



**Instituto Politécnico Nacional
Biblioteca Nacional de Ciencia y Tecnología
XV Aniversario de su fundación**

7 de agosto de 2013

Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

El Politécnico y la Tecnología Espacial

V3r2 del 6 de agosto de 2013

S Viñals P

[CDA_478Pr_v3r2 SVP Poli-Tenol Esp-130807_130806.pptx]



Propósito y contenido

- **Propósito**

- **Divulgar a la comunidad politécnica y la sociedad en general los criterios que la institución ha establecido para acercarse al conocimiento y a la tecnología en materia Aeroespacial así como las líneas de trabajo que pretende desarrollar.**

- **Tema**

- **AEROESPACIO**

- **Elementos**

- **Conocimiento**
- **Tecnología**
- **Líneas institucionales de trabajo**

1 Medio Espacial (ubicación en el tema)

2.- Actividades espaciales (visión global)

3.- Situación en México

4 Perspectivas (Hacia donde vamos)

- **Agencia Espacial Mexicana (AEM)**
- **Red de Ciencia y Tecnología Espaciales (RedCyTE)**
- **Sociedad Mexicana de Ciencia y tecnología Aeroespacial (SoMeCyTA)**
- **Instituciones de Educación e Investigación (CICESE; INAOE; IPN; UNAN; otras)**

5.- Participación del Politécnico

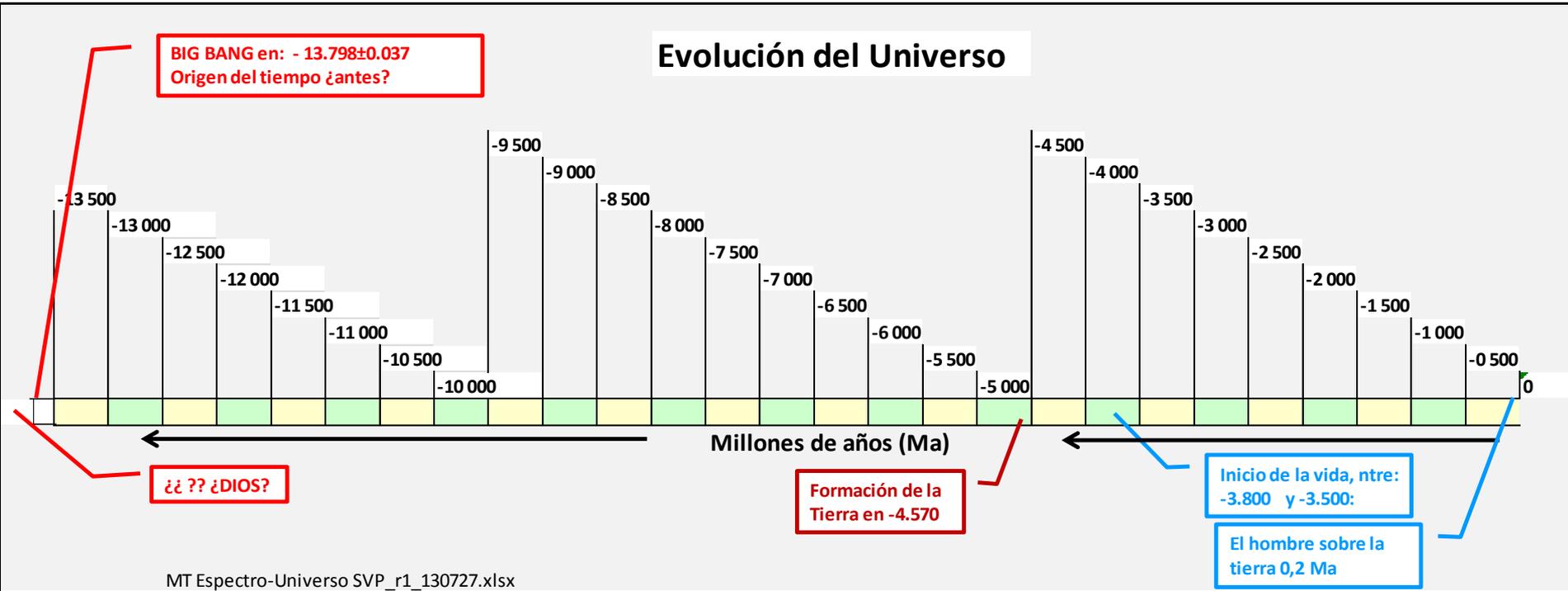
- **Interés y responsabilidad del IPN en actividades espaciales**
- **El Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)**

6.- Programa Institucional de Actividades Aeroespaciales

- **Premisas**
- **Modelo de operación**
- **Campos de acción**
- **Proyectos iniciales**



Universo, Tierra y Vida Orígenes



• El Universo

- Edad estimada
- Teorías aceptables ubican el nacimiento del universo en el llamado Big Bang
- Hace 13.798 0.037 millones de años

• La Tierra

- La historia de la Tierra comprende 4.570 millones de años (Ma),
- Su lapso de existencia: aproximadamente un tercio del total transcurrido desde el Big Bang

• Vida

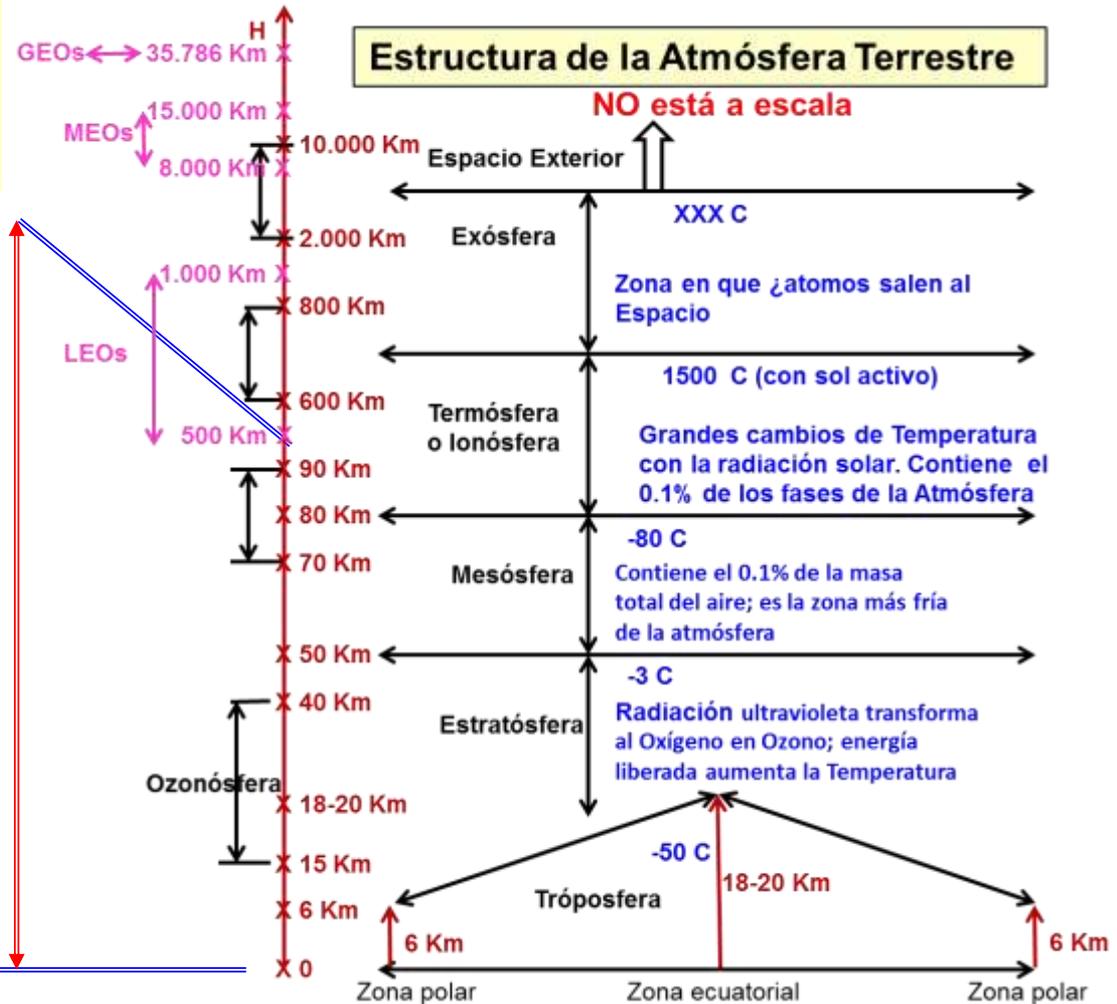
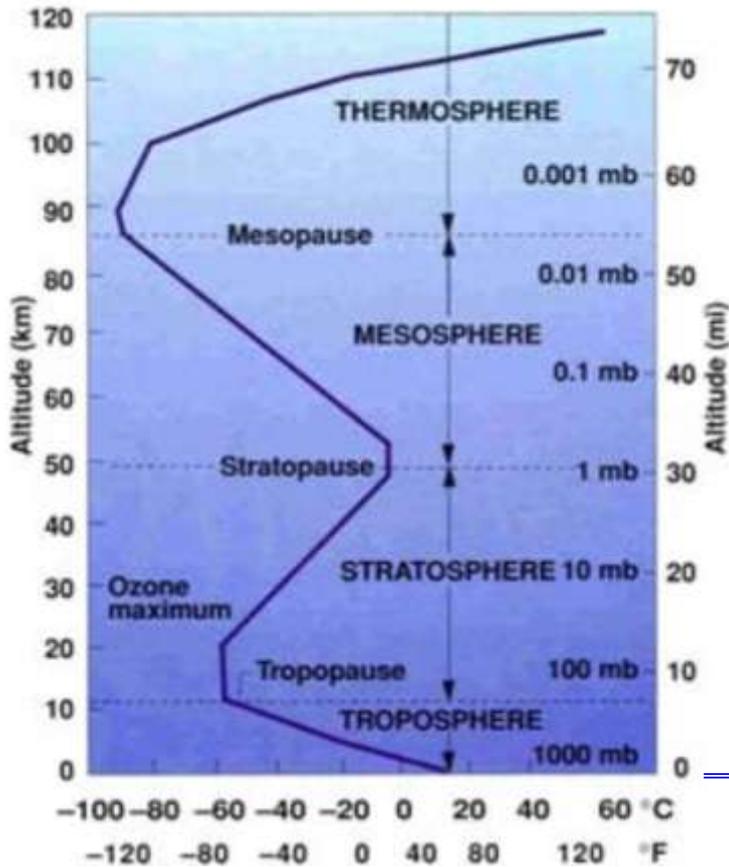
- Las primeras formas de vida en la Tierra aparecieron entre 3.800 and 3.500 Ma.
- El hombre -0,2 Ma atrás



Estructura atmosférica de la Tierra y variación de la temperatura



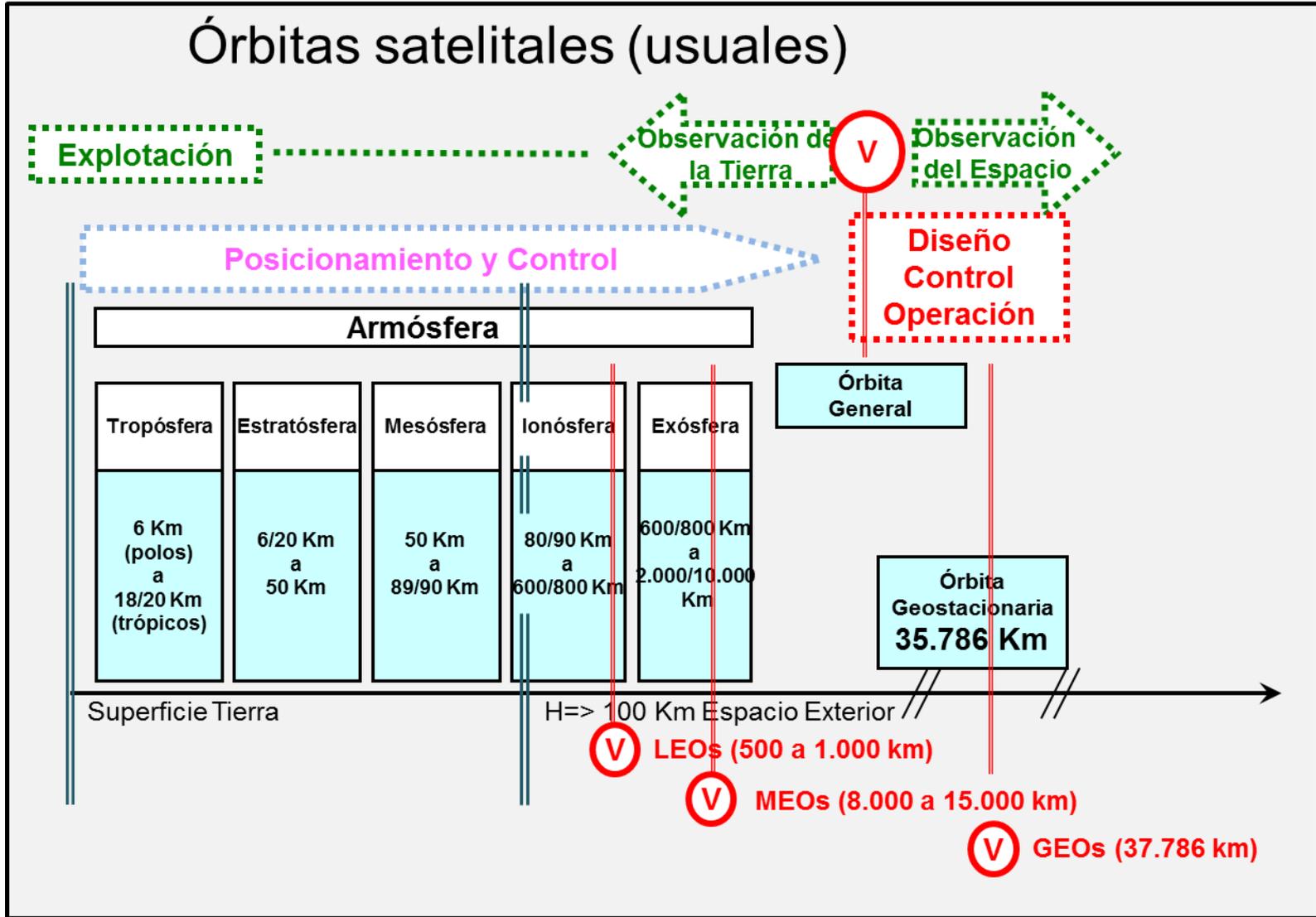
Temperatura atmosférica como función de la altura sobre la superficie terrestre





Órbitas satelitales

Órbitas satelitales (usuales)





Clasificación de satélites por peso y complejidad tecnológica



Clasificación de satélites por peso

Clasificación	Peso Promedio	Costo Dolares USA
1. Femtosatélites.	1-100 gramos	100 a 20 mil
2. Picosatélites.	0.1-1 kilogramo	20 mil a 200 mil
3. Nanosatélites.	1-10 kilogramos	200 mil a 2 millones
4. Microsatélites.	10-100 kilogramos	2 y 10 millones
5. Minisatélites.	100-500 kilogramos	10 y 50 millones
6. Satélites medianos.	500-1000 kilogramos	50 a 100 millones
7. Satélites grandes.	1000 o más kilogramos	100 y 2 mil millones



Satélites Pequeños

Fte:
<http://gaceta.cicese.mx/print.php?topico=secciones&ejemplar=105&sid=&id=2148>

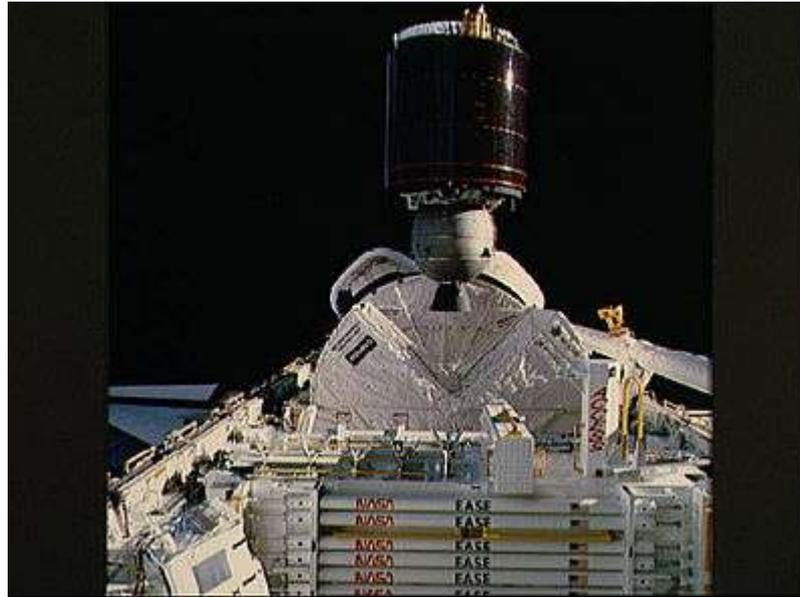
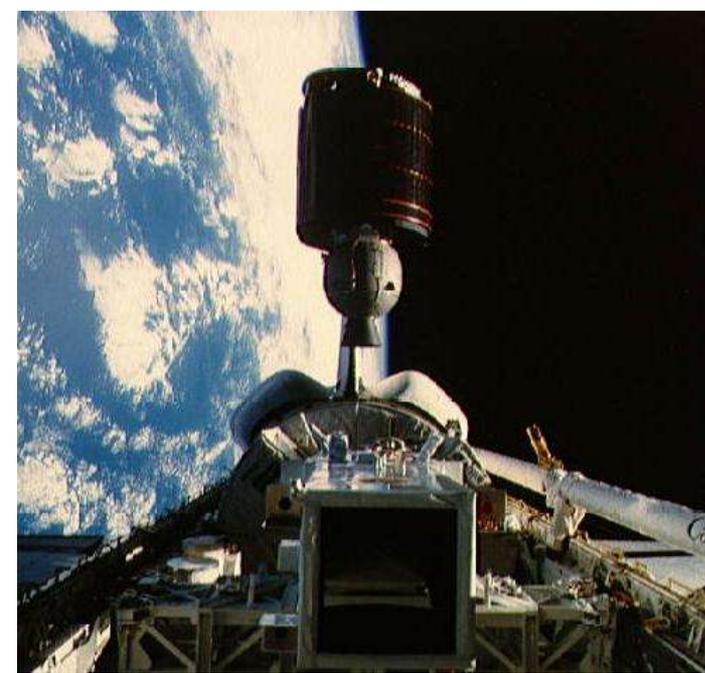
Increasing technological complexity

Categoría	Mass	Capability	Lifetime
<i>CubeSat</i>	<3 pounds	Technology demonstration and Education	< 1 year
<i>Small EO Satellite</i>	200 to 600pounds (100 to 400 kg)	Earth Imaging and Scientific Measurement	~ 5 years
<i>Commercial EO Satellite</i>	4000 pounds (~2000 kg)	High resolution earth imaging	7 to 10 years

Wood, Daniela. "Satellite Systems Engineering Tools: Learning Opportunities for Satellite Systems Engineering Tools"; Center for Aerospace Systems, Policy and Architecture Research, Massachusetts Institute of Technology. Presented at United Nations/Austria/European Space Agency, Symposium on Small Satellite Programmes for Sustainable Development. Disponible 12.08.19 en: http://www.daniellawood.com/uploads/6-1/0/3/3/1933086/d_wood_un_grac_symposium_post.pdf



Vehículos espaciales



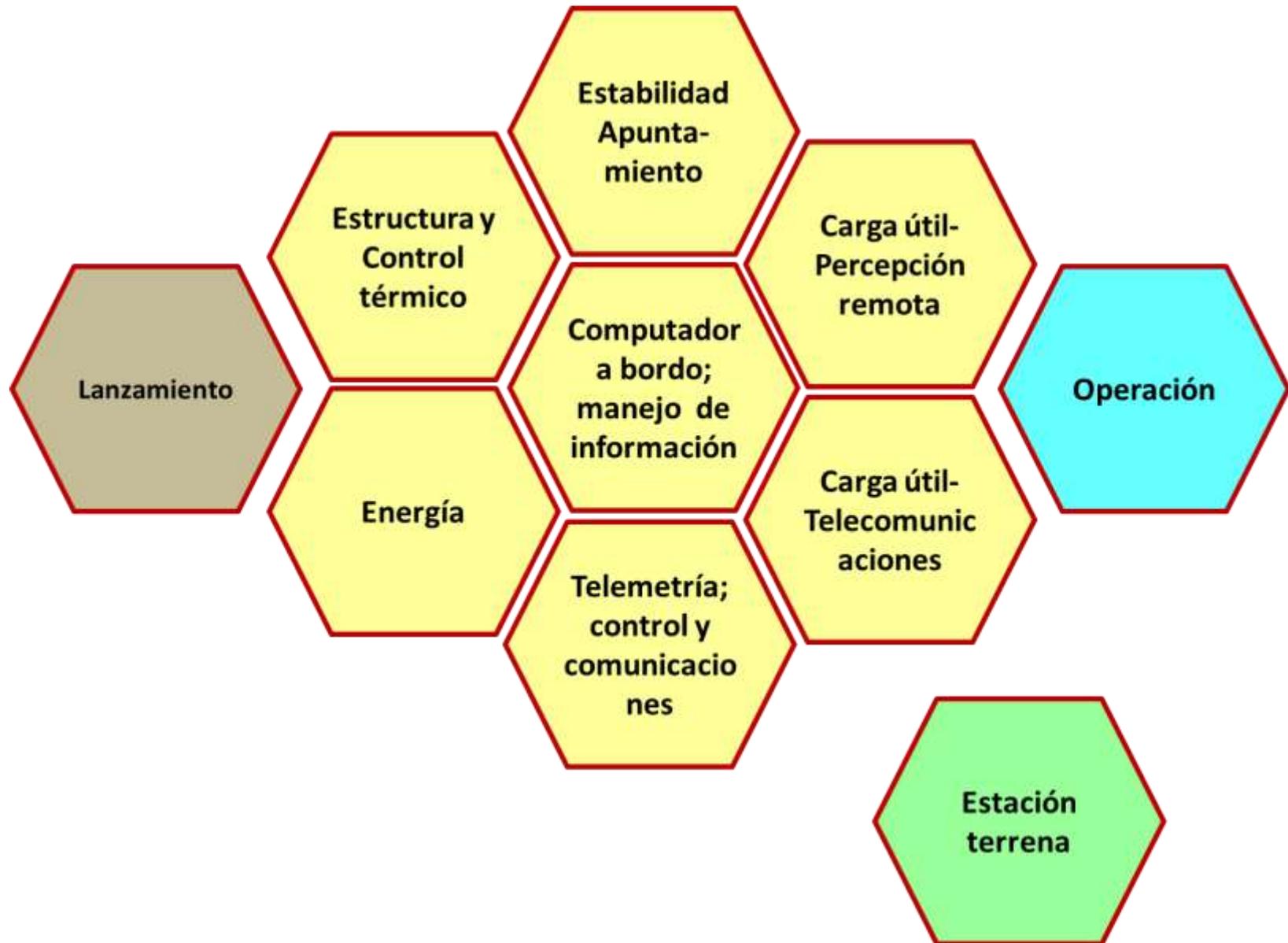
Lanzamiento del satélite Bicentenario

- **Lanzamiento del nuevo satélite mexicano Bicentenario**
 - **19 de Diciembre de 2012**
- **Primero de tres del Sistema Mexsat,**
- **Lanzador:**
 - **Cohete Ariannespace (Guyana Francesa).**
- **Operador:**
 - **Telecomunicaciones de México (SCT)**
- **Usuarios:**
 - **Secretaría de Marina,**
 - **Secretaría de la Defensa Nacional,**
 - **Secretaría de Seguridad Pública,**
 - **Procuraduría General de la República (PGR) y**
 - **Centro de Investigación y Seguridad Nacional (CISEN)**
 - **Costo total del proyecto del orden de 18 mil millones de pesos**
- **Sistema:**
 - **Bicentenario (o Mexsat 3) servicios fijos**
 - **Centenario (Mexsat 1) servicios móviles en la banda L**
 - **Morelos 3 (ó Mexsat 2) servicios móviles en la banda L**
 - **Dos centros de control terrestres (Iztapalapa, DF y Hermosillo, Sonora.**





Subsistemas típicos de un satélite pequeño





Tecnología espacial

Tecnología orientada a la transportación al Espacio; el uso y mantenimiento de sistemas operando en el espacio (vitales, o de experimentación) y el regreso de personas o disposición de equipos y materiales

Actividad espacial

- Después de la segunda guerra mundial. En 1957 (lanzamiento Ruso del primer satélite artificial Sputnik 1; seguido en 1958 del satélite, el Explorer 1 de los Estados Unidos, a finales de los 50's provocó interés de países líderes de la Economía en el mundo.
- La actividad espacial se convirtió en una "Carrera Espacial" impulsada por la llamada guerra fría entre EUa y Rusia. mediante el financiamiento público de programas científicos con un enfoque político-militar

Desarrollo de la tecnología espacial; etapas	
Actividades preparatorias	Ecuación del Cohete por el Konstantin Tsiolkovsky (1903) Bombas V2 nazis de la Segunda Guerra Mundial. (algunas con apogeo de trayectoria balística por encima de la línea Kármán, que separa convencionalmente el espacio aéreo terrestre del espacio exterior. Su incapacidad de permanecer en el espacio o entrar en órbita las ubica como el primer (Short Range Ballistic Missile (SRBM)
Inicio	Lanzamiento del Sputnik 1 (1957) Llegadas de vehículos a la Luna de (1959) (Luna 2, Luna 3) Vuelo de Yuri Gagarin (1961) Vuelos tripulados a la Luna de 1969-1972 (Apolo 11 a Apolo 17) Misiones interplanetarias automáticas a Venus (1965)
Consolidación	Esfuerzo a la conquista de las órbitas próximas a la Tierra. Inicio del desarrollo del transbordador espacial de EUA Vuelo del transbrdador (1981) Programa de estaciones espaciales por los soviéticos (Salyut 1 a Salyut 7; de 1971 a 1986) Estación espacial MIR (1986-2001) Desarrollo de cohete transportador Soyuz; aun activo).
Comercialización	Disolución de la URSS (1991); nuevas políticas económicas de Occidente (reducción de gasto público y liberalización económica) y surgimiento de competidores provocó retrasos o supresiones de grandes programas espaciales, reorientándose a la búsqueda de rentabilidad inmediata; cooperación internacional y tecnologías probadas (la Estación Espacial Internacional, construida en torno de lo que iba a ser la Mir 2).
Los proyectos grandes de antaño (regreso a la Luna, viajes tripulados a Marte y Venus, exploración extensiva de las lunas de Júpiter y Saturno, industrialización del espacio) se han cancelado.	
Ref: ¿Dónde está el futuro de la exploración espacial? Antonio Cantó "Yuri Gagarin"; http://lapizarradeyuri.blogspot.mx/2010/05/donde-esta-el-futuro-de-la-exploracion.html [CDA_079DT_r7 ASV-SVP Aniv BNCT-ConferenciaSVP_130805.docx]	



Agencias espaciales



Encargados de la actividad espacial, bajo mando de los Ministerios de Defensa o de Relaciones Exteriores; de instituto de actividades espaciales; o de comisión espacial nacional dependiente del más alto nivel de gobierno.

Objetivo:

Promoción del desarrollo espacial con fines pacíficos; Investigación en ciencia y tecnología (temas de interés nacional); la formación de recursos humanos y promoción del desarrollo nacional; programas de cooperación internacional.

Agencias espaciales			
Ente	País origen	Año de creación	Presupuesto
Países líderes			
National Aeronautics and Space Administration (NASA).	EUA	1958	19,000 millones USD (2011)
European Space Agency (ESA, 1975)	(agregado de países europeos)	1975	5.503 millones USD (2011)
Instituto Espacial de Rusia (SRI)	Rusia	1992	(se incluye con Roscosmos)
Agencia Espacial Roscosmos	Rusia	1993	3,800 millones USD (2011)
Países emergentes (han creado entes similares a NASA)			
Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)	Francia	1961	1,962 millones USD (2011)
Indian Space Research Organisation (ISRO)	India	1969	1, 268 millones USD (2011)
Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)	Japón	2003	2,460 millones USD (2011)
Países latinoamericanos			
Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial (CONIDA))- sede de la Agencia Espacial de Perú	Perú	1974	3.3 millones nuevo soles (2012)
Comisión nacional de Actividades Espaciales (CONAE)	Argentina	1991	383 millones de pesos (2011) (93 millones USD)
Agencia Espacial Brasileña (AEB)	Brasil	1994	343 millones (reales) (2009) (211 millones USD)
Agencia Espacial Chilena (ACE) (Comisión Asesora Presidencial)	Chile	2001	18 millones de pesos (2008) (38 mil USD)
Comisión Colombiana del Espacio (CCE)	Colombia	2006	450 millones de pesos (2011) (25 millones USD)
Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA)	Ecuador	2007	N.D.
Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE)	Venezuela	2008	19 millones Bs (2011)
Agencia Boliviana Espacial	Bolivia	2010	1 millon USD (2013)
Agencia Espacial Mexicana (AEM)	México	2010	60 millones de pesos (2012)
Ref: Comparativo de agencias espaciales. Ponencias 2012. Arturo Solís Villegas. Agencias Espaciales: presupuestos reportados. Arturo Solís V. PAE_053DT_r2 ASV Comparativo Agencias Espaciales_120915.doc [CDA_079DT_r7 ASV-SVP Aniv BNCT-ConferenciaSVP_130805.docx]			



Acciones Mexicanas en materia espacial

Primer tramo 1957-2005



- **Acciones importantes realizadas en México:**

- 1949 Grupos técnicos <=> Estudios de coherencia.
- 1959 La Secretaría de Comunicaciones y Transportes propició la experimentación sobre la construcción y lanzamiento de cohetes pequeños con propósito de mediciones meteorológicas;
- 1960-1963 Estación rastreadora en Sonora
- 1962-1977 La Secretaría de Comunicaciones y Transportes creó la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CONEE), con el fin de estimular y coordinar actividades de investigación en materia espacial. Se canceló en 1977;
- 1987-1996 Se creó el Instituto Mexicano de Comunicaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que operó hasta 1997. Desde ahí, en conjunto con el organismo Telecomunicaciones de México, se coordinó el diseño de especificaciones del Sistema de Satélites Solidaridad, así como su lanzamiento y puesta en operación.
- 1990-2011 Instituciones educativas (CICESE, IPN, UNAM).
- 2010.07.30 Agencia Espacial Mexicana (AEM)

1957 Lanzamiento sputnik

Evolución
Sectores
académicos
Industria
Gobierno



Acciones Mexicanas en materia espacial

Segundo tramo 2005-actual

Interés en el re-inicio de actividades en materia Aeroespacial por acciones compartidas de los ámbitos académico, legislativo y gubernamental e Industrial

La Política Espacial de México se estructura como una Política de Estado



Participantes en la actualidad





La tecnología Aeroespacial en México

- La experiencia de México en materia Espacial se ha centrado en la explotación de servicios de comunicación satelital
 - 1985 Sistema Morelos;
 - 1993 Sistema Solidaridad;
 - 2012 se inició el Nuevo Sistema Satelital Mexicano.
- En materia de observación de la Tierra, adquiere los servicios que requiere.
- La falta de apoyo continuado a las instancias mencionadas retrasó el desarrollo consistente de las actividades espaciales en el país.
- En este esfuerzo intervinieron y lo siguen haciendo, instituciones educativas y de investigación, entre otras:
 - Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
 - Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada;
 - Instituto Politécnico Nacional;
 - Universidad Nacional Autónoma de México.
- **Resultado:**
 - México se está incorporando tarde a las actividades espaciales y por tanto, las instituciones con interés y responsabilidad en la materia, deben adoptar estrategias que les permitan aprender e incorporarse con rapidez a estas tareas. La forma de hacerlo deberá considerar los objetivos, políticas, normatividad y criterios de trabajo que rigen su existencia y forma de actuar.

La tecnología Aeroespacial en México

- ◆ **Intervención de las telecomunicaciones:**
 - **Como fin**
 - ◆ Servicios de comunicación vía satélite
 - **Como soporte**
 - ◆ Telemetría y telecomando de vehículos espaciales
- ◆ **Visión de las telecomunicaciones como servicio**
 - **Tecnología e Infraestructura**
 - **Regulación (nacional e internacional)**
 - **Coordinación internacional**
- ◆ **Regulación nacional**
 - **Entes reguladores (SCT y IFETEL)**
 - ◆ Instrumentos jurídicos (leyes, reglamentos, Etc)
- ◆ **Coordinación internacional**
 - **Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)**
 - ◆ Reglamento Internacional de Radiocomunicación

Comunicación vía satélite en México

Sistema Morelos

celar		Globalizació y Neoliberalismo																											
		Inicio d			Reest-Privatiz			Apertura a la competencia			Convergencia																		
1980's					1990's					2000's					2010's														
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1982.06.dd Firma 1er Ac CAN-EUA-MX arco 111°W-120°W. Reconoce a MX posiciones 113.5°W y 116.5°W Sat híbridos bandas C y Ku {4}																													
1983.mm.dd CARR-UIT Planes Mundiales. Asigna MX 4 posiciones Serv Radiodif Sat: 69.2° W, 78° W, 127° W y 136° W; para bandas 12.2 – 12.7 GHz / 17.3 – 18.1 GHz																													
1983.02.03 [DP-DOF] Reforma A28-P4 Const. Ubica Comunic vía sat como estratégica (no monopolio y reservada a Estado) [7]																													
Morelos 1 (113.5°W)					Bandas C y Ku																								
1985.06.17					1994.03.05																								
Morelos 2 (116.5°W-116.8°W)										Bandas C y Ku																			
1985.11.26																													
1989.04.dd En órbita definitiva [4]																													
1998.08.dd a órbita inclinada [4]																													
2004.06.14 Desorbitado [4]																													
1985.mm.dd CAMR-UIT Planes Mundiales. Confirma 4 posiciones SRS asignadas a MX (69.2°; 78°; 127°; 136° W) 12.2 – 12.7 GHz / 17.3 – 18.1 GHz; incluye en																													
1988.mm.dd CAMR-1988 adjudica a MX posición orbital 113°W servicio fijo por satélite bandas 4500-4800 MHz, 6725-7025 MHz, 10.70-10.95, 11.0-11.2 GHz																													
1988.05.10 Firma 2o Ac Internal CAN-EUA-MX: En bandas C y Ku posiciones 109.2°W; 113.5°W cambia a 113° W; 116.5°W cambia a 116.8°W; satélite																													
1989.11.17 [DP- DOF] Crea Telecomunicaciones de México (Telecomm) Org Desc . ICOE Red Sat y microondas {4}																													
1990.10.29 [R] DOF Reg de Telecomunicaciones- Permite particulares instal y Oper Est Terrenas (permiso) {4} [7]																													
1990.10.29 [R] DOF Cancela a TELECOMM responsab de Red Microondas y FO. Queda redes Satelitales. Prepara privatización {4}																													
1991.09.dd Inicia Coord bi y multilateral para banda L (CAN; EUA; URSS; INMARSAT) {4}																													
1992.02.dd Se promovió a CARM-92 aumento 5 MHz a banda L (1530–1559/1631,5–1660.5 MHz a 1525–1530/1626.5–1631.5 MHz {4}																													
PAE_269DT_r5 SVP Evol Sist Sat MX_110927.xlsx																													

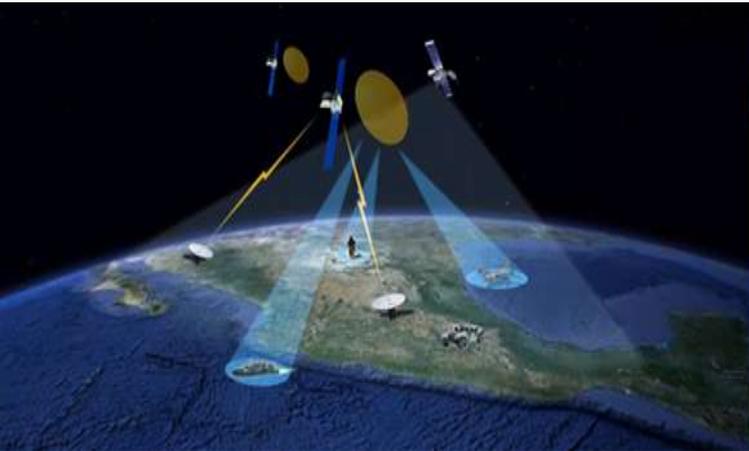
Comunicación vía satélite en México

Sistema Solidaridad

1990's										2000's										2010's									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Solidaridad 1 (109.2°W)										1993.11.19										2000.08.dd (Falló)									
Solidaridad 2 (113.5°W)										1994.10.07										2006.03.dd									
1995.03.02 [DP] Ref Constit A28-P4 Cambia Comn Sat y FFCC de estratégicas a prioritarias, para permitir privatización {4}																													
1995.06.07 [DP-DOF] Ley Federal de Telecomns. Regula Ref A28. Base privatizar redes sat y abrir MX a Sist Sat Extran comercializar serv en MX {7}																													
1996.05.dd MX solicita UIT correr su posición de Plan Mundial de 78°W a 77°W y ampliar zona servicio {4}																													
1996.06.dd [ME] Firma MX-CAN-EUA-URSS-INMARSAT Coordinación banda L asigna a Sist Solidaridad 4,4 MHz {4}																													
1996.08.09 [DP] DOF Crea Comisión Federal de Telecomunicaciones (CFT) {4}																													
1997.06.26 Se constituye Satélites Mexicanos (SATMEX) {4}																													
1997.06.26 Se constituye Satélites Mexicanos (SATMEX) {4}																													
1997.08.01 [R-DOF] Reglamento de Comunicación Vía Satélite {2-3}																													
1997.10.23 Concesión a SATMEX 113°W bandas C y Ku se incluyen: 4500-4800 MHz, 6725-7025 MHz, 10.70-10.95, 11.20-11.45 MHz y 12.75-13.2																													
1997.10.23 Concesión SATMEX en 109.2°W (actual en 114.9°W) y 116.8°W aplica la asignación de bandas C y Ku+C y Ku ext {4}																													
SATMEX 5 (116.8°W)										1998.12.05										2001.07.12 MX publica programa-licitación posición de Plan Mundial 77°W SRS y SFS {4}									
2003-08.25 [ME] Firma SCT-CAN para coord redes en C y Ku. Para Coord SATMEX6 se intercambian 109.2°W (MX-1988) y 114.9°W (
2003-08.25 [ME] Firma SCT-CAN para coord redes: posiciones para MX: 113°W; 114.9°W y 116.8°W {4}																													
2005.02.02 Se otorga concesión de 77°W a QUETZAT para iniciar su operación 2005.07.09 {4}																													
SATMEX 6 (109.2°W)										2006.05.27										2008.06.dd									
SATMEX 7 (113°W)																													

Sistema Satelital Mexicano

Características distintivas



- Autonomía de operación para las entidades
- Equipos terminales en tierra de bajo peso:
 - 70 a 800 gramos (con tecnología actual cinco a diez kilos)
- La velocidad de transmisión 500 mil BPS
 - Se puede considerar banda ancha
- 200 haces de transmisión
 - 1.25° c/u equivalentes a 200 Km
- Capacidad de transmisión:
 - internet, correo electrónico, mensajes cortos (SMS) y un estándar de comunicación abierto.

- Antena de 22 metros (mayor en el mercado para la banda “L”)
- canalizador de frecuencias digital
- cancelación adaptativa de frecuencias
- reuso de frecuencias
- Habilita servicios de voz, internet, video, GPS, cartografía y correo electrónico en cualquier lugar del país
- permite comunicaciones por aire, tierra y mar.



Sistema Satelital Mexicano

Precio

- Tiempo de entrega:
 - del primer satélite de servicio fijo: para lanzar final del primer trimestre del 2012;
 - primer satélite de servicio móvil: cuarto trimestre del 2013; y
 - segundo satélite de servicios móvil tercer trimestre del 2014

- Precio
 - Oferta de Boeing: 1031.8 millones de dólares, equivalentes a 12,900 millones de pesos;
- Lanzamiento
 - Uno lanzado; dos pendientes

La oferta presentada por la empresa Boeing es de 1,031.8 MDD por los tres satélites y los tiempos de entrega son:



SCT deberá adquirir por separado los lanzamientos y los seguros de cada uno de los satélites.



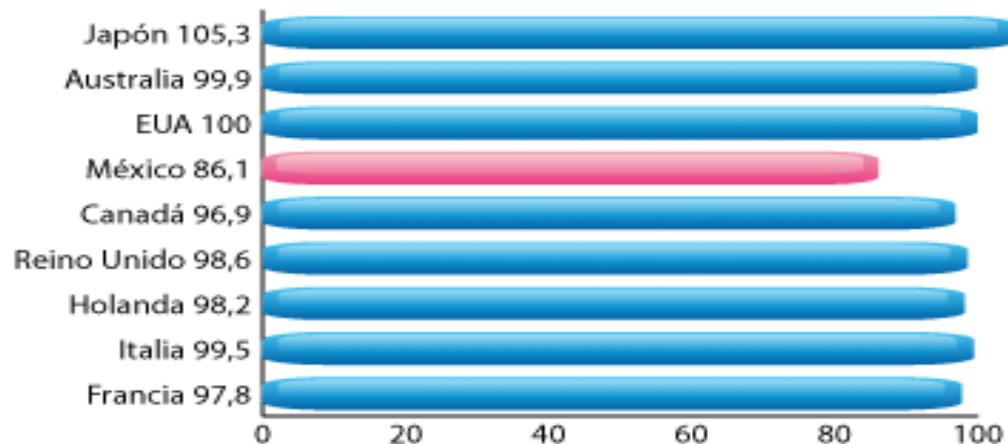
Industria Aeroespacial en México; evolución factores de atracción



Ejes de valor:

- Eje logístico.
- Innovación
- Competitividad
- Confiabilidad
- Talento
- Infraestructura de calidad

Costos de manufactura internacionales del Sector Aeroespacial (EUA=100)



Fuente: KPMG



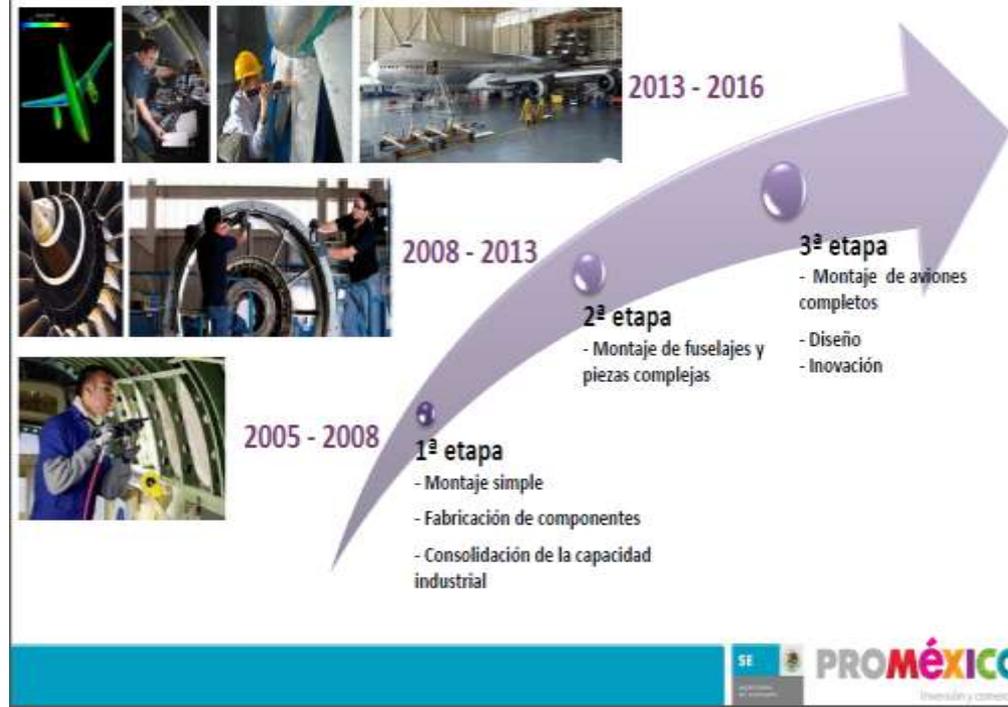
- Estabilidad económica
- Tratados comerciales
- Afinidad en cultura de negocios
- Capital humano
- Localización geográfica
- Costos competitivos

Industria Aeroespacial en México; evolución

ACTUALIDAD DE LA INDUSTRIA EN MÉXICO

DISCOVER THE SKY WITH
México
THE AEROSPACE INDUSTRY

Etapas de la industria aeroespacial en México

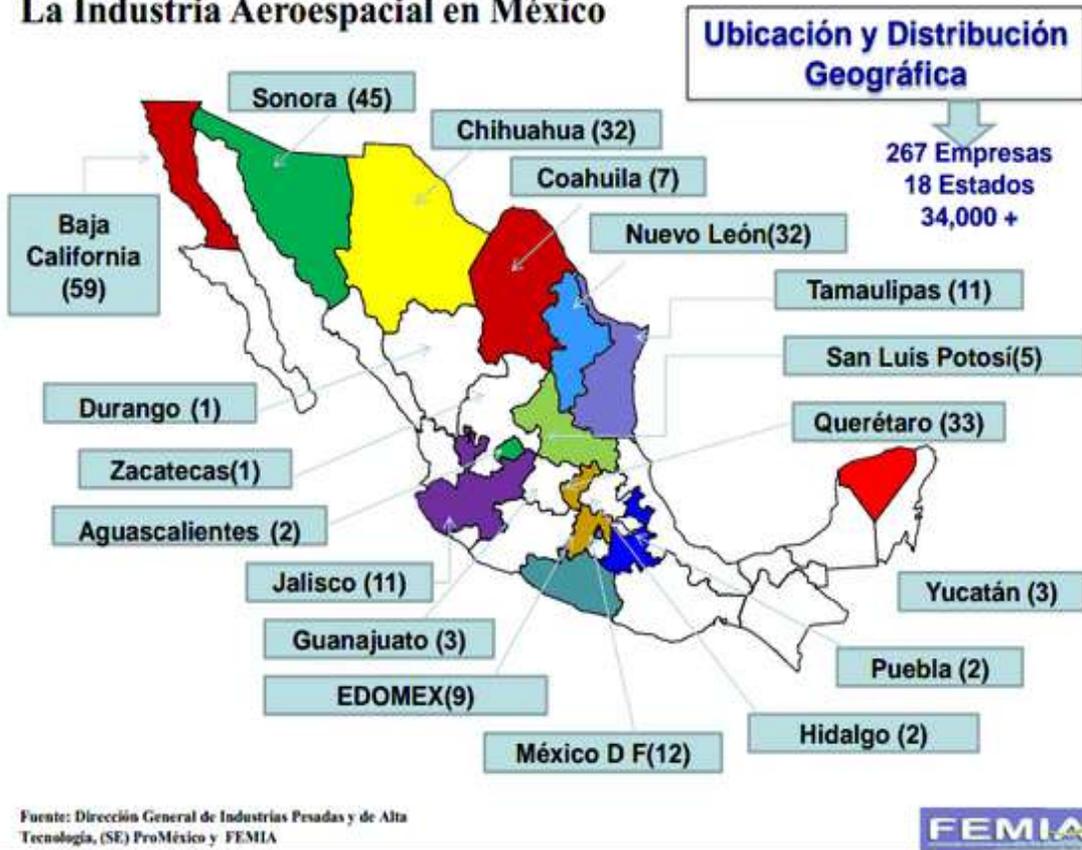


Etapas de desarrollo:

- **Primera etapa 2005-2008:**
 - **Montaje simple; fabricación de componentes; consolidación de la capacidad industrial.**
- **Segunda etapa 2008-2013:**
 - **Montaje de fuselaje y piezas complejas.**
- **Tercera etapa 2013-2016:**
 - **Montaje de aviones completos; diseño; innovación.**

Industria Aeroespacial en México; evolución; características 3/3

La Industria Aeroespacial en México



Descripción:

- Más de 266 empresas; MNF 79%, MRO 11%, D&I 10%.
- Empleos: Más de 32,000 en 18 estados.



La Industria Aeroespacial en México

Sector aeroespacial mexicano (Industria)

Industria aeroespacial mexicana nació a inicios del siglo XXI; con crecimiento promedio de 20%. Aproximadamente 270 empresas, la mayoría extranjera, distribuida en 17 estados de la república.

2010 Inversión extranjera y nacional en el sector: más de mil millones de dólares.

(cerca de 4,200 mil millones de dólares en los últimos 4 años), esperando mantenerla en más de 1,300 millones USD anual.

México es el país como el 15° proveedor de la industria aeroespacial a nivel internacional (9° en los Estados Unidos y 6° Unión Europea).

Se exporta principalmente a los mercados de EEU, Canadá, Alemania y Francia.

Emplea del orden de 33.000 personas

En el 2010 las exportaciones de la industria fue de 3.266 millones de dólares (con balanza comercial superavitaria de más de 401 millones de dólares).

2011 monto de exportaciones mexicanas del orden de 4.500 millones de dólares.

Empresas	100%	266
Manufactura de partes y componentes;	79%	
Tareas de ingeniería de diseño, investigación y desarrollo	10%	
Tareas de mantenimiento, reparación y revisiones	11%	

Empresas de clase mundial: Honeywell, Bombardier, Grupo Safran, EADS, ITP Ingeniería y Fabricación (antes ITR), han servido como tractores para la formación de conglomerados industriales en regiones del país (norte y centro)

Ref: FEMIA [CDA_079DT_r7 ASV-SVP Aniv BNCT-ConferenciaSVP_130805.docx]



Perspectivas (hacia donde vamos en México)

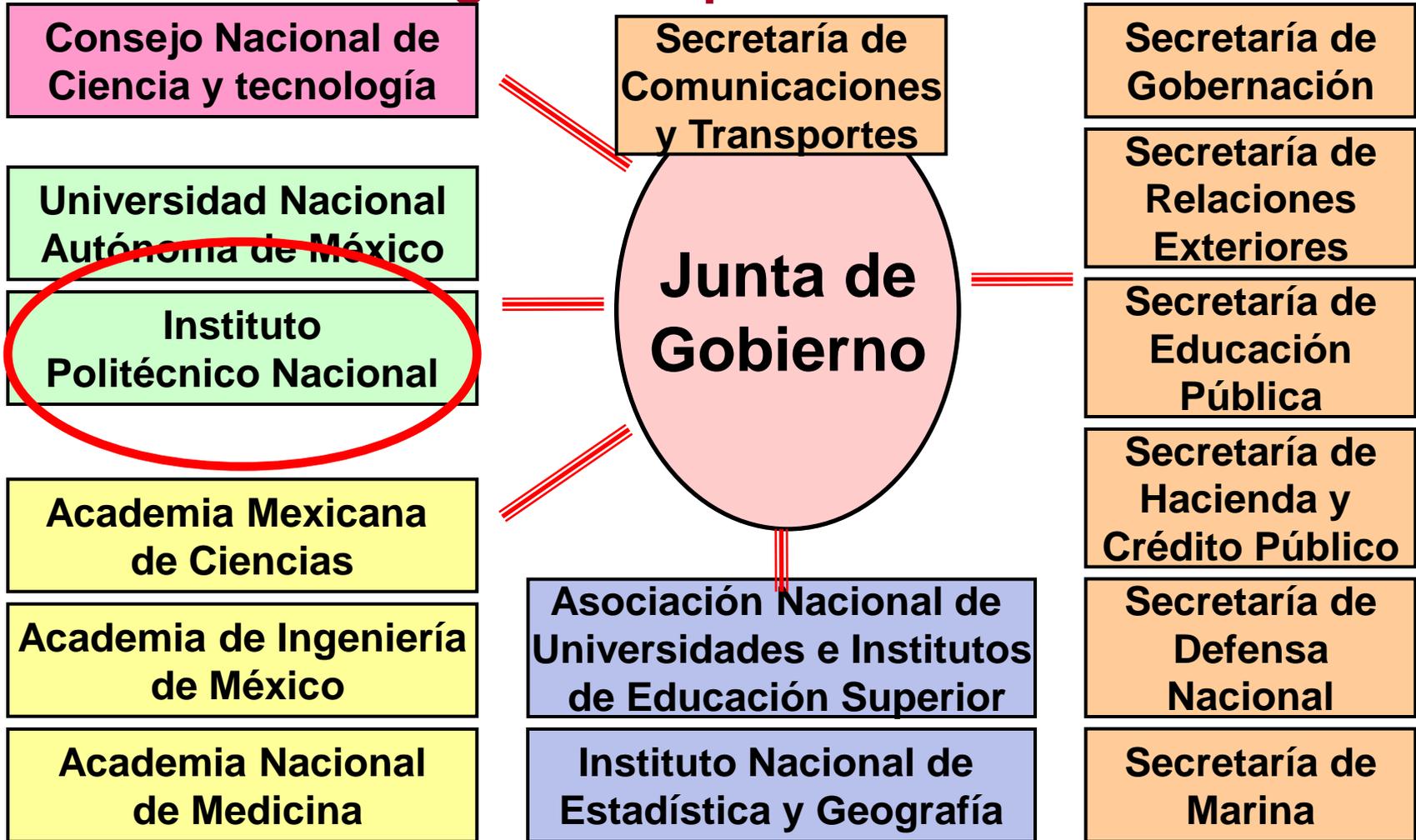
- México se ha incorporado recientemente a las actividades espaciales.
- En julio de 2010 se crea la Agencia Espacial Mexicana (AEM).
- Representantes de instituciones del ámbito académico participaron en: las actividades que condujeron a su creación; la elaboración de sus documentos base y su entrada en operación.
- Su Ley de creación determina la existencia de una Junta de Gobierno, de la cual forman parte titulares de instituciones académicas: AI; ANM; AMC; CoNaCyT; INEGI; IPN; UNAM; ANUIES.
- La Agencia es la instancia de máximo nivel decisorio en México en materia Espacial; a la fecha se han elaborado:
 - **Líneas Generales de la Política Espacial de México (julio de 2011);**
 - **Programa Nacional de Actividades Espaciales; guía para el desarrollo de las actividades espaciales en el País.**



Agencia Espacial Mexicana

Integración de la Junta de Gobierno (Art 7)

Agencia Espacial Mexicana





Agencia Espacial Mexicana Organigrama





Red de Ciencia y Tecnología Espaciales (RedCyTE)

Grupo de investigadores y empresarios interesados en la ciencia y tecnología espacial en México

- 2011.11.(23-25) Evento de arranque; CAT de FI-UNAM
 - Se enmarca en las Redes Temáticas de Investigación
 - Se orienta a impulsar el trabajo multidisciplinario y colaborativo en el sector espacial mediante proyectos que fomenten las actividades académicas e industriales relacionadas
 - Trabaja en conjunto con la Agencia Espacial Mexicana para el impulso de proyectos congruentes con la agenda nacional en materia espacial.
 - Participantes
 - 8 compañías,
 - 5 centros de IyD
 - 19 Instituciones de Educación Superior y
 - 2 Consejos de Investigación Estatales.
- <http://www.redcyte.com/>
 - Presidente:
 - Dr Saul Santillán Gutiérrez
 - saulsan@unam.mx
 - saulsan@servidor.unam.mx
 - CTA

Redes Temáticas de Investigación, auspiciadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CoNaCyT)

Herramienta para conjuntar en grupos de investigación a investigadores, tecnólogos y empresarios, con intereses en común y la disposición para colaborar y aportar sus conocimientos, habilidades y capacidades para impulsar sinérgicamente soluciones a problemas y temas estratégicos para el desarrollo del país.





Red de Ciencia y Tecnología Espaciales (RedCyTE)

Líneas de investigación y desarrollo



- **Aplicaciones de percepción remota,**
- **Sistemas de monitoreo y de comunicaciones,**
- **Instalaciones para integración, pruebas y certificación,**
- **Instrumentación para aplicaciones espaciales,**
- **Diseño y construcción de plataformas espaciales,**
- **Ciencias del espacio,**
- **Impulso al desarrollo de la industria espacial en México,**
- **Aplicación de la tecnología espacial para el bienestar social,**
- **Materiales para aplicaciones espaciales,**
- **Educación,**
- **Difusión y programas de atracción para jóvenes hacia las tecnologías espaciales.**

- **Iniciativa inter-institucional**
 - **Asocia personas; instituciones académicas y gubernamentales; industrias y empresas; asociaciones civiles**
- **Objetivo:**
 - **Contribuir en el desarrollo de las ciencia y tecnología aeroespaciales en nuestro país.**
- **Constituida:**
 - **20 de octubre de 2010,**
- **Objetivos.**
 - **Promover proyectos científicos y tecnológicos en materia aeroespacial, impulsando su desarrollo en todas sus especialidades y apoyando en particular el desarrollo tecnológico nacional.**
 - **Contribuir a la formación de recursos humanos especializados en ciencia y tecnología aeroespacial.**
 - **Organizar congresos y cursos enfocados en la temática de la aeronáutica y el espacio.**
 - **Publicación de materiales y literatura especializada en temas del campo aeroespacial.**
 - **Promover la cooperación entre instituciones académicas, organismos públicos y privados e industria aeroespacial.**

- **Iniciativa SATEX 2**

- **Propuesta de un nuevo proyecto inter-institucional para el desarrollo de un microsatélite mexicano de percepción remota y comunicaciones seguras**
- **Basado en**
 - La experiencia de investigadores mexicanos interesados en el tema espacial y que participan en proyectos relacionados.
 - Capacidad de desarrollo disponible, entre las instituciones que participaron en el proyecto Satex (1993-1995).
- **Cargas útiles:**
 - Cámara multi-espectral de alta resolución
 - Comunicaciones de banda ancha en banda Ka
 - Comunicaciones ópticas,
 - Aplicaciones científicas de interés nacional ; detección de contaminación ambiental, medición de humedad atmosférica, temperatura del mar, etc.



Interés y responsabilidad del IPN en actividades espaciales



- **Interés:**

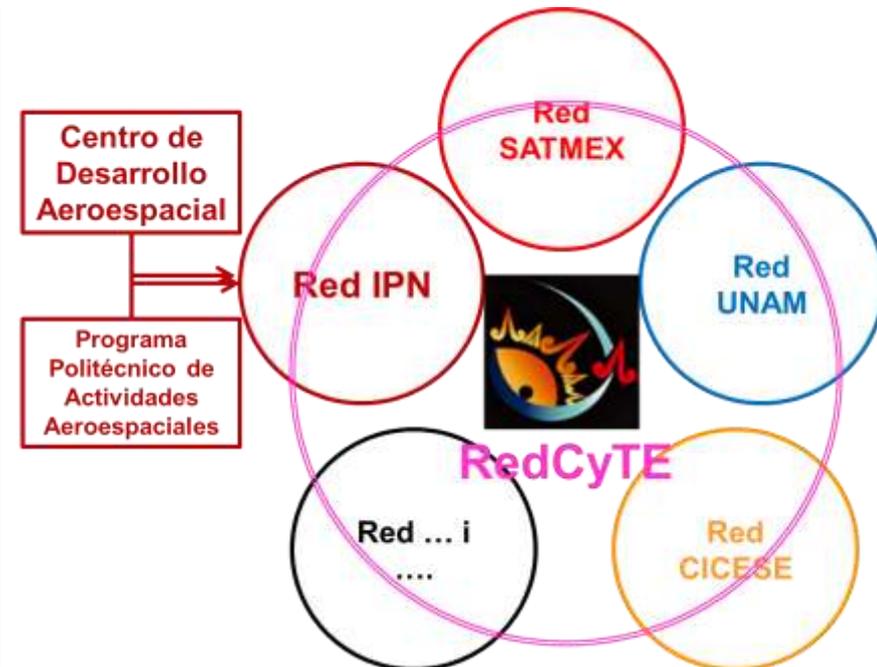
- De manera directa, o a través de sus egresados, el Instituto ha contribuido al inicio y desarrollo de las actividades del país en materia espacial.
- En 1937 creó la carrera de Ingeniería Aeronáutica; durante décadas fue la única institución nacional que atendió esta disciplina.

- **Responsabilidad:**

- Su origen, propósitos y la Ley Orgánica que rige su vida académica, facultan y definen para el Instituto la responsabilidad del desarrollo del conocimiento en materia científica y tecnológica.
- Comparte el criterio de que los conocimientos, tecnología y productos de la actividad aeroespacial contribuyen de manera esencial al desarrollo científico, cultural, económico y social de las naciones.

Compromisos vinculantes del IPN ante entes rectores en materia espacial

- El Instituto requiere de una instancia específica que desarrolle una capacidad de respuesta adecuada a las acciones que en materia Espacial realiza el país:
 - A través de su titular, forma parte de la Junta de Gobierno de la Agencia Espacial Mexicana (AEM)
 - Participa en el Consejo Técnico Académico de la Red de Ciencia y Tecnología Espaciales, auspiciada por el CoNaCyT
 - Forma parte de la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aeroespacial (SoMeCyTA)





Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Propósito



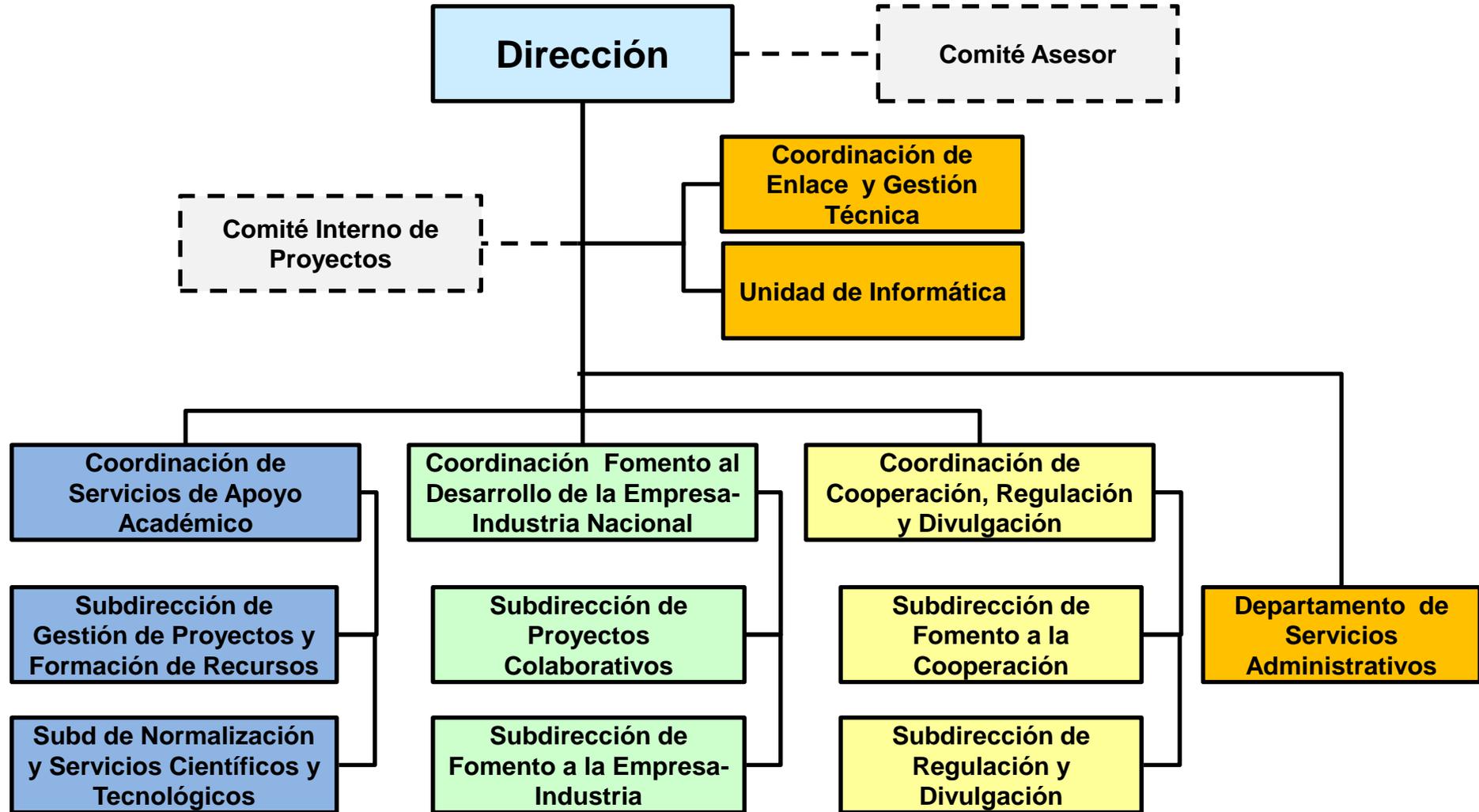
- **En abril de 2012, el Instituto Politécnico Nacional creó el Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA).**
- **Su existencia pretende ofrecer un instrumento científico-tecnológico que apoye la política y el Programa Nacional de Actividades Espaciales, y coordine las acciones institucionales en la materia; bajo la consideración de la importancia que este sector tiene por su impacto en los sistemas político, económico y social.**



Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA) Organigrama



Instituto Politécnico Nacional Centro de Desarrollo Aeroespacial 2012





Centro de Desarrollo Aeroespacial Objetivos



Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Modelo de operación

Agencia Espacial Mexicana Objetivos Estratégicos
OE1 Marco institucional adecuado.
OE2 Actividades espaciales relevantes
OE3 Articulación de sectores público y privados
OE4 Fomento en función del impacto
OE5 Cadenas productivas vinculen a los sectores
OE6 Cooperación internacional; acuerdos
OE7 Desarrollo de industria espacial
OE8 Cultura social de conocimiento espacial.
OE9 Política espacial para preservar valores

Agencia Espacial Mexicana Líneas Generales de la Política Espacial
LGP1. Rectoría del Estado
LGP2. Autonomía del país en la materia
LGP3. Protección a la soberanía y seguridad nacional
LGP4. Protección a la población
LGP5. Sustentabilidad ambiental
LGP6. Investigación, desarrollo científico, tecnológico e innov
LGP7. Desarrollo del sector productivo
LGP8. Formación de RH
LGP9. Coordinación, reglamentación y certificación
LGP10. Cooperación internacional
LGP11. Divulgación de actividades <i>aeroespaciales</i>
LGP12. Financiamiento
LGP13. Organización y gestión.

Centro de Desarrollo Aeroespacial Objetivos
Formación, capacitación y entrenamiento de recursos humanos de alto nivel
Desarrollo tecnológico, e innovación
Fomento y reorientación industrial
Colaboración e intercambio (Aeroespacial y Telecomunicaciones)
regulación y normalización en la materia
difusión y divulgación
Gestión de operativa



- **Modelo de operación académica basado en:**

- **Referentes nacionales adoptados para el desarrollo espacial.**
 - Agencia Espacial Mexicana (AEM).
 - Líneas Generales de la Política Espacial de México. →
 - Red de Ciencia y Tecnología Espacial (RedCyTE).
 - Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aeroespacial (SoMeCyTA).
- **Líneas de trabajo y ámbitos de actividad institucionales.**
- **Enfoque de gestión de Proyectos (Caso Aeroespacial).**



Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Líneas generales de trabajo



Líneas de Trabajo

- **Posicionamiento de vehículos y Artefactos**
 - **Diseño y construcción**
 - **Lanzamiento y ubicación**
 - **Transporte espacial**
 - **Operaciones y control**
 - **Otros**
- **Vehículos Espaciales y Artefactos**
 - **Diseño y construcción**
 - **Control**
 - **Operación y explotación**
 - **Otros**
- **Explotación de Sistemas y Recursos Espaciales (Información)**
 - **Exploración y observación**
 - **Espacial**
 - **Terrenal**
 - **Otros**
 - **Servicios y explotación**
 - **Telecomunicaciones**
 - **Percepción remota**
 - **Medio Ambiente y cambio climático**
 - **Recursos hídricos**
 - **Agricultura y Alimentación**
 - **Prevención de desastres**
 - **Control Territorial**
 - **Seguridad Humana y Nacional**
 - **Educación**
 - **Medicina**
 - **Otros**
 - **Aplicaciones generales**



Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Ámbitos generales de actividad



Ámbitos de Actividad

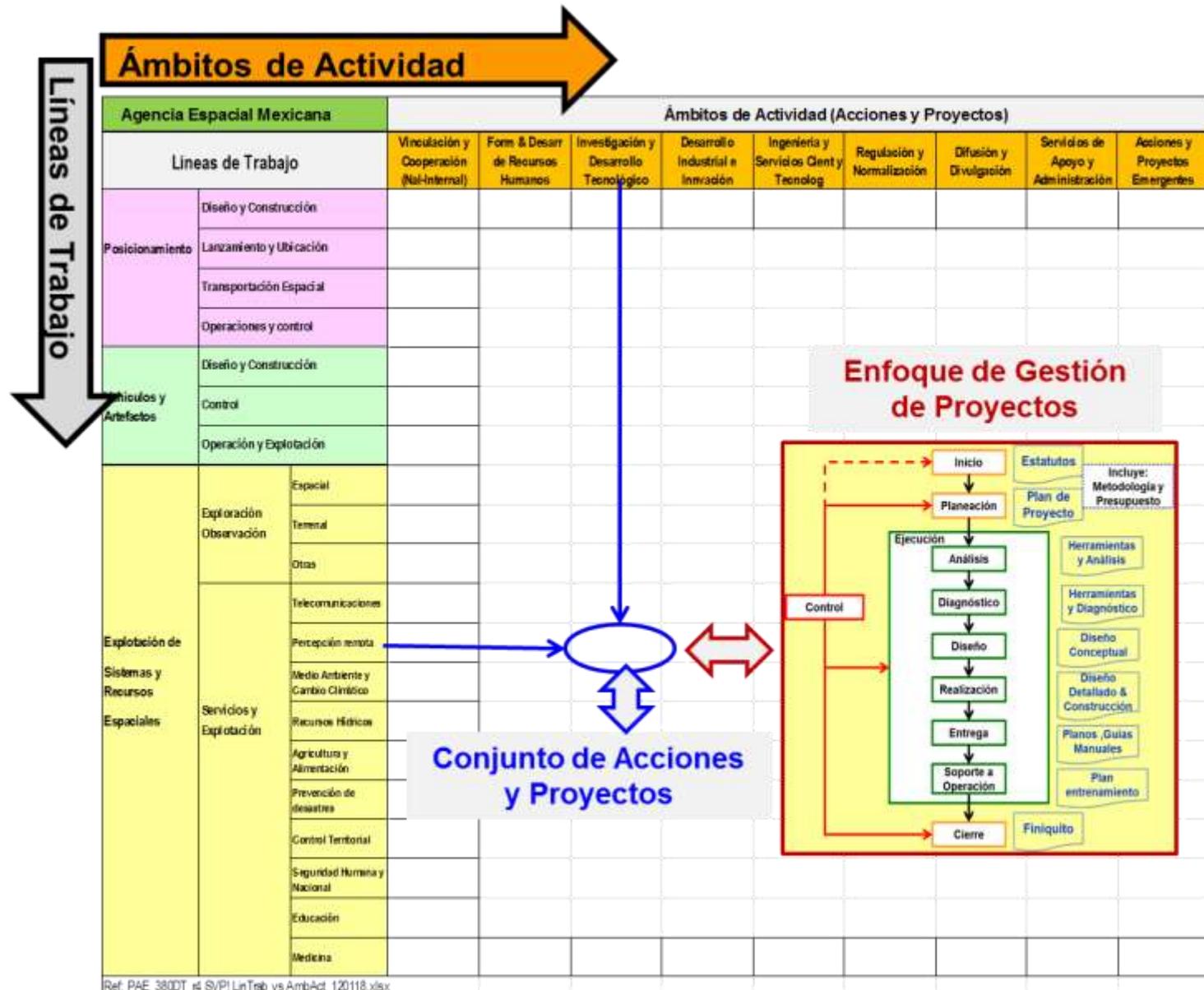
- **Formación y desarrollo de recursos humanos**
 - **Alto nivel**
 - **Maestría**
 - **Doctorado**
- **Desarrollo tecnológico (incluye participar en acciones de Investigación)**
 - **Satélites pequeños**
 - **Aeronaves**
- **Fomento al desarrollo industrial e innovación**
 - **Asesoría (Gestión de Proyectos Espaciales)**
- **Ingeniería y servicios científicos y tecnológicos**
 - **Proyectos emergentes**
- **Vinculación y cooperación**
 - **Aeroespacial y Telecomunicaciones**
- **Regulación y normalización**
- **Difusión y Divulgación**
- **Servicios de apoyo y Administración**



Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)



Líneas de trabajo & Ámbitos de actividad) / Enfoque de gestión de proyectos





Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Campos de trabajo CDA (1)

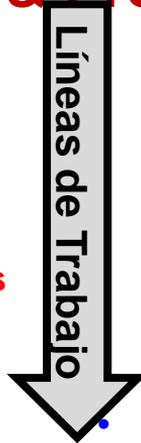


- **Considerando:**
 - **elevado costo relativo de las actividades espaciales,**
 - **las limitaciones de las asignaciones presupuestales para actividades científicas y tecnológicas (nacional e institucional)**
- **Programa Institucional de Actividades Aeroespaciales PIAE cinco campos de acción.**
 - **Derivan de las responsabilidades institucionales**
 - **Corresponden a los esquemas de planeación y líneas de trabajo de la Agencia Espacial Mexicana (responsable del desarrollo Aeroespacial en el país.**
 - **Campo 1.- Formación de recursos humanos**
 - *Proyecto eje: Programa de Posgrado Interinstitucional en Ingeniería Aeroespacial con participación Internacional.*
 - **Campo 2.- Desarrollo de tecnología aeroespacial**
 - *Proyecto eje: Asimilación y desarrollo de conocimiento y tecnología para diseño de satélites pequeños*
 - **Campo 3.- Fomento al desarrollo industrial e innovación**
 - *Proyecto eje: Metodologías de proyectos espaciales y de gestión de procesos industriales*
 - **Campo 4.- Vinculación y cooperación, nacional e internacional**
 - *Proyecto eje: Creación de un Centro de Excelencia en Telecomunicaciones vinculado a la UIT*
 - **Campo 5.- Plan de Difusión y divulgación**
 - *Proyecto eje: Difusión y Divulgación*



Centro de Desarrollo Aeroespacial (CDA)

Líneas de trabajo & Proyectos y acciones



- **Formación de recursos humanos**
 - Programa de posgrado internacional
 - Gestión de proyectos satelitales
- **Desarrollo tecnológico**
 - **Posicionamiento de vehículos y Artefactos**
 - Cohetes ligeros
 - Globos
 - Propelentes
 - **Vehículos Aeroespaciales y Artefactos**
 - Aeronaves autocontroladas
 - Satélites pequeños
 - Subsistemas
 - » Estructura
 - » Sistema térmico
 - » Estabilidad y apuntamiento
 - » Telemetría , Telecomando y Control
 - » Computadora a bordo
 - » Procesamiento de datos
 - » Sistema de energía
 - » Carga útil
 - » Terminal terrena
 - Microsatélites
 - Picosatélites
 - » CubeSat / CanSat
 - **Explotación de Sistemas y Recursos Espaciales (carga útil)**
 - **Observación de la Tierra**
 - Percepción remota
 - Sistemas de comunicación vía satélite
 - Sistemas de posicionamiento y navegación satelital

Desarrollo industrial

- Asesoría técnica y de gestión
- Formación de líderes de proyectos espaciales
- Proyectos con unidades institucionales
- Observatorio de tecnología espacial y ramas fines
- Servicios científicos y tecnológicos

Vinculación y cooperación

- Regulación y normalización
- Red de expertos en sistemas aeroespaciales
- **Proyectos colaborativos**
 - SATEX 2
 - Painani
- **Representación institucional**
 - **Organismos internacionales**
 - Unión Internacional de Telecomunicaciones
 - Unión Internacional de Astronáutica
 - **Entidades nacionales**
 - Agencia Espacial Mexicana (AEM)
 - Red de Ciencia y Tecnología Espaciales (RedCyTE)
 - Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Aeroespacial (SoMeCyTA)
 - Instituciones de Educación Superior
- **Divulgación**
 - **Comunidad Aeroespacial CUDI**



Datos de contacto

– Sergio Viñals Padilla

- svinals@prodigy.net.mx
- (52-55) 5729-6000 Ext 64 665
- www.cda.ipn.mx
- Centro de Desarrollo Aeroespacial del IPN
 - CEC Unidad Allende del IPN; Patio de la Higuera;
Belisario Domínguez 22; Col. Centro; D. F.; CP 06010;
México.



Glosario



- **PROYECTO ESPACIAL**
 - Proyecto que produce un sistema espacial.
- **SISTEMA ESPACIAL**
 - Sistema que contiene, al menos, un elemento espacial.
- **SUBSISTEMA**
 - Conjunto de elementos interdependientes constituidos para lograr un objetivo dado, mediante la realización de una función especificada, pero que, por si mismo, no satisface la necesidad del usuario.
- **ELEMENTO ESPACIAL**
 - Producto, o conjunto de productos previstos para una operación en el espacio.
- **MISIÓN**
 - Tareas específicas, deberes o funciones definidas para ser realizadas por un sistema.



Glosario



- **MODELO**
 - Representación, física o abstracta, de los aspectos relevantes de un elemento, o proceso que se crea como base para realizar cálculos, predicciones o evaluaciones requeridas.
- **PROYECTO**
 - Proceso único, consistente de un conjunto de actividades coordinadas y controladas, con fechas de inicio y término, realizadas para lograr un objetivo, conformándose a requerimientos específicos, e incluyendo restricciones de tiempo, costos y recursos.
- **DISEÑO Y DESARROLLO**
 - Conjunto de procesos que transforman *requerimientos en características* especificadas, o en la *especificación* de un *producto, proceso, o sistema*.
- **DOCUMENTO DE REQUERIMIENTOS DE UN PROYECTO**
 - Documentos que establecen los requerimientos, incluyendo la totalidad de referencias normativas.



- **ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**
 - Especificación que expresa los requerimientos técnicos para el diseño o desarrollo de una solución por implementar.
- **CARACTERÍSTICA**
 - Rasgo, inherente, o asignado, de naturaleza cualitativa o cuantitativa, que distingue a los elementos dentro de una clase dada
- **CONFIGURACIÓN**
 - Características, físicas o funcionales, de un producto, definidas en “documentos de definición de configuración” sujetos a una línea base de configuración.
- **DOCUMENTO DE CONFIGURACIÓN**
 - Documento que define, para un elemento de configuración, sus requerimientos sobre funcionalidad, diseño, construcción, producción y verificación.



Glosario



- **INTERFASE**
 - Frontera común entre dos elementos de un sistema, de naturaleza mecánica, térmica, eléctrica, u operacional.
- **CARGA ÚTIL**
 - Complemento total de instrumentos específicos, equipo especial, hardware de soporte, consumibles incorporados en un vehículo especial para realizar una actividad discreta en el espacio.
- **PROCESO**
 - Conjunto de actividades interrelacionadas que transforman entradas en salidas.
- **PRODUCTO**
 - Resultado de un proceso.
- **CALIDAD**
 - Grado con el cual un conjunto de características, inherentes o inducidas, satisfacen los requerimientos.