la utilización de tecnologías espaciales en observación de la Tierra.

Por otro lado, el bajo desarrollo tecnológico en esta área (en el país) también se ve ocasionado por el limitado acceso a las tecnologías que se requieren para implementar un proyecto de observación de la Tierra mediante sensores remotos. La falta de esquemas y estrategias claras de cooperación para transferencia tecnológica con países que lideran el tema no permite que se establezcan programas de cooperación para el intercambio de expertos y para la realización de misiones conjuntas en temas de observación de la Tierra y de desarrollo satelital.

Así mismo, como ya se señaló con anterioridad, los altos costos de la tecnología muchas veces hace prohibitivo que las universidades y los centros y grupos de investigación se embarquen en proyectos de este tipo, dado que la mayor parte de los elementos y los componentes, los cuales no se producen en el país, deben ser comprados en el exterior e importados. Además, las políticas de seguridad internacionales limitan el acceso a este tipo de tecnología, que en el caso de algunos componentes es catalogada como tecnología militar de uso restringido para ciertos

países que, por uno u otro motivo, pueden representar un determinado riesgo para los países que la han desarrollado.

Se debe resaltar que existe muy poco personal científico y técnico capacitado para desarrollar investigación en este campo. Por una parte, en el país aún no se han implementado programas de formación básica y avanzada en la gestión de proyectos aeroespaciales, tecnologías aeroespaciales, ingeniería satelital, sensoramiento remoto y procesamiento digital de imágenes, entre otros, debido básicamente a que no existe una institución encargada de ejecutar programas de ciencia y tecnología espacial; así mismo, la falta de consolidación de la industria espacial colombiana ha conllevado a la inexistencia de la demanda laboral por parte del mercado. Finalmente, no existen líneas de financiación en el país para la implementación de proyectos de investigación, desarrollo e innovación en tecnologías de observación de la Tierra.

Por otra parte, los profesionales que cuentan con la adecuada preparación científica y técnica muchas veces desempeñan su actividad investigativa en el exterior, ante la carencia de posibilidades e incentivos suficientemente atractivos que los motiven a volver o a permanecer en el país. Si bien se han implementado algunos proyectos como “ONDAS” y “Pequeños Científicos” que buscan desarrollar capacidades en los niños y jóvenes bajo la metodología de indagación con el objeto de desarrollar el pensamiento científico como una competencia básica desde temprana edad, aún se requieren programas de gran alcance y planes de fomento y sensibilización en centros de enseñanza básica y media que generen espíritu investigativo en temas de observación de la Tierra.

Igualmente, dada la baja inversión nacional en Ciencia y Tecnología para investigación en temáticas de observación de la Tierra, son muy limitados los incentivos a la investigación en las universidades y en los centros de investigación.

Como consecuencia del estado de avance en el desarrollo y apropiación de las tecnologías espaciales en el país, aun no son bien conocidos los avances en la generación e implementación de estándares y protocolos a nivel internacional relacionados con las actividades propias de la observación de la Tierra.

Si bien, a través de la ICDE se está avanzando en el desarrollo de estándares para la información geográfica, aún no se han favorecido en el entorno nacional las acciones necesarias para adoptar e implementar estándares en tecnología, gestión de proyectos y aplicaciones de los datos de observación de la Tierra.

La gestión y aseguramiento de la calidad para la investigación, desarrollo y apropiación de tecnologías y procesamiento de datos de observación de la Tierra, es uno de los temas y estrategias claves que garantizarán la optimización del uso de datos de sensores remotos.

Es necesario implementar estrategias que permitan conformar una red de usuarios de este tipo de información, en la cual se garantice la colaboración, la difusión del conocimiento, metodologías y procesos que aceleren la curva crítica de aprendizaje y uso de la información. De otra parte, es necesario articular la dinámica de la demanda de información con los contenidos entregados por la academia, lo cual se puede lograr a partir de la transformación de los programas afines y la implementación de los niveles de formación en maestría y doctorado en el uso y aplicación de datos de sensores remotos.

V. OBJETIVOS

A. Objetivo Central

El objetivo principal del presente documento es definir los lineamientos generales para la formulación del Programa Nacional de Observación de la Tierra-PNOT que incluya el diseño de un Programa Satelital Colombiano de Observación de la Tierra - PSC.

B. Objetivos Específicos

i. Objetivo Específico asociado al Eje Problemático No. 1: Fortalecer el acceso de los datos provenientes de sensores remotos de observación de la Tierra.

Para lograr este objetivo es necesario: (i) Establecer estrategias que fomenten la oferta de los datos satelitales de observación de la Tierra, (ii) Diseñar el PSC con el fin de aumentar la disponibilidad de información de sensores remotos en el país, (iii) Fomentar la articulación de las entidades con el fin de que se coordine y planifiquen las estrategias nacionales para la gestión de las imágenes geoespaciales, (iv) Definir claramente los responsables y las responsabilidades de las entidades implicadas, así como el seguimiento a los compromisos asumidos y (v) Orientar el uso de la información geoespacial, mediante el desarrollo de proyectos, procesos y procedimientos tendientes a fortalecer el ámbito de las tecnologías satelitales.

ii. Objetivo Específico asociado al Eje Problemático No. 2: Fortalecer el procesamiento de los datos espaciales.

Para alcanzar este objetivo es necesario (i) Fortalecer los procesos de capacitación e investigación en el procesamiento de datos provenientes de tecnologías de observación de la Tierra para que el país logre la capacidad de generar su propia información de sensores remotos para observación de la Tierra y (ii) Apoyar a las universidades y centros de capacitación con el fin de establecer programas técnicos y

especializados en el tema sensores remotos, información espacial y articulación de esta información con otras áreas del conocimiento.

iii. Objetivo Específico asociado al Eje Problemático No. 3: Fomentar el uso de la información geoespacial en el país.

Lo anterior implica: (i) Implementar estándares de calidad de los datos con el objetivo de que éstos se puedan emplear en los proyectos de diversas entidades sin duplicar costos en la adquisición, y (ii) Fomentar la utilización de la información obtenida mediante estrategias de aplicación de la misma en las diversas entidades Estatales y profundización de la herramienta en el sector privado.

VI. LINEAMIENTOS

El Programa Nacional de Observación de la Tierra – PNOT se plantea para asegurar el acceso y uso de datos geoespaciales, en los sectores en los cuales la información es de utilidad para contribuir a la competitividad del país mediante el uso de tecnologías de la información geoespacial, la promoción del desarrollo tecnológico del sector productivo nacional, el monitoreo y seguimiento de los recursos naturales, el mejoramiento continuo de prácticas y métodos de gestión y el fortalecimiento de las líneas de investigación y desarrollo.

En este sentido, el fin último del PNOT es brindar herramientas para fortalecer la toma de decisiones en los sectores estatales y privados. Para formularlo el país requiere unos lineamientos generales, un acuerdo institucional y un plan de acción basado en un PSC que orienten el uso de la información y los servicios de procesamiento de imágenes, a través de centros de investigación que apoyen la gestión y los programas sectoriales. Es indispensable que se propongan nuevas líneas de investigación y desarrollo tecnológico, programas de transferencia y difusión de conocimiento en los campos de la ingeniería satelital y el procesamiento digital de imágenes, que se promueva la apropiación del conocimiento a través de la difusión de la información y se implementen programas de educación básica y superior.

Con el fin de garantizar el diseño, ejecución y seguimiento del PNOT basado en un PSC, a continuación se presentan los lineamientos generales que orientarán la formulación del PNOT para el país.

A. Reconocimiento de la importancia estratégica de la información geoespacial en el desarrollo del ordenamiento territorial y para la seguridad del país.

El Estado reconoce la importancia que tiene la información geoespacial y la necesidad de incorporarlo como un elemento a considerar en la planificación del territorio, así como tema estratégico para la seguridad del país y por ende de los ciudadanos.

Se establecen como prioridad las acciones orientadas a fortalecer el conocimiento de las tecnologías satelitales de observación de la Tierra y difundir sus aplicaciones en cada uno de los sectores en los que presenta relevancia; así como el diseño del PSC que asegure la obtención periódica de datos que mejoren las decisiones del país y el desarrollo sostenible, mejorando la calidad de vida de la población.

B. Visión de Largo Plazo

El diseño, ejecución y seguimiento de las políticas que orientan el desarrollo y apropiación de las tecnologías de observación de la tierra, incluidas las satelitales, para la observación del territorio nacional deben realizarse con una visión de largo plazo, con el fin de asegurar un desarrollo e innovación continua que soporte la competitividad del país.

C. Coordinación

La formulación e implementación armónica de las políticas y acciones que se deben desarrollar en el tema espacial requieren de una estructura que proporcione dirección, defina prioridades y coordine el manejo de la información geoespacial con el fin de asegurar su contribución en el desarrollo del país y su apoyo en la toma de decisiones.

La coordinación debe darse en dos niveles: (i) entre las entidades públicas, las universidades y centros de investigación y las empresas privadas con injerencia en el tema; y (ii) entre los diferentes niveles de gobierno.

Teniendo en cuenta que la CCE fue creada como una comisión intersectorial de consulta, coordinación, orientación y planificación, y que los órganos que ostentan la calidad de comisión intersectorial no tienen autonomía presupuestal ni administrativa y que en consecuencia, la ejecución de sus programas y proyectos se realizan a cargo de los miembros o entidades públicas que la conforman y que puedan ejecutarlos, se reconoce que la CCE no tiene las facultades suficientes para llevar a cabo la ejecución del PNOT ni del PSC.

Basados en lo anterior se deberá evaluar, durante la formulación del PNOT, la necesidad de ajustar el arreglo institucional vigente y/o determinar la conveniencia institucional de crear o modificar una entidad ya existente, como la orientadora y/o encargada de implementar la PNOT.

D. Fortalecimiento Institucional

Durante la formulación del PNOT se deberán contemplar las necesidades de fortalecimiento institucional, en términos de recursos humanos, tecnológicos y financieros necesarios para su implementación.

Con el fin de orientar las definiciones de fortalecimiento institucional en el PNOT se deberá describir en detalle los procesos específicos (técnicos, articulados a los financieros e institucionales necesarios) que hacen parte del mismo.

E. Uso de Tecnologías Espaciales

Para asegurar la efectividad en el uso y aplicación de tecnologías espaciales se debe fortalecer y articular a los entes territoriales, a las instituciones competentes y a las universidades y centros de capacitación, con el fin de asegurar el procesamiento y uso de la información proveniente de sensores remotos para alimentar la toma de decisiones del país.

Para tal efecto será una prioridad fortalecer el recurso humano y proporcionar atractivos nacionales para su permanencia en el país, fomentar el desarrollo de las tecnologías de observación de la Tierra y su apropiación permanente, difundir las aplicaciones y promover su ajuste con el objetivo de fortalecer y acercarse a las necesidades de la demanda y gestionar los estándares de la información para que ésta pueda ser compartida entre los diferentes sectores.

F. Costo - Efectividad

Los programas, estrategias e inversiones que se prioricen en el marco del PNOT y del PSC deben ser costo-efectivas.

Debido a la variedad de tecnologías de observación de la Tierra, a las distintas manera de articulación entre éstas y a las importantes diferencias en los costos de adquisición, mantenimiento y operación de las mismas, se deberán evaluar las diferentes alternativas tecnológicas y la producción de datos asociados, desde el punto de vista técnico, incluyendo el beneficio potencial para el sector privado y público, financiero y económico, para priorizar aquellas que sean más costo-efectivas.

F. Seguimiento y Evaluación

Durante la formulación del PNOT se deberán definir mecanismos de seguimiento y evaluación de las acciones priorizadas. Las acciones que en el PNOT se definan deben, en su implementación, ser documentadas y evaluadas periódicamente con el fin de ajustar el PNOT. Esta retroalimentación se realizará teniendo en cuenta criterios de eficacia, eficiencia y equidad; deberá asegurar la sostenibilidad, la competitividad y la innovación en el desarrollo y/o aplicación de tecnologías de observación de la Tierra (incluyendo tecnologías satelitales).

VII. ESTRATEGIAS PARA LA FORMULACIÓN DEL PNOT

Para alcanzar los objetivos formulados en el presente documento se proponen las siguientes **estrategias**:

1. Recopilar y analizarlas experiencias internacionales en la formulación de Programas de Observación de la Tierra.
2. Identificar los aspectos más representativos de los programas recopilados, tomando en consideración el diseño de sus objetivos, criterios de selección de las áreas prioritarias, así como la arquitectura tecnológica, institucional y financiera propuesta para alcanzar las metas formuladas en cada uno de los programas.
3. Definir las líneas de acción para articular los eslabones de la cadena de producción de la información geoespacial (acceso, procesamiento y uso).
4. La CCE diseñará una propuesta de arreglo institucional con el objetivo de que se promueva una entidad que lidere el tema de la información geoespacial y se fomente el uso de las imágenes del territorio colombiano con el fin de fortalecer la toma de decisiones del país. Esta propuesta debe ser puesta en consideración por todos los miembros de la Comisión para su aprobación.

Así mismo, se sugiere tener en cuenta los siguientes criterios con el fin de asegurar acciones coordinadas que orienten el diseño, formulación, implementación, seguimiento y evaluación de las estrategias señaladas en el marco del PNOT (Tabla 2):

Tabla 2.

Criterios propuestos para la formulación del PNOT

Etapa	Criterio		
Diseño	Revisión y articulación del PNOT con iniciativas internacionales, como INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), GSDI (Global Spatial Data Infrastructure), GMES (Global Monitoring for Environment and Security), entre otros.		
	Estudio actualizado del mercado, las necesidades y usos de la información geoespacial por parte de las entidades a nivel nacional.		
Formulación	Analizar la conveniencia y oportunidad de las aplicaciones en materia de disponibilidad y uso de los datos provenientes de sensores remotos y otras herramientas de captura.		
	Formulación de objetivos orientados al mejoramiento de la eficiencia y optimización de los recursos ambientales, sociales y económicos del país.		
	Definición del alcance del PNOT.		
	Definir metas y estrategias a corto y mediano plazo, articuladas al PND.		
	Marco legal y organizacional, que provea información de los compromisos institucionales y las políticas que soportan las acciones contempladas (articulación interinstitucional).		
Implementación	En la implementación se requiere tener en cuenta los siguientes aspectos técnicos:		
	1. Mecanismos de obtención y tratamiento de los datos mediante las siguientes tareas:	Desarrollo	
		Planificación	
		implementación	
	2. Fortalecer los métodos de elaboración de modelación y técnicas de análisis para la transformación de los datos en información útil.	Administración de los sistemas de adquisición, almacenamiento y recuperación de los datos.	
		3. Estrategias de extracción de la información según las necesidades de cada sector contemplando las siguientes fases:	Tratamiento de los datos.
			Archivo de los datos.
	Difusión de los datos.		
	4. Disponibilidad de la información.		
	5. Articulación y promoción de los sistemas de observación local, regional y nacional		
	6. Desarrollo de programas de investigación y transferencia de conocimiento.		
	7. Priorizar acciones de fortalecimiento institucional.		
	8. Optimizar mecanismos de cooperación con agencias espaciales, centros de investigación y demás entidades productoras de información geoespacial.		
9. Desarrollo de una infraestructura <i>interoperable</i> * para observación de la tierra.			

	10. Estrategias de promoción de productos y servicios mediante:	Fomento de desarrollo y uso de productos de observación de la Tierra entre las diversas áreas sociales.
--	---	---

* *La interoperabilidad* permite establecer diversos sistemas de contribución de datos, a partir de la elaboración de modelos y sistemas de información. Como principales funcionalidades deben tenerse en cuenta:

- Los componentes para obtener datos de observaciones de bases locales de sistemas nacionales, regionales y mundiales, acorde a las necesidades puntuales. En Colombia, entidades como INGEOMINAS, IDEAM, IGAC y los Ministerios, entre otros; proveen diversas herramientas, como por ejemplo aquellas basadas en los Sistemas de Información Geográfica que ayudan en el estudio de la distribución y monitoreo de recursos, tanto naturales como humanos, así como en la evaluación del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente natural.

- Desarrollo de componentes para el procesamiento de datos, generación efectiva de procesos de modelización dinámica e integración de escenarios, como insumo a investigadores, planificadores, tomadores de decisión y al público en general.

- Generación de mecanismos para intercambiar y difundir los datos de observación históricos y actuales a partir de controles de calidad de la información. Del mismo modo, fomentar el desarrollo de medios de transmisión (Ej. Redes de sensores), que permiten proveer en tiempo real la información.

VIII. FINANCIACIÓN

Para formular el PNOT se cuenta con 350 millones de pesos en cabeza del IGAC de acuerdo con el MGMP. De ser necesario otras entidades participantes en la CCE podrán aportar recursos para la formulación de la estrategia y en conjunto gestionarán los recursos adicionales, distintos a los indicados los de MGMP con entidades públicas y/o privadas.

IX. RECOMENDACIONES

La Vicepresidencia de la República, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC, y el Departamento Nacional de Planeación –DNP recomiendan al CONPES:

- Aprobar los lineamientos para la formulación y el plan de acción del Programa Nacional de Observación de la Tierra y el diseño del Programa Satelital Colombiano.
- Solicitar al IGAC, a través de la Comisión Colombiana del Espacio, coordinar entre las entidades miembro, el diseño del Programa Nacional de Observación de la Tierra y el diseño del Programa Satelital Colombiano.

X. BIBLIOGRAFIA

BAUMANN, P. (2001). *History of remote sensing, Aerial photography*. State University of New York. Consultado 24 de mayo de 2010.

DE LA PEÑA, F. (2009). *Análisis Global. ¿Por qué México necesita una agencia espacial, sobre todo con más de 20 millones de pobres y en tiempos de crisis?*. Consultado 26 de marzo 2009.

<http://www.tulancingocultural.cc/ciencia/aexa/porqueagenciaenmexico.htm>

EUROCONSULT. (2008). *World Satellite Based Earth Observation. Market prospects to 2017. A Euroconsult Reseach Report*. Steve Boehinger (Ed). París.

<http://www.ecss.nl/forums/ecss/dispatch.cgi/home/showFile/100715/d20081118173439/No/release-of-batch-2.pdf>

GROUP ON EARTH OBSERVATIONS – GEO. (2005). *Global Earth Observation System of Systems (GEOSS), 10 Year Implementation Plan Reference Document*. Noordwijk, The Netherlands: ESA Publications Division.

GROUP ON EARTH OBSERVATIONS – GEO. (2009). *Rules of procedure*. Consultado 15 de Julio de 2010.

<http://www.earthobservations.org/documents/GEO%20Rules%20of%20Procedure.pdf>

<http://www.gsdi.org/gsdiconf/gsdi10/papers/TS2.4paper.pdf>

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC. (2008). *Diagnóstico del uso, Aplicaciones y necesidades de productos de sensores remotos en el país*. Documento Técnico.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC. (2003). *Resultados y análisis preliminares de la encuesta “uso imágenes satelitales y cartografía alternativa en el estado colombiano”*. Documento técnico.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC (2007). *Revista Análisis Geográficos No. 35: Marco Regulatorio y Proyección de la Tecnología Espacial en Colombia*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Edición Especial Comisión Colombiana del Espacio

SELPER – CAPITULO COLOMBIA. (2004). *Análisis de factibilidad de las alternativas existentes para la obtención de imágenes de satélite en Colombia. Informe Final*. Documento Técnico. Proyecto Mejora de los Sistemas Cartográficos en el

Territorio Colombiano - Unión Europea, Agencia Colombiana de Cooperación Internacional – ACCI, IGAC-CEE.

ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES

BNI: Banco Nacional de Imágenes

CCE: Comisión Colombiana del Espacio

CEA: Conferencia Espacial de las Américas

COPUOS: Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

EEA: Agencia Espacial Europea

EOS: Earth Observing System

EOSIDIS: Earth Observing System Data and Information System

ESA: Agencia Europea del Medio Ambiente

ESE: Earth Science Enterprise

EUMETSAT: European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites

GEO: Group on Earth Observation

GEOSS: Global Earth Observation System of System

GOES: Geostationary Operational Environmental Satellite

GMES: A European Approach to Global Monitoring Environment and Security

ICDE: Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales

IG: Información Geográfica

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

IKONOS: satélite comercial de observación de la Tierra, primero en tomar imágenes de 1 m y 4 m de resolución disponibles públicamente

Instalación terrestre (estación terrena): instalación que alberga los sistemas para el control del satélite (telemetría, corrección de la órbita) y para la programación de la toma, descarga y almacenamiento de las imágenes.

KOMPSAT: Korea Multi-Purpose Satellite – Satélites del programa de observación de la Tierra de Corea del Sur

LANDSAT: serie de misiones satelitales de observación de la Tierra dirigida por la NASA y el U.S. Geological Survey

MODIS: MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) es un instrumento científico puesto en órbita por la NASA a bordo de los satélites TERRA y AQUA. Los sensores de MODIS registran datos en 36 bandas espectrales en diferentes longitudes de onda y resoluciones espaciales.

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NIMA: National Imagery and Mapping Agency

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

ORBVIEW: Serie de satélite ópticos para observación de la Tierra operados por la empresa GeoEye Inc. (antes OrbImage)

Radar Tipo SAR: tipo de sistema de radar en el que la antena del dispositivo se convierte en una antena virtual de mayor tamaño debido a que el objeto es observado por el radar desde numerosos puntos a lo largo de la trayectoria del satélite y permanece en el haz de la antena durante unos instantes, lo que es equivalente a prolongar la longitud real de la antena.

RADARSAT: satélites de observación de la Tierra con tecnología de radar de la Agencia Espacial Canadiense

SPOT: serie de satélites ópticos para observación de la Tierra de alta resolución operados por la empresa Spot Image

TERRASAR X: satélite alemán de observación de la Tierra lanzado en el año 2007. Dispone de un sistema radar de apertura sintética.

TIC: Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones

Vexcel ULTRACAM: cámara digital de alta resolución que captura información multispectral. Es una cámara de formato medio desarrollada por la empresa Vexcel.

ANEXO

Agencias Espaciales

- 1) Centro Aeroespacial Alemán -DLR
El Centro Aeroespacial Alemán es el centro nacional de investigación espacial y de aviación de la República Alemana. El centro es miembro de la Asociación Helmholtz.
- 2) Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) de Argentina
La Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), fundada en 1991, es un organismo orientado al desarrollo de satélites espaciales para la observación terrestre. La Comisión ha desarrollado diversas misiones, incluyendo SAC-A, la fallida SAC-B y la SAC-C (lanzada en el año 2000 y todavía operativa).
- 3) Organización de Investigación Industrial y Científica de la Mancomunidad de Australia
Organización australiana, que cuenta con divisiones dedicadas a la Astronomía y Espacio, Astrofísica, Radio Astronomía e Ingeniería Espacial.
OJN
- 4) Agencia Espacial Austriaca
La Agencia Espacial de Austria fue fundada en 1977, se unió a la ESA en 1987.
- 5) Organización de Investigación Espacial y Detección Remota de Bangladesh
La Organización de Investigación Espacial y Detección Remota de Bangladesh, fue fundada en 1980.
- 6) Instituto Belga de Aeronomía Espacial
Organización creada en 1964, en el país de Bélgica.
- 7) Agencia Espacial Brasileña
Fue fundada en 1994, dirige uno de los programas espaciales más jóvenes. El programa espacial brasileño es el de mayor avance en América del Sur. La Agencia tuvo su primer éxito el 23 de octubre de 2004 con el VSV-30, lanzado en una misión sub-orbital.
El centro primario de lanzamiento de la agencia se encuentra localizado en Alcântara.
- 8) Agencia Aeroespacial Búlgara
La Agencia Aeroespacial Búlgara fue fundada en Bulgaria en 1969.
- 9) Agencia Espacial Canadiense
Es la agencia gubernamental responsable del programa espacial canadiense.

Fue fundada en marzo de 1989, por la Acta de la Agencia Espacial Canadiense y sancionada en diciembre de 1990. El presidente de la Agencia reporta sus actividades directamente al Ministro de Industria.

10) Administración Nacional China del Espacio

La Administración Nacional China del Espacio es la agencia civil china responsable de las políticas espaciales de dicho país. La agencia fue creada en 1993 cuando el Ministerio de Industria Aeroespacial se dividió en dos, con la otra parte siendo la Corporación Aeroespacial China.

11) Corporación Aeroespacial China

La Corporación Aeroespacial China (CASC, por las siglas en inglés) fue creada en 1993 a partir de distintos centros de investigación dependientes de los ministerios de Defensa, Industria y Aeronáutica. La CASC se ha especializado en la producción de satélites, misiles y lanzadoras, además de productos para uso civil como automóviles y computadores.

12) Agencia Espacial de Corea del Norte

La Agencia Espacial de Corea del Norte gestiona las actividades espaciales de este país asiático.

13) Instituto de Investigación Aeroespacial de Corea

El Instituto fue fundado en Corea del Sur en 1981.

14) Centro Espacial Nacional Danés

Este Centro Espacial fue fundado en Dinamarca en enero de 2005. Surgió de la fusión del Instituto Danés de Investigación del Espacio con la división geodésica del Catastro Nacional de Dinamarca.

15) Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA)

La Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA) es el organismo civil encargado de ejecutar el Programa Espacial Civil del Ecuador y llevar a cabo investigación científica en ciencias espaciales y planetarias. Fue fundada el 1 de noviembre de 2007. EXA tuvo su primer logro con el proyecto DEDALO, cuando el 6 de mayo de 2007 en cooperación con la Fuerza Aérea Ecuatoriana lograron volar con éxito el primer avión latinoamericano de microgravedad, gracias al dispositivo PCMG-MK2 construido por la agencia. Luego en Junio 19 del mismo año a través del proyecto POSEIDON establece el récord mundial Guinness para el ser humano más joven en volar microgravedad, Jules Nader de 7 años de edad en ese momento.

16) Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial de España

El Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial es el organismo encargado de llevar a cabo proyectos de investigación espacial y aeronáutica en España. Fue fundado en 1942.

17) NASA

Es la agencia gubernamental responsable de los programas espaciales en Estados Unidos. Fue fundada en 1958.

- 18) Agencia Espacial Europea ESA**
La Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés, European Space Agency) es una organización intergubernamental dedicada a la exploración espacial. Con 18 estados miembros, fue constituida el 31 de mayo de 1975. Emplea a unas 2000 personas (excluyendo subcontratados) y tiene un presupuesto anual en torno a los 3.600 millones de euros.
- 19) Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia**
El Centro Nacional de Estudios Espaciales (Centre National d'Études Spatiales) es el organismo encargado de las actividades espaciales de Francia.
- 20) Instituto para Aplicaciones Espaciales y Detección Remota de Grecia**
El Instituto para Aplicaciones Espaciales y Detección Remota gestiona las actividades espaciales de Grecia.
- 21) Oficina Húngara del Espacio**
La Oficina Húngara del Espacio es la agencia nacional espacial de la República de Hungría.
- 22) Organización India de Investigación Espacial**
La Organización India de Investigación Espacial (ISRO, por sus siglas en inglés), fue fundada el 15 de agosto de 1969 bajo el Departamento de Energía Atómica del gobierno indio. La oficina administra todas las actividades espaciales de la India y tiene en marcha un programa espacial.
- 23) Instituto Nacional de Aeronáutica y Espacio de Indonesia**
El Instituto Nacional de Aeronáutica y Espacio (LAPAN) es la agencia espacial del gobierno indonesio. Fue fundado el 27 de noviembre de 1964.
- 24) Agencia Espacial Iraní**
La Agencia Espacial Iraní (ISA) es una organización gubernamental de Irán. La organización se fundó con el objetivo de investigar, diseñar e implementar tecnología espacial. La ISA lleva a cabo proyectos aprobados por el Consejo Espacial de Irán, cuyo objetivo es utilizar tecnología espacial de manera pacífica para desarrollar la cultura, tecnología y financiamiento del país. La cabeza del consejo es el presidente la República Islámica de Irán.
- 25) Agencia Espacial Israelí**
La Agencia Espacial Israelí coordina la investigación espacial de Israel con fines comerciales y científicos. Fue fundada en 1983.
- 26) Agencia Espacial Italiana**
La Agencia Espacial Italiana fue fundada en 1988.
- 27) Agencia Japonesa de Exploración Espacial**
La Agencia Japonesa de Exploración Espacial (JAXA) es la agencia aeroespacial de Japón. Fue fundada el 1 de octubre de 2003, por la unión de la Agencia

Nacional de Desarrollo Espacial de Japón, el Laboratorio Nacional Aeroespacial de Japón y el Instituto del Espacio y Ciencia Astronáutica.

- 28) Agencia Espacial Nacional Malaya**
La Agencia Espacial Nacional Malaya fue fundada en Malasia en el año 2002.
- 29) Agencia Espacial Mexicana**
La Agencia Espacial Mexicana (AEXA), creada en 2010, gestiona las actividades espaciales de este país. Este proyecto pretende continuar los trabajos de la extinta Comisión Nacional del Espacio Exterior CONEE (1962-1977).
- 30) Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Espacial de Nigeria**
La Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Espacial fue fundada en Nigeria en el año 1998.
- 31) Centro Espacial Noruego**
El Centro Espacial Noruego (también llamado Norsk Romsenter) es una agencia del gobierno noruego que promueve la exploración espacial. El centro es parte del Ministerio de Industria y Comercio.
- 32) Instituto Espacial de los Países Bajos**
El Instituto Espacial de Países Bajos fue fundado en 1983.
- 33) Comisión de Investigación del Espacio y de la Atmósfera Superior de Pakistán**
La Comisión de Investigación del Espacio y de la Atmósfera Superior fue fundada el 16 de septiembre de 1961. Desde la segunda parte de la década de los 90's se han lanzado exitosamente 2 satélites, el BADR-I y el BADR-B.
- 34) Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de Perú**
La Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA) es el ente rector de las actividades aeroespaciales en el Perú y es sede de la Agencia Espacial del Perú.
- 35) Centro de Investigación Espacial de Polonia**
El Centro de Investigación Espacial, parte de la Academia Polaca de Ciencias, es la agencia espacial gubernamental de Polonia.
- 36) Centro Espacial Nacional Británico**
El Centro Espacial Nacional Británico es una asociación voluntaria entre once departamentos del gobierno británico y consejos de investigación. Fue creado en el Reino Unido en el año de 1985.
- 37) Oficina Checa del Espacio**
La Oficina Checa del Espacio es el organismo encargado de las actividades espaciales de la República Checa.
- 38) Agencia Espacial Rumana**
La Agencia Espacial Rumana es el organismo rumano coordinador de investigación, programas y tecnologías espaciales.

- 39) Agencia Espacial Federal Rusa**
La Agencia Espacial Federal Rusa es la agencia gubernamental responsable del programa espacial de Rusia. Fue formada después de la disolución de la Unión Soviética y la consecuente desaparición del programa espacial soviético.
- 40) Buró Nacional Sueco del Espacio**
El Buró Nacional Sueco del Espacio es el organismo encargado de la investigación y proyectos espaciales de Suecia. Depende del Ministerio de Industria, aunque para los proyectos de investigación recibe financiamiento del Ministerio de Educación y Ciencia.
- 41) Oficina Espacial Suiza**
La Oficina Espacial Suiza (SSO, siglas en inglés) preside el Comité Interdepartamental de Asuntos Espaciales (IKAR) que se ocupa de la coordinación de los intereses y las actividades relativas a cuestiones siderales entre los siete Departamentos de la Administración federal.
- 42) Agencia de Desarrollo de Tecnología Espacial y Geo-Informática de Tailandia**
La Agencia de Desarrollo de Tecnología Espacial y Geo-Informática fue fundada en Tailandia el 2 de noviembre de 2002.
- 43) Agencia Nacional Espacial de Ucrania**
La Agencia Nacional Espacial de Ucrania es la agencia gubernamental del gobierno ucraniano responsable de políticas y programas espaciales. Fue establecida en 1992, y los lanzamientos son llevados a cabo en el Cosmódromo de Baikonur en Kazajkistán, Rusia.
- 44) Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales de Venezuela**
La Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE) es un organismo del Ministerio del Poder Popular para la Ciencia y Tecnología encargado de desarrollar y llevar a cabo las políticas del Ejecutivo Nacional de Venezuela respecto al uso pacífico del espacio exterior.
- 45) Centro de Investigación y Difusión Aeronáutico-Espacial (CIDA-E) de Uruguay**
El Centro de Investigación y Difusión Aeronáutico-Espacial nace institucionalmente el 5 de agosto de 1975, siendo actualmente una Asesoría dependiente de la Dirección Nacional de Aviación Civil e Infraestructura Aeronáutica. A partir de entonces, el CIDA-E ha estado atento a la evolución tecnológica, científica y jurídica producida en el ámbito aeronáutico y espacial, desarrollando estudios e investigaciones y promoviendo la adopción por parte de la República Oriental del Uruguay de normas aeronáuticas y espaciales tanto internas como internacionales.
- 46) Agencia Boliviana Espacial (ABE)**
En febrero de 2010 se aprobó por decreto la creación de la Agencia Boliviana Espacial. Para ello, el Tesoro General de la Nación asignó un presupuesto de 1 millón de dólares, con el propósito inicial de ordenar los planes bolivianos para la adquisición de un satélite, cuya construcción ya fue encomendada a China.