



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**Instituto Nacional de Investigación y
Capacitación de Telecomunicaciones**



DPTC-ATT-2010-01

Vigilancia Tecnológica Nano satélite

Informe final

Dirección de Proyectos y Transferencia de Conocimientos
Área de Transferencia Tecnológica

2010

Contenido

Contenido	2
Presentación.....	3
Introducción	4
Capítulo 1 Marco metodológico	5
Capítulo 2 Desarrollo de la Vigilancia Tecnológica.....	6
Capítulo 3 Análisis de la información.....	11
Conclusiones	22
Recomendaciones.....	23
Referencias bibliográficas.....	24
Fuentes de información	24

Presentación

El presente trabajo de Vigilancia Tecnológica se desarrolló en el marco de la Actividad DPTC-ATT 01 del Área de Transferencia Tecnológica de la Dirección de Proyectos y Transferencia de Conocimientos del INICTEL-UNI, como parte de su Plan Operativo Institucional 2010.

Esta actividad, y en especial la tarea mencionada, se encuentran en concordancia con el Plan Estratégico de la institución, específicamente con el Objetivo Estratégico Específico 11, que señala: “realizar actividades de transferencia tecnológica, patentes y/o registros de los desarrollos tecnológicos de INICTEL-UNI”.

Además, teniendo como fundamento que parte de la gestión tecnológica de la I+D+I (Investigación + Desarrollo + Innovación Tecnológica), se basa en herramientas como la Vigilancia Tecnológica, se entiende que esta tarea presenta una alta relevancia para nuestra institución. Es así que, por los motivos expuestos, se ha procedido a realizar la Vigilancia Tecnológica de distintos temas a lo largo del presente año.

El primer tema seleccionado para esta labor es el de nanosatélite, relacionado con el proyecto Chasqui.

Introducción

La Vigilancia Tecnológica se define como el proceso de búsqueda, obtención, análisis y empleo de información sobre desarrollos y tendencias en el ámbito científico y tecnológico. Es un proceso que incide en la competitividad de las empresas y por tanto es útil para la toma de decisiones estratégicas¹.

Es decir, el enfoque de la Vigilancia Tecnológica está orientado hacia la evolución de la tecnología y de lo que esta implica. Por ello, la Vigilancia Tecnológica debe ser una práctica permanente para detectar y anticipar de modo continuo los cambios en el entorno tecnológico y competitivo. De esta manera, apoya la oportuna toma de decisiones y aprovecha los cambios tecnológicos convirtiéndolas en fuentes de oportunidades.

El proceso de los desarrollos tecnológicos del INICTEL-UNI requiere de la realización de Vigilancia Tecnológica que se encuentre vinculada a las actividades de transferencia tecnológica que realiza. Se ha considerado realizar la Vigilancia Tecnológica de:

- Nanosatélites
- Ginga
- VoIP sobre IPv6
- LTE
- Wimax

El presente informe considera el estudio de los Nanosatélites y se ha organizado de la siguiente manera: en primer lugar se realiza una presentación del estudio para indicar el contexto en el cual se realiza el informe. Luego se presenta una introducción donde se enumeran los temas que serán estudiados en la Vigilancia Tecnológica. A continuación se expone el marco metodológico bajo el cual ha sido realizado el estudio y finalmente se desarrolla la Vigilancia Tecnológica, donde se describe cada una de las partes del estudio según la metodología indicada, las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Capítulo 1: Marco metodológico

El proceso de Vigilancia Tecnológica posee una metodología que permite realizar esta tarea adecuadamente, para lo cual se descompone en diversas etapas, las cuales son:

- Diagnóstico
- Búsqueda y captación de información.
- Análisis de la Información.

1.1 Diagnóstico

En esta etapa se consideran los factores de competitividad de la tecnología a vigilar, su identificación y la definición de los objetivos de la Vigilancia Tecnológica.

1.2 Búsqueda de información

Una vez identificada la tecnología a vigilar, se implementa una estrategia de búsqueda y captación de la información. En la labor de búsqueda se emplean dos fuentes de información principales: publicaciones científicas y patentes. Para encontrar la información en estas fuentes se utilizan bases de datos, metabuscadores así como software especializados en la búsqueda de patentes.

1.3 Análisis de información

El análisis de la información consiste en realizar el procesamiento de la información obtenida en la etapa de búsqueda; para fortalecer esta etapa se utilizan herramientas informáticas. Una vez realizado el análisis, se identifican los retos y las exigencias que se plantean a partir de análisis e interpretación de los desarrollos y avances tecnológicos.

Capítulo 2: Desarrollo de la Vigilancia Tecnológica

2.1 Diagnóstico Situacional

El nanosatélite es un satélite artificial que posee una masa de entre 1 y 10 Kg. Esta denominación fue introducida por la NASA (Agencia Espacial de los Estados Unidos) en el año 2004. A nivel internacional, Estados Unidos encabeza los países que han realizado la mayor cantidad de lanzamientos de nanosatélites (Cubesat) al espacio, seguido por Japón.

Actualmente, la Universidad Nacional de Ingeniería y el INICTEL-UNI se encuentran desarrollando el proyecto Chasqui, cuyo objetivo es la construcción de un nanosatélite y su puesta en órbita en el espacio con fines experimentales. De esta forma, el Perú, a través de la UNI, incursiona en el desarrollo de tecnología espacial.

Tabla 1. Clasificación de satélites según su peso.

Tipo de satélite	Peso
Grandes satélites	Mayor a 1000 Kg.
Satélites Medianos	De 500 a 1000 kg.
Minisatélites	De 100 a 500 Kg.
Microsatélite	De 10 a 100 Kg.
Nanosatélite	De 1 a 10 Kg.
Picosatélite	De 0.1 a 1 Kg.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Lanzamientos de nanosatélites tipo Cubesat desde el 2003

Países	Lanzamientos de nanosatélite
Alemania	4
Canadá	2
Colombia	1
Corea	2
Dinamarca	2
EE.UU.	22
Holanda	2
Hungría	2
Japón	6
Noruega	2
Pakistán	1
Perú*	1
Suiza*	1
Turquía *	1
Brasil*	1

* Países que tienen previsto el lanzamiento de nanosatélites en el año 2011

Fuente: www.cubesat.org

Tabla 3. Lanzamientos de nanosatélites (no CUBESAT) desde el 2003 hasta el 2010

País	Nanosatélites lanzados	Nombre
España	2	Nanosat 1 y Nanosat 1B
México	1	IIUNAM
Argentina	2	Pehuensat-1
ONU - GEOCID	18	Programa Internacional
Rusia	2	TNS -TNS-1
Israel	2	INSA

Fuente: www.unam.edu.mx

El avance de desarrollos en nanosatélites a nivel mundial se puede observar en las tablas 2 y 3. De la información que presentan se desprende que el tipo de nanosatélite

Cubesat (figura 1) es el que más se ha desarrollado en la mayoría de países. Este tipo de nanosatélite se caracteriza por tener forma de cubo y una dimensión de 10 cm. por arista (10x10x10cm: 1U) -aunque hay algunas variante de 10x10x20cm: 2U y 10x10x30cm: 3U-. Además, existen otros tipos de nanosatélites desarrolladas con tecnología diferente a la del Cubesat, los cuales son nanosatélites de formas poliédricas como el nanosatélite NANOSAT 1B de España (figura 2).



Figura 1. Nanosatélite CUBESAT

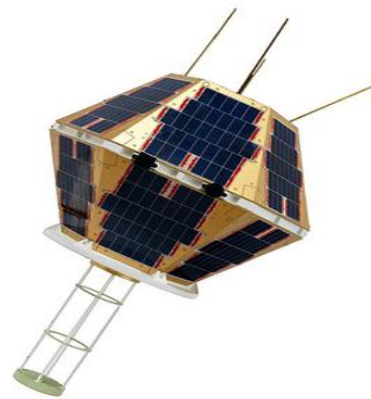


Figura 2. Nanosatélite NANOSAT

Fuentes:

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ncube2.jpg>

[http://infodefensa.com/noticias/imgs/Nanosat1b\(2\).jpg](http://infodefensa.com/noticias/imgs/Nanosat1b(2).jpg)

Estados Unidos, con 22 nanosatélites, es el país que más lanzamientos y nanosatélites ha construido y en segundo lugar se encuentra Japón con 06 nanosatélites. Por otro lado, están los países que han construido nanosatélites con tecnología diferente a la de Cubesat, entre los que sobresalen España y Argentina con 02 nanosatélites cada uno, tal como se puede observar en las tablas 2 y 3. En la región de Sudamérica solamente Colombia ha construido un nanosatélite con esta tecnología y fue lanzado al espacio durante 19 días.

En relación a las aplicaciones de los nanosatélites, estos se construyeron en la mayoría de los casos para la formación de recursos humanos en la tecnología espacial, orientado hacia demostración y medición de los parámetros de control del nanosatélite. Sin embargo también se presentaron otras aplicaciones, como las orientadas hacia la

teledetección, telecomunicaciones y mediciones de los campos electromagnéticos entre otras. Este es el caso de la Universidad Autónoma de México y de la Universidad de Standford, que aprovecharon estas aplicaciones de los nanosatélites para la detección de la variación de los campos electromagnéticos y la presencia de gas Radón en la superficie terrestre previa a la ocurrencia de un sismo de magnitud mayor a 5 grados Richter con una anticipación de 5 días.

Los nanosatélites poseen una órbita que se encuentra entre los 650 Km. y 690 Km. y giran en forma permanente, ya que esta órbita está destinada a satélites con aplicaciones de teledetección, meteorológicos y de comunicaciones. Esta órbita recibe el nombre de Órbita Polar pues gira sobre los polos.

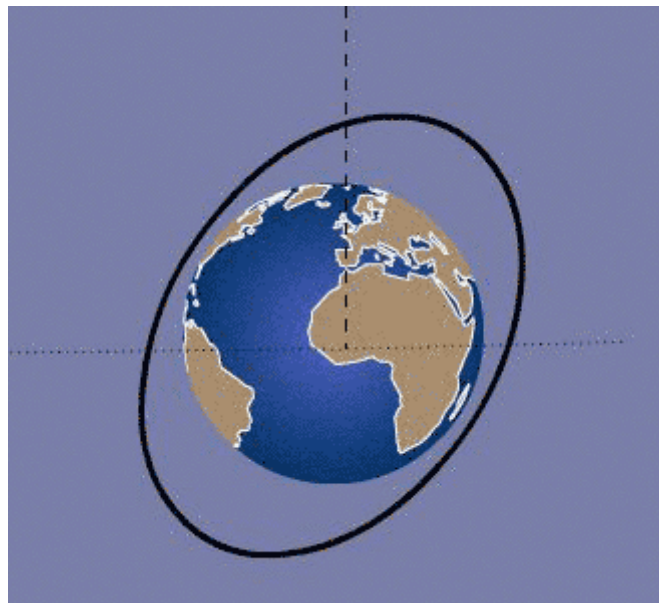


Figura 3. Órbita Polar

Fuente: http://media4.obspm.fr/exoplanetes/pages_corot-ciel/images/figures/orbite.gif

Ante estos datos, se entiende que el Perú es un país que necesita de medios satelitales para diversas aplicaciones, como la teledetección, que permita estudiar los fenómenos que suceden en la superficie del territorio nacional. Existen, además, otras necesidades que pueden ser satisfechas con estos medios, como son las comunicaciones, para integrar las diferentes zonas del país donde no llega ningún medio de comunicación.

2.2 Búsqueda de la información

La búsqueda de la información correspondió al periodo del 2000 al 2010; y se ha dividido en dos partes:

- Búsqueda y análisis de publicaciones científicas.
- Búsqueda y análisis de patentes.

2.2.1 Búsqueda de información de publicaciones científicas.

El análisis de publicaciones científicas se ha realizado a partir de la información proporcionada por la base de datos INSPEC. Esta es producida por el IEE (Institution of Electrical Engineers) que recoge información sobre óptica, física, ingeniería mecánica, informática, ingeniería electrónica y telecomunicaciones. Cuenta con más de 7 millones de referencias, artículos y tesis. La información que almacena abarca desde el año 1969 hasta la fecha.

Adicionalmente se han empleado otras herramientas informáticas, especialmente el metabuscador “Copernico” y el buscador “Google”, en el cual las palabras claves para la búsqueda fueron “nanosatellite”, “nanosatellite patent”, “nanosatellite+White papers” y “nanosatellite research”. Toda la información recopilada fue transcrita a una hoja de cálculo en la cual se procedió a ordenar y tabular. La labor de recopilación de información se realizó en forma manual, lo que conllevó a cerca de 200 horas empleadas para esta labor.

2.2.2 Búsqueda de información de patentes

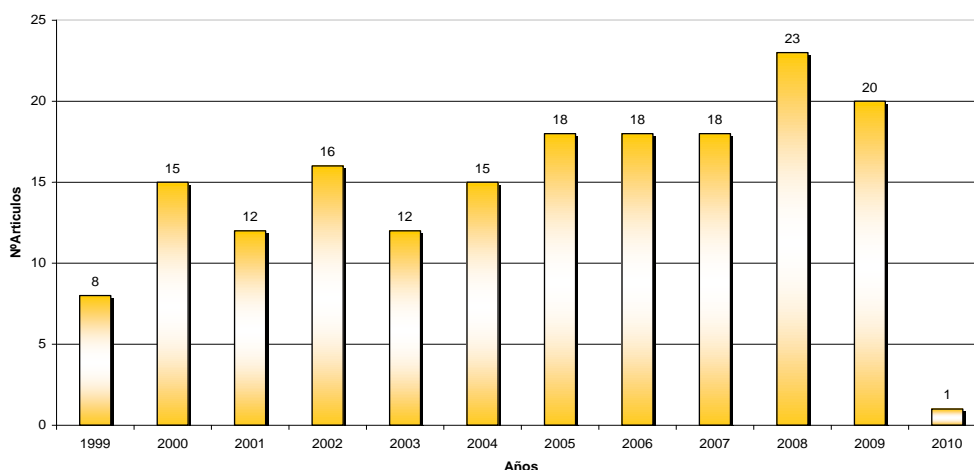
El estudio de patentes se ha realizado a partir de la información recuperada de los documentos de patentes de las oficinas de patentes y marcas de los Estados Unidos y SPACENET desde el año 2000 al 2010.

La herramienta informática utilizada para la búsqueda de patentes fue el software MATHEO-PATENT V.9.0.

Capítulo 3: Análisis de la información

3.1 Análisis de información de publicaciones científicas

Las publicaciones en este campo se han ido incrementando desde el año 1999 y como se puede observar en la figura 4 el mayor número de publicaciones se realizó en el año 2008, seguido del año 2009. Este resultado se correlaciona con el hecho de que la mayoría de los lanzamientos de nanosatélites se efectuaron entre los años 2007 y 2009 a partir de cuyos proyectos se elaboraron la mayoría de las publicaciones en relación al tema, como se corrobora con la tabla 4.



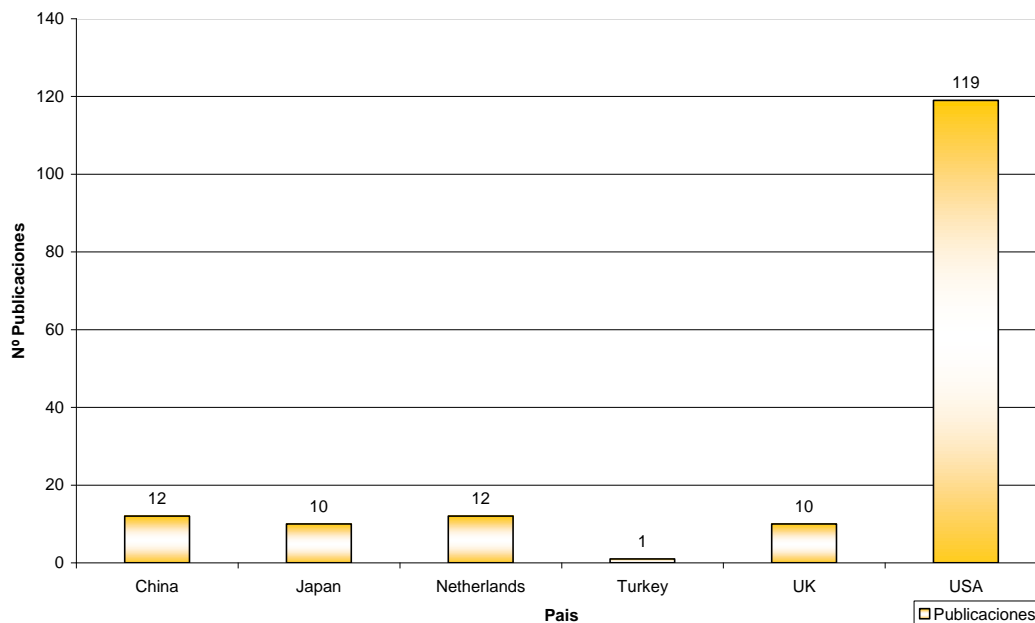
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Artículos por años

Tabla 4. Lanzamientos

Año	Lanzamientos
2003	6
2005	3
2006	12
2007	7
2008	6
2009	5
2010	5
2011	1

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Publicaciones científicas por países

Estados Unidos es el país que presenta más publicaciones (119) y se observa una diferencia muy notable respecto a China y Holanda que son los países que más publicaciones presentan (12 cada una) después de Estados Unidos. Este resultado se correlaciona con la cantidad de proyectos en los que participa Estados Unidos con lanzamientos de nanosatélites como se observa en la tabla 2.

Los temas de las publicaciones nos informan acerca de los campos de conocimientos sobre los cuales se están generando conocimientos. Entre los que se puede mencionar:

- Prioritariamente por el momento, el propósito de los desarrollos de nanosatélites es la formación de recursos humanos en tecnología satelital que permita ampliar el desarrollo de esta tecnología en el ámbito académico y su difusión en todos los países donde sea posible el desarrollo de este campo. El desarrollo y lanzamiento de nanosatélites son de bajo costo comparado con los satélites convencionales.

- El diseño de control de temperatura de nanosatélites. Las investigaciones se orientan hacia el desarrollo de sistemas de control avanzado de la temperatura a bordo del nanosatélite en el espacio. Las temperaturas pueden tener una variación de 80° C a 100° C en los extremos del nanosatélite, lo que requiere un sistema de control de temperatura que evite las variaciones grandes, debido a que las temperaturas muy bajas pueden dañar los componentes electrónicos del nanosatélite. Las soluciones van desde sistemas radiantes de temperatura hasta sistemas convencionales de diseño de superficies adaptadas a la forma del nanosatélite. Es necesario recordar que en el espacio no hay conductividad de calor y una de las formas de propagarlo es la radiación de calor.
- Desarrollo de sistemas microelectromecánicos y de prototipado. Los sistemas miniaturizados que poseen los nanosatélites requieren medios especializados para el diseño de sus componentes. Para ello se realizan sistemas de prototipado rápido microelectrónicos usando rayos láser.
- Desarrollo y control de sistemas de micropropulsión y propelentes más eficientes y sobre todo de los mismos mecanismos de propulsión. Se trata además acerca del modelamiento de sistemas de micropropulsión.
- Desarrollo de nanosatélites para comunicaciones, teledetección, GPS, estudios de la atmósfera, astronomía y antenas.

3.2 Análisis de información de patentes

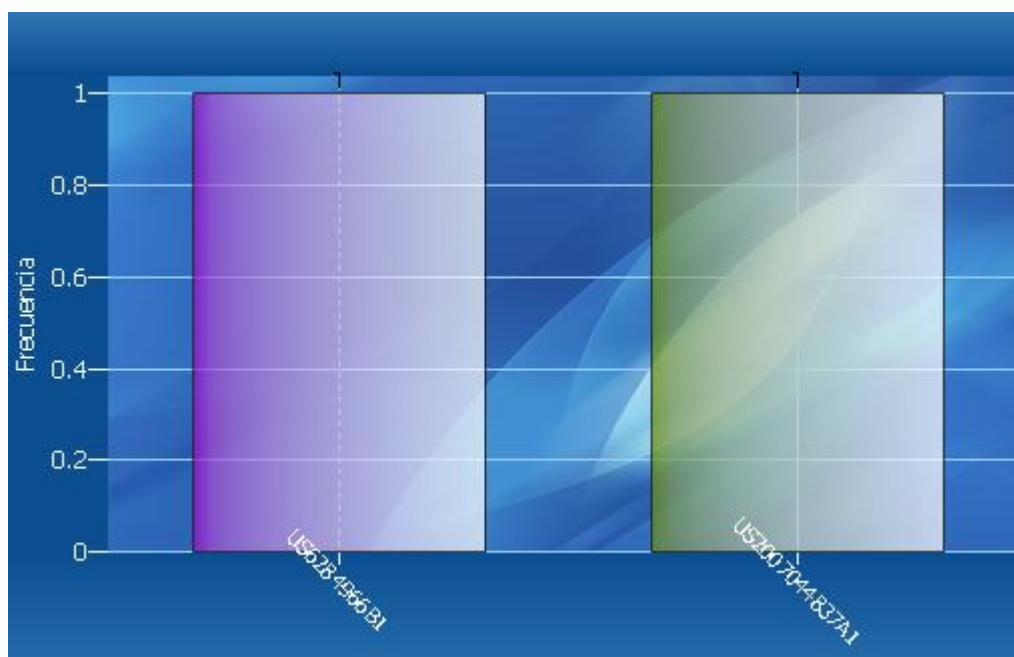


Figura 6 Número de patentes concedidas

En la figura 6 se aprecia la existencia de dos patentes relacionadas al desarrollo de los nanosatélites. Ambas patentes fueron obtenidas en la Oficina de Patentes de los Estados Unidos. Las patentes son:

US6284966B1: Se trata de un conjunto de paneles planos de forma hexagonal que pueden cubrir un nanosatélite de forma esférica y cuya propiedad es no concentrar el calor solar ya que internamente facilita la difusión del calor por radiación.

US2007044837A1: Es un Regulador de voltaje de celdas solares de un nanosatélite que incluye modulador de ancho de pulso DC-DC y un controlador seguidor de picos de energía solar para cargar un conjunto de baterías. El controlador realiza su tarea sobre la modulación de ancho de pulso del convertidor de energía para detectar las corrientes de las celdas solares así como el voltaje, la detección de corto circuito o circuito abierto y otras características de energía solar. Esta información comunica el controlador al procesador del satélite para el monitoreo de la performance de las celdas solares durante su funcionamiento.

Información de las Patentes:

Solicitante e Inventor: SIMBURGER EDWARD J. solicitado El 2005 y publicado 2007.

Estas patentes fueron concedidas en los años 2001 y 2007 respectivamente.

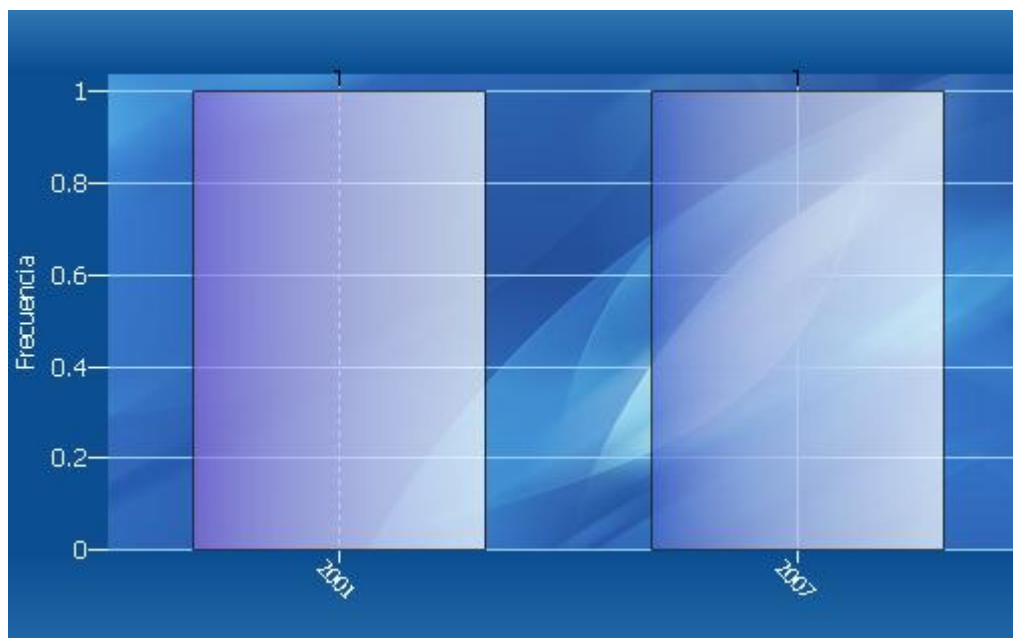


Figura 7. Año de Concesión de Patentes

La razón principal por la que no existen muchas patentes con relación a los nanosatélites es que la mayoría de los esfuerzos de desarrollo de nanosatélites están encaminados hacia la formación de recursos humanos en nanosatélites. No existen, hasta el momento, compañías dedicadas a la venta de nanosatélites.

Lideres Tecnológicos:

Simburger Edward J.: Es ingeniero electricista dedicado al diseño de sistemas que funcionen con energía solar. Es co-inventor de un automóvil híbrido que funciona a gasolina y energía solar. Ha realizado proyectos en relación a sistemas de captación de energía solar para nanosatélites y picosatélites. Obtuvo dos patentes en desarrollos de sistemas de captación de energía solar en los años 2001 y 2007.

Dr. David Hinkley A.: Es PhD de London University y actualmente labora en la Universidad de California, dedicado al desarrollo e investigación en modelos estadísticos así como en la participación en proyectos de sistemas de energía fotovoltaicos.

Instituciones líderes tecnológicas

Aerospace Corp: Es una empresa dedicada a implementar programas de lanzamientos de satélites, construcción de satélites y sistemas de control. Esta empresa presentó una solicitud de patente (US6945499B1), en relación a nanosatélites el año 2005, invención referida a un sistema de posicionamiento de dos naves en el espacio una frente a la otra.

La mayoría de los desarrollos en este campo provienen de las universidades, las que tuvieron éxitos y fracasos en el intento de colocar nanosatélites Cubesat en el espacio. A comienzos de 1999, la Universidad Estatal Politécnica de California y la Universidad de Stanford desarrollaron las especificaciones del Cubesat para ayudar a las universidades del mundo a desarrollar ciencia y exploración espacial. A partir de ello, algunas compañías han construido nanosatélites con las especificaciones de Cubesat, una de ellas es Boeing.

Estados Unidos encabeza la lista de lanzamientos de nanosatélites con 22 proyectos, de los cuales 11 fallaron, 8 se mantienen activos y 03 están pendientes de ser lanzados al espacio. En este país, la NASA destaca con tres lanzamientos de nanosatélites que actualmente se mantienen activos. La NASA tiene entre sus planes desarrollar nanosatélites como pequeños robots en el espacio para realizar tareas de supervisión de estructuras externas de las futuras naves espaciales que serán lanzadas al espacio y tiene una misión completada sobre experimentos biológicos. Dentro de los lanzamientos exitosos destacan dos de la Universidad Estatal Politécnica de California y la Universidad de Stanford.

La nación que sigue en cantidad de lanzamientos de nanosatélites es Japón, que ha efectuado 06 lanzamientos, de los cuales tuvo éxito en 05. Las instituciones que lideran el campo en el país asiático son el Instituto de Tokio y la Universidad de Tokio, con proyectos destinados al estudio del comportamiento de la electrónica en el espacio y a la formación de recursos humanos. Sobre las cantidades de lanzamientos por país se puede ver el detalle de la tabla 5.

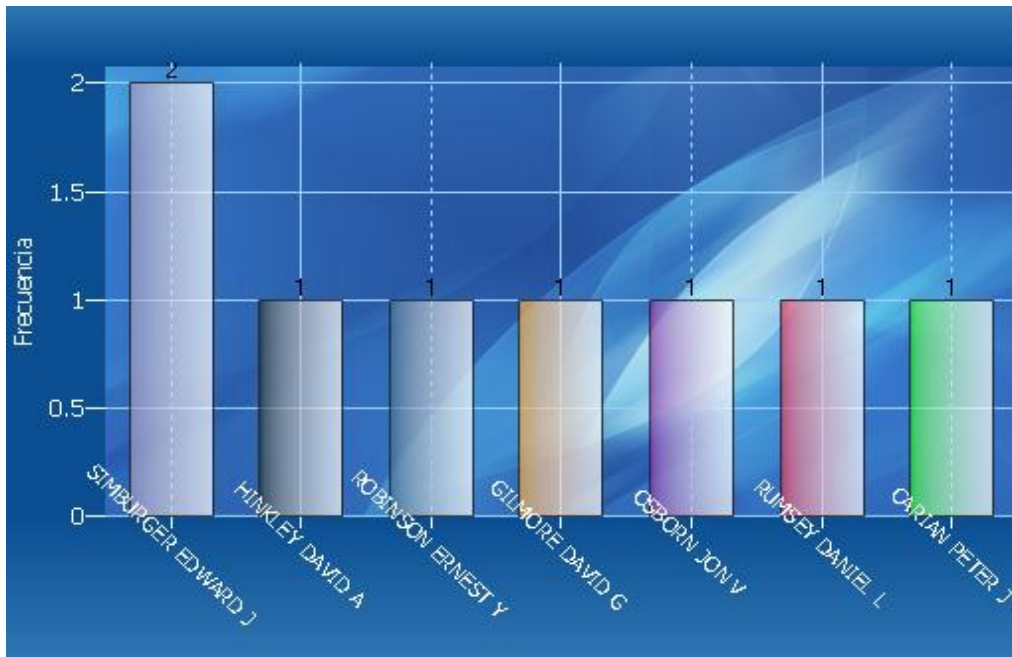


Figura 8. Identificación de los líderes tecnológicos.

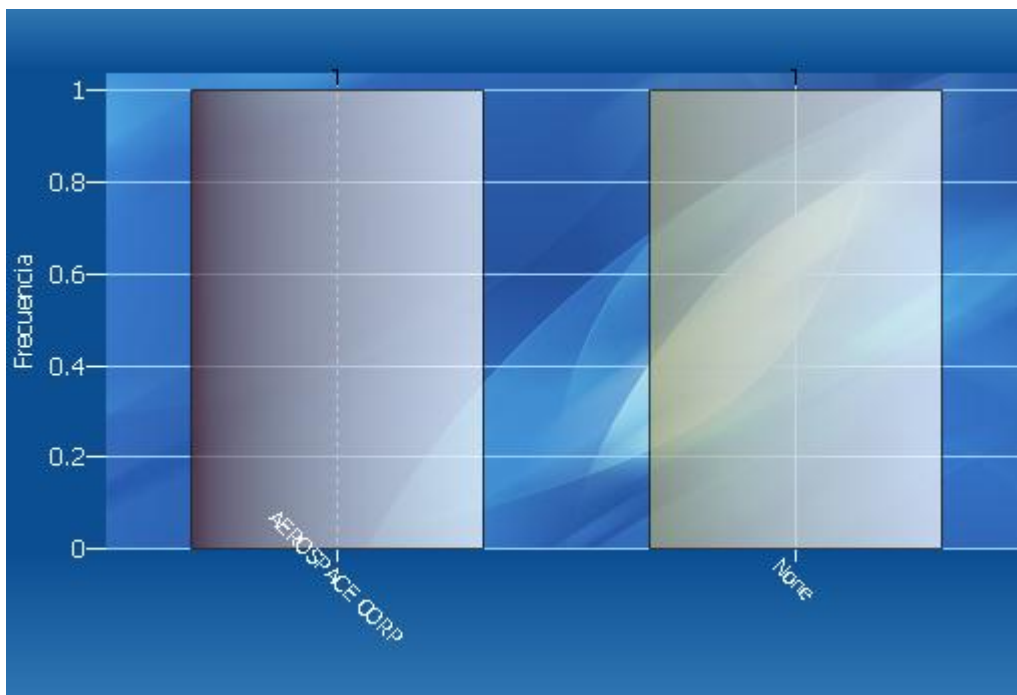


Figura 9. Perfil tecnológico de empresas líderes.

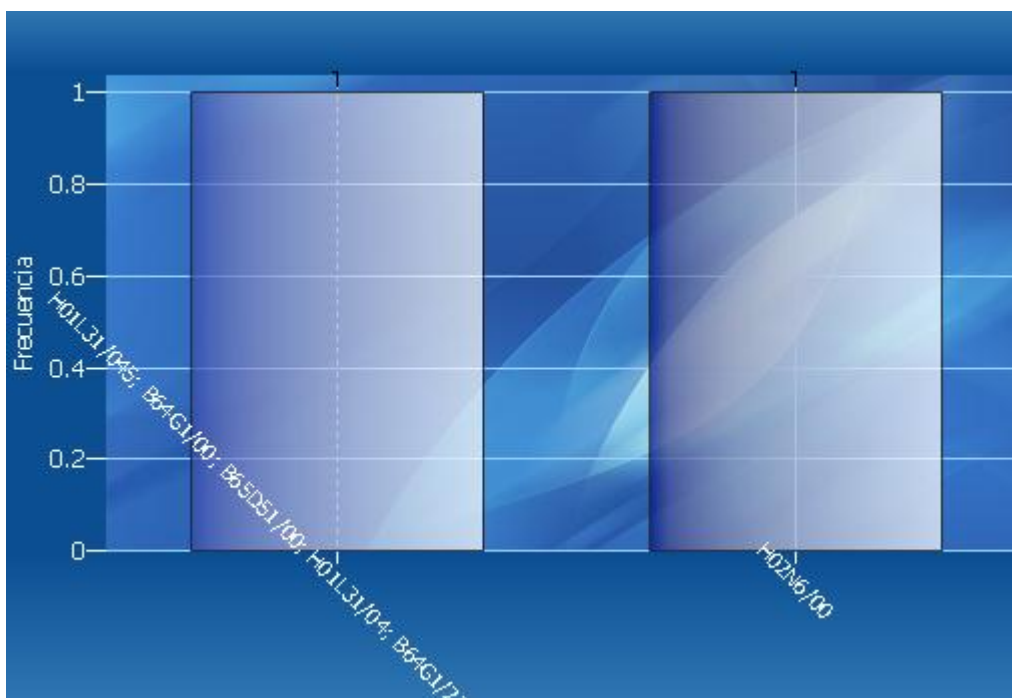


Figura 10. Selección de áreas tecnológicas emergentes a partir de la información de patentes.

A partir de la información recogida de las patentes se puede mostrar las áreas emergentes que se desarrollan en el campo de los nanosatélites:

- Dispositivos que permitan el telecontrol y el monitoreo de los generadores fotovoltaicos de energía eléctrica de los nanosatélites.
- Investigaciones relacionadas con la conectividad entre panel solar y el sistema de control.
- Desarrollos relacionados a la optimización del uso de la energía.
- Desarrollo de sistemas de propulsión micrométricos de impelente sólido.
- Sistemas de control de temperatura superficial de nanosatélites.
- Desarrollo de dispositivos electromagnéticos de posicionamiento de un cuerpo en el espacio.
- Dispositivos de amortiguación de las vibraciones experimentadas por el nanosatélite.
- Dispositivos de ordenamiento de compartimentos esterilizados con lector visual.
- Sistemas de telealimentación fotovoltaicas a través de fibra óptica.

Tabla 5. Proyectos de nanosatélites con especificaciones de Cubesat

Proyecto	Tip o	Organización	País	Misión	Estado
CanX-1	1U	UTIAS	Canadá	Demostración tecnológica	Falló
DTUsat-1	1U	DTU	Dinamarca	Fines educativos.	Falló
AAU CubeSat	1U	Aalborg University	Dinamarca	Estudio de imágenes de la tierra.	Falló
QuakeSat	3U	Stanford University	Estados Unidos	Detección de terremotos de la Tierra. Asocia las variaciones de los campos magnéticos de la tierra durante terremotos.	Activo
CUTE-I (Oscar 55)	1U	Tokyo Institute of Technology	Japón	Experimentos de radiocomunicaciones	Activo
Cubesat XI-IV (Oscar 57)	1U	University of Tokyo	Japón	Experimentos de radiocomunicaciones	Activo
Cubesat XI-V (Oscar 58)	1U	University of Tokyo	Japón	Experimentos de radiocomunicaciones	Activo
NCUBE-2	1U	ARR/NSC	Noruega	Experimentos de radiocomunicaciones	Falló
UWE-1	1U	University of Würzburg	Alemania	Experimentos de radiocomunicaciones	Falló. 27 nov 2005
SACRED	1U	University of Arizona	Estados Unidos	Medir la radiación electromagnética sobre los dispositivos electrónicos sobre el nanosatélite durante su navegación.	Falló - lanzamiento
ION	2U	University of Illinois	Estados Unidos	Observación de la Tierra.	Falló - lanzamiento
Rincon 1	1U	University of Arizona	Estados Unidos	Radiobaliza	Falló - lanzamiento
ICE Cube 1	1U	Cornell University	Estados Unidos	Experimento de GPS	Falló - lanzamiento
KUTESat	1U	University of Kansas	Estados Unidos	Aplicaciones militares de vigilancia	Falló - lanzamiento
NCUBE-1	1U	ARR/NSC	Noruega	Obtener experiencia en tecnología espacial.	Falló - lanzamiento
HAUSAT-1	1U	Hankuk Aviation University	Corea	Obtener experiencia en tecnología espacial.	Falló - lanzamiento
SEEDS	1U	Nihon University	Japón	Obtener experiencia en tecnología espacial.	Falló - lanzamiento
CP2	1U	California Polytechnic University	Estados Unidos	Obtener experiencia en tecnología espacial.	Falló - lanzamiento

AeroCube-1	1U	Aerospace Corporation	Estados Unidos	Para pruebas de comunicaciones y cámaras CCD.	Falló - lanzamiento
MEROPE	1U	Montana State University	Estados Unidos		Falló - lanzamiento
Mea Huaka`i (Voyager)	1U	University of Hawaii	Estados Unidos		Falló - lanzamiento
ICE Cube 2	1U	Cornell University	Estados Unidos		Falló - lanzamiento
CP1	1U	California Polytechnic University	Estados Unidos		Falló - lanzamiento
GeneSat-1	3U	NASA/Santa Clara University	Estados Unidos	Investigación biológica	Activo
CSTB1	1U	Boeing	Estados Unidos	Evaluar el comportamiento del nanosatelite.	Activo
AeroCube-2	1U	Aerospace Corporation	Estados Unidos		Falló - conversor solar 18 Abril 2007
CP4	1U	California Polytechnic University	Estados Unidos	Fines educativos	Activo
Libertad-1	1U	Sergio Arboleda University	Colombia		Desactivado 9 May 2007, exitoso
CAPE-1	1U	University of Louisiana at Lafayette	Estados Unidos	Recolectar datos desde el espacio y transmitirlos a la tierra.	Activo
CP3	1U	California Polytechnic University	Estados Unidos	Comportamiento y control de dos eje de magnetómetros y magnetorques.	Activo
MAST	1U	NASA Small Business Transfer	Estados Unidos	Experimentos de comunicaciones	Activo
Cute-1.7 + APD II	1U	Tokyo Institute of Technology	Japón	Experimentos de toma de fotos y electrónica.	Activo
COMPASS-1	1U	FH Aachen	Alemania	Toma de fotos comerciales	Activo
AAUSAT-II	1U	University of Aalborg	Dinamarca	Sistema ADCS y detector de rayos gamma	Activo
Delfi-C3	3U	Delft University of Technology, The Netherlands	Holanda	Pruebas de panel solar y radiocomunicaciones	Activo
Canx-2	3U	University of Toronto,	Canadá	Demostrador de tecnología para formación de vuelos	Activo
SEEDS	1U	Nihon University, Japan	Japón	Experimentos de radiocomunicaciones	Activo

PharmaSat	3U	NASA Ames Research Center, Santa Clara University, UTMB	Estados Unidos	Estudiar la influencia de la microgravedad sobre la resistencia de la levadura a un agente anti-hongos	Activo
SwissCube	1U	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne	Suiza	Estudio de la atmósfera	Activo
BEESAT	1U	Technisch Universität Berlín	Alemania	Demostración tecnológica	Activo
UWE-2	1U	Universität Würzburg	Alemania	Demostración tecnológica	Activo
ITUpSAT1	1U	Istambul Technical University	Turquía	Capturara imágenes	Activo
KySat-1	1U	Kentucky Space	Estados Unidos	Consortio Privado	Esperando lanzamiento
Hermes	1U	Colorado University	Estados Unidos		Esperando lanzamiento
Explorer-1	1U	Universidad del Estado de Montana	Estados Unidos		Esperando lanzamiento
MaSat-1	1U	Universidad Técnica de Budapest	Hungría	Demostración tecnológica	
CHASQUI - I	1U	UNI	Perú	Comunicación y capturar imágenes desde el espacio.	Esperando lanzamiento
ICUBE-1	1U	IST Pakistán	Pakistán	Investigación	Esperando lanzamiento

Fuente: www.cubesat.org

Conclusiones

- El desarrollo de la tecnología de los nanosatélites se encuentra en un estado inicial, aunque ha tenido un gran despliegue gracias a que los costos de desarrollo y lanzamiento se encuentran al alcance de muchos centros de investigación y desarrollo tecnológico. En este escenario la mayoría de los desarrolladores aún están en la etapa de pruebas de esta tecnología.
- La finalidad principal en este momento del desarrollo de nanosatélites es preparar recursos humanos en tecnología espacial.
- Estados Unidos (NASA) es el país líder en el desarrollo de nanosatélites. La NASA tiene un programa que promueve el desarrollo de nanosatélites en universidades de su país.
- El conocimiento tecnológico satelital se encuentra cada vez al alcance de más países en el mundo.
- El despliegue de esta tecnología se ha extendido básicamente debido a que sus costos de desarrollo y lanzamiento son mucho más baratos que los satélites de gran tamaño. Los costos se encuentran entre \$ 45 000 y \$ 85 000, y en algunos casos llegan hasta \$ 150 000, dependiendo de sus dimensiones.
- Entre las aplicaciones que destacan se encuentran las comunicaciones: radiocomunicaciones con los nanosatélites, redes de nanosatélites, comunicaciones móviles con nanosatélites y comunicaciones con rayos láser entre nanosatélites. En teledetección: observación de la Tierra con propósitos de estudio de los diversos fenómenos como sequías, fenómenos meteorológicos o sísmicos. En biología: se estudia la influencia del espacio en la genética de las bacterias, así como su influencia en el crecimiento de hongos con los antifúngicos.
- Es necesaria la formación en microelectromecánica, microantenas, microelectrónica, microcontrol y comunicaciones. Es indispensable desarrollar estas especialidades en nuestro medio, si se desea contar con la capacidad de construir nanosatélites entre otros desarrollos afines, considerando la tendencia hacia la miniaturización de este tipo de desarrollos.

Recomendaciones

- Es recomendable mantener en el tiempo el programa de formación de recursos humanos en relación al desarrollo de nanosatélites y la tecnología espacial correspondiente. Sería contraproducente si no se permite la continuidad del Proyecto Chasqui, no solamente por los recursos económicos invertidos, si no por la formación de recursos humanos que se ha realizado.
- Se recomienda establecer e ir avanzando en las posibles aplicaciones como es el caso de la Teledetección, para ello se debe ir formando recursos humanos en este campo o ir articulando mediante convenios con otras instituciones que si han avanzado en Teledetección en nuestro país. Entre estas instituciones se encuentran el Laboratorio de Teledetección de la Facultad de Física de la Universidad Nacional de San Marcos, IMARPE, entre otras.
- Publicar artículos científicos relacionados a los avances obtenidos en este campo sobre todo en revistas indexadas.
- Generar patentes de Modelo de utilidad, a partir de los desarrollos logrados en las diferentes etapas del proyecto Chasqui.
- Organizar Diplomados o Posgrados vinculados a este campo.
- Impartir cursos a la comunidad académica relacionados a la tecnología desarrollada en la construcción de nanosatélites.
- Difundir la tecnología satelital a nivel de la educación secundaria para ir fomentando las vocaciones por tecnología espacial muy importante para nuestro país.

Referencias bibliográficas

- (1) Observatorio colombianos de Ciencia y Tecnología, Vigilancia Tecnológica y Competitividad Sectorial: Lecciones y Resultados de 05 estudios, Colombia: Bogotá: 2007.
- (2) López N, Montes J M, Vásquez CJ, Como gestionar la innovación en las MYPES, España: Oviedo: 2007.
- (3) IALE tecnología, S L, Vigilancia Tecnológica a partir de publicaciones y patentes, España: Barcelona: 2007. (Licenciado a: Rafael Bustamante Alvarez)

Fuentes de información

Programas de Computadora

- (4) Matheo Patent.
- (5) Matheo Analyzer.

ATT

Bases de Datos

- (6) Inspec

Metabuscadores

- (7) Copérnico.