

PLAN DE ÓRBITA 2.0

MAPA DE RUTA DEL SECTOR ESPACIAL MEXICANO

PLAN DE ÓRBITA 2.0

MAPA DE RUTA DEL SECTOR ESPACIAL MEXICANO

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Ildelfonso Guajardo Villarreal
Secretario de Economía

Óscar Ignorosa Mijangos
Director General de Comunicación Social

PROMÉXICO

Paulo Carreño King
Director General

Marco Erick Espinosa Vincens
Jefe de la Unidad de Inteligencia de Negocios

Claudia Esteves Cano
Directora Ejecutiva de Estrategia

José Mariano Moreno Blat
Coordinador de Estrategia y Análisis Prospectivo

Itziar Gómez Jiménez
Coordinadora de Comunicación Institucional

Isabel Vieyra Jiménez
Directora de Publicaciones y Contenidos

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Gerardo Ruiz Esparza
Secretario de Comunicaciones y Transportes

Edgar Olvera Jiménez
Subsecretario de Comunicaciones

AGENCIA ESPACIAL MEXICANA

Francisco Javier Mendieta Jiménez
Director General

Carlos Duarte Muñoz
Coordinador General de Formación de
Capital Humano en el Campo Espacial

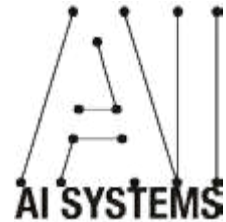
David Muñoz Rodríguez
Coordinador General de Investigación
Científica y Desarrollo Tecnológico Espacial

José Javier Roch Soto
Coordinador General de Desarrollo Industrial,
Comercial y Competitividad en el Sector Espacial

Rosa Ma. Ramírez de Arellano Y Haro
Coordinadora General de Asuntos Internacionales y
Seguridad en Materia Espacial

Tiburcio Montalvo Naranjo
Coordinador General de Financiamiento y
Gestión de la Información Materia Espacial

MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



AIRBUS



axon' câble & interconnectique



Honeywell
THE POWER OF CONNECTED

HUGHES



MXSPACE
INICIATIVA ESPACIAL MEXICANA



knoware

LOCKHEED MARTIN



NEC



Este Mapa de Ruta fue coordinado por la Dirección Ejecutiva de Estrategia de ProMéxico, a cargo de Claudia Esteves Cano, en colaboración con la Agencia Espacial Mexicana.

ELABORADO POR

AGENCIA ESPACIAL MEXICANA

Javier Roch Soto
Bereniz Abril Castañeda Talavera
María Teresa Rodríguez Méndez

PROMÉXICO

José Mariano Moreno Blat
Gerardo Castrejón Delgado

KNOWARE

Manuel Sandoval Ríos
Diego Humberto Ortiz Porcayo
Gibran Javier Quiroga Prado
Efrén Igor Serrano Acuña

© 2017, ProMéxico
Camino a Santa Teresa 1679
Colonia Jardines del Pedregal
Delegación Álvaro Obregón
Ciudad de México, México, 01900
www.gob.mx/promexico
promexico@promexico.gob.mx

Segunda edición (no venal)
Ciudad de México, 2017

El contenido de este documento puede ser utilizado para fines académicos y de divulgación, y para el diseño e implementación de estrategias, programas y políticas que impulsen el desarrollo del sector espacial mexicano, siempre y cuando se cite debidamente la fuente y se dé el crédito correspondiente a las instituciones y organismos que participaron en su elaboración.

ProMéxico y la Agencia Espacial Mexicana no se hacen responsables de imprecisiones en la información contenida en esta edición, derivadas de actualizaciones posteriores a la fecha de publicación.

Índice

PRESENTACIÓN	10
ANTECEDENTES	12
CAPÍTULO 1	16
La economía del espacio	
1.1 Definición y características del sector espacial	
1.2 Panorama internacional	
1.2.1 Características y evolución del mercado global	
1.2.2 Ecosistema de actores	
1.2.3 The Rainforest Canvas	
1.3 La actividad espacial en México	
1.3.1 Actores del sector espacial en México	
1.3.2 The Rainforest Canvas México	
1.3.3 Estados con mapa de ruta en el sector	
CAPÍTULO 2	40
Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas	
CAPÍTULO 3	50
Análisis de tendencias	
3.1 Tendencias	
3.1.1 Tendencias globales	
3.1.2 Tendencias en el sector espacial	
3.1.3 Tendencias en nichos asociados	
CAPÍTULO 4	60
Estrategia del sector espacial mexicano	
4.1 Hitos y proyectos estratégicos	
4.1.1 Ejes temáticos	
4.1.2 Hitos estratégicos	
4.2 Encuesta de la industria espacial mexicana	
CONCLUSIONES	86
ANEXO	90
Directorio de empresas	
REFERENCIAS	108

PRESENTACIÓN

La industria aeroespacial en México ha crecido de manera significativa en los últimos años y es un sector en constante evolución. El presente Plan de Órbita 2.0 nace como una propuesta que da continuidad a la primera versión y que de igual manera fue desarrollada en forma colaborativa bajo el modelo de triple hélice, con diversos participantes que, a partir de sus cualificaciones profesionales, conocimientos especializados y experiencia, elaboraron un documento que presenta una estrategia con una visión a futuro y ubica las alternativas de procesos, productos, servicios y tecnologías más recientes.

El rol de esta industria, que contribuye de manera importante a la economía mexicana —a través de la creación de empleo, la transferencia de tecnología, la promoción y la capacitación de recursos humanos— ha logrado consolidar las capacidades productivas del país y es nuestro interés compartir esta visión, como un catalizador de nuevas y mejores oportunidades de negocio para México.

En el curso de la última década, México se ha convertido en uno de los países más competitivos para la inversión productiva del sector aeroespacial. El desarrollo de la industria ha sido tal, que actualmente somos el décimo cuarto productor aeroespacial a nivel mundial y el séptimo proveedor de la industria en Estados Unidos.

En el sector espacial nos sumamos a una visión moderna que involucra el desarrollo de valor nacional con aplicaciones en áreas diversas para crear sinergias con otras industrias a partir de nuevos modelos de negocio; esto deberá permitirnos fortalecer nuestras capacidades científicas y de innovación, así como ser más competitivos tanto en actividades de manufactura como de servicios.

Las oportunidades que brinda esta industria van más allá de la creación de nuevas líneas de negocio y del desarrollo económico nacional. También ofrece soluciones que se orientan a la atención de las necesidades de la población en distintos ámbitos, por ejemplo: telecomunicaciones, salud, agricultura, prevención de desastres, seguridad y otros más. Por ello, su impacto comprende múltiples beneficios orientados a mejorar la calidad de vida de los mexicanos.

El éxito de esta estrategia permitirá aprovechar y aplicar adecuadamente todas las ventajas que ofrece la industria que seguirá desarrollándose aún más en el futuro, por lo que lo mejor está aún por llegar. Expreso a todos los participantes mi respeto por este esfuerzo.

En ProMéxico ha sido un honor encabezar, junto con la Agencia Espacial Mexicana, esta iniciativa. Redoblabamos esfuerzos para traducir las líneas estratégicas planteadas en oportunidades de negocio, siempre con el objetivo de generar impactos positivos para nuestro país.

— *Paulo Carreño King*
Director General de ProMéxico

El espacio ultraterrestre constituye un habilitador de soluciones para atender distintas necesidades de la sociedad, procurar su bienestar y servir como motor del desarrollo tecnológico e industrial de alto valor agregado. Partiendo de esta premisa, el *Plan de Órbita 2.0* se desarrolló de forma colaborativa entre la Agencia Espacial Mexicana, ProMéxico y un grupo de trabajo integrado por representantes de la academia, la industria y el gobierno (triple hélice), quienes a partir de su experiencia y visión —y teniendo como referencia el *Plan de Órbita 1.0*—, elaboraron este documento estratégico que establece hitos fundamentales para el desarrollo y aprovechamiento de las actividades espaciales, mediante proyectos integradores que buscan impulsar el desarrollo del sector espacial en México.

Las estrategias y retos planteados en este *Plan de Órbita 2.0* son especialmente importantes en una coyuntura en la que concurren un desarrollo notable de la industria aeroespacial mexicana, una acelerada actividad internacional de lanzamiento de nuevas y ambiciosas constelaciones de satélites, y la creciente necesidad del país por encontrar soluciones eficientes y eficaces a los requerimientos de su población en materia de seguridad, competitividad, educación, equidad, salud, inclusión digital, y sustentabilidad ambiental, así como a la soberanía nacional, ámbitos en los que el uso de la ciencia y la tecnología espaciales han demostrado ampliamente sus ventajas y potencial.

En este documento se proponen proyectos integradores y detonadores, bajo la figura de un clúster espacial nacional, que fortalecerán las cadenas de valor del sector espacial, a través de la innovación y la competitividad. Con estos proyectos se busca aprovechar las capacidades actuales y la oportunidades para establecer mecanismos retorno o compensación (*offsets*) para el desarrollo de nichos estratégicos, como puertos espaciales y vehículos de lanzamiento, medios para facilitar el acceso al espacio y reforzar las políticas nacionales para la conservación y ampliación de las posiciones orbitales con las que cuenta el país y el espectro radioeléctrico asociado, y aportar significativamente al desarrollo sustentable, de conformidad con la Política Espacial Mexicana.

Con el *Plan de Órbita 2.0* —integrado de forma renovada y conjunta entre empresas, academia y gobierno, a quienes reconozco su esfuerzo— se establecen las bases para el desarrollo sostenible de un sector espacial nacional fuerte y exitoso, aglutinado en torno a un clúster nacional. El compromiso de los sectores público, privado y académico con el mapa de ruta trazado, es un factor que permitirá alcanzar los objetivos sociales, económicos, tecnológicos, de seguridad nacional, de sustentabilidad ambiental y de posicionamiento internacional que se han establecido en esta estrategia.

— Dr. Francisco Javier Mendieta Jiménez
Director General de la Agencia Espacial Mexicana

ANTICIPATED



ANTECEDENTES

En 2012, la Agencia Espacial Mexicana (AEM) y ProMéxico llevaron a cabo esfuerzos conjuntos para articular de manera formal las actividades de fomento y promoción del desarrollo de la industria espacial mexicana. Uno de los resultados de estos esfuerzos fue la integración del *Plan de Órbita: mapa de ruta del sector espacial mexicano*, documento que recoge las perspectivas y propuestas de un grupo multidisciplinario conformado por actores de la triple hélice (industria, academia y gobierno). Así, se integró un primer mapa de ruta para el desarrollo de la industria espacial mexicana.

A cuatro años de la elaboración de aquel primer documento, y reconociendo que por la naturaleza del sector, cualquier estrategia encaminada a impulsar su desarrollo requiere de retroalimentación y actualización frecuentes, ProMéxico y la AEM decidieron dar continuidad a los esfuerzos realizados para generar el *Plan de Órbita 2.0*. Esta nueva versión incorpora los avances recientes del mercado espacial; da seguimiento a los acuerdos, proyectos y actividades de la primera versión; define líneas estratégicas específicas que toman en cuenta las nuevas tendencias, y propone acciones concretas para desarrollar y fortalecer la industria en los siguientes años, coordinando los esfuerzos de la academia, la industria y el gobierno en materia espacial.

Para la elaboración del *Plan de Órbita 2.0* se utilizó la metodología de mapa de ruta de Cambridge-ProMéxico. Se realizaron cuatro sesiones que contaron con la participación de un grupo de confianza diverso y multidisciplinario, capaz de expresar sus puntos de vista y adquirir compromisos a nombre de las organizaciones que representan. Este documento integra las ideas, opiniones y propuestas de dicho grupo y reconoce la labor de todos los actores involucrados.

El *Plan de Órbita 2.0* pretende marcar un punto inflexión en la consolidación de una industria de clase mundial. El objetivo es contar con una estrategia renovada y difundida, que permita aprovechar las fortalezas de los sectores público y privado, seleccionar mercados objetivo y nichos de oportunidad específicos, y crear proyectos innovadores para capitalizar la presencia de una industria aeronáutica sofisticada y potencialmente complementaria al sector espacial, con el liderazgo de la AEM a través de iniciativas integradoras.

GAPÍULO 1



LA ECONOMÍA DEL ESPACIO

La industria espacial es un sector en constante evolución y transformación. Los tiempos en los que las actividades de investigación y desarrollo se concentraban en dos grandes potencias económicas y en los confines de los ámbitos gubernamental y militar han quedado atrás, para dar paso a una industria cada vez más globalizada, diversa, dinámica y con un impacto tangible en la vida cotidiana de las personas.

Desde hace más de dos décadas, el espacio comenzó a percibirse no solo como una herramienta de posicionamiento geopolítico, sino como un instrumento para generar beneficios sociales e impactar positivamente la vida diaria de las personas al hacer posibles servicios como la telemedicina, la educación a distancia, el control de tráfico aéreo y los sistemas de monitoreo y pronóstico del clima, entre otros. Esta percepción respecto a la utilidad e impacto del espacio en la vida diaria, ha impulsado el interés de diversos actores para invertir en el sector espacial y se ha convertido en uno de los principales motores para su desarrollo.¹

La democratización del espacio también está ganando terreno.² Esto implica que las innovaciones científicas tecnológicas en términos de aplicaciones espaciales son cada vez más accesibles a diferentes actores; de igual forma, hay una creciente demanda comercial por aplicaciones y servicios relacionados con el espacio, particularmente en lo que se refiere al procesamiento de grandes cantidades de datos complejos. El desarrollo de capacidades en tecnologías de la información —sobre todo aquellas relacionadas con robótica, grandes datos, ambiente 3D e internet de las cosas— están generando cambios estructurales en el sector espacial.³

Además, la industria espacial ha impulsado el avance de otros sectores económicos, ya que la investigación y el desarrollo dentro del sector espacial crean procesos industriales, productos y nuevos materiales que son utilizados por una gran variedad de industrias, desde la de defensa y los sectores aeronáutico y automotriz, hasta la medicina.

Más aún, la globalización del sector se está acelerando.⁴ Mientras que en la década de 1980 solo unos cuantos países tenían la capacidad de construir y lanzar satélites, ahora es múltiple el número de naciones y actores que invierten en estas actividades; las cadenas de suministro para el desarrollo y operación de sistemas espaciales se están internacionalizando y el número y la diversidad de participantes en el sector están incrementando. Actualmente alrededor de 80 países están involucrados en actividades relacionadas con el espacio.⁵ Quizá la prueba más contundente de esto es la creación y operación por más de 15 años de la Estación Espacial Internacional, que engloba los esfuerzos de las principales agencias espaciales del mundo en la observación, exploración e investigación del espacio exterior, y que ha permitido la participación de muchos otros actores —incluyendo a México— en diversas actividades experimentales.

La creciente diversificación y el incremento en el número de participantes en el sector espacial a nivel global, así como la participación cada vez más intensiva de economías emergentes en él, abre nuevas oportunidades para países como México, que cuenta con las capacidades de manufactura avanzada que requieren las naciones que cuentan con proyectos espaciales en distintos ámbitos.

¹ IDA. *Global Trends in Space Volume 1: Background and Overall Findings*, 2015.

² OCDE. *The Space Economy at a Glance*, 2014.

³ IDA. *Global Trends in Space Volume 1: Background and Overall Findings*, 2015.

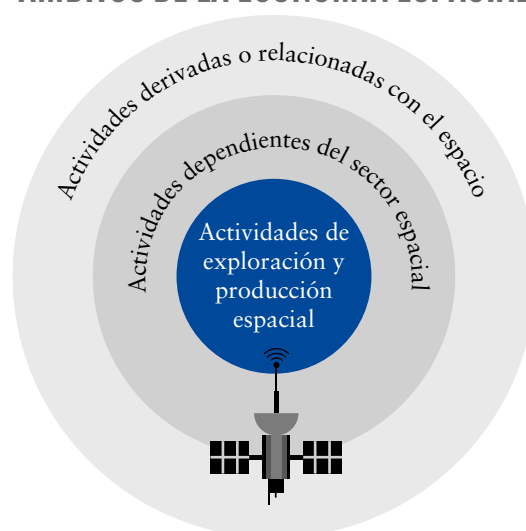
⁴ OCDE. *The Space Economy at a Glance*, 2014.

⁵ IDA. *Global Trends in Space Volume 1: Background and Overall Findings*, 2015.

1.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR ESPACIAL

Como sucede con muchas de las industrias intensivas en investigación y desarrollo, resulta difícil delimitar las actividades y productos del sector espacial. Tradicionalmente, la definición del sector espacial se acotaba a las actividades de ingeniería e investigación relacionadas directamente con la exploración del espacio exterior y el desarrollo de tecnologías espaciales.⁶ Sin embargo, esta definición se ha ido ampliando para reflejar la complejidad de la industria y su creciente influencia en otros sectores de la economía. En este sentido, se ha llegado al consenso de que existen tres ámbitos de influencia de la economía espacial: el de actividades derivadas o relacionadas con el espacio, el de actividades dependientes del sector aeroespacial y el de actividades de exploración y producción espacial.

ÁMBITOS DE LA ECONOMÍA ESPACIAL



Fuente: OCDE. *Handbook on measuring the space economy*, 2016















El ámbito de actividades derivadas o relacionadas con el espacio incluye las actividades de otros sectores económicos que se derivan de tecnologías espaciales o están relacionadas con las mismas, pero no dependen de ellas para su funcionamiento. Por ejemplo, desarrollos espaciales que eventualmente beneficiaron a las industrias automotriz y médica, así como sectores relacionados que se han visto altamente impactados por la industria espacial como la agricultura, el urbanismo y el sector defensa.

El segundo ámbito (*downstream*) define aquellas actividades dependientes del sector espacial; esto es, productos o servicios que no existirían sin señal o información satelital; por ejemplo, la transmisión de televisión vía satélite y los dispositivos GPS. Dentro de este ámbito se reconocen tres grandes categorías: telecomunicaciones, observación terrestre y navegación.

Finalmente, el tercer ámbito (*upstream*) se refiere a las actividades de investigación, manufactura y producción de tecnologías directamente relacionadas con el espacio. Este ámbito define a la industria espacial tradicional e incluye actividades que van desde la investigación básica hasta la integración y desarrollo de sistemas espaciales completos. En este ámbito se encuentran, por ejemplo, los vehículos de lanzamiento, los subsistemas de comunicación y manejo de datos, y los servicios de investigación básica y aplicada.

⁶ OCDE, 2012.

ACTIVIDADES DE EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN ESPACIAL

Actividad	Productos y servicios	Organizaciones involucradas
<i>Investigación básica y aplicada</i>	Investigación básica y aplicada	Universidades Centros de investigación
<i>Soporte científico y tecnológico</i>	Servicios de investigación y desarrollo Servicios de ingeniería (pruebas, diseño, etcétera)	 Altran (Francia)  Serco Group (Reino Unido)  Universidad de Ulster (Reino Unido)
<i>Proveedores de materiales y componentes</i>	Materiales y componentes para sistemas espaciales y terrestres: pasivas (cables, conectores, transformadores, entre otros) y activas (transistores, semiconductores, entre otros)	 M/A-COM (EEUU)  Thales Electron Devices (Francia)  Composite Optics (EEUU)
<i>Diseño y manufactura de equipo espacial y subsistemas</i>	Equipo electrónico y software para sistemas espaciales y terrestres Subsistemas para manejo de datos Subsistemas de guía, navegación y control Subsistema de energía Subsistemas de comunicación Subsistemas de propulsión	 Sodern (Francia)  Bradford Engineering B.V (Holanda)  Airbus Space Engineering (Italia)  Aeroflex (EEUU)  Snecma (Francia)
<i>Integradores y proveedores de sistemas completos</i>	Satélites completos/sistemas de órbita Vehículos de lanzamiento Centros de control y rastreo	 Airbus Space and Defence (Francia, Alemania)  Boeing (EEUU)  Israel Aircraft Industry (Israel)

Etapa de desarrollo

Fuente: OCDE. *Handbook on measuring the space economy*, 2016

La economía del espacio involucra los tres ámbitos de influencia y se entiende como la diversidad de actividades y recursos que generan beneficios sociales y económicos y que resultan de la exploración, entendimiento y explotación del espacio. En este sentido, la economía del espacio, en un concepto amplio, va mucho más allá del sector espacial *per se* (*upstream*), e incluye el creciente número de productos, servicios y conocimiento cuyo surgimiento ha sido posible gracias a la exploración del espacio.⁷

⁷ OCDE, *Handbook on measuring the space economy*, 2016

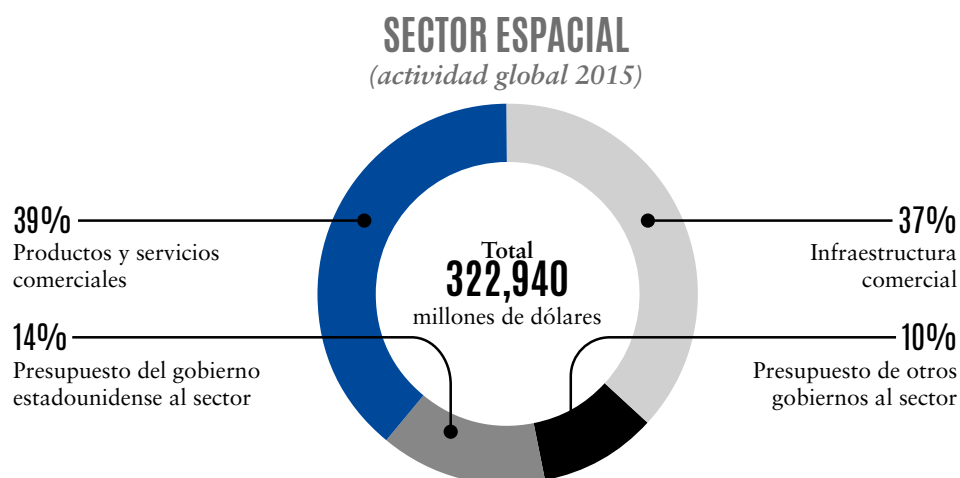


1.2 PANORAMA INTERNACIONAL

1.2.1 Características y evolución del mercado global

El sector espacial está en un periodo de reinversión y crecimiento. En 2015, se realizaron 86 lanzamientos, el tercer número más grande de lanzamientos en las últimas dos décadas. Asimismo, están surgiendo nuevos nichos y modelos de negocios, y la relación entre el gobierno y el sector privado se está redefiniendo.

El sector también ha crecido en términos reales en los últimos años. De acuerdo con datos de la Fundación del Espacio, el sector espacial global alcanzó un valor de 323 mil millones de dólares en 2015, siendo el sector comercial el más representativo, al generar tres cuartas partes del ingreso total.⁸



Fuente: OCDE, Space Foundation.

Los productos y servicios espaciales comerciales —telecomunicaciones, observación de la Tierra y navegación— fueron los que más generaron valor, al contribuir con 39 por ciento de los ingresos totales del sector. Este segmento de productos y servicios espaciales alcanzó un valor de 126 mil millones de dólares en 2015, lo que representó un crecimiento de 3.7 por ciento con respecto al año anterior.

Aunque Estados Unidos, Rusia y China se mantienen como las principales potencias espaciales del mundo,⁹ el número de países con actividades relacionadas con el espacio se ha incrementado considerablemente. Si bien más países están invirtiendo en el sector espacial, las prioridades en cuanto a los objetivos de dicha inversión son muy variadas.



















































































Es de destacar que las decisiones adoptadas durante la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones en 2015 (CMR 15) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), actualizan la reglamentación internacional para facilitar el acceso a posiciones orbitales satelitales, con la intención de agilizar los procedimientos de coordinación e inscripción en el registro internacional de frecuencias. En particular, obliga a las administraciones que actualmente ocupan posiciones orbitales a atender los requerimientos de coordinación que reciban, dentro de plazos específicos, y establece que en caso de que no lo hagan, tendrán que aceptar las interferencias que los nuevos satélites les puedan causar e incluso se podrían ver obligadas a suspender la operación de sus satélites. De igual forma, se establece que en los procesos de coordinación, solo se tomarán en consideración los nuevos sistemas satelitales que cumplan con las disposiciones reglamentarias que demuestren su veracidad, eliminándose prácticas de ocupaciones ficticias de posiciones orbitales. Todos los países, incluido México, deben poner atención especial en estos aspectos y llevar a cabo una planeación adecuada de las necesidades y oportunidades.

La gran variedad de actividades espaciales y las prioridades de cada país se muestran en la tabla que se presenta a continuación.

⁸ Space Foundation. *The Space Report*, 2016.

⁹ Euroconsult, 2016.

TIPO DE ACTIVIDAD ESPACIAL PARA PAÍSES SELECCIONADOS

		Gasto gubernamental 2014* (millones de dólares)	Observación de la Tierra	Servicios de comunicaciones satelitales	Ciencias y tecnologías de la exploración espacial
África y Medio oriente	 Arabia Saudita	35			
	 Sudáfrica	31			
	 Israel	24			
	 Turquía	58			
Asia	 Australia	297			
	 Malasia	17			
	 India	1,008			
	 Indonesia	59			
	 Japón	1,760			
	 China	2,662			
	 Corea del Sur	459			
Europa	 Agencia Espacial Europea	2,507			
	 Alemania	1,895			
	 Reino Unido	543			
	 Rusia	4,394			
América	 Estados Unidos	19,187			
	 México	125			
	 Brasil	487			
	 Argentina	192			
	 Canadá	325			
	 Perú				

* El gasto incluye solamente aplicaciones civiles.



Interés y desarrollo mínimo

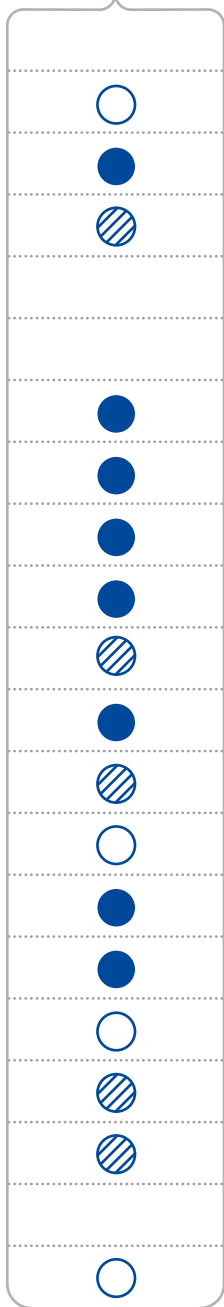


Con operaciones o está por comenzar, Alianzas internacionales

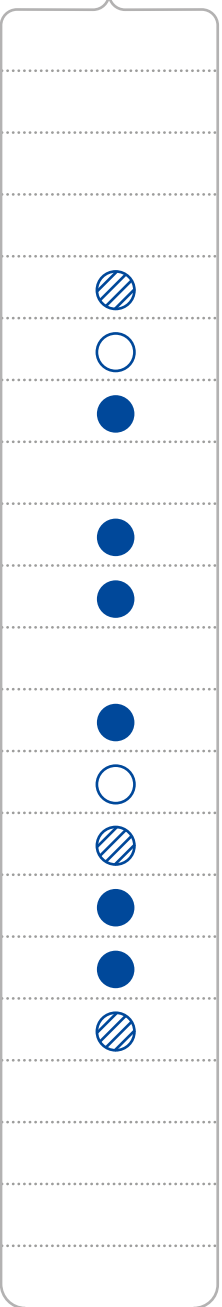


Completamente desarrollado y con operaciones independientes

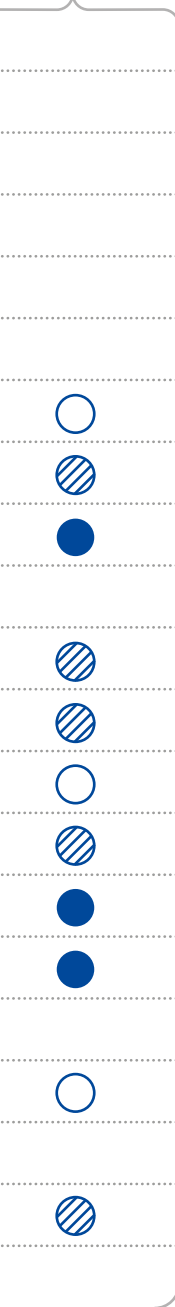
Capacidad de lanzamiento y acceder al espacio



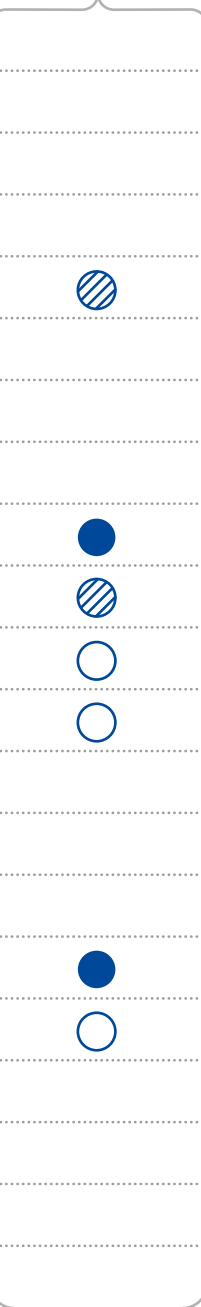
Navegación, posicionamiento y sincronización



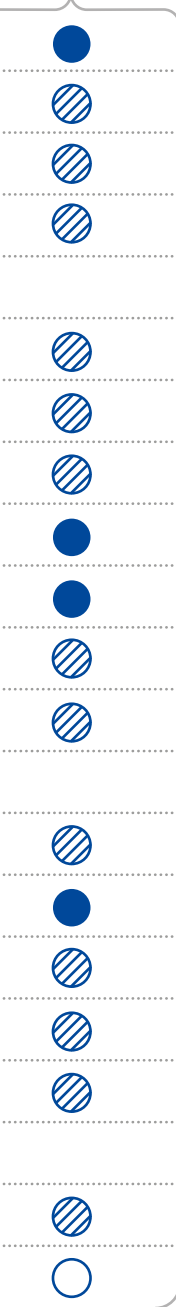
Vuelos espaciales tripulados



*Conciencia de la situación espacial**



Satélites pequeños



A partir de un análisis de las actividades de los distintos países en materia espacial, se puede desatacar lo siguiente:

Liderazgo regional

Las potencias espaciales de cada región —China para Asia, Rusia para Europa, Estados Unidos para América— desarrollan casi todas las actividades espaciales. Es difícil establecer una relación de causalidad entre liderazgo y diversidad de actividades; es decir, discernir si el liderazgo de estos países se determina porque explotan todas las actividades del espacio, o si incursionan en todas las actividades espaciales por su liderazgo.

Proveeduría regional

Los países con sectores espaciales menos desarrollados, pero con proximidad regional y comercial a grandes potencias pueden constituirse como los principales proveedores de insumos para estas potencias. En el caso particular de la industria estadounidense, México y Canadá resultan los proveedores naturales potenciales más importantes, tanto por la proximidad geográfica como por los acuerdos comerciales que existen entre estos países.

Actividades mayormente explotadas

Las actividades en las que se enfocan mayoritariamente los países con actividades espaciales son manufactura, y lanzamiento y utilización de satélites pequeños (nano, micro, femto). Asimismo, la observación de la Tierra, servicios de comunicación satelital y actividades de exploración del espacio son actividades que se realizan a través de las órbitas satelitales disponibles.

Nuevos nichos potenciales para las actividades espaciales

La sustentabilidad del espacio es un nicho de oportunidad pues muy pocas naciones se enfocan en la supervisión de las colisiones de materiales creados por humanos en el espacio —conocidos como basura espacial—. Otros nichos de oportunidad son el desarrollo de sistemas propulsivos para nanosatélites y la creación de drones para satélites GEO, ya sea para reparación o extensión de vida.

1.2.2 Ecosistema de actores

Desde los inicios del sector espacial, los principales actores involucrados en su desarrollo han sido el gobierno, la academia, el sector civil y el sector privado. Los gobiernos juegan un rol clave en el sector como inversionistas, operadores, reguladores, desarrolladores y consumidores de la infraestructura espacial. Las universidades, laboratorios y centros de investigación son motores de la investigación y la innovación espacial; y el sector privado tiene un papel importante en el desarrollo de cadenas de valor para la manufactura y provisión de servicios espaciales.¹⁰

Sin embargo, la influencia relativa de cada uno de estos actores y la relación entre ellos se han transformado considerablemente en años recientes;¹¹ el número de actores gubernamentales y privados se ha diversificado y el rol que cada uno de ellos juega dentro de la industria ha evolucionado. A continuación, se explica a mayor profundidad cómo se involucran cada uno de estos actores dentro del sector y su respectiva evolución.

Sector privado

El sector privado en la industria espacial ha pasado de ser un proveedor de servicios del gobierno a un desarrollador de servicios y tecnologías dirigidos a una diversidad de clientes. Hoy en día las empresas privadas se enfocan en actividades que tradicionalmente eran consideradas como exclusivas del ámbito gubernamental, desplazando al gobierno en algunos nichos.¹²

¹⁰ OCDE, *Handbook on measuring the space economy*, 2016

¹¹ IDA. *Global Trends in Space Volume 1: Background and Overall Findings*, 2015.

¹² IDA. *Global Trends in Space Volume 1: Background and Overall Findings*, 2015.

En años recientes ha surgido una cantidad importante de emprendedores y compañías privadas que desarrollan servicios y productos innovadores relacionados con el espacio y que se enfocan principalmente en clientes comerciales.

Esta nueva industria, conocida como *NewSpace*, se enfoca en servicios que tradicionalmente eran provistos por el gobierno, tales como los viajes espaciales, y busca abrir nuevos mercados para experiencias espaciales y actividad industrial.¹³

De 2011 a 2014, la cantidad de compañías *NewSpace* se incrementó de 100 a 800 y se estima que en 2015 la inversión en este tipo de empresas alcanzó un valor de 10 mil millones de dólares. Aunque estas compañías han surgido en distintas partes del mundo (Rusia, Australia, Israel, Argentina), la mayor cantidad de ellas se concentra en Estados Unidos y sus servicios se enfocan principalmente en lanzamiento y transporte, satélites y servicios de análisis de datos.¹⁴

Esta industria emergente está generando disrupciones importantes en el sector espacial al proveer servicios de bajo costo para consumidores no tradicionales de datos espaciales y al incentivar la inversión privada en subsectores que tradicionalmente no la recibían. Muchas de estas empresas provienen de sectores distintos al espacial; tal es el caso de Google con su proyecto Loon (originalmente Google X) y Facebook que ha incursionado en el desarrollo de drones, incluso hay algunas empresas en Israel que se dedican a la fabricación de satélites.

Otra de las grandes disrupciones en la industria ha surgido por parte de las empresas norteamericanas Blue Origin y SpaceX, que han conseguido lanzar vehículos al espacio y regresarlos con éxito a la Tierra. Uno de los retos más importantes para este tipo de actores es la reutilización de dichos vehículos, lo que les permitiría reducir sus costos de lanzamiento.¹⁵

Gobierno

Las inversiones gubernamentales son uno de los mayores motores de la industria espacial global y las políticas públicas han sido fundamentales para guiar el desarrollo de las industrias espaciales nacionales. Los gobiernos también han sido promotores de acuerdos y actividades de cooperación internacional que impulsan el fortalecimiento de la industria.

A nivel global, el gobierno de los Estados Unidos ha jugado un rol clave en el desarrollo de la base industrial del sector espacial. Actualmente, las mayores inversiones gubernamentales en el sector provienen del gobierno estadounidense, que en 2014 invirtió 19,187 millones de dólares tan solo en programas espaciales del sector civil; le siguen los gobiernos de Rusia y China, con inversiones por 4,394 y 2,662 millones de dólares, respectivamente.¹⁶

Pero el rol del gobierno también se está transformando. Algunos gobiernos están buscando nuevos modelos de desarrollo y están experimentando con modelos recientes de innovación y prácticas empresariales. La innovación abierta, los premios y el *crowdsourcing* están siendo utilizados en Estados Unidos y Europa para incentivar actividades relacionadas con el sector espacial.

En Estados Unidos, la relación entre el gobierno y el sector privado también está cambiando. El gobierno estadounidense está experimentando con iniciativas que permiten que el sector privado sea un socio del gobierno en vez de un mero contratista, así como con esquemas de pago conforme al cumplimiento de hitos y con la compra de servicios en lugar de productos.¹⁷

1.2.3 The Rainforest Canvas

El *Rainforest Canvas* es un gráfico que ayuda a visualizar el panorama de la industria desde todos sus ángulos. Esta representación gráfica ayuda a profundizar el entendimiento de los principales bloques que sostienen al ecosistema. Es importante aclarar que el gráfico hace mención de algunas empresas, instituciones y actores representativos, pero no pretende ser una representación exhaustiva de la industria espacial internacional.

¹³ NASA. *Emerging Space*.

¹⁴ IDA. *Global Trends in Space Volume 1: Background and Overall Findings*, 2015.

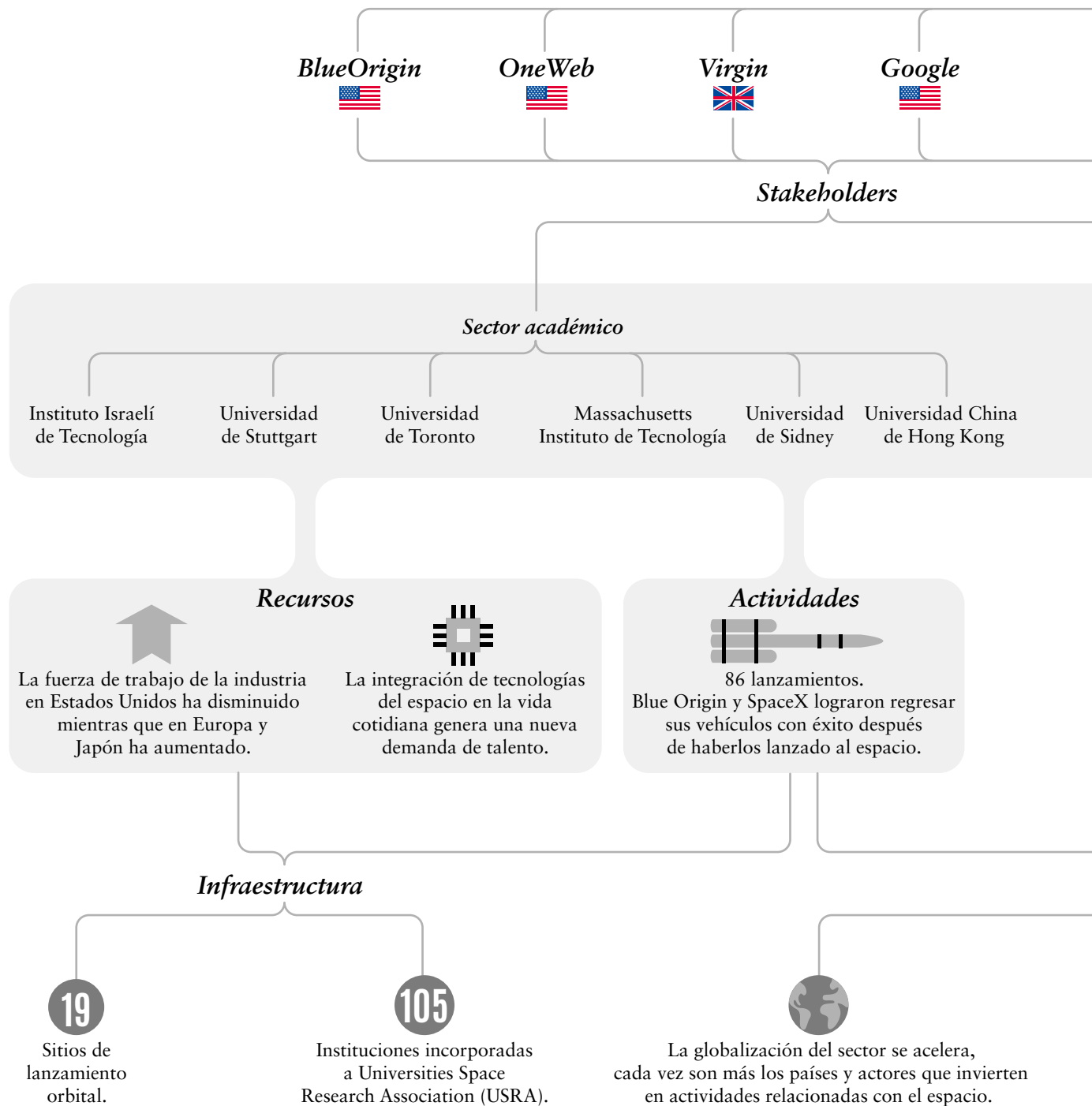
¹⁵ Space Foundation. *The Space Report*, 2016.

¹⁶ Euroconsult 2016.

¹⁷ IDA. *Global Trends in Space Volume 1: Background and Overall Findings*, 2015.

THE RAINFOREST CANVAS

Internacional



Fuentes: FAA, USRA, United Nations, investigación propia.

Empresas líderes

Airbus



Spacex



Atran



Thales



Gobierno



Las mayores inversiones provienen de los gobiernos de Estados Unidos, Rusia y China.



Marco regulatorio

El Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre establece el derecho internacional acerca del espacio y fue aprobado por las Naciones Unidas, el Instituto Internacional de Derecho Espacial (IISL), Nadcap y AS9100.

Compromisos



Anualmente la Administración Federal de Aviación publica *El Compendio Anual de Transporte Espacial Comercial*.



International Astronautical Congress.

Cultura



La industria espacial impulsa el avance de otros sectores económicos.

Modelos a seguir



Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Espacial



Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio



Agencia Espacial Canadiense



Administración Espacial Nacional China



Departamento de Espacio Indio Organización de Investigación Espacial

1.3 LA ACTIVIDAD ESPACIAL EN MÉXICO

La historia de la conquista del espacio va acompañada de la generación de conocimiento a través del desarrollo tecnológico y la innovación. México no es la excepción. La actividad espacial en el país comenzó en 1957¹⁸ —año geofísico internacional¹⁹ y el mismo año el en que la Unión Soviética envió el primer satélite artificial al espacio—.

El 28 de diciembre de 1957, un grupo de la Escuela de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) lanzó por primera vez en la historia del país un cohete con fines científicos. Con una longitud de 1.7 metros y un peso de ocho kilogramos, el cohete *Física 1* alcanzó una altura de 2,500 metros.²⁰

En 1959, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) impulsó la experimentación sobre la construcción de cohetes pequeños con el propósito de realizar mediciones de alta atmósfera. Se construyeron los cohetes SCT1 y SCT2, dos cohetes de propelente líquido de más de cuatro metros. El primero se lanzó en 1959 y alcanzó una altura de 4 mil metros; el segundo se lanzó en 1960 y alcanzó los 25 mil metros.

En 1960 se instaló una estación de rastreo en Guaymas, Sonora, en colaboración con la National Aeronautics and Space Administration (NASA). En 1962 se creó, por decreto presidencial, la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CONEE) que realizaron importantes investigaciones en todos los campos del sector espacial, incluyendo cohetes sonda. Ese mismo año, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) creó el Departamento del Espacio Exterior para estudiar la física del sistema solar.

La influencia del estudio espacial en México pronto intervendría en la vida diaria de los mexicanos. En 1968 las primeras transmisiones de televisión a color se realizaron en México, televisando los Juegos Olímpicos a través de los satélites de INTELSAT y de la Estación Terrena de Tulancingo, Hidalgo —la antena más grande del mundo en su tiempo—. Dos años después, en 1970, México se convirtió en el primer país en usar los satélites para servicio doméstico, lo que llevó al gobierno mexicano a adquirir su primer sistema de satélites: el Sistema Morelos, constituido por los satélites Morelos 1 y 2, y el centro de control satelital ubicado en Iztapalapa, Ciudad de México.

En la década de 1990, el sistema Morelos fue reemplazado por el sistema Solidaridad, el primero en manejar tres bandas de frecuencia —Ku, C y L—. Al mismo tiempo, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) logró poner en el espacio el microsatélite UNAMSAT B, con la finalidad de realizar estudios estadísticos de impacto de meteoritos en la atmósfera terrestre.

Tras muchos años de esfuerzo y múltiples propuestas, el 30 de julio de 2010, se promulgó la Ley que crea la AEM, como una iniciativa ciudadana que contempló los foros de consulta para la creación de la Política Espacial de México, misma que definiría los criterios rectores para las actividades de esta institución. Al cierre de la presente edición, la SCT llevaba a cabo los procesos para la integración de la política satelital de México.

Ante el término de vida de la banda L del satélite Solidaridad 2, la SCT impulsó el desarrollo del sistema MEXSAT, un sistema satelital enfocado a apoyar la seguridad nacional, y ampliar los enlaces de comunicación satelital y la cobertura social en México.

La AEM, ha contribuido al posicionamiento de México en el ámbito internacional, específicamente con la celebración del Congreso Internacional de Astronáutica 2017 (IAC 2017) en Guadalajara, Jalisco. Asimismo, la AEM ha desarrollado actividades relacionadas con el cambio climático, la prevención de desastres naturales, la observación de la Tierra y otros servicios satelitales como los sistemas de información geográfica y los sistemas satelitales de navegación global (GNSS).

1.3.1 Actores del sector espacial en México

El sector espacial mexicano está integrado por actores provenientes de la triple hélice: industria, academia y gobierno. La academia ha sido un pilar clave para el desarrollo del sector espacial en México; mientras que la participación gubernamental ha sido indispensable para el desarrollo del sector y en años recientes, particularmente a partir de la creación de la AEM, su influencia ha

¹⁸ A mediados de 1957, comenzó un programa para el diseño y construcción de cohetes encabezado por Gustavo del Castillo, director de la Escuela de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. [1] Martínez Mendoza J. R. (2010). *Cabo Tuna Una aventura espacial en San Luis Potosí*, Museo de Historia de la Ciencia de San Luis Potosí.

aumentado. En el caso de la industria, el ecosistema de empresas dedicadas a temas específicos del espacio en México es emergente, pero existen capacidades importantes desarrolladas por compañías de industrias afines al sector espacial, capaces de generar sinergias y complementariedades para el desarrollo de proyectos espaciales.

Academia

En México, el sector académico es el mayor productor de conocimiento en áreas relacionadas con el sector espacial. En 2015, México ocupó el lugar 20 en el Índice H, que mide la productividad y el impacto que generan las referencias a las publicaciones científicas.²¹ El país cuenta con instituciones de investigación y educación superior de calidad, que generan capital humano especializado, participan en el desarrollo de tecnología e innovación, promueven la cooperación internacional, las actividades de regulación y divulgación para el sector espacial. Entre las instituciones académicas más importantes están la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) —con los institutos de Geofísica, Ciencias Nucleares, e Ingeniería, y el Centro de Alta Tecnología—, el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)²², el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE)²³, la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ)²⁴, el Instituto Politécnico Nacional (IPN) —con las unidades Ticomán y Zacatenco de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME), el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital (CITEDI), y el Centro de Desarrollo Aeroespacial— y la Universidad Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP).

Las capacidades de las entidades académicas mexicanas favorecen la formación de capital humano de alta calidad en los niveles de licenciatura, maestría y doctorado, y van desde las ciencias básicas e ingenierías hasta los campos aeronáutico y aeroespacial. Algunas de estas capacidades, como el caso de aquellas en materia de ciencias nucleares, han permitido la participación en experimentos en la industria espacial internacional como el GEM-EUNSO.

Adicionalmente, las instituciones académicas mexicanas se desempeñan en distintos campos de investigación básica y aplicada, entre los que destacan las áreas de ingeniería aeronáutica, mecánica eléctrica, telecomunicaciones, astronomía, materiales²⁵, y electrónica geofísica.

En conjunto, las entidades académicas en México poseen la siguiente infraestructura:

- Laboratorios con capacidades para llevar a cabo verificaciones y pruebas del subsistema de telemetría.
- Infraestructura para la observación mediante telescopios, como son los casos de la Sierra de San Pedro Mártir²⁶, el Observatorio Astrofísico Guillermo Haro, el Gran Telescopio Milimétrico,²⁷ y el Observatorio Astrofísico Nacional de Tonantzintla en el estado de Puebla;²⁸ por mencionar algunos.
- Laboratorios para análisis geoespacial, cartografía digital, geofísica ambiental y espectrometría;²⁹ de comunicaciones inalámbricas, óptica, control, altas frecuencias, señales para comunicaciones, robótica, biocomputación, cómputo móvil y ubicuo, geomática y procesamiento digital de imágenes, óptica biomédica, superficies esféricas y robótica.³⁰
- Laboratorios y equipo relacionado con el procesamiento de materiales nanoestructurados para la caracterización de materiales de calidad espacial.
- Infraestructura para la validación de las comunicaciones entre satélites y la estación terrena establecida en la computadora como una estación de trabajo.
- Espacios dedicados al diseño y el desarrollo de terminales satelitales terrestres, sistemas de telemetría, evaluación de plataformas satelitales y utilización de dispositivos móviles para el monitoreo de alerta temprana.

²¹ SJR Country Rankings. www.scimagojr.co

²² Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.

²³ Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada <http://www.cicese.edu.mx/>

²⁴ Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones Espaciales (CIDTE) <http://cidte.uaz.edu.mx/>

²⁵ Agencia Espacial Mexicana, Catálogo y análisis de capacidades de investigación y desarrollo tecnológico espacial en México

²⁶ Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.astrossp.unam.mx/oanspm/index.php>

²⁷ Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. <http://inaoep.mx/>

²⁸ Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. <http://inaoep.mx/>

²⁹ Fuente: Agencia Espacial Mexicana, Catálogo y análisis de capacidades de investigación y desarrollo tecnológico espacial en México.

³⁰ Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. <http://inaoep.mx/>

- Infraestructura para capacidades de propulsión espacial y termovaciación³¹, de manufactura e integración satelital y desarrollo de satélites, propulsión y lanzadores, además de actividades en observación de la Tierra; desarrollo, difusión y transferencia investigación básica, aplicada y de desarrollo tecnológico de alto nivel en el área de electrónica.
- Recursos para la divulgación científica —como la publicación de la *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*—.³²

Gobierno

El sector público constituye una de las fuentes de financiamiento y utilización de la ciencia y tecnología espaciales en México. El sector gubernamental es responsable de 46.2 por ciento del gasto nacional en ciencia, tecnología e innovación,³³ y ha manifestado su interés por fomentar el desarrollo de la ciencia y tecnología espacial en el país. Lo anterior se vio reflejado en la aprobación de la ley que dio origen a la AEM en 2010 y a una Política Espacial vinculada al Plan Nacional de Desarrollo (PND). Asimismo, el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes busca atender las necesidades de conectividad del país, y entre sus estrategias dedica un espacio al desarrollo del sector espacial.

A través del Programa Nacional de Actividades Espaciales (PNAE 2013-2018) el gobierno mexicano busca generar una política de Estado de mediano y largo plazos, enfocándose en el desarrollo de capacidades nacionales en observación de la Tierra, tecnología de navegación global por satélite, transporte espacial, comunicaciones satelitales, aplicaciones para mejorar la eficiencia y seguridad de los medios logísticos, y monitoreo y vigilancia en carreteras.

Los principales actores gubernamentales involucrados en el sector espacial en México son la SCT, que busca promover sistemas de transporte que, mediante políticas públicas y estrategias como el proyecto México Conectado³⁴, contribuyan a ampliar la cobertura y accesibilidad de los servicios; la AEM, cuya misión es utilizar la ciencia y la tecnología espacial para atender las necesidades de la población mexicana y generar empleos de alto valor agregado, impulsando la innovación y el desarrollo del sector espacial; el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) y Telecomunicaciones de México (Telecomm), organismo descentralizado encargado de proporcionar los servicios de conducción de señales vía los satélites nacionales.

La AEM está sectorizada en la SCT y ha trabajado con otras instituciones para lograr metas conjuntas. Algunos de sus logros más destacados en los últimos años incluyen la integración de la Red Nacional de Datos Geomáticos, Espaciales y Astrofísicos; el desarrollo del plan estratégico para la consolidación del Centro Regional de Desarrollo Espacial de Zacatecas; la firma de acuerdos de cooperación en materia espacial con las agencias espaciales de China y Venezuela; el apoyo a jóvenes emprendedores con el Space BootCamp, en colaboración con la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial, y la creación del Fondo Sectorial AEM-Conacyt.³⁵

Además, dentro del sector gubernamental existen distintos actores que, si bien no están directamente relacionados con temas espaciales, son indispensables para el desarrollo del sector y sus aplicaciones. Entre ellos se encuentran las secretarías de la Defensa Nacional (SEDENA); de Marina (SEMAR); de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) —Comisión Nacional del Agua—; de Gobernación (SEGOB) —Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)—; de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) —Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera—; las comisiones nacionales para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Forestal (CONAFOR); Petróleos Mexicanos (PEMEX) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

³¹ Fuente: *El Financiero*. <http://www.elfinanciero.com.mx/bajio/micropropulsores-espaciales-made-in-queretaro.html> consultado el 1 de marzo de 2017.

³² Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México. <https://goo.gl/F2hmlK>

³³ Conacyt. *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación*, 2014.

³⁴ Programa Nacional de Actividades Espaciales 2013-2018.

³⁵ Programa Nacional de Actividades Espaciales 2013-2018.



Sector privado

México cuenta con una plataforma de manufactura avanzada consolidada, como resultado de los programas de atracción de inversión e integración de las industrias mexicanas a los principales corredores de manufactura en América del Norte.

La presencia de industrias complementarias espacial es un importante factor para el desarrollo del sector en México y debe ser aprovechada. En los siguientes párrafos se describe de manera breve cuáles son las principales capacidades con las que estas industrias cuentan actualmente, y su potencial para complementar las necesidades de la industria espacial en el país.

Industria Espacial

Con el fin de lograr mayor sinergia, empresas mexicanas con participación en este sector impulsaron la iniciativa espacial mexicana MXSpace, y han trabajado estrechamente con la AEM para alinear los intereses de la industria con los del país a través de proyectos integrales y detonadores.

Dentro de esta iniciativa se encuentran proyectos como un laboratorio privado dedicado al desarrollo de cargas útiles, operado por Aisystems en Chihuahua; una operación de Simple Complexity para la manufactura de placas de circuito impreso (PCB) para usos espaciales en Ensenada, Baja California; el desarrollo de femtosatélites por parte Thumbsat de México; el desarrollo de lanzadores para pequeñas cargas a órbita baja por parte de Ketertech y Datiotec, y el trabajo de Latitud 19:36 para el desarrollo de infraestructura y capacidades en segmento terrestre.

Industria electrónica³⁶

México cuenta con empresas manufactureras de componentes electrónicos y semiconductores con un alto valor tecnológico como Kyocera, Skyworks e Intel. Esta última, instaló en Jalisco un Centro de Investigación que desarrolla circuitos integrados de telecomunicaciones.

Además, 9 de las 10 principales empresas transnacionales de servicios de manufactura de electrónicos (EMS) —Foxconn, Pegaton, Flex, Jabil, New Kinpo Group, Sanmina, Celestica, Benchmark Electronics y Universal Scientific Industrial— tienen operaciones en el país.

Industria aeroespacial³⁷

El sector aeroespacial mexicano está conformado por empresas dedicadas a la manufactura, servicios de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO), ingeniería y diseño, y servicios auxiliares (aerolíneas, laboratorios de pruebas y centros de capacitación, entre otros) para aeronaves de tipo comercial y militar.

México se ha consolidado como uno de los líderes globales en el sector aeroespacial. Compañías importantes, como Bombardier, Grupo Safran, General Electric (GE), Honeywell y Eurocopter, han encontrado en el país las condiciones para desarrollar centros de diseño e ingeniería, laboratorios y líneas de producción.

Industria automotriz³⁸

El sector automotriz y de autopartes en México ha sido impulsado por la presencia productiva de las principales empresas armadoras de vehículos (ligeros y pesados) en el mundo, tales como: General Motors, Ford, Chrysler, Volkswagen, Nissan, Honda, BMW, Toyota, Volvo y Mercedes-Benz.

En total, existen en el país 24 complejos productivos en 14 estados del país, en los que se realizan actividades que van desde el ensamble y blindaje, hasta la fundición y el estampado de vehículos y motores. Actualmente, en México se producen más de 40 modelos de automóviles y camiones ligeros.

³⁶ ProMéxico. *Mexico Investment Map*. <http://mim.promexico.gob.mx/>

³⁷ ProMéxico. *Mexico Investment Map*. <http://mim.promexico.gob.mx/>

³⁸ ProMéxico. *Mexico Investment Map*. <http://mim.promexico.gob.mx/>

³⁹ ProMéxico. *Mexico Investment Map*. <http://mim.promexico.gob.mx/>

⁴⁰ ProMéxico. *Mapa de Ruta de Internet de las cosas (IoT)*.

<http://www.promexico.gob.mx/documentos/mapas-de-ruta/internet-of-things.pdf>

Tecnologías de la información^{39, 40}

La industria de tecnologías de la información (TI) en México está constituida por un importante universo de pequeñas, medianas y grandes empresas orientadas principalmente a la prestación de servicios. Algunas de las principales empresas multinacionales instaladas en México son IBM, Cisco, Microsoft, Ericsson y Softek.

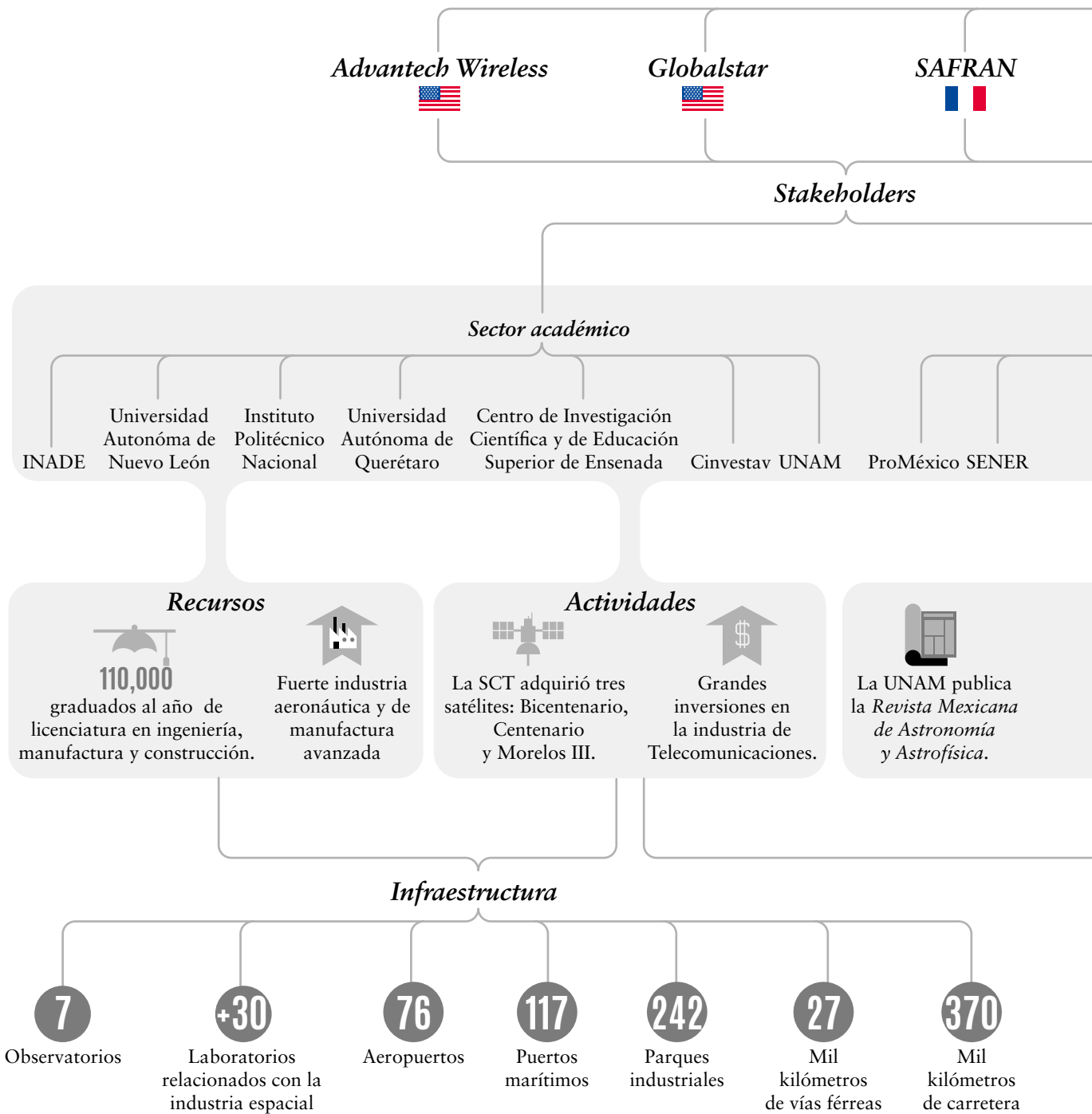
A pesar de que la tendencia del internet de las cosas (IoT) es reciente en el país, existen dos polos altamente competitivos, las ciudades de Guadalajara y su proyecto Ciudad Creativa Digital (CCD), y Puebla con el proyecto Capital Mundial de Innovación y Diseño. CCD es un espacio que concentra industrias creativas y de TI entre las que destacan videojuegos, animación digital, medios interactivos y aplicaciones móviles. ProMéxico ha identificado ya algunos sectores en donde serán invaluable las aplicaciones del IoT, como en los sectores salud, agrícola, energético, y de manufactura, entre otros.

1.3.2 The Rainforest Canvas México

En las siguientes páginas se presenta un gráfico de la industria en México, en el que se destacan los actores más representativos del sector. El *Rainforest Canvas* es un gráfico que, sin pretender ser una representación exhaustiva, ayuda a visualizar el panorama de la industria espacial mexicana, desde todos sus ángulos.

THE RAINFOREST CANVAS

Nacional



Fuentes: FAA, USRA, United Nations, investigación propia.

Empresas líderes

Honeywell



Airbus



UTC Aerospace Systems



Gobierno

SCT CONACYT AEM SEDENA



Marco regulatorio

- La mayoría de las empresas de la industria espacial cuenta con las certificaciones NADCAP y AS9100.
- La Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión regula las redes públicas de telecomunicaciones y los recursos orbitales. México pertenece al Acuerdo Wassenaar.
- Normas Oficiales Mexicanas (NOMs).
- La Ley de Aviación civil, regula el uso del espacio aéreo.
- Ley de Metrología y Normalización.
- Ley de Aeropuertos.

Compromisos



Plan de Órbita:
Mapa de Ruta de la
Industria Espacial
Mexicana.



En 2016, Guadalajara
fue sede del Congreso
Internacional de
Astronáutica (IAC).

Cultura



Escasez de
cultura de aventura
y exploración.



Escasa cultura de
innovación:
jerarquías, visión de
corto plazo
y aversión al riesgo.

Modelos a seguir



Agencia Nacional de
Investigación y
Desarrollo Espacial



Administración
Nacional de la
Aeronáutica
y del Espacio



Agencia
Espacial
Canadiense



Administración
Espacial
Nacional China



Departamento de Espacio
Indio Organización de
Investigación Espacial

1.3.3 Estados con mapa de ruta en el sector

En un esfuerzo por regionalizar las operaciones del sector espacial mexicano, la AEM realizó diversos mapas de ruta regionales. En estos ejercicios de estrategia se detectaron oportunidades de desarrollo en diferentes estados del país, destacando los que se presentan en la siguiente sección.

Querétaro

Querétaro cuenta con especialistas en áreas como materiales avanzados, así como programas académicos en el campo aeronáutico y áreas afines, que pueden incorporarse en el sector espacial con un ajuste de enfoque.

En Querétaro las industrias automotriz y aeroespacial han alcanzado un nivel de madurez importante, lo que constituye una plataforma adecuada para el desarrollo del sector espacial. Además, la cercanía de este estado con la Ciudad de México y con los puertos más importantes del país representa una ventaja estratégica.

Jalisco

Jalisco es considerado una de las economías más importantes de México, con experiencia en áreas compatibles con la industria espacial, como los sectores electrónico, aeronáutico, de manufactura, de ingeniería, desarrollo de software, diseño y administración. Al estado se le ha identificado como un área potencial para el desarrollo de sistemas ubicuos.

Coahuila

Coahuila es un estado fronterizo, con infraestructura moderna y de primera categoría, que constituye una alternativa ideal para empresas que buscan expandirse, reubicarse, o bien, incorporarse al mercado norteamericano. Coahuila cuenta con industrias consolidadas, como la automotriz, de manufactura y metalmecánica, así como con capacidades de desarrollo de proveeduría. Asimismo, cuenta con programas educativos para la formación de recursos humanos principalmente en campos orientados a la ingeniería, tecnologías de la información y desarrollo técnico.

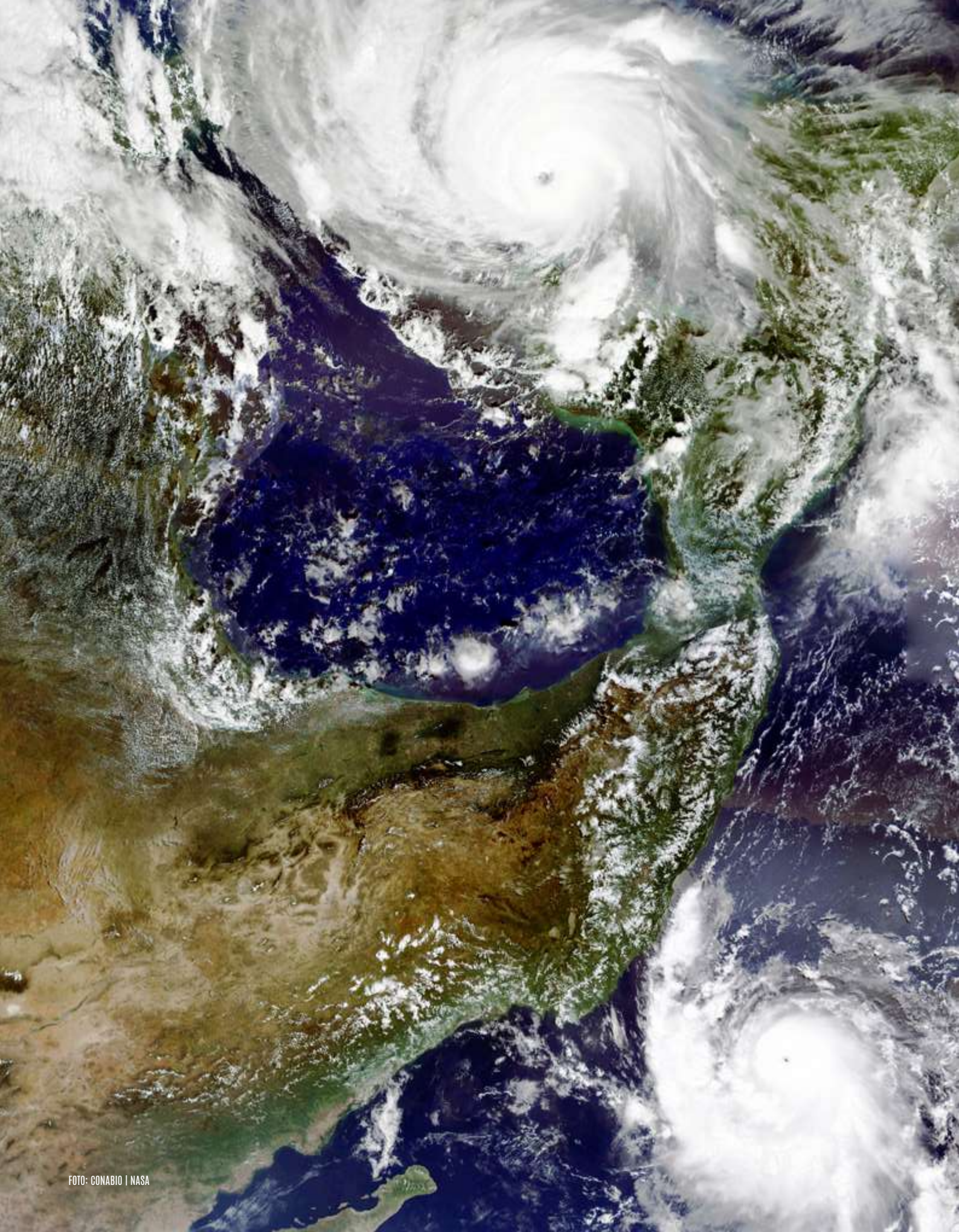
Hidalgo

Hidalgo posee potencial para desarrollar la industria espacial. Su posición geográfica es estratégica por su ubicación logística y accesibilidad. La entidad cuenta con talento en las áreas de ingeniería, metalurgia, química, electrónica, propulsión y textil, así como experiencia en sectores afines al espacial, como el aeroespacial y el de manufactura.

La AEM continúa trabajando con otros estados para el establecimiento de sus respectivos mapas de ruta, a partir de sus capacidades regionales y vocaciones tecnológicas e industriales.



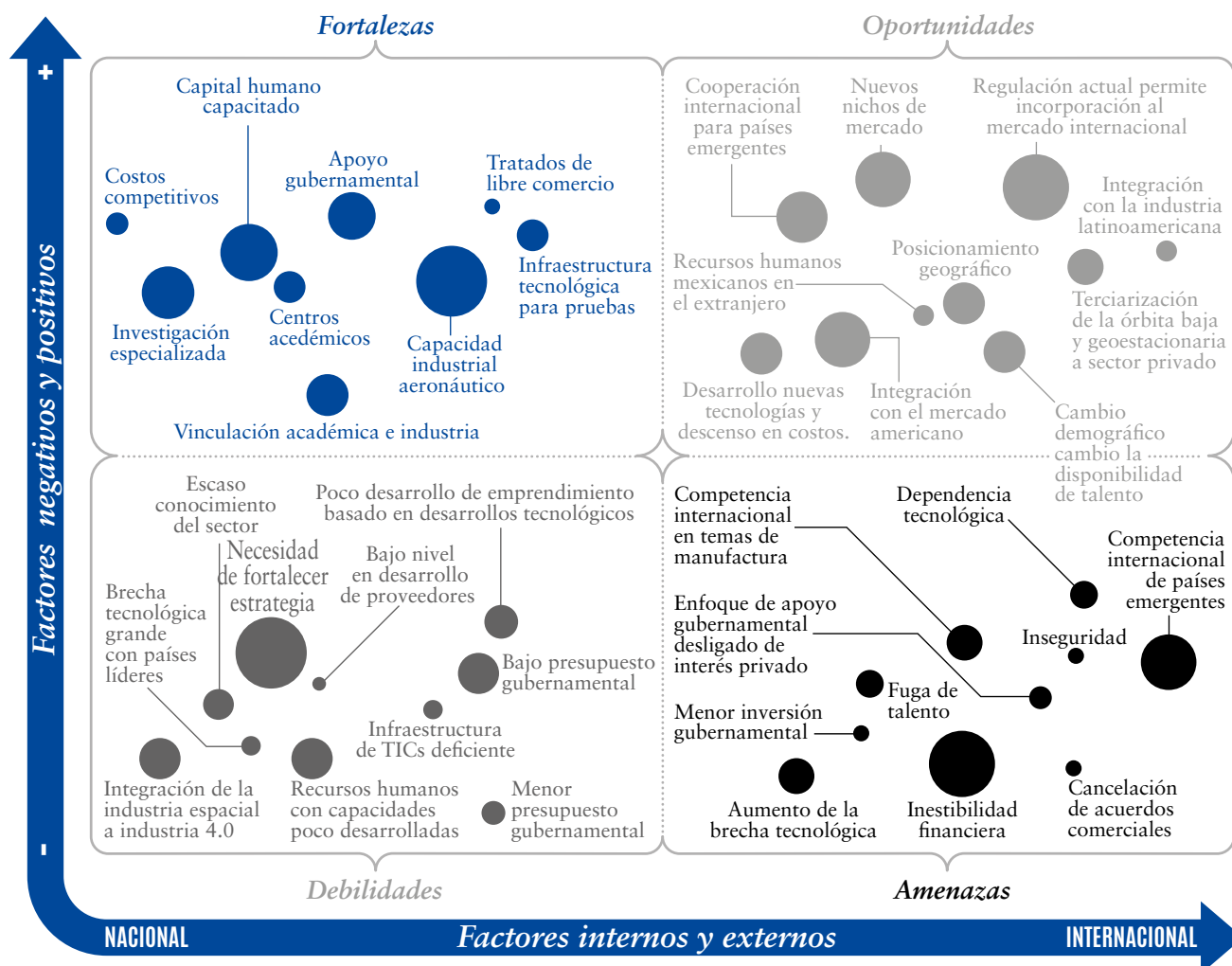
CAPÍTULO 2



ANÁLISIS DE FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES Y AMENAZAS

La actualización del análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la industria espacial mexicana refleja el estado actual de la industria, a cuatro años del primer análisis realizado y plasmado en el *Plan de Órbita*. Este análisis es muy relevante para el establecimiento de la estrategia del mapa de ruta, puesto que internaliza las principales fortalezas con las que cuenta México para aprovechar oportunidades, contrarrestar debilidades y minimizar amenazas.

ANÁLISIS FODA: INDUSTRIA ESPACIAL MEXICANA



NOTA: El tamaño de las esferas representa la importancia relativa que el grupo de confianza asignó a cada factor; ésta se determina por el número de menciones que se hizo de cada fortaleza, debilidad, oportunidad y amenaza durante los talleres realizados.

Una de las principales fortalezas de la industria espacial mexicana se encuentra en la disponibilidad de capital humano calificado. Actualmente, México tiene la mayor proporción de ingenieros en su historia; según cifras de INEGI, el país cuenta con aproximadamente 114,000 profesionales de ingeniería en todas las áreas de estudio. Al comparar estas cifras con otros países, México gradúa tres veces más ingenieros *per cápita* que Estados Unidos y, si bien no se cuenta con una cifra exacta, la tendencia demográfica indica que la proporción es mucho mayor si se compara con países de Europa.

De igual forma, la investigación especializada en el espacio es un activo importante para el sector espacial mexicano. Actualmente, México cuenta con una importante red de laboratorios y observatorios nacionales.

Finalmente, la capacidad instalada de la industria aeronáutica es un pilar importante para el desarrollo de la industria espacial mexicana. El sector aeronáutico ha crecido exponencialmente desde la década pasada y hoy en día México cuenta con más de 300 empresas nacionales y extranjeras relacionadas con el sector aeroespacial. Otro elemento a destacar es que México ha sido uno de los principales destinos de inversión en temas de investigación y desarrollo aeronáutico; estas inversiones se han concentrado en el diseño, pruebas y certificaciones de piezas primarias en el proceso de manufactura de aeronaves.

La industria espacial nacional deberá capitalizar estas fortalezas para aprovechar las oportunidades de desarrollo e internacionalización del sector. Entre las oportunidades más relevantes que se detectaron destacan la integración de las cadenas productivas y el desarrollo de proveedores; la vinculación de redes de investigación en México con programas espaciales internacionales; la creación de vínculos con la industria espacial mundial, y la exploración de nuevos mercados de nivel tecnológico avanzado y soluciones satelitales de Internet de las cosas. Los mercados más mencionados contemplan el desarrollo de innovación de la manufactura 4.0, la biotecnología y la nanotecnología.

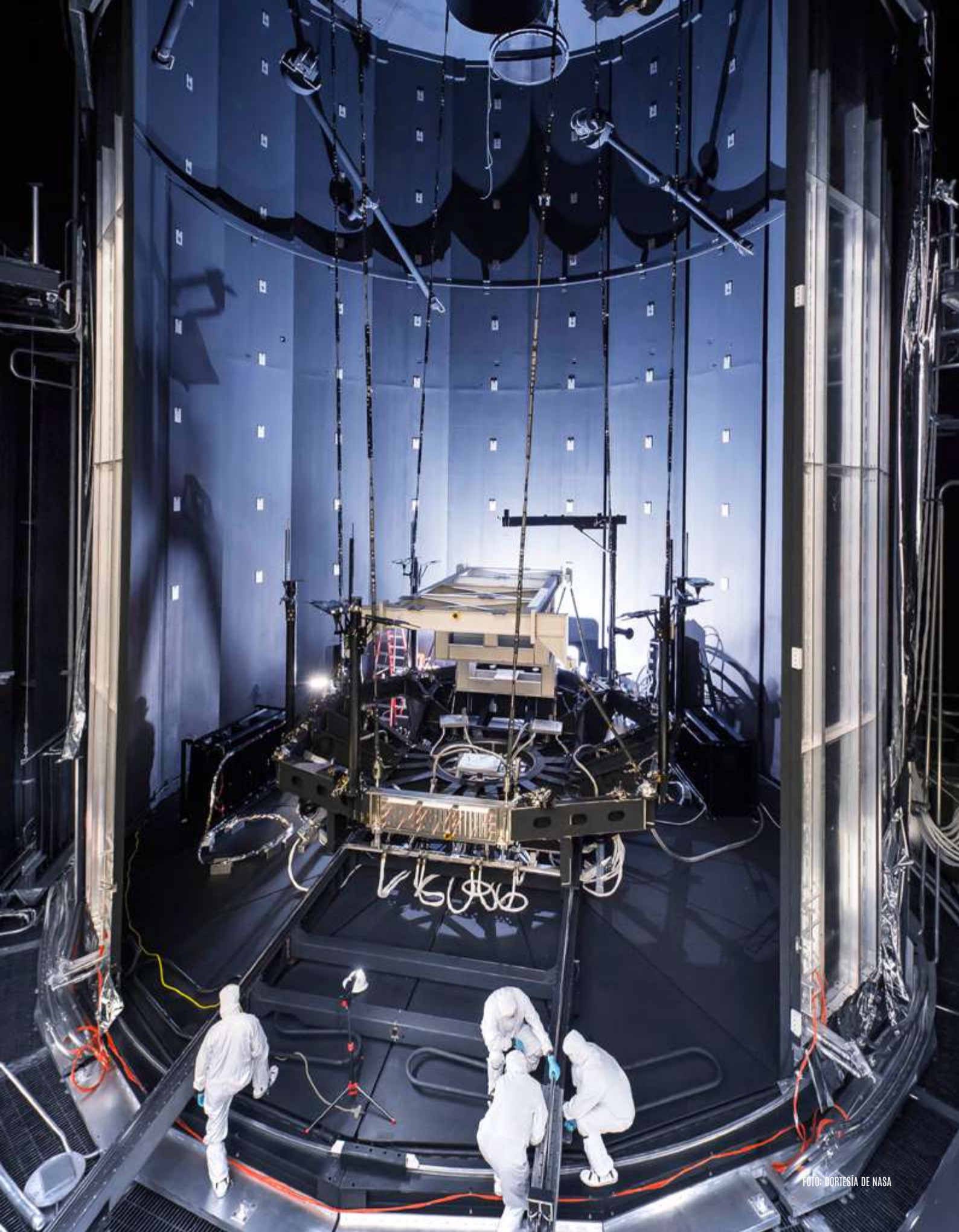
En el tema de cooperación internacional, las oportunidades más relevantes a mediano y largo plazos son el cambio en la regulación internacional en temas de tercerización de servicios espaciales al sector privado, así como la inclusión de la diáspora internacional mexicana que se encuentra trabajando en temas de investigación espaciales.

El análisis destaca la necesidad de actualizar la estrategia para el sector, atendiendo distintas áreas de oportunidad, a fin de fortalecer la coordinación entre los actores del sistema innovador y contribuir a la vinculación de éstos. Lo anterior permitiría aprovechar instrumentos de apoyo gubernamentales enfocados a las prioridades de la industria.

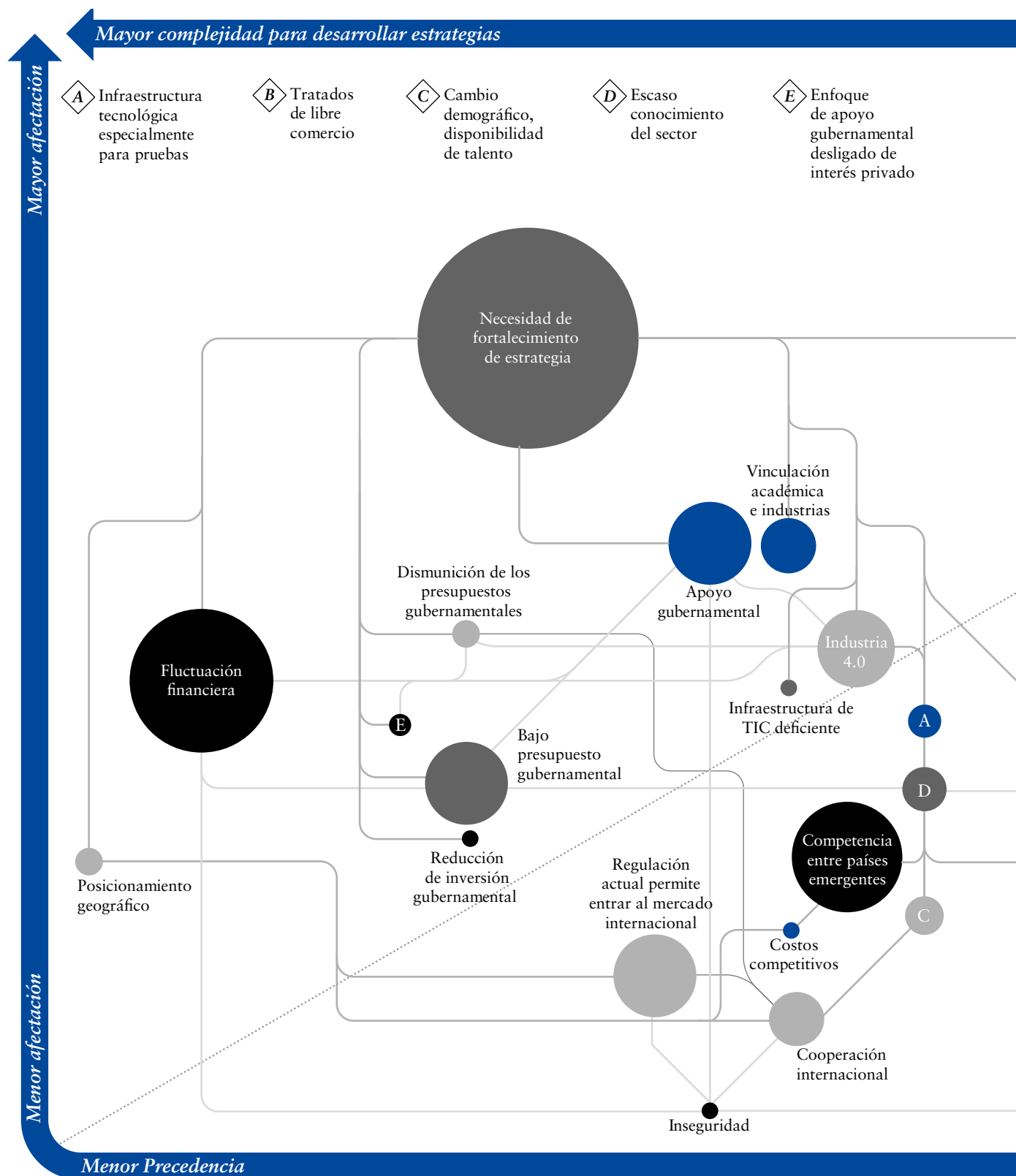
Se desprende también que la dispersión de los objetivos de los actores del sector espacial requiere un fortalecimiento de la implementación de las estrategias planteadas, a fin de lograr una mejor coordinación para el uso eficiente de los recursos en las prioridades identificadas, como serían los proyectos integradores y detonadores.

En relación con las principales amenazas identificadas, destaca la incertidumbre política, financiera y económica a nivel global. El escenario mundial es particularmente complejo para el crecimiento de industrias que, como la espacial, son de alto riesgo y en el pasado recibían un apoyo importante del presupuesto gubernamental. Las crisis financieras globales han dado origen a manifestaciones, que cobran cada vez más fuerza, a favor de políticas regresivas en temas de comercio e inversión internacional, lo que podría derivar en cambios pocos favorables para los esquemas actuales de integración, plasmados en varios de los acuerdos comerciales suscritos por México.

Esta tendencia proteccionista impacta los flujos de transferencia tecnológica, así mismo la reducción de los presupuestos nacionales en temas de investigación y desarrollo repercute en el desarrollo de la industria espacial y limita la cooperación internacional, teniendo como consecuencias posibles: primero, un incremento de la brecha tecnológica existente entre México y otros países avanzados; segundo, un aumento de la dependencia tecnológica de México con respecto a otras naciones, y tercero, una reducción en el nivel de participación e influencia de México en programas espaciales internacionales.

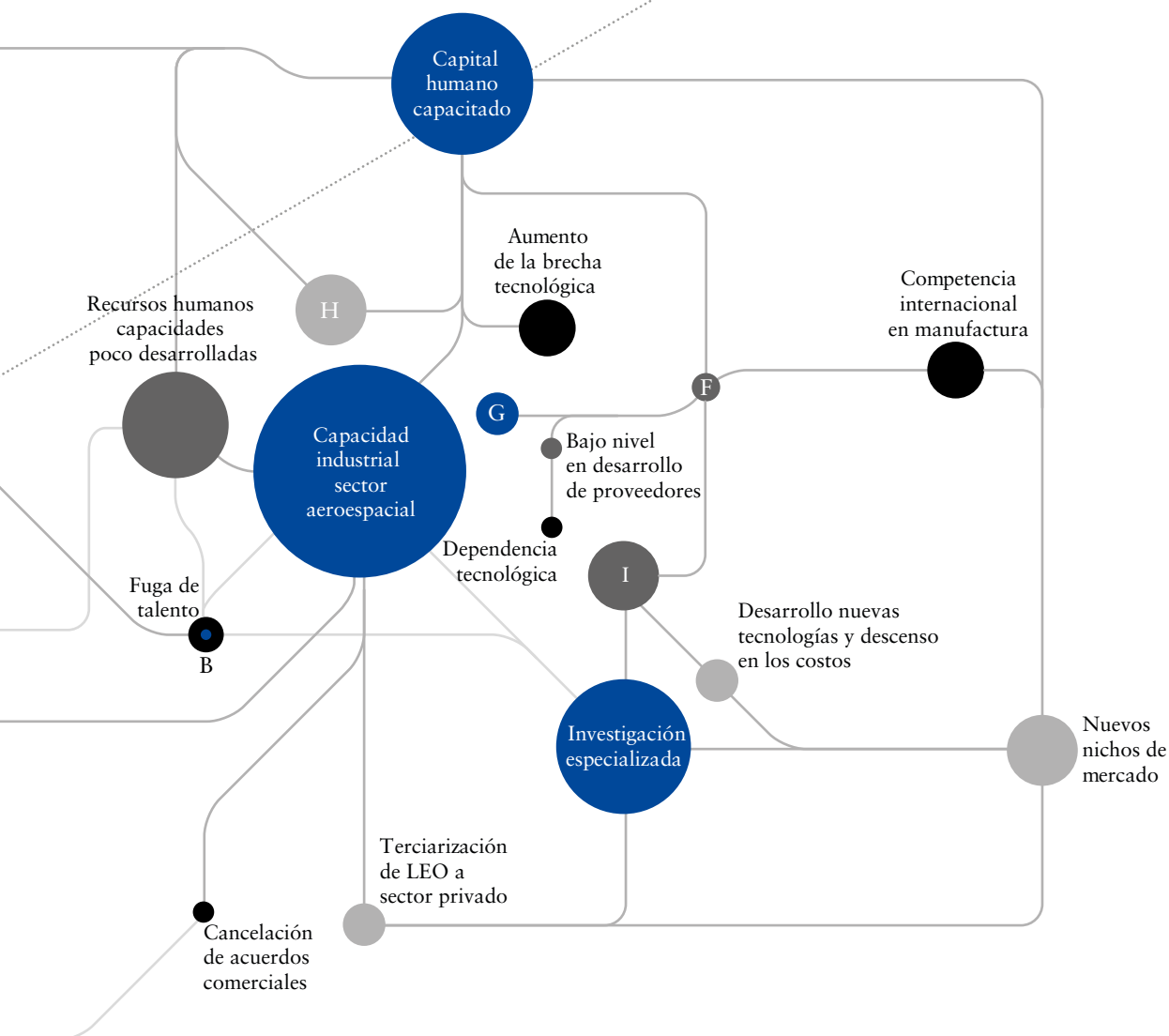


MATRIZ DE CAUSALIDAD DE LOS FACTORES QUE INTEGRAN EL ANÁLISIS FODA



- F** Brecha tecnológica grande con países líderes
- G** Centros académicos de nivel, RH especializados
- H** Integración con el mercado americano
- I** Poco desarrollo de emprendimiento no basado en desarrollos tecnológicos

- Fortalezas
- Oportunidades
- Debilidades
- Amenazas



Mayor precedencia

La matriz de causalidad de los factores que integran el análisis FODA de la industria espacial mexicana es resultado de un ejercicio de estudio de redes. Este estudio establece cuál es la relación causa-efecto de los factores encontrados en el FODA y, al representar el número de menciones que tuvo cada factor durante las sesiones de trabajo mediante el tamaño de las esferas, indica la relevancia asociada a cada uno de estos factores.

El resultado muestra que el fortalecimiento de la estrategia para el desarrollo del sector es el factor decisivo para evitar que se incrementen las debilidades del ecosistema, que disminuya el potencial de las fortalezas, y que se exacerbe el potencial negativo de las amenazas y se reduzcan los beneficios de las oportunidades. En este sentido, el desarrollo del *Plan de Órbita 2.0* adquiere una gran importancia, al ofrecer mayor claridad sobre las líneas estratégicas a seguir en el desarrollo de la industria.

Este mismo análisis concluye que otros factores críticos a tomar en cuenta son el desarrollo de recursos humanos capacitados y de capacidades avanzadas de manufactura; la explotación de nuevos nichos de mercado; el apoyo gubernamental y la vinculación; la reducción de la brecha tecnológica y el fomento a la cooperación internacional.

Recursos humanos capacitados

El capital humano es un factor dicotómico, debido a que, si bien la cantidad de recursos humanos disponibles es una fortaleza del país, existen áreas de oportunidad importantes para que un mayor número de esos recursos desarrolle las capacidades y competencias necesarias para incursionar en actividades de mayor valor agregado dentro del sector espacial; en otras palabras, en México existe talento, pero es necesario mayor especialización para dar soporte al sector. En este sentido, el capital humano debe ser considerado como una fortaleza, pero también entre las debilidades del país.

Desarrollo y vinculación de capacidades avanzadas de manufactura

Es necesario continuar identificando las capacidades de manufactura avanzada existentes en el país, capitalizarlas y detonar acciones para integrarlas al desarrollo del sector espacial.

Nuevos nichos de mercado

La diversificación y explotación de nuevos nichos de mercado es una oportunidad importante para el desarrollo del sector. Se deben generar estrategias para explorar nuevos nichos, definir los factores de competitividad de México, y establecer las acciones necesarias para poder incursionar en ellos.

Apoyo gubernamental y vinculación

El apoyo gubernamental es un factor crítico para el desarrollo de la estrategia espacial. Esto implica el incremento del presupuesto para apoyar al sector; el fortalecimiento de la capacidad del gobierno para definir, en conjunto con los demás actores del sector, las prioridades de inversión, y la creación de programas y proyectos de vinculación en investigación, desarrollo industrial y políticas públicas, entre otros temas.

Cooperación internacional

El factor de cooperación internacional contempla la participación activa del sector espacial mexicano en programas internacionales espaciales, desde una perspectiva estratégica para el país. En particular, se detectó el interés por crear una cooperación más activa con países de América Latina, donde México pueda asumir el liderazgo regional en esfuerzos espaciales. Además, incluye la capacidad del sector para integrarse en cadenas internacionales de producción con mercados desarrollados, principalmente en la región de América del Norte.

Dado que estos factores tienen los mayores niveles de afectación en el sector y se vinculan con otros factores críticos, es indispensable incluirlos en la estrategia de desarrollo de la industria espacial mexicana. Esto permitirá capitalizar las fortalezas para aprovechar mejor las oportunidades, disminuir las debilidades y contrarrestar las amenazas.



CAPÍTULO 3



ANÁLISIS DE TENDENCIAS

El análisis de las tendencias tanto a nivel global como a nivel sectorial ofrece información clave para definir hacia dónde se dirige el sector espacial en el mundo, e identificar cuáles son las probables afectaciones de esta evolución en el desarrollo de la industria espacial en México. El análisis que se presenta a continuación, contempla el estudio prospectivo de las tendencias más relevantes para los próximos 20 años.

3.1 TENDENCIAS

3.1.1 *Tendencias globales*

Con el fin de apoyar a gobiernos, empresas e instituciones en la toma de decisiones de largo plazo, el National Intelligence Council de Estados Unidos publicó un reporte sobre tendencias globales con una visión a 2030. El reporte hace referencia a cuatro mega tendencias que impactan directamente al sector espacial: empoderamiento individual, distribución del poder, patrones demográficos y nexos entre alimento, agua y energía.

Empoderamiento individual

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la clase media será el segmento más grande e importante en la mayoría de los países del mundo, especialmente en China e India. Como parte de esta tendencia, se espera la expansión de la economía mundial, el rápido crecimiento de los países en desarrollo, la mejora en la salud y el empoderamiento de los individuos. Las tecnologías de la información incrementarán la capacidad de los individuos para incidir en distintos ámbitos, incluyendo las decisiones gubernamentales. De manera colateral, este empoderamiento tecnológico generará mayor competencia laboral y empresarial, lo que abrirá nuevas áreas de oportunidad y un esfuerzo continuo para la innovación con tecnologías disruptivas.

Distribución del poder

La distribución de poder entre los países cambiará. Se espera que para 2030 Asia será la región económica más importante, considerando su dinámica, población y gastos militares y tecnológicos. China será la economía más grande del mundo, por encima de Estados Unidos; mientras que Europa, Japón y Rusia continuarán con un lento declive. Por otra parte, se espera que la economía de algunos países en desarrollo —como Colombia, Egipto, Indonesia, Irán, Sudáfrica, México y Turquía— crezca.

Aunque las grandes potencias seguirán existiendo, la distribución del poder se transformará para dar paso a un mundo multipolar, con coaliciones o redes habilitadas por las tecnologías de la información.

Patrones demográficos

Para 2030, habrá cambios demográficos importantes. La edad promedio en la mayoría de las sociedades, principalmente las de los países más desarrollados, está aumentando rápidamente, y los sistemas de salud y pensiones significarán un reto para los gobiernos. Por otra parte, habrá un crecimiento de la población urbana, lo que planteará desafíos para el suministro de alimentos y agua. Asimismo, se estima que la construcción de casas, oficinas y transporte se duplicará en los próximos 40 años.

Nexos entre alimento, agua y energía

Debido al crecimiento de la población y a los patrones de consumo de una creciente clase media, se incrementará la demanda de comida, agua y energía. Muchos países no podrán enfrentar la escasez sin ayuda internacional, situación que se verá exacerbada por el cambio climático. En este sentido, será indispensable la participación del sector privado y el diseño de políticas públicas adecuadas.

3.1.2 Tendencias en el sector espacial

El sector espacial también continuará en transformación, dando espacio a nuevos nichos, modelos de negocio y tecnologías.

Espacio comercial

Diversas empresas se han propuesto llevar pasajeros al espacio. El programa comercial de la NASA apoya a más de 20 compañías para desarrollar productos y servicios espaciales —por ejemplo, invirtió en un cohete de dos etapas con lanzamiento aéreo que puede transportar cargas útiles de hasta 500 libras por menos de 10 millones de dólares—.

Humanos en Marte

La llegada a Marte plantea diversas dificultades. La distancia a este planeta es tan larga que a un ser humano le tomaría un año entero hacer un viaje redondo desde la Tierra; además, se requiere equipo con alto grado de sofisticación, y será necesario desarrollar motores nucleares y tecnología para proteger a los astronautas de las radiaciones. A pesar de todas estas dificultades, diversos programas apuntan en esta dirección y se piensa que la humanidad podría llegar a Marte entre 2025 y 2030.

Base lunar y puntos de Lagrange

Por su relativa cercanía, la facilidad para controlar su gravedad —ya que cuenta con una gravedad menor a la terrestre— y los recursos disponibles en ella —incluyendo agua—, la Luna ha sido considerada una plataforma de lanzamiento conveniente para las misiones espaciales. Si bien existen grandes desafíos para construir y mantener una base permanente en la Luna, este podría ser el primer paso para el desarrollo de un proyecto más ambicioso: contar con una plataforma para llegar a Marte, o realizar diferentes tipos de misiones desde los puntos de Lagrange ubicados cerca de la Luna, generando un ecosistema de largo plazo.

Satélites solares

Algunas naciones tienen la visión de crear un satélite que, por medio de celdas fotovoltaicas, genere energía y la transmita a la Tierra. Se piensa que la recolección de energía desde el espacio será mucho más eficiente y que este tipo de tecnología se desarrollará en dos o tres décadas. La Academia China declaró que quien desarrolló energía limpia y renovable en el espacio se convertirá en líder mundial.

Industria más asequible⁴¹

La industria espacial mundial atraviesa por un periodo de innovación, lo que se traducirá en una industria cada vez más asequible. Por ejemplo, se están diseñando vehículos de lanzamiento más eficientes, lo que ayudará a reducir costos en este tipo de tecnología. Por otra parte, los satélites se han visto beneficiados por sistemas de propulsión que incrementan su vida útil.

Cambio en la distribución de la fuerza de trabajo

La fuerza de trabajo de la industria espacial en Estados Unidos es una de las más grandes del mundo; sin embargo, en los últimos años el personal ocupado en esta área ha disminuido, mientras que en Europa y Japón ha crecido. Por otra parte, el proceso de integración de tecnologías del espacio en la vida cotidiana genera una nueva demanda de talento en ingeniería informática y de sistemas, así como de especialistas en *big data*.

Vehículos reutilizables

En 2015 se dieron un par de eventos notables relacionados con vehículos suborbitales reutilizables. El nuevo vehículo *Shepard* de Blue Origin voló con éxito dos veces; lanzado desde el sitio de la compañía en el oeste de Texas, alcanzó una altitud de 100 kilómetros en su segunda prueba. El segundo evento fue

⁴¹ Asequible se refiere a la capacidad de producción cada vez más fácil de componentes y sistemas en series de manufactura debido a nuevas tecnologías de producción como son las herramientas CAD-CAM-CAE, así como componentes electrónicos estandarizados.

el reingreso desde los 200 kilómetros de altitud del *Falcon 9* perteneciente a la compañía Space-X; fue la primera vez que un vehículo con una misión comercial fue lanzado verticalmente, entró en el espacio y posteriormente aterrizó en la base militar de Cabo Cañaveral, en Florida.

Incremento en el número de lanzamientos

Desde 2004, el número de lanzamientos orbitales se ha incrementado, principalmente debido a la actividad gubernamental. Cuando se retiró el Space Shuttle en 2011, el número de lanzamientos anuales en Estados Unidos decreció en relación con las tres décadas anteriores; sin embargo, las misiones comerciales de carga de la Estación Espacial Internacional (EEI) han compensado esa reducción. China es el ejemplo más notable de lanzamientos por parte del gobierno; el número de lanzamientos orbitales del país asiático se ha incrementado cada año desde 2010, siendo 2012 el año con mayor número de lanzamientos —19 en total—.

Incremento en el uso de internet en vuelos comerciales / Smartplanes

La era de la conectividad y el *big data* está impactando y revolucionando la industria de la aviación.⁴² Este sector considera el uso de *hardware*, contenido y *software* para conectividad. Un importante número de aerolíneas están instalando —o han anunciado que instalarán— sistemas de conectividad en vuelos, lo que dará un impulso importante a esta incipiente industria. Se estima que el segmento de conectividad y entretenimiento a bordo (IFEC) tiene un valor de 3 mil 130 millones de dólares y se espera que alcance los 5 mil 800 millones de dólares para 2020.⁴³ Asimismo, se considera que con el crecimiento de los viajes espaciales privados, y si las capacidades se adaptan a estos nuevos nichos de mercado, el sector podría crecer con mayor dinamismo.

Tecnologías Nextgen (Plan Mundial de Navegación)

Las tecnologías *nextgen* están basadas en procedimientos para mejorar la operación de las aerolíneas, soportados con tecnología GNSS para desarrollar infraestructura, software y hardware que haga más eficiente la operación del sector aeronáutico. En Estados Unidos, la Administración Federal de Aviación (FAA) ha liderado la implementación de esta nueva generación de tecnologías de la aviación en conjunto con aerolíneas, aeropuertos, sindicatos de aviación y gobiernos a nivel federal y local. A nivel nacional se estima que los beneficios de la implementación de estas tecnologías han representado ahorros y ganancias de alrededor de mil 600 millones de dólares y su potencial para los siguientes 15 años es de 11 mil 400 millones de dólares.⁴⁴ En Estados Unidos el empleo del Sistema de Aumentación Basado en Satélites (WAAS por sus siglas en inglés) contempla ganancias por 134 mil millones de dólares al final de su implementación.

Gestión de recursos, Cambio climático y Agricultura de precisión

La tecnología espacial ha permitido desarrollar aplicaciones únicas para la gestión de recursos naturales, el monitoreo del cambio climático, la prevención y atención de desastres naturales y la agricultura de precisión, entre otros campos.

Estas aplicaciones solo son posibles a través de la tecnología espacial que ha desarrollado herramientas eficaces para el monitoreo, verificación y registro del cambio climático y los factores que lo causan, como los gases de efecto invernadero y el comportamiento de la capa de ozono, la deforestación, la desertificación y la erosión.

La gestión de recursos naturales y energéticos con herramientas de base satelital ha arrojado mejores resultados que los métodos convencionales, particularmente en el aprovechamiento de los recursos hídricos, la alerta y mitigación de desastres, incendios, mapas de riesgo y ordenamiento urbano.

Por su parte, a partir del uso de GNSS, sistemas de información geográfica (GIS) y comunicaciones satelitales, se ha extendido el uso de la agricultura de precisión. Esta aplicación de la tecnología espacial en la agricultura permite detectar variaciones de los cultivos y controlar de forma selectiva

⁴² Smart plane 2017 <http://www.smartplane-summit.com/en#> consultado el 1 de marzo de 2017.

⁴³ Grand View Research <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/in-flight-entertainment-connectivity-ifec-market> consultado el 1 de marzo de 2017.

⁴⁴ Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA) <https://www.faa.gov/nextgen/works/> extraído el 1 de marzo de 2017.

los procesos de irrigación, siembra, cosecha, fertilización y fumigación, lo que se traduce en una disminución en el uso de químicos y agua, y permite reducir costos, incrementar rendimientos y proteger el medio ambiente.

En Estados Unidos, 60 por ciento de las granjas utiliza alguna tecnología de base espacial como herramienta de cultivo, y se espera que para 2018 el mercado registrará un crecimiento de 3 mil 700 millones de dólares.

En México, la empresa Inbright, con sede en Guadalajara, junto con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN, desarrolló un procedimiento para mejorar el rendimiento de los cultivos por medio del análisis de imágenes. Por su parte, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) se encarga de diseñar y coordinar la operación del sistema Nacional de Información del Sector Agroalimentario y Pesquero, y promueve la concurrencia y coordinación para la implementación del Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable,⁴⁵ en conjunto con el INEGI.

3.1.3 Tendencias en nichos asociados

La industria espacial es un habilitador de soluciones tecnológicas en diversos sectores, por lo que resulta relevante estudiar las tendencias que definirán el rumbo de nichos asociados al sector espacial.

Grandes datos (big data)

Actualmente, el análisis de grandes datos es imprescindible para la toma de decisiones a nivel corporativo para controlar y mejorar la planeación comercial y manufacturera, y lograr un mejor acercamiento al cliente. En el contexto espacial, se estima que el volumen de datos que se maneja para fines de satélite y radar, supera los 150 petabytes (150,000 Terabytes).

En México, hay diferentes entidades públicas y privadas que han desarrollado soluciones en *big data*. Un ejemplo es el Laboratorio de Análisis (*big data*) del Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación (INFOTEC), un espacio para la experimentación informática que integra el procesamiento de grandes bases de datos, de múltiples fuentes, a través de la aplicación de métodos analíticos; algunas de sus principales áreas son computación evolutiva, clasificación, análisis de datos topológicos, minería de opinión, búsqueda de semejanza e identificación de grupos.

Otra iniciativa es 100 México Open Data, en el que el gobierno federal colaboró con el Laboratorio Global de la Universidad de Nueva York, y contó con el apoyo del Conacyt y el Centro de Investigación en Computación del IPN.

Internet de las cosas (Internet of Things)

La relevancia global de la comunicación en tiempo real entre objetos por medio de redes de internet —que permite recolectar información para transformarla en conocimiento—, o internet de las cosas (IoT), ha dado origen a diversas iniciativas internacionales. El *Mapa de Ruta de Internet de las Cosas* desarrollado por ProMéxico identifica puntualmente tendencias de este sector y sus implicaciones para otros sectores, entre ellos la industria espacial.

En 2014, existían 22 mil 500 millones de dispositivos conectados, y se estima que esta cifra crecerá a 50 mil millones para 2020. Cada persona cuenta aproximadamente con siete dispositivos con acceso a internet (Cisco Internet Business Solutions Group).⁴⁶

Tan solo las comunicaciones máquina a máquina (M2M) generarán ingresos por alrededor de 714 mil millones de euros para 2020, mientras que otros segmentos verticales de IoT (electrónicos de consumo, automotriz, salud, así como edificios inteligentes y servicios) podrían crecer a dos dígitos en los próximos años.

Se espera que el desarrollo del IoT se focalice en las áreas de automatización industrial, sanidad, y seguridad. El IoT representa una oportunidad para la proveeduría de *software*, servicios

⁴⁵ Sitio oficial SAGARPA: <http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/default.aspx>

⁴⁶ ProMéxico. *Mapa de Ruta de Internet de las cosas (IoT)*.

<http://www.promexico.gob.mx/documentos/mapas-de-ruta/internet-of-things.pdf>

y aplicaciones, así como para la integración de plataformas y operadores de telecomunicaciones. Para 2020, el IoT conectará a 30 por ciento de los automóviles, hogares, fábricas y otros sistemas (TechCast), lo que significa un crecimiento anual del mercado de 20 por ciento. En el segmento de sistemas satelitales, hay empresas internacionales que planean distribuir conectividad de internet a través de sistemas espaciales, lo que podría acelerar aun más la adopción del IoT.

Robótica

De acuerdo con la Federación Internacional de Robots, los países con mayor demanda de robots son China, Japón, Estados Unidos, Corea del Sur y Alemania; juntas, estas naciones representan 70 por ciento del consumo global. Se estima que alrededor del año 2025, los robots estarán integrados en todos los aspectos de la vida humana; según estimaciones del gobierno japonés, esto representa un mercado de 70 mil millones de dólares.

En México la inversión en manufactura flexible y robótica ha crecido de 4 por ciento a 25 por ciento en tan solo 10 años. Además, el interés por el tema ha aumentado a partir de que estudiantes de diferentes universidades del país han obtenido reconocimientos en varios de los principales concursos de robótica a nivel mundial.

Instituciones como el IPN —Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnología Avanzada (UPIITA) y Cinvestav— y el INAOE, integran los siguientes recursos:

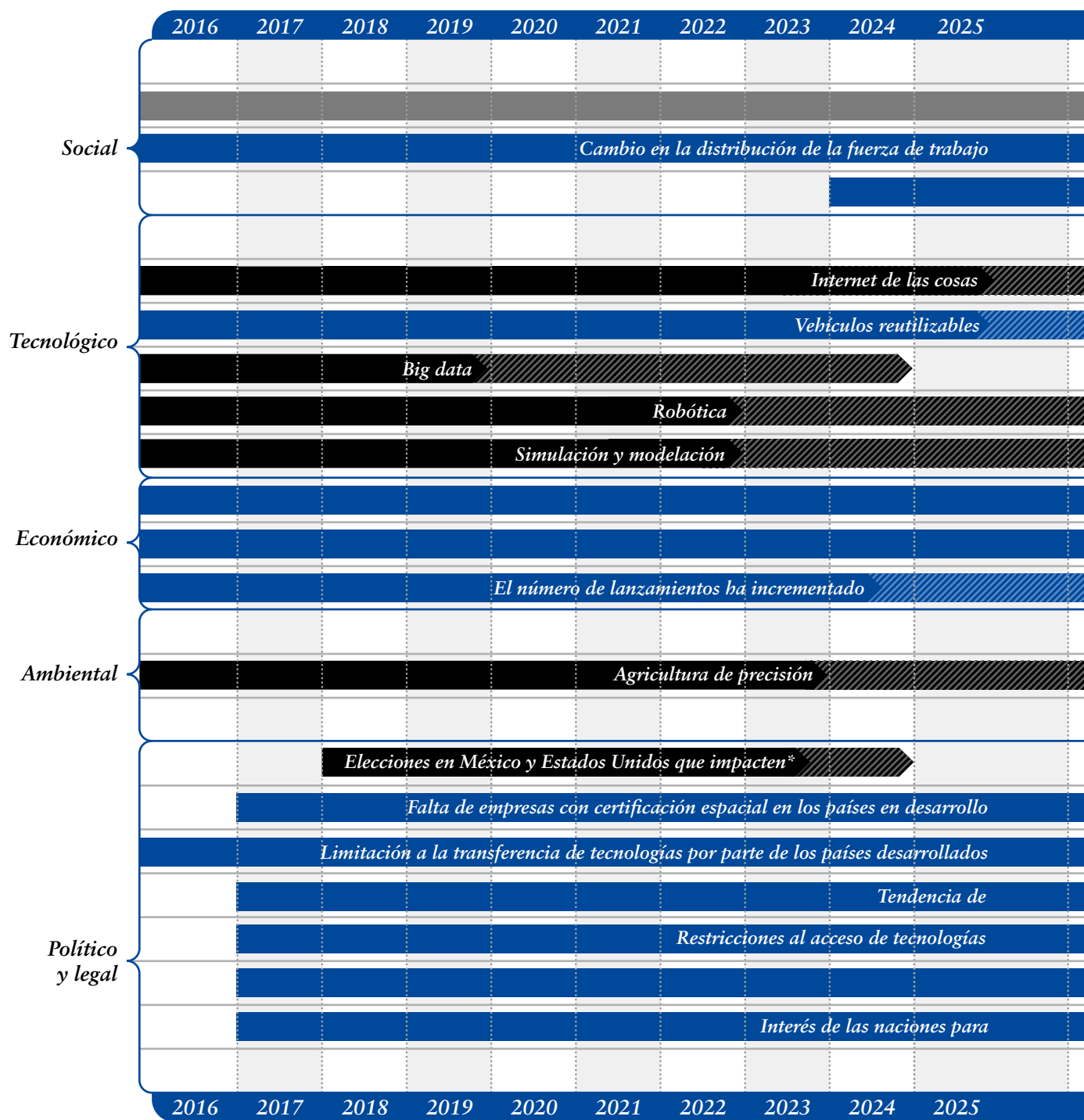
- Laboratorio de sistemas complejos.
- Grupo de Robótica y Fabricación Avanzada, que ofrece posgrados en el tema.
- Laboratorio de robótica, con líneas de investigación en locomoción (robots de agua, hexápodos y apods), construcción de mapas, control y coordinación de robots basados en teorías de decisión, aprendizaje de robots, interacción humano-robot y robots colaborativos.

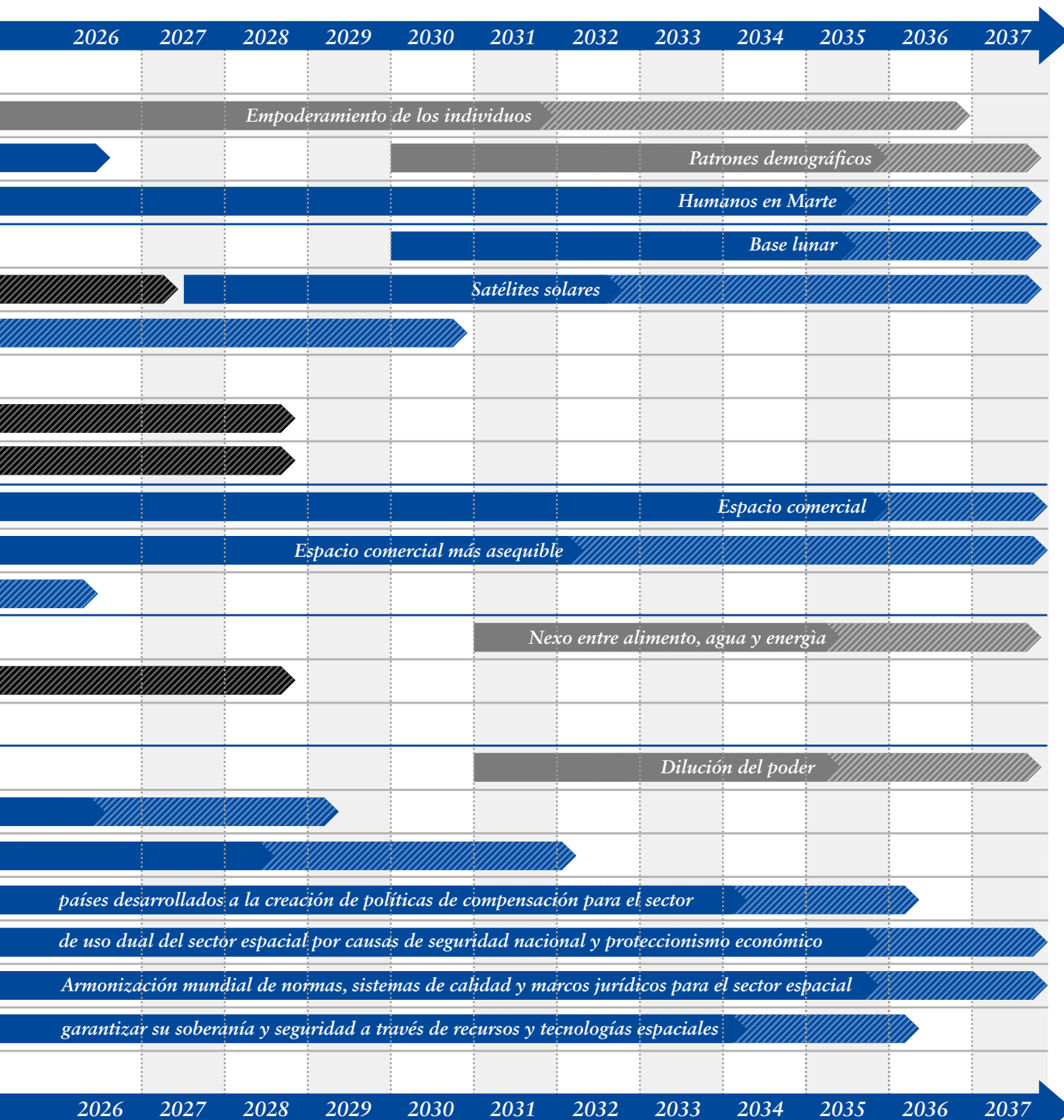
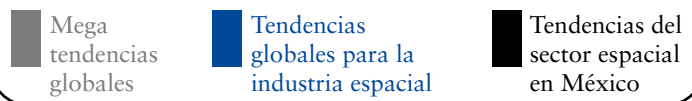
Para el sector espacial los nichos de oportunidad se centran en desarrollar aeronaves autónomas, como el modelo X-47B. En conjunto con GM, la NASA construyó el primer androide espacial, llamado Robonaut2, que tiene como finalidad asistir a los astronautas en misiones espaciales. Por su parte, el gobierno japonés anunció un plan para construir la primera base lunar operada por robots para el año 2020.

Simulación y modelación

La simulación y la modelación son herramientas fundamentales para la concepción y validación de todo componente, productos, sistema, proceso y ecosistema, y de todo tipo de características o propiedades como el ensamble, la manufactura, la ergonomía y la funcionalidad. La utilización de estos programas se encuentra extendida en toda la industria aeroespacial y en los centros de formación de ingeniería. Estos paquetes son cada día más potentes y sofisticados, y diversas entidades trabajan en proyectos relacionados con ellos. Algunos ejemplos notables de este trabajo, son los centros de ingeniería de General Electric, Honeywell, UTC, Safran e ITR en el sector aeroespacial y General Motors, Ford y FCA (Chrysler) en la industria automotriz; el laboratorio especializado en simulación para el desarrollo de cargas útiles que AISystems opera desde la Universidad Autónoma de Chihuahua, y el laboratorio de Intel localizado en Guadalajara, que ha participado en 160 proyectos globales en los últimos 10 años —para el desarrollo de los procesadores Core i5 y Xeon Phi, por ejemplo—.

TENDENCIAS DEL SECTOR ESPACIAL





*Incremento del presupuesto para la inversión en el sector espacial

CAPÍTULO 4



ESTRATEGIA DEL SECTOR ESPACIAL MEXICANO

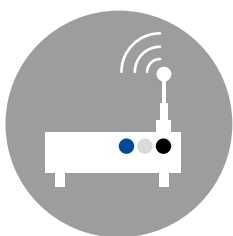
4.1 HITOS Y PROYECTOS ESTRATÉGICOS

4.1.1 Ejes temáticos

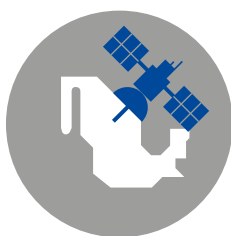
Los insumos básicos para la definición de una estrategia sustentada en hitos son el análisis FODA de la situación actual del sector espacial mexicano y el análisis prospectivo para identificar y estudiar las tendencias internacionales en temas espaciales.

El grupo de expertos participantes en la definición del presente mapa de ruta, identificó cuatro ejes principales, sobre los cuales se desprenden una serie de hitos y sus factores críticos de implementación. Estos ejes se refieren a los temas de:

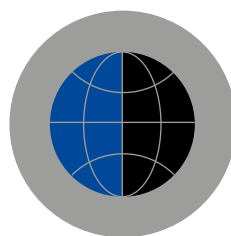
EJES TEMÁTICOS



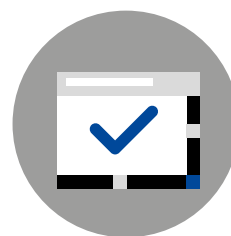
Innovación y nichos de oportunidad para la industria y servicios convergentes (observación de la Tierra, protección civil)



Autodeterminación en el desarrollo de las actividades espaciales y cooperación para el fortalecimiento del sector espacial mexicano



Impulso a la cadena de valor del sector e impulso al desarrollo industrial



Fomento al acceso digital y al desarrollo de aplicaciones y soluciones

El eje número uno, referente a innovación y nichos de oportunidad para la industria y servicios convergentes (observación de la Tierra, protección civil, cambio climático entre otros), incluye la exploración y aprovechamiento de nichos de oportunidad en los que México deba desarrollarse, considerando las capacidades actuales instaladas y aquellas áreas que presentan mayor potencial para la participación del sector privado. En ese sentido, también se incluye la definición y coordinación del marco regulatorio para alentar, dar certidumbre y competitividad internacional a dichas actividades.

En el segundo eje, sobre autodeterminación en el desarrollo de las actividades espaciales y cooperación para el fortalecimiento del sector espacial mexicano, el grupo de confianza se refirió a la necesidad de que México cuente con la posibilidad de decidir sobre su acceso al espacio, lo que incluye sus posiciones orbitales actuales y futuras, la capacidad de desarrollo de naves espaciales y la posibilidad de colocación (lanzamiento) y control en el espacio de éstas.

El eje número tres, relativo al impulso a la cadena de valor del sector e impulso al desarrollo industrial, productos y servicios, está enfocado en el desarrollo de las capacidades industriales y de infraestructura necesarias para que México tenga una participación activa en el mercado espacial

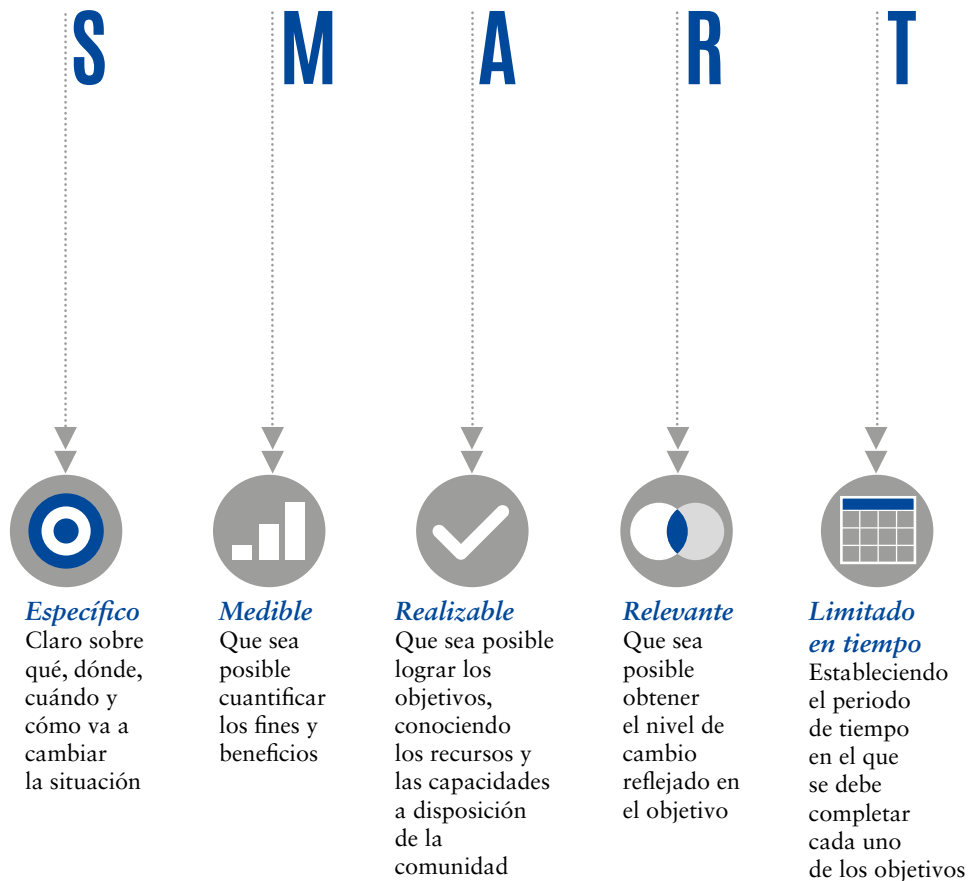
internacional. Dado el tamaño de la economía del país, es alta la probabilidad de que México tenga una participación significativa en alguno de los segmentos de la cadena de valor global de la industria espacial, incluyendo los puertos espaciales.

Por último, el eje cuatro, que se refiere al acceso digital y desarrollo de contenidos y soluciones, está enfocado en el desarrollo de capacidades para incrementar el grado de conectividad del país y la explotación de oportunidades en cuanto a contenidos y aplicaciones basados en servicios en línea.

Estos cuatro ejes constituyen la base para la definición de los hitos estratégicos, mismos que el grupo de confianza estableció mediante la metodología SMART.

4.1.2 Hitos estratégicos

Un hito estratégico es una meta u objetivo que se establece con base en el análisis prospectivo de tendencias. De acuerdo con la metodología SMART, para que un hito sea considerado estratégico, debe ser:



El *Plan de Órbita 2.0* desglosa los ejes identificados a partir de un análisis exhaustivo realizado por el grupo de trabajo. En esta sección se describen los hitos que se identificaron con base en este análisis, así como los proyectos definidos y el plan de trabajo que se propone para su cumplimiento.

HITO 1

En 2035, México atiende las necesidades de los mercados públicos y privados convergentes, ligados al sector espacial y se posiciona entre los tres líderes mundiales en términos de *global share market*, con una participación de 40 por ciento de dichos mercados, incluyendo el uso de tecnologías espaciales para la atención de la población y el cambio climático.

De forma no exhaustiva, algunos de los mercados a considerar son:

- Satélites de observación y sus aplicaciones en cambio climático, alerta temprana, seguridad nacional, agropecuario y gestión de recursos.
- Manufactura 4.0.
- Diseño de *hardware* y *software* para las plataformas y componentes espaciales.
- Operación de sistemas satelitales y sus aplicaciones.
- Aplicaciones de los sistemas satelitales de navegación global (GNSS), tales como posicionamiento, sincronización, gestión y supervisión.
- Aplicaciones en salud.
- Aplicaciones en educación (México ya es líder en éste mercado).

Proyecto 1.1

Actualización del inventario de capacidades industriales, de innovación y servicios, vigilancia tecnológica de las capacidades y estado del arte

Tiempo de realización: 3 meses

Objetivo y descripción

Actualizar y relacionar las bases de datos disponibles para generar el inventario de capacidades industriales, de innovación y servicios que existen en las diversas regiones del país e identificar los mercados con potencial para la participación mexicana, especialmente aquellos que por sus características representan mayores oportunidades en el corto y mediano plazos.

Soporte y beneficios

Para su ejecución será necesario revisar y vincular información de capacidades de las empresas, instituciones académicas y organismos gubernamentales que actualmente llevan a cabo procesos de manufactura, diseño o desarrollo de productos y servicios o aplicaciones utilizados en el sector espacial, así como actividades para atender las demandas de la sociedad con soluciones de tecnología de base espacial. De igual forma, se requiere identificar las capacidades de empresas, academia y gobierno que podrían ser implementadas en el sector en un futuro próximo. Lo anterior se conjuga con la vigilancia tecnológica y el estado del arte mundial relacionados con el tema espacial para conciliar, a través de un análisis de los nichos de oportunidad, las capacidades del ecosistema espacial mexicano que se pueden involucrar en su desarrollo.

La AEM tomará el rol de institución responsable para contar con el inventario en versiones impresa y en línea. El inventario incluirá también las capacidades de tecnología para la observación de la Tierra en temas de cambio climático y prevención de desastres; protección civil; seguridad nacional; aplicaciones en agricultura y gestión de recursos naturales y de infraestructura; manufactura 4.0; diseño de *hardware* y *software* de componentes espaciales, navegación (posicionamiento, sincronización, gestión, supervisión), salud y educación.

Entregable

Documento de inventario de capacidades industriales, servicios e innovación, vigilancia tecnológica y estado de arte, que incluye mercados estratégicos y de oportunidad para el sector espacial.

Proyecto 1.2

Extender las capacidades de la red de innovación y validación de soluciones para el sector espacial

Tiempo de realización: 6 meses

Objetivo y descripción

La red de innovación y validación de soluciones para el sector espacial extenderá sus capacidades al integrar un conjunto de laboratorios especializados en temas del espacio y la industria, con el soporte de la metodología del programa Katapult de la empresa Lockheed Martin y los lineamientos bajo los que operan las Redes Temáticas de Conacyt.

Soporte y beneficios

Los beneficios principales serán validar y crear un repositorio de proyectos de investigación aplicada que ofrezcan soluciones inmediatas a las necesidades del sector espacial mexicano y sirvan como plataforma para el desarrollo de industrias, procesos, productos y servicios, así como validarlos, certificarlos, transferirlos y proteger la propiedad intelectual con la gestión de las patentes pertinentes. Para esto se trabajará de forma estrecha con las industrias ya establecidas en el sector, a través del clúster espacial nacional.

La industria y la AEM, con el apoyo de las secretarías de Economía (SE) y de Comunicaciones y Transportes y del Conacyt definirán el modelo de organización y coordinación al que se integrarán los centros regionales de la AEM y los laboratorios acreditados de la SE, así como centros de investigación y universidades de todo el país. Esta red estará constituida por todo tipo de organizaciones (privadas, públicas y asociaciones público-privadas) y deberá tener viabilidad operativa y financiera.

Entregable

Modelo de organización y coordinación de la red de innovación para soluciones del sector espacial.

Proyecto 1.3

Consolidación del repositorio nacional de gestión imágenes y datos satelitales

Tiempo de realización: 12 meses

Objetivo y descripción

Establecer un consorcio para la consolidación de un repositorio nacional de imágenes y datos satelitales con los que cuenta el país —principalmente los organismos que han hecho una adquisición y uso intensivo de los mismos—, con el fin de clasificarlos, contar con información confiable del acervo disponible, y establecer las bases para la utilización de dicho acervo para dar certidumbre a la comunidad que podría llegar a utilizarlo.

Soporte y beneficios

Bajo el liderazgo de la AEM, y buscando sinergias, se logrará contar con el repositorio en coordinación con el INEGI, el SIAP y otros organismos que han adquirido y utilizado de forma intensiva imágenes y datos satelitales, y tienen dentro de sus ordenamientos la recepción, clasificación y almacenamiento de los insumos de los mismos. Este proyecto implica infraestructura de servidores y acceso a ellos, por lo que se requiere un sistema de gestión de datos y clasificación de los mismos de acuerdo con criterios como temporalidad, frecuencia, precisión y propiedades del sensor, entre otros.

Para lo anterior se tomarán en cuenta los diferentes requerimientos en función de las necesidades de los usuarios, incluyendo la clasificación y selección de los insumos por temas de importancia nacional, con la finalidad de definir los diferentes grados de seguridad e impor-

tancia de las imágenes y datos satelitales recibidos. Contar con este repositorio brindará a los usuarios nacionales certidumbre sobre las modalidades y disponibilidad de la información, y contribuirá a un aprovechamiento óptimo de los recursos.

Entregable

Base de datos con repositorio digital de imágenes y datos satelitales existentes en México.

Proyecto 1.4

Fortalecimiento del Comité Técnico Nacional de Normalización del Espacio como órgano de normalización del sector espacial y coordinación con la Entidad Mexicana de Acreditación para la acreditación de laboratorios del sector

Tiempo de realización: 24 meses

Objetivo y descripción

Fortalecer al Comité Técnico Nacional de Normalización del Espacio (COTENNE) como el organismo de normalización del sector, así como generar un esquema de acreditación de laboratorios de prueba y de organismos de certificación, con base en lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).

Soporte y beneficios

Normalización y Certificación Electrónica (NYCE) propone encabezar este proyecto con base en su experiencia e instalaciones para establecer uno o varios grupos de trabajo en las materias en las que México muestra potencial para ser competitivo. Esta oferta puede complementarse con instituciones como el Centro Nacional de Metrología (CENAM) y otros organismos que se podrían integrar para establecer el marco de trabajo en red. De esta manera, la industria y el grupo de desarrollo científico y tecnológico podrán obtener un servicio certificado.

Entregable

Bases de coordinación con la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) para la acreditación de laboratorios del sector; acreditación de al menos tres laboratorios y programa de trabajo del COTENNE (reporte técnico).

Proyecto 1.5

Establecimiento del clúster mexicano de organizaciones, industrias y servicios ligados al espacio

Tiempo de realización: 7 meses

Objetivo y descripción

Establecer el clúster mexicano de industrias y servicios ligados al sector espacial, que permita el intercambio de información y la realización de acciones comunes a la triple hélice y a la sociedad.

Soporte y beneficios

El clúster será el principal activador de estrategias; fomentará las actividades de colaboración y vinculación entre los distintos actores del sector e industrias afines; facilitará el intercambio de información y la transferencia de conocimiento (para lo cual deberá conjuntarse activamente con la red de innovación de soluciones para el sector espacial), y el establecimiento de metas

conjuntas, lo que permitirá desarrollar sinergias para una articulación eficaz de las cadenas de valor en el sector espacial mexicano.

El clúster deberá ser formado a partir de un modelo tripartita que incluya: empresas de la industria espacial y complementarias, así como empresas de servicios espaciales, academia y laboratorios especializados, y las instancias del gobierno pertinentes al tema del espacio.

Entregable

Modelo de negocios y gobernanza del clúster de la industria espacial mexicana, y constitución del mismo.

Proyecto 1.6

Desarrollar una estrategia de diseño, manufactura y puesta en servicio de satélites pequeños (proyecto integral y detonador)

Tiempo de realización: 12 meses

Objetivo y descripción

El desarrollo de un proyecto integrador y detonador del diseño y manufactura de un sistema de servicios a través de satélites pequeños debe estar sustentado en una estrategia sólida que enfatice la cooperación y coordinación de la triple hélice. Se persiguen logros concretos, tangibles y significativos en el corto plazo, con una visión de articulación para todo el sector. Se propone que en 18 meses y con un presupuesto extremadamente moderado, se ponga en órbita al menos el primer nodo —idealmente dos— de una red satelital sinérgica de satélites pequeños de órbita baja.

Soporte y beneficios

Para este proyecto se unirán esfuerzos, recursos y capacidades existentes de la industria, de la academia y del gobierno, para atender las necesidades y lograr el objetivo de pertinencia, oportunidad y eficacia. Este proyecto se enfocará en apoyar y complementar actividades espaciales de alerta temprana y validación de datos satelitales, buscando que las capacidades de manufactura, diseño y desarrollo de pequeños satélites en México se articulen a los intereses integrados del sector y posicionen al país como un jugador relevante en el uso de constelaciones satelitales para la generación de información para la sustentabilidad y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Se busca generar un impacto social positivo. Se espera que, por sus aplicaciones, este proyecto despierte el interés de diversas secretarías y gobiernos estatales, y dé cabida al talento e interés de la academia a nivel internacional. Para recuperar la inversión, se plantea la necesidad de comercializar los productos y servicios que se generen a partir de este proyecto. Un caso de generación de valor financiero debería ser conducente al crecimiento y bienestar, así como sustentar el proyecto en el largo plazo. El financiamiento de la misión deberá poder acceder al fondeo de investigación ya existente en las instituciones que se vinculen al proyecto. En otras palabras, se trata de dar a la ciencia que hay en torno al espacio y las disciplinas relevantes, una aplicación articulada.

El proyecto deberá detonar desarrollo regional y buscará acceder a fondos regionales y estatales. La Iniciativa Espacial Mexicana se compromete a coadyuvar en la atracción de empresas internacionales para que establezcan una presencia en México, reclutar esfuerzos del sector aeronáutico, identificar mecanismos de financiamiento y acordar las formas de coordinación de la misión.

Entregable

Estrategia que permita en el corto plazo el diseño, la manufactura y puesta en servicio de satélites pequeños mexicanos (al menos 3U) desarrollados en México y con capacidad sinérgica para aplicaciones de sustentabilidad y de protección civil, y el segmento terrestre correspondiente, en un plazo de 18 meses.

Proyecto 1.7

Realizar estudio de análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país en materia espacial

Tiempo de realización: 6 meses

Objetivo y descripción

El estudio de análisis de mercados estratégicos y de oportunidad en materia espacial tiene la finalidad de definir los mercados con potencial para la participación mexicana y aquellos que por sus características son los que representan más oportunidad en el corto y mediano plazo.

Entregable

Documento de análisis con resultados de mercados estratégicos y de oportunidad para el sector espacial.

Proyecto 1.8

Desarrollo de estrategias especializadas para los mercados estratégicos definidos por el estudio

Tiempo de realización: 12 meses

Objetivo y descripción

Una vez identificados los mercados estratégicos y de oportunidad se realizará el establecimiento de estrategias específicas (mapas de rutas) por mercado de oportunidad y estratégico para definir cuáles son los proyectos necesarios para incursionar en estos mercados.

Entregable

Estrategias para los mercados estratégicos y de oportunidad.

HITO 2

Para 2036, garantizar el acceso al espacio afianzando la capacidad de decisión para la preservación y ampliación de los recursos de órbitas y del espectro radioeléctrico correspondiente y el establecimiento de dos posiciones orbitales adicionales.

Proyecto 2.1

Definir explícitamente las competencias de los organismos nacionales en la identificación y el seguimiento de las fechas de reposición de los satélites y establecer los mecanismos y políticas que garanticen un programa de conservación y ampliación de las posiciones orbitales satelitales y las frecuencias necesarias

Tiempo de realización: 2 meses (primera fase)

Objetivo y descripción

El proyecto tiene como propósito identificar las posiciones orbitales que se encuentran en fechas cercanas de expiración, ya sea porque la presentación *filing* está próxima a vencer ante la UIT o porque la vida remanente del satélite se encuentra próxima a concluir —tomando en cuenta que el satélite aún cuenta con suficiente combustible para su deorbitación en el caso de los geoes-tacionarios y geosíncronos—. Esto permite contar con información suficiente para definir una estrategia de conservación de dichas posiciones.

Adicionalmente, será necesario realizar una solicitud internacional de posiciones satelitales a partir de la realización de un proyecto ejecutivo que responda a las proyecciones de la demanda en función del segmento de comunicaciones del que se pretende explotar las posiciones orbitales ya sea con fines gubernamentales o comerciales.

Los principales responsables de este proyectos serán la SCT, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) y la AEM.

Entregable

Política y bases de coordinación para identificación de fechas de reposición y programa de conservación de posiciones satelitales presentes y futuras, así como de las frecuencias radioeléctricas correspondientes, para su utilización adecuada.

Proyecto 2.2

Política y bases de coordinación y planeación para garantizar la gestión de las órbitas y el espectro radioeléctrico asociado

Tiempo de realización: 6 meses

Objetivo y descripción

Establecer un acuerdo formal entre las entidades responsables de la gestión de órbitas y frecuencias y de las actividades espaciales.

Soporte y beneficios

Las bases de coordinación y la política tienen como propósito desarrollar una estrategia para garantizar la gestión de las órbitas actuales —considerando que el proceso de gestión de un satélite GEO puede ser de al menos 8 años— y de las que se proyecta tener en un futuro. Se deberán contemplar aspectos técnico-legales como:

- El proceso de registro de frecuencias de los satélites y la posible coordinación de frecuencias con operadores nacionales y/o internacionales.
- El proceso de registro de objetos nacionales ante las autoridades internacionales tales como UIT y United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA).
- El proceso de gestión de un lanzador y las posibles implicaciones legales que conlleva contratar un lanzamiento.
- Aspectos como seguros y responsabilidades de terceros en caso de fallo.

Los principales responsables de este proyecto son la SCT, el IFT y la AEM.

Entregable

Política y bases de coordinación y planeación para garantizar la gestión de las órbitas y el espectro radioeléctrico asociado.

Proyecto 2.3

Actualización de catálogo integral de capacidades de laboratorios asociados

Tiempo de realización: 8 meses

Objetivo y descripción

Este proyecto tiene el objetivo de integrar un catálogo integral, actualizado, de los laboratorios existentes a nivel nacional en materia espacial y afines, para identificar el alcance de las pruebas que se pueden realizar. Asimismo, se busca identificar si estos laboratorios cuentan con algún tipo de acreditación o están en proceso de obtenerla.

Esta estrategia será desarrollada por un grupo de trabajo multidisciplinario, en el que participarán instituciones académicas y la iniciativa privada. El catálogo final estará disponible al público general y contendrá información sobre los datos de contacto y alcances de cada laboratorio.

Soporte y beneficios

Actualmente existe una gran cantidad de catálogos en todo el país, por lo que es necesario realizar un esfuerzo para integrarlos. La publicación de este catálogo integral contribuirá a apoyar los proyectos y desarrollos que se lleven a cabo en torno a la cadena de valor del sector espacial.

Esta estrategia considerará insumos de las distintas redes de laboratorios, tanto públicas como privadas, incluyendo los de diversas instituciones académicas como el IPN, la UNAM y distintas universidades estatales, los de la red de innovación del sector espacial y los del clúster espacial nacional.

Entregable

Catálogo integral de capacidades de laboratorios espaciales.

Proyecto 2.4

Creación de la primera red de grupos de inversionistas de capital de riesgo para proyectos de infraestructura espacial

Tiempo de realización: 12 meses

Objetivo y descripción

Impulsar una red de inversionistas de capital de riesgo para proyectos de infraestructura espacial, que sea un mecanismo financiero complementario a las fuentes tradicionales de financiamiento.

Soporte y beneficios

Para el establecimiento de esta red se llevará a cabo el estudio y definición de los perfiles de los grupos inversionistas con las capacidades y conocimiento necesarios para encontrar proyectos relevantes para el sector. Se buscará que el financiamiento considere la articulación de los diferentes proyectos en arquitecturas sinérgicas con los apoyos para la competitividad que puedan proporcionar los gobiernos federal, estatales y municipales, y con otros fondos de fomento o mecanismos de financiamiento como las asociaciones público-privadas (APP), *crowdfunding* y *fundraising*, que en conjunto con la red de soluciones para el sector espacial permitan mayores oportunidades a los emprendedores tecnológicamente calificados.

Entregable

Estudio y definición de perfiles de los grupos inversionistas con las capacidades y conocimiento necesario para impulsar proyectos relevantes para el sector, y matriz de mecanismos de fondeo o financiamiento complementario al capital de riesgo.



HITO 3

Para 2026, se tendrá un papel reconocido en el desarrollo de componentes, productos y servicios, con una participación de aproximadamente 1 por ciento del mercado global —equivalente a 3 mil millones de dólares.

Proyecto 3.1

Análisis de prospectiva tecnológica para la vinculación del sector nacional de tecnologías de la información con el sector espacial

Tiempo de realización: 8 meses

Objetivo y descripción

Elaborar un estudio que identifique los nichos de oportunidad de México para la adaptación o inserción de capacidades del sector de tecnologías de información (tanto *hardware* como *software*) en el sector espacial.

Soporte y beneficios

El proyecto presentará claramente las alternativas que tiene la industria de tecnologías de información para incursionar en la cadena de valor del sector espacial. Asimismo, permitirá identificar los nuevos nichos de oportunidad para abastecer la demanda futura del sector en materia de componentes, productos y servicios, y contribuirá al fortalecimiento de un clúster espacial nacional.

La empresa NYCE será el líder y coordinador de este proyecto y buscará la participación activa de organismos como el Consejo de Clústeres Mexicanos de Software y Tecnologías de la Información, la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI) y la Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información (AMITI), entre otros. Partiendo de los desarrollos que incluirán los proyectos relacionados con las tecnologías de la información en el sector espacial, se trazará la hoja de ruta de evolución en capacidades.

Entregable

Estudio de prospectiva tecnológica.

Proyecto 3.2

Política y bases de coordinación y planeación para dar certidumbre y fomentar las actividades para el desarrollo de lanzadores en México

Tiempo de realización: 6 meses

Objetivo y descripción

Establecer un acuerdo formal entre las entidades responsables de dar certidumbre jurídica y fomentar las actividades para el desarrollo y utilización de lanzadores en México. Se requerirá la identificación del marco legal y normativo que regula la actividad espacial y, en su caso, desarrollar la regulación complementaria necesaria para, bajo un programa definido, sentar las bases legales y normativas para el desarrollo de lanzadores en territorio nacional. También será necesario constituir una coordinación multisectorial que estudie el marco legal para el desarrollo, integración y operación de lanzadores en México, así como el marco normativo internacional para el desarrollo de vehículos de lanzamiento. Este estudio deberá considerar las principales economías con actividad espacial, así como aquellas economías emergentes similares a la mexicana.

Soporte y beneficios

Los estándares identificados serán el marco de referencia para la investigación, desarrollo e innovación tecnológica en el desarrollo de lanzadores con componente nacional.

Este proyecto también contempla el desarrollo de estándares mexicanos que sirvan como referencia para las actividades en materia de lanzadores. Esto con el objetivo de desarrollar la infraestructura de normalización, pruebas y certificación.

Entregable

Política y bases de coordinación y planeación para dar certidumbre y fomentar las actividades para el desarrollo de lanzadores en México.

Proyecto 3.3

Integrar un grupo gestor multidisciplinario para la identificación y análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país en materia espacial, desarrollo de estrategias especializadas en función de los mercados de alto valor identificados, y desarrollar un programa piloto para lanzadores en territorio nacional

Tiempo de realización: 6 meses

Objetivo y descripción

Conformar un Grupo Gestor Multidisciplinario (GGT) para coordinar las actividades del proyecto de desarrollo de un programa piloto para lanzadores en México. El GGT deberá estar integrado por científicos, tecnólogos y actores con un perfil para gestión de proyectos tecnológicos, y estará a cargo de:

- Realizar la planeación estratégica de las etapas de desarrollo del programa piloto.
- Identificar las fuentes de financiamiento para la ejecución del proyecto.
- Realizar un diagnóstico preliminar de recursos humanos y capacidades nacionales de carácter académico, industrial, gubernamental y de infraestructura, que puedan servir para desarrollar las etapas del proyecto.
- Proponer acuerdos de cooperación internacional que propicien la transferencia tecnológica.
- Integrar un grupo de trabajo para definir las especificaciones técnicas del pilotaje.
- Realizar el análisis de la misión.
- Reunir a actores especializados para la elaboración del diseño.

Soporte y beneficios

El desarrollo del proyecto piloto de vehículos de lanzamiento será resultado de la cooperación y coordinación de la triple hélice; por ello, este proyecto contribuirá a fortalecer al clúster espacial mexicano.

La red de innovación para aplicaciones del sector espacial se encargará de identificar las necesidades y capacidades de la academia y del gobierno.

Deberá considerarse el análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país en materia espacial, ya que aportará elementos para dimensionar los nichos cuyas necesidades pueden resolverse con plataformas de lanzamiento establecidas en el territorio nacional que den servicio tanto a actores nacionales como internacionales.

Entregable

Diseño preliminar de misión y financiamiento de un lanzador satelital.

Proyecto 3.4

Establecimiento de esquema de sistemas de compensaciones industriales para el sector espacial

Tiempo de realización: 3 meses

Objetivo y descripción

Impulsar el diseño y establecimiento de un esquema de compensaciones industriales (offsets) como una vía para elevar la competitividad de las industrias nacionales, impulsar las capacidades de diseño, investigación y desarrollo, propiciar la generación de propiedad intelectual, y asimilar y producir nuevas tecnologías.

Soporte y beneficios

La aplicación de una política de offsets en compras de gobierno, en particular aquellas relacionadas con comunicaciones y transportes, tienen el potencial de generar importantes beneficios en la economía nacional. Particularmente en el sector espacial puede aprovecharse en proyectos de reposición de satélites y otros equipos, aplicaciones y servicios significativos en términos de gasto nacional.

ProMéxico en colaboración con la Secretaría de Economía desarrolló un estudio profundo sobre el esquema de compensaciones industriales para los sectores de la economía Mexicana. Este estudio deberá ser adaptado para las particularidades del sector espacial que garantice su eficiente operatividad. Para dicho fin, la AEM, ProMéxico y la Secretaría de Economía establecerán un grupo de trabajo con el objetivo de presentar el modelo de esquema necesario para establecer el programa de compensaciones industriales para el sector espacial.

Entregable

Documento del modelo del programa de compensaciones industriales.

Proyecto 3.5

Desarrollo de estrategia para aumentar el contenido nacional en satélites y segmento terrestre

Tiempo de realización: 12 meses

Objetivo y descripción

Esta estrategia tiene como propósito aumentar el contenido nacional en la construcción de satélites y en el segmento terrestre, mediante la cooperación y coordinación de la triple hélice. Durante su desarrollo e implementación, el clúster espacial mexicano tendrá un rol protagónico, ya que se encargará de representar las capacidades y necesidades de la industria espacial en México. Por su parte, a la red de innovación para aplicaciones del sector espacial le corresponderá la tarea de reflejar las necesidades y capacidades de la academia y del gobierno. Para esta actividad deberán considerarse los estudios de estado del arte y nichos de oportunidad que se obtendrán de la observación tecnológica y de los análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país.

Soporte y beneficios

La estrategia deberá tomar en consideración aspectos técnicos, como una matriz de propuestas *versus* necesidades en la que se considere el tiempo de vida de los satélites en sus diversas órbitas, que permitirá tener una mejor idea de la cantidad de satélites y del tiempo que se requerirá para mantener un sistema funcional en caso de constituir constelaciones.

A su vez, esta estrategia deberá servir como base para los proyectos de reposición de satélites y otros equipos, aplicaciones y servicios significativos en términos de gasto nacional, y deberá considerar que en el futuro se aprovechen los beneficios de la política de compensaciones industriales.

Entregable

Documento de estrategia.

Proyecto 3.6

Desarrollo de estrategia de alianzas internacionales

Tiempo de realización: 6 meses a partir del establecimiento del clúster

Objetivo y descripción

El desarrollo de esta estrategia deberá partir de un análisis prospectivo de tecnología, servicios, mercados y competidores de la industria espacial, y debe constituir una visión holística para el desarrollo de capacidades industriales que impulse a México como un importante actor en el mercado global.

Soporte y beneficios

Este proyecto tendrá como responsable principal al clúster espacial mexicano, y estará enfocado en el diseño de una estrategia integral para el desarrollo de capacidades industriales. Esta estrategia deberá incluir la colaboración con otros actores del sector a nivel internacional con el fin de facilitar a México el acceso a nuevos mercados.

La AEM y ProMéxico buscarán generar información sobre las oportunidades existentes y coadyuvar en la atracción de socios tecnológicos para que desarrollen y escalen tecnología en México.

Entregable

Documento de estrategia - Plan de alianzas comerciales y tecnológicas para el sector espacial mexicano.



HITO 4

Para 2026, desarrollar la infraestructura espacial necesaria para aumentar en 25 por ciento la cobertura de conectividad en América Latina.

Proyecto 4.1

Creación de la red latinoamericana de protección civil por tecnología satelital

Tiempo de realización: 18 meses

Objetivo y descripción

Posicionar a México como líder de la región en temas de protección civil.

Soporte y beneficios

Para este objetivo será necesario contar con el soporte de la red de contactos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) en América Latina, con el fin de buscar activamente aliados en los gobiernos, instituciones y empresas de la región que estén interesados en pertenecer a la red.

Una vez que se identifique a los actores con capacidades suficientes, se organizará un evento de alto nivel con la participación de líderes de opinión en el sector espacial, para definir los lineamientos generales de la cooperación entre instituciones y países, e iniciar formalmente las actividades de la red.

Entregable

Documento con estrategia para conformación de la red, lineamientos para su operación, y firma del acuerdo con actores de países de América Latina.

Proyecto 4.2

Desarrollo de la estrategia para lograr la integración nacional de 45 por ciento para aplicaciones del sistema de comunicaciones para seguridad nacional

Tiempo de realización: 12 meses

Objetivo y descripción

Aprovechar las capacidades industriales nacionales para generar negocio y agregar valor a las cadenas globales del sector espacial.

Soporte y beneficios

Las aplicaciones en el ramo de comunicaciones del sistema de seguridad nacional son un elemento importante de soberanía para México, y pueden tomarse como proyecto bandera para impulsar la integración de componentes nacionales. La estrategia propuesta debe incluir un análisis de capacidades actuales y de los factores críticos necesarios para lograr que el porcentaje de integración nacional alcance 45 por ciento. Asimismo, para que sea integral y refleje los intereses de todos los sectores, la estrategia debe considerar las aportaciones de actores de la triple hélice. En este proyecto se incluye a las secretarías de la Defensa Nacional y de Marina, y al Centro de Investigación y Seguridad Nacional (CISEN).

Entregable:

Documento de estrategia para la integración de contenido y valor nacional.

Proyecto 4.3

Análisis de alternativas de sitios para ubicación de puertos espaciales dentro del territorio nacional y disponibilidad de dichas zonas

Tiempo de realización: 6 meses

Objetivo y descripción

Realizar un análisis que permita identificar las zonas del país con potencial para la ubicación de puertos espaciales, así como la disponibilidad de dichas zonas. Para cada zona identificada se establecerán los tipos de lanzamiento que es factible realizar.

Soporte y beneficios

Este proyecto contribuirá al establecimiento de puertos espaciales y facilitará la incursión de México al mercado de lanzamientos. Además, servirá como base para una estrategia de desarrollo de puertos espaciales, la cual deberá ser resultado de la cooperación y coordinación de la triple hélice —en particular del clúster espacial mexicano y de la red de innovación para aplicaciones del sector espacial—, y en una fase inicial podría estar enfocada en el lanzamiento de satélites pequeños.

Entregable

Estudio para la identificación de sitios de lanzamiento.

Proyecto 4.4

Desarrollo de puertos espaciales, aprovechando las capacidades nacionales tecnológicas y de innovación

Tiempo de realización: 24 meses

Objetivo y descripción

El propósito es desarrollar infraestructura de puertos espaciales, para lo que el grupo integral de trabajo deberá considerar las siguientes actividades:

- Revisión profunda del marco legal y regulatorio aplicable.
- Desarrollo de la planeación estratégica de las etapas para la integración de una base nacional de lanzamientos.
- Identificación de fuentes de financiamiento para la ejecución del proyecto.
- Diagnóstico preliminar de recursos humanos y capacidades nacionales de carácter académico, industrial, gubernamental y de infraestructura, que puedan servir para desarrollar las etapas del proyecto.
- Propuesta de acuerdos de cooperación internacional que propicien la transferencia de tecnología al país.
- Análisis de la misión.
- Convocatoria a actores especializados para la elaboración del diseño.
- Actividades de coordinación para la implementación del proyecto.

Soporte y beneficios

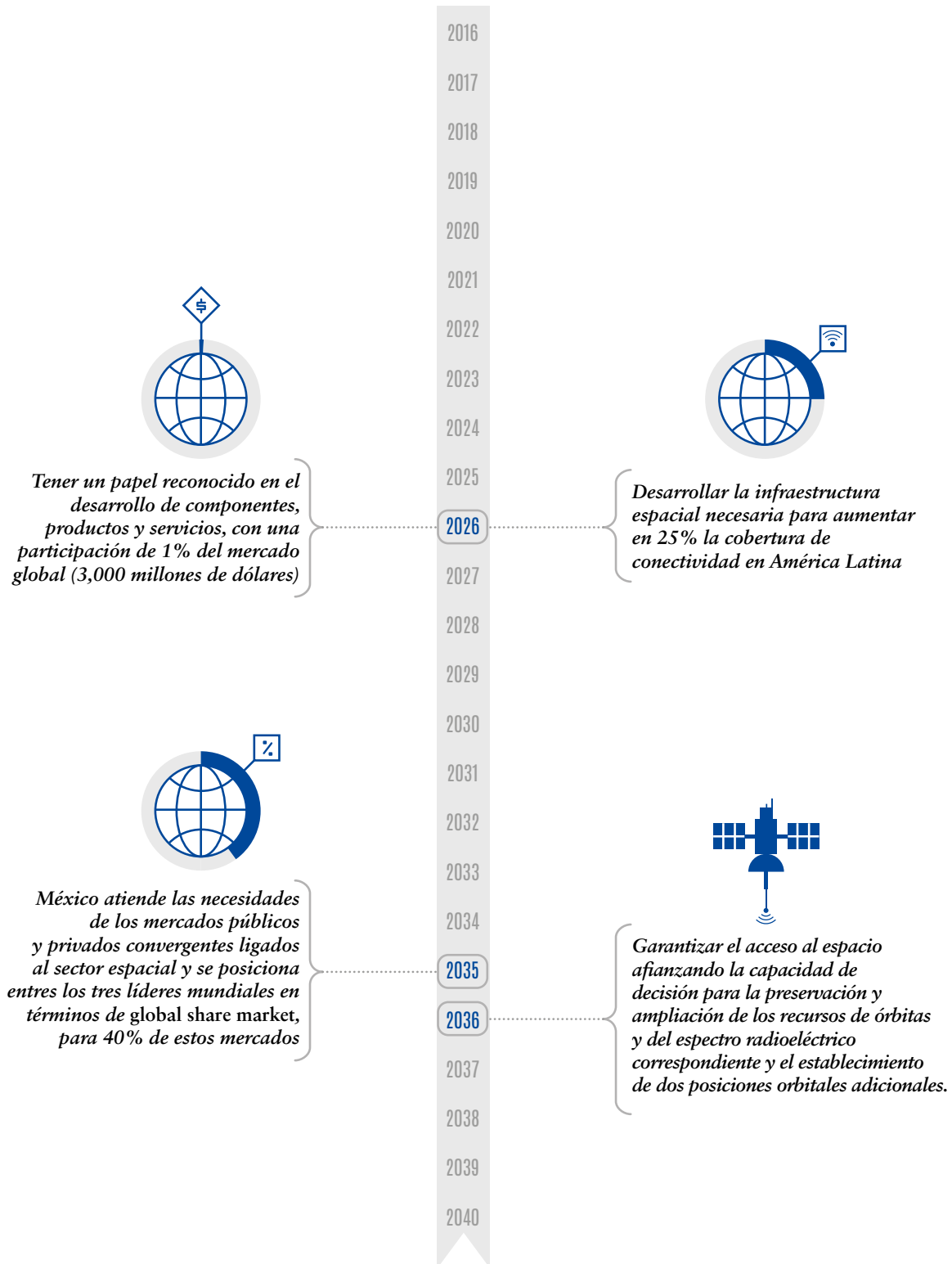
El país contará con infraestructura espacial para el lanzamiento de vehículos espaciales, lo que permitirá la exploración de nuevos nichos de mercado, así como articular la cadena de valor del sector espacial y fortalecer el ecosistema espacial mexicano.

Entregable

Diseño preliminar, misión y financiamiento de un puerto espacial.

GLOBAL SHARE MARKET

(Participación en el mercado global)



RESUMEN GRÁFICO DE HITOS

EJE TEMÁTICO

HITO

PROYECTOS ESTRATÉGICOS Y LÍNEAS DE ACCIÓN

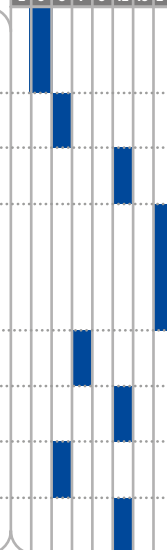
MESES

2 3 6 7 8 12 18 24

Mercados, industrias y servicios convergentes (observación de la tierra, protección civil)

En 2035, México atiende las necesidades de los mercados públicos y privados convergentes, ligados al sector espacial y se posiciona entre los tres líderes mundiales en global share market, con una participación de 40%, incluyendo el uso de tecnologías espaciales para la atención de la población y el cambio climático.

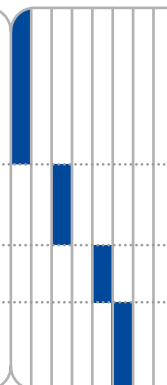
- Actualización del inventario de capacidades industriales, de innovación y servicios, vigilancia tecnológica de las capacidades y estado del arte.
- Extender las capacidades de la red de innovación y validación de soluciones para el sector espacial.
- Consolidación del repositorio nacional de gestión imágenes y datos satelitales.
- Fortalecimiento del Comité Técnico Nacional de Normalización del Espacio como órgano de normalización del sector espacial, y coordinación con la Entidad Mexicana de Acreditación para la acreditación de laboratorios del sector.
- Establecimiento del clúster mexicano de organizaciones, industrias y servicios ligados al espacio.
- Desarrollar una estrategia de diseño, manufactura y puesta en servicio de satélites pequeños.
- Realizar estudio análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país en materia espacial.
- Desarrollo de estrategias especializadas para los mercados estratégicos definidos por el estudio.



Autodeterminación a través de la soberanía y cooperación para el desarrollo del sector espacial mexicano

Para 2036, garantizar el acceso al espacio afianzando la capacidad de decisión para la preservación y ampliación de los recursos de órbitas y del espectro radioeléctrico correspondiente y el establecimiento de dos posiciones orbitales adicionales.

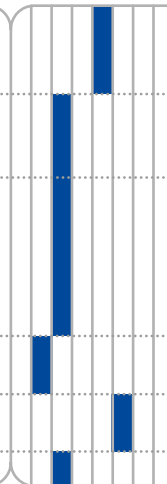
- Definir explícitamente las competencias de los organismos nacionales en la identificación y el seguimiento de las fechas de reposición de los satélites y establecer los mecanismos y políticas que garanticen un programa de conservación y ampliación de las posiciones orbitales satelitales y las frecuencias necesarias.
- Política y bases de coordinación y planeación para garantizar la gestión de las órbitas y el espectro radioeléctrico asociado.
- Actualización de catálogo integral de capacidades de laboratorios asociados.
- Creación de la primera red de grupos de inversionistas de capital de riesgo para proyectos de infraestructura espacial.



Participación competitiva en el mercado espacial mundial en componentes, productos y servicios

Para 2026, se tendrá un papel reconocido en el desarrollo de componentes, productos y servicios, con una participación de aproximadamente 1% del mercado global*

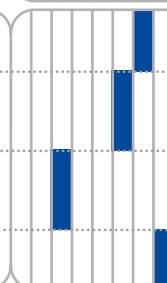
- Análisis de prospectiva tecnológica para la vinculación del sector nacional de tecnologías de la información con el sector espacial.
- Política y bases de coordinación y planeación para dar certidumbre y fomentar las actividades para el desarrollo de lanzadores en México.
- Integrar un grupo gestor multidisciplinario para la identificación y análisis de mercados estratégicos y de oportunidad para el país en materia espacial, desarrollo de estrategias especializadas en función de los mercados de alto valor identificados, y desarrollar un programa piloto para lanzadores en territorio nacional.
- Establecimiento de esquema de sistemas de compensaciones industriales para el sector espacial.
- Desarrollo de estrategia para aumentar el contenido nacional en satélites y segmento terrestre.
- Desarrollo de estrategia de alianzas internacionales.



Acceso digital y desarrollo de contenidos y soluciones

Para 2026, desarrollar la infraestructura espacial necesaria para aumentar en 25% la cobertura de conectividad en América Latina.

- Creación de la red latinoamericana de protección civil por tecnología satelital.
- Desarrollo de la estrategia para lograr la integración nacional de 45% para aplicaciones del sistema de comunicaciones para seguridad nacional.
- Análisis de alternativas de sitios para ubicación de puertos espaciales dentro del territorio nacional y disponibilidad de dichas zonas.
- Desarrollo de puertos espaciales, aprovechando las capacidades nacionales tecnológicas y de innovación.



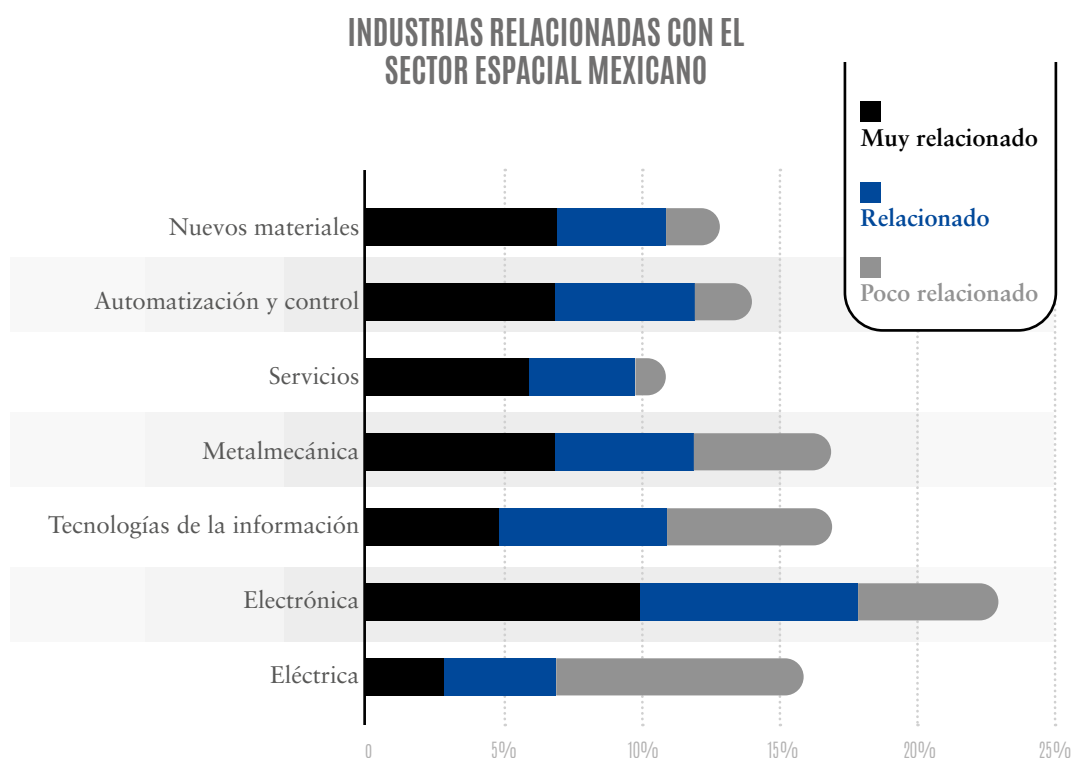
*Aproximadamente 3,000 millones de dólares

4.2 ENCUESTA DE LA INDUSTRIA ESPACIAL MEXICANA

Como parte del análisis de la situación actual de la industria mexicana, se realizó una encuesta en línea con actores de la triple hélice. En la encuesta participaron cerca de 300 instituciones relacionadas con la industria espacial mexicana desde los sectores académico, empresarial y gubernamental. Los resultados de esta encuesta constituyen información de primera mano que fue tomada en cuenta en la definición de la estrategia que se presenta en este documento.

El grupo de expertos definió a la industria electrónica como la más relacionada con la industria espacial (el estudio no incluye a la industria aeronáutica por su alta de relación con la industria). Entre los encuestados, cerca de 30 por ciento también considera que la industria electrónica es la que mayor relación tiene con el sector espacial. Después de la industria electrónica, los sectores metalmecánico, de automatización y control y de nuevos materiales se identificaron como las industrias más relacionadas con las actividades espaciales en México.

Estos resultados son muy relevantes para el análisis de complemento entre la capacidad instalada en las industrias mexicanas y su potencial para integrarse a la industria espacial.



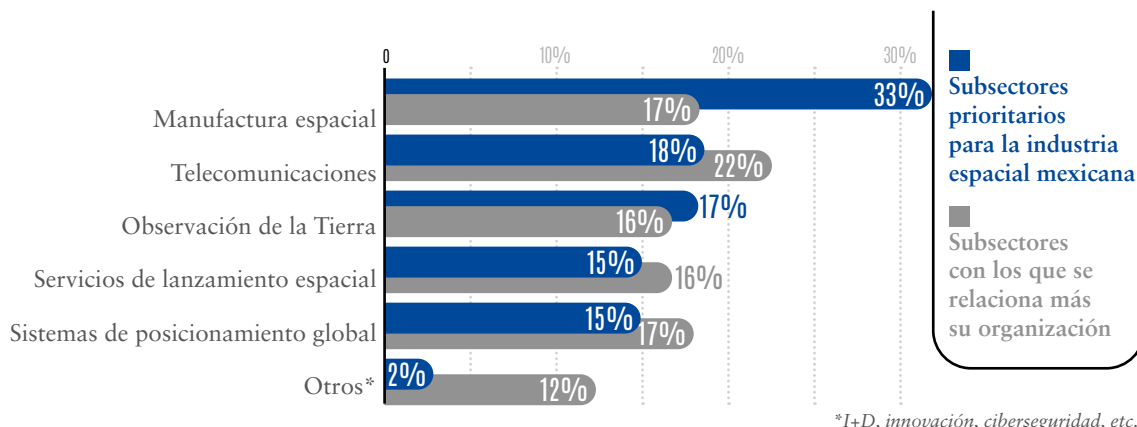
Al preguntar al grupo de expertos(as) sobre los subsectores de la industria espacial que son prioritarios, la manufactura espacial obtuvo 33 por ciento de las respuestas; en segundo lugar se ubicaron actividades enfocadas en el subsector telecomunicaciones, con 18.3 por ciento de las respuestas, mientras que la observación de la Tierra se ubicó como el tercer subsector prioritario, con 16.6 por ciento de las respuestas.

Al analizar las actividades en las cuales se desempeñan las organizaciones a las que pertenecen las expertas y los expertos consultados, se constata que la mayoría, 22.4 por ciento, está relacionada con actividades de telecomunicación, mientras que 18 por ciento de las organizaciones de dedican actividades de manufactura y observación de la Tierra.

Estos resultados explican la tendencia que visualiza la triple hélice hacia un aumento de la participación de las organizaciones de la industria espacial en actividades de manufactura.

SUBSECTORES DE LA INDUSTRIA ESPACIAL

que actualmente son desarrollados y
subsectores que las organizaciones identifican como prioritarios



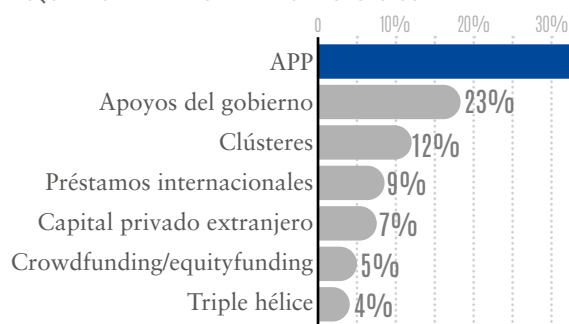
Fuente: Resultados del Taller de expertos

En la encuesta se incluyeron preguntas relacionadas con temas de financiamiento, programas educativos para mejorar el nivel de recursos humanos del sector y líneas de investigación para los centros de investigación en el sector espacial; mismos que la metodología del mapa de ruta identificó como factores críticos para el desarrollo del sector.

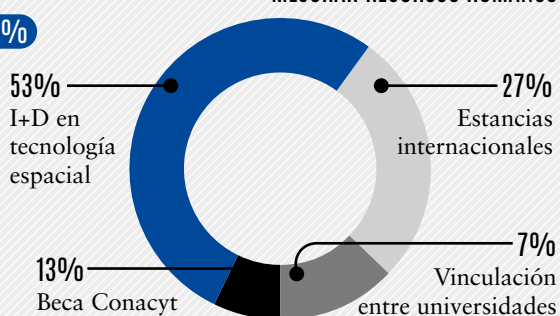
En el tema financiero los expertos consideraron que las APP son el esquema de financiamiento más importante para el desarrollo del sector. El financiamiento gubernamental es el segundo tema con mayor número de menciones por parte de los integrantes de la tripe hélice.

TEMAS PILARES EN EL DESARROLLO DEL SECTOR ESPACIAL MEXICANO

ESQUEMAS DE FINANCIAMIENTO PROPUESTOS

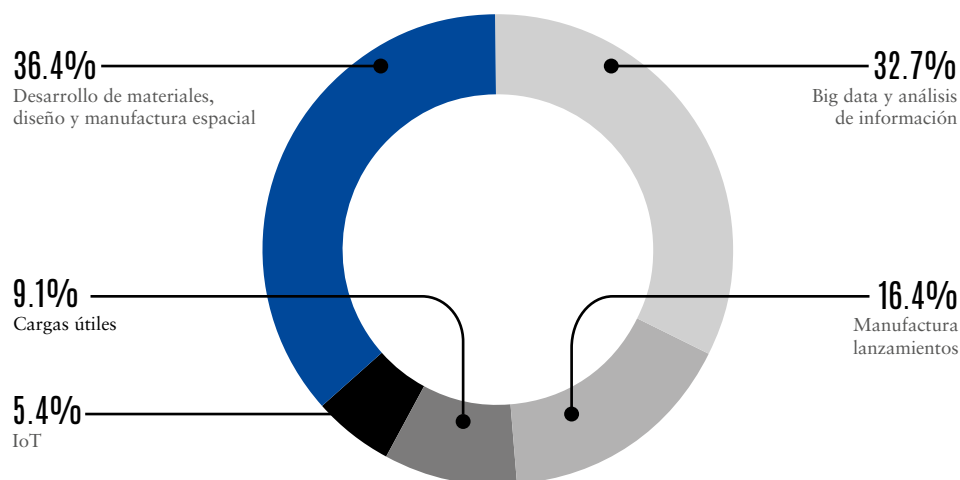


PROGRAMAS EDUCATIVOS PARA MEJORAR RECURSOS HUMANOS



Fuente: Resultados del Taller de expertos

LÍNEAS PROPUESTAS PARA CENTROS DE INVESTIGACIÓN



Fuente: Resultados del Taller de expertos

En lo que se refiere a recursos humanos, los expertos consideran que la capacitación a través de estancias de investigación en el extranjero y los intercambios de investigación con agencias de otros países, son los esquemas más viables para el desarrollo del capital humano especializado en el sector. Los expertos también consideraron que el desarrollo de capacidades en investigación de análisis de grandes datos y nuevos materiales enfocados a componentes de la industria espacial son temas relevantes; el desarrollo de capacidades en grandes volúmenes de datos se identifica como esencial para el análisis de imágenes e información que envían los satélites a la tierra, mientras que las capacidades para materiales avanzados se relacionan con la construcción de nuevos vehículos espaciales.

CONCLUSIONS

CONCLUSIONES

El *Plan de Órbita 2.0* retoma la estrategia delineada en 2012, para ajustarla a la situación actual y a las perspectivas del sector espacial tanto de México como a nivel internacional, e incorporar nuevos elementos orientados a impulsar el desarrollo industrial y, al mismo tiempo, contribuir a la atención de los grandes retos del país en materia de educación, seguridad, telecomunicaciones, sustentabilidad ambiental y salud, entre otros temas.

Las líneas estratégicas que se proponen en este documento abarcan la exploración y el aprovechamiento de los nichos de oportunidad para México, con base en las capacidades actuales de la industria nacional y con el objetivo de impulsar actividades en los segmentos que por su impacto económico, social y científico tienen mayor valor potencial.

Si bien los hitos y proyectos plasmados en esta estrategia responden a una visión integral de largo plazo, también se consideran acciones concretas para impulsar el fortalecimiento y el desarrollo armónico del ecosistema industrial del sector espacial mexicano, enfocando esfuerzos en líneas prioritarias que serán la base para alcanzar una mayor participación en la economía del espacio, responder a grandes problemas globales, generar beneficios para la sociedad mexicana y transferir aplicaciones científicas y tecnológicas a otros sectores industriales del país.

El *Plan de Órbita 2.0* aborda cuatro ejes temáticos que definen una línea de trabajo para los objetivos e hitos estratégicos. Dichos ejes temáticos son:

1. Innovación y nichos de oportunidad para la industria y servicios convergentes (observación de la Tierra, protección civil).
2. Autodeterminación en el desarrollo de las actividades espaciales y cooperación para el fortalecimiento del sector espacial mexicano.
3. Impulso a la cadena de valor del sector e impulso al desarrollo industrial.
4. Fomento al acceso digital y al desarrollo de aplicaciones y soluciones.

Los objetivos del *Plan de Órbita 2.0* tienen una clara orientación de mercado, siendo ellos:

- Alcanzar para 2026 una participación reconocida en el desarrollo de componentes, productos y servicios equivalente al 1 por ciento del mercado global (aproximadamente 3 mil millones de dólares).
- Desarrollar la infraestructura espacial para que en 2025 se incremente en 25 por ciento la cobertura de conectividad en América Latina.
- Atender las necesidades como país de los mercados públicos y privados convergentes ligados al sector espacial, posicionando a México entre los tres líderes mundiales en el *global share* hacia 2035, con una participación de 40 por ciento de dichos mercados, incluyendo el uso de tecnologías espaciales para la atención de la población y el cambio climático.
- Hacia 2036, garantizar el acceso al espacio, afianzando la capacidad de decisión para la preservación y ampliación de los recursos de órbitas y espectro radioeléctrico correspondiente.

El desarrollo de esta estrategia implica la generación de las capacidades industriales, científicas, educativas y de innovación, necesarias para incursionar y fortalecer la posición de México en mercados como los de satélites de observación y sus aplicaciones en cambio climático, alerta temprana, seguridad nacional, sector agropecuario y gestión de recursos; manufactura 4.0; diseño de hardware y software para las plataformas y componentes espaciales, y aplicaciones en salud y en educación, por mencionar algunos.

Desde la perspectiva del sector privado, existe una alta prioridad en el desarrollo e incubación de nuevos nichos de mercado que presentan oportunidades para México, ya sea por su fortaleza en capacidades instaladas o por el valor potencial que dichos nichos representan. Específicamente, la industria definió como prioritario el establecimiento de un clúster espacial que identifique mercados, desarrolle estrategias y articule esfuerzos para lograr que la participación industrial de México ascienda al equivalente a 1 por ciento de la industria espacial mundial.

Por su parte, el sector académico y de investigación propone el empoderamiento de la red de innovación para generar soluciones específicas para la industria espacial. La red concentrará las capacidades más importantes existentes en investigación y desarrollo de productos, componentes y servicios, bajo un modelo de comercialización de tecnología enfocada en la oferta y demanda. La red de innovación deberá ser capaz de promover proyectos que permitan generar capacidades para ampliar la conectividad en México y América Latina, misma que podrá ser utilizada para temas de observación de la Tierra, agricultura de precisión, seguridad y desastres naturales, entre otros.

En tanto, el gobierno, a través de la participación de las secretarías con actividades relacionadas con el espacio, la economía, inversiones y seguridad nacional, facilitará el desarrollo de políticas públicas concretas que den soporte a los esfuerzos de los demás sectores y que fortalezcan la cadena de valor del sector espacial mediante el desarrollo de proyectos integrales y detonadores, con el fin de aprovechar las capacidades actuales y desarrollar nichos estratégicos como puertos espaciales y vehículos de lanzamiento, así como otras áreas que fortalezcan la política espacial y las capacidades de la industria espacial mexicana. Cabe mencionar que al cierre de esta edición, la política satelital propuesta por la SCT se encontraba en proceso de consulta.

En este sentido, también se contempla que la protección y fomento de la propiedad intelectual, y la regulación de las actividades espaciales, son aspectos clave para la competitividad en el desarrollo industrial y de servicios, y en el fortalecimiento de la cooperación internacional.

La implementación de la estrategia implica la articulación de diversos actores; el establecimiento de alianzas nacionales e internacionales en materias de innovación, financiamiento, legislación y cooperación tecnológica y científica; la definición de estructuras jurídicas y marcos regulatorios; el diseño de políticas públicas, y un elevado nivel de compromiso y coordinación entre la industria, la academia y el gobierno en sus diferentes niveles.

México está comprometido con el desarrollo del sector espacial, por lo que se dedicará a generar espacios de colaboración, unir esfuerzos, establecer alianzas, atraer inversiones y utilizar eficientemente los recursos disponibles para posicionarse como un polo de desarrollo espacial, reconocido a nivel internacional por su capacidad de coordinación y realización de trabajos de alto impacto socioeconómico, calidad e innovación.

ALEXO



DIRECTORIO DE EMPRESAS

AGUASCALIENTES

Antenas de Aguascalientes

Arellano 101 C
Guadalupe
Aguascalientes, Aguascalientes, 20059

Ingeniería y Tecnología Aplicada Nco SA de CV

Gabriela Mistral 823
Santa Anita Cuarta Sección
Aguascalientes, Aguascalientes

BAJA CALIFORNIA

Electrónica Lowrance de México SA de CV

De Los Lirios 1648
Valle Verde
Ensenada, Baja California, 22839

Navico

Avenida Reforma 1648
Fraccionamiento Valle Verde
Ensenada, Baja California, 22750

Zircon de México SA de CV

Iturbide 424
Obrera
Ensenada, Baja California, 22830

Bitechnologies

Amistad Norte 102
Parque Industrial Mexicali 4
Mexicali, Baja California, 21000

Grupo Red

Industria Del Papel 31
Parque Industrial El Vigia
Mexicali, Baja California, 21000

Masimo

Calzada Del Oro 2001
Parque Industrial Palaco
Mexicali, Baja California, 21000

Mc Specialties

Parque Industrial Las Californias
Mexicali, Baja California, 21000

Nextel

Siglo XXI
CPA Business Center Mexicali
Mexicali, Baja California, 21000

Pexco

Circuito de Las Misiones Norte 168
Parque Industrial Las Californias
Mexicali, Baja California, 21000

Skyworks Solutions de México

Calzada Gómez Morin 1690
Rivera
Mexicali, Baja California, 21000

Teleplan

Rubilina 3
Parque Industrial Palaco
Mexicali, Baja California, 21000

Termistores de Tecate SA de CV

El Encanto Sur
Tecate, Baja California, 21440

Arris Group de México

Avenida de La Paz 11721
Parque Industrial Pacifico
Tijuana, Baja California, 22000

Arris Group de México SA de CV

La Paz 11721
Pacífico
Tijuana, Baja California, 22643

Bourns de México S de RL de CV

Boulevard Agua Caliente 4006
Aviación
Tijuana, Baja California, 22000

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología Digital

Alejandro Humbolt S/N
Otay
Tijuana, Baja California, 22000

Comunicaciones de Calidad S de RL de CV

Vía Rápida Poniente 16955 21 y 22
Niños Héroes Este
Tijuana, Baja California, 22120

Custom Sensors Technologies Transportation de México SA de CV

Punta de Canoas 4920
Lago Sur
Tijuana, Baja California, 22217

Esterline México S de RL de CV

Vecinal Florido 19701 2 58
Florido
Tijuana, Baja California,

Greatbatch Medical S de RL de CV

De Las Bellas Artes 20120
Mesa de Otay
Tijuana, Baja California, 22444

Kyocera Mexicana SA de CV

Acceso Otay Buena Vista 2055
Otay Universidad
Tijuana, Baja California, 22427

Meade Instruments México S de RL de CV

La Paz 10009
Pacífico
Tijuana, Baja California, 22643

Oncore de México SA de CV

De Las Bellas Artes 20120 7
Prologis
Tijuana, Baja California, 22444

Zentrum Ziztemaz

Boulevard Agua Caliente 11249
Colonia Aviación
Tijuana, Baja California, 22000

CAMPECHE**Industrias W de México SA de CV**

Del Mar 46
Santa Rita 2
Ciudad del Carmen, Campeche, 24158

Comimsa

Calle 33 113
Burócratas
Ciudad Del Carmen, Campeche, 24100

Técnicos Istmeños

Avenida 10 de Julio 54
Benito Juárez
Ciudad Del Carmen, Campeche, 24100

CIUDAD DE MÉXICO**Asae Consultores SA de CV**

Margaritas 426
Álvaro Obregón, Ciudad de México, 01000

Exagono Software

Cerrada Relox 20
Copilco El Bajo
Álvaro Obregón, Ciudad de México, 01000

Medidores Azteca SA de CV

Don Manuelito 30
Olivar de Los Padres
Álvaro Obregón, Ciudad de México, 01780

Brainnup Systems

Eje 5 Norte (Poniente 140) 839
Industrial Vallejo
Azcapotzalco, Ciudad de México, 02000

Coramex

Lauro Villar 94 C
Providencia
Azcapotzalco, Ciudad de México, 2440

Ingeniería Electromédica y Acústica

Nueces 118
Nueva Santa María
Azcapotzalco, Ciudad de México, 02000

Plastidea

Aquiles Elorduy 370
Jardín Azpeitia
Azcapotzalco, Ciudad de México, 02530

BSD Enterprise

Avenida de Las Naciones 38
Nápoles
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Castelec Internacional SA de CV

Esperanza 957
Narvarte
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Centro AF de Estudios Tecnológicos SA
Nicolás San Juan 1024
Del Valle
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Centro Netec SA de CV
Avenida de Las Naciones 38
Nápoles
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Cepra Servicios SA de CV
Insurgentes Sur 800
Del Valle
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Comnet
Circuito Interior (Avenida Patriotismo) 889
Insurgentes Mixcoac
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Comunicaciones y Servicios 240 Grados SA de CV
Milwaukee 62
Nápoles
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Daysoft
Amores 2012
Acacias
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Ecosoft S de RL de CV
Watteau 54
Nonoalco Mixcoac
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Empresa Wpt de México Telecomunicaciones
Avenida Presidente Plutarco Elías Calles 1305
Miravalle
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Evox Comercializadora
Circuito Interior (Avenida Río Mixcoac) 97
Insurgentes Mixcoac
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Fabricación de Medidores de Líquidos Hidronica
Diego Becerra 69
San José Insurgentes
Benito Juárez, Ciudad de México, 03900

Gesfor México SA de CV
Matías Romero 216
Del Valle
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Gonet México SA de CV
Eje 5 Sur (Eugenia) 197
Narvarte
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Grupo Tec Nis
Adolfo Prieto 1638
Del Valle
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

I Sol Servicios y Soporte Técnico
Mosqueta 70
Crédito Constructor
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

IDS Comercial SA de CV
Insurgentes Sur 1388
Aticpan
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Kualli Tecnología de Informacion
Zempoala 251
Narvarte
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Micro Formas
Luz Saviñón 1558
Narvarte
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

MVE Soluciones
Doctor José María Vértiz 1252
Letrán Valle
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

N & S Net And Services Trantor
Giotto 46
Mixcoac
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Netropology
Santander 63
Insurgentes Mixcoac
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Remedi Resultados Médicos Desarrollo e Investigación

Calle Amores #942-16
Del Valle
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Robach de México

Cerrada Primera Xola 30
Del Valle Norte
Benito Juárez, Ciudad de México, 03000

Ryma de México SA de CV

Lago Poniente #16
Americas Unidas
Benito Juárez, Ciudad de México, 03500

Signatron SA de CV

Balboa 1205
Portales
Benito Juárez, Ciudad de México, 03300

Simex Integración de Sistemas SA de CV

Eje 4 Sur (Xola)
Del Valle
Benito Juárez, Ciudad de México, 93000

Maxcom Telecomunicaciones

Guillermo González Camarena 2000
Centro de Ciudad Santa Fe
Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México,
05000

Softtek

Blvd. Díaz Ordaz Km 333 Plaza Leona Sección Iv
Cuajimalpa de Morelos, Ciudad de México,
05000

Bloomberg México

Paseo de La Reforma 265
Benito Juárez
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 28500

CIS Corporate

Guanajuato 100
Roma Norte
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 28500

Desarrolladora Internacional de Tecnología

Insurgentes Centro 58
Juárez
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 28500

Estrategia Empresarial

Acapulco 36
Roma
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 28500

Grupo Saniger

Culiacán 14 C
Hipódromo
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 06100

Grupo SETI

Chiapas 91
Roma Norte
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 28500

Hildebrando SA de CV

Paseo de La Reforma 295
Cuauhtémoc
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 28500

Instrumentos Wika México SA de CV

Versalles 15 Edificio Versalles
Juárez
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 06500

Intelisis SA de CV

Tehuantepec 118
Roma Sur
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 28500

Solzaid, S.A.

Sadi Carnot 101
San Rafael
Cuauhtémoc, Ciudad de México, 06470

Sinteg en México SA de CV

Tuxpan 96
Roma Sur
Delicias, Ciudad de México, 33000

Onlinet SA de CV

Casma 594
Lindavista
Gustavo A. Madero, Ciudad de México, 07000

Sefai SA de CV

Guadalupe 163
Guadalupe Proletaria
Gustavo A. Madero, Ciudad de México, 07670

Instalaciones y Mantenimiento en Equipo de Radiocomunicación SA de CV

Eje 5 Oriente (Central) 76
Pantitlán
Iztacalco, Ciudad de México, 08000

Laboratorio de Control ARJ SA de CV

Cafetal 60
Granjas México
Iztacalco, Ciudad de México, 08000

Lógica Industrial

Calle Oriente 245 19
Agrícola Oriental
Iztacalco, Ciudad de México, 08000

Biomédica Mexicana

Eje 8 Sur (Calzada Ermita Iztapalapa) 855 Sn
Santa Isabel Industrial
Iztapalapa, Ciudad de México, 09828

Equipment Support Air Craft

Sur 23 0 Manzana 47 Lote 485
Leyes de Reforma Segunda Sección
Iztapalapa, Ciudad de México, 09310

Industrial Teleternik

Andrés Molina Enríquez (Eje 1 Oriente) 906
San Andrés Tetepilco
Iztapalapa, Ciudad de México, 09440

Satélites Mexicanos SA de CV

Avenida Telecomunicaciones S/N
Leyes de Reforma
Iztapalapa, Ciudad de México, 09000

Tork Electrosistemas

San Lorenzo 279
Parque Industrial Iztapalapa
Iztapalapa, Ciudad de México, 09830

América Móvil

Calle Lago Zurich 245
Granada Ampliación
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Aqua Interactive

Edgar Allan Poe 359
Chapultepec Polanco
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Asp Pisa

Avenida Paseo de La Reforma 106
Lomas de Chapultepec
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Azertia Tecnologías de la Información de México SA de CV

Horacio 111
Chapultepec Morales
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

BMC Software

Boulevard Presidente Manuel Ávila Camacho (Periférico) 36
Lomas de Chapultepec
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Comimsa

Bahía de San Hipólito 51
Anáhuac
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

FIMESA

Mar Báltico 24
Nextitla
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11420

Forma Bi Consultores

Lope de Vega 107
Chapultepec Morales
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Getronics México SA de CV

Presidente Manuel Ávila Camacho 191
Los Morales
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

González Cortina Glender y Cia SA de CV

Calderón de La Barca 22
Chapultepec Polanco
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Grupo Hasar

Rubén Darío 13
Chapultepec Morales
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Imágenes y Medicina SA de CV

Lago Onega 281
Anáhuac
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11320

Suncorp Electronics

Felipe Carrillo Puerto 410
San Juanico
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11440

Sybase

Presidente Manuel Ávila Camacho 138
Lomas de Barrilaco
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

T-Systems México SA de CV

Jaime Balmes 8
Los Morales Polanco
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Telvent México SA de CV

Bahía Santa Bárbara 174
Verónica Anzures
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Towa

Rodolfo Gaona 81
Lomas de Sotelo
Miguel Hidalgo, Ciudad de México, 11000

Fluxométrica Industrial Fábrica Instrumentos de Medición

Privada de Constitución 7 Mz 174
Ampliación Miguel Hidalgo Tercera Sección
Tlalpan, Ciudad de México, 14250

Instituto Nacional de Salud Pública

Privada 9 50
Sección 16
Tlalpan, Ciudad de México, 14000

Sitcom Electronics SA de CV

Peña Pobre
Tlalpan, Ciudad de México, 14000

Telecom Network Services SA de CV

Boulevard Picacho Ajusco 4225
Jardines en La Montaña
Tlalpan, Ciudad de México, 14000

Unique Comm SA de CV

Bochil 390
Torres de Padierna
Tlalpan, Ciudad de México, 14000

Fehlmex SA de CV

Avenida Industria 244 A
Moctezuma 2a Sección
Venustiano Carranza, Ciudad de México, 15530

Grupo Pere SA de CV

Proaño 44
Valle Gomez
Venustiano Carranza, Ciudad de México, 15210

Peak Cooperación Electrónica

Jesús Gaona 54 A
Moctezuma 1a Sección
Venustiano Carranza, Ciudad de México, 15500

COAHUILA**Pirometria y Desarrollo Industrial SA de CV**

Privada Juana Zertuche 3100
Estancia de Santa Ana
Monclova, Coahuila, 25700

Pirometría y Desarrollo Industrial SA de CV

Carretera 57 3100
Estancia de Santa Ana
Monclova, Coahuila, 25830

Sistemas de Monclova

Tamaulipas 707
Los Pinos
Monclova, Coahuila, 25700

Telesistemas Nacional SA de CV

Avenida Ciudad Deportiva 1222
Ciudad Deportiva
Monclova, Coahuila, 25700

Heraeus Electro Nite Mexicana SA de CV

Avenida Delta 1400
Santa Maria
Ramos Arizpe, Coahuila, 25903

CIQA

Privada
Predio El Charquillo
Saltillo, Coahuila, 25000

COMIMSA

Ciencia y Tecnología 790
Saltillo 400
Saltillo, Coahuila, 25000

ITELTEQ

Doctor Jesús Valdez Sánchez 695
República
Saltillo, Coahuila, 25000

Mas TV La Opción

Colima 483
República
Saltillo, Coahuila, 25000

Servicio de Telesof

La Herrería 220
Fraccionamiento La Rosa
Saltillo, Coahuila, 25000

GI Consultores en Informática SA de CV

Profesor Ignacio Barrón (30) 212
Jardines Reforma
Torreón, Coahuila, 27000

Laguna Gages & Tooling

Allende 5845
San Felipe
Torreón, Coahuila, 27089

Supervision & Technologies Experts

Boulevard Independencia 1121
Granjas San Isidro
Torreón, Coahuila, 27000

CHIAPAS

Instituto Nacional de Salud Pública

Décima Novena Poniente S/N
Centro
Tapachula, Chiapas, 30700

CHIHUAHUA

Consolidated Medical Equipment Company S de RL de CV

Complejo Industrial Chihuahua
Chihuahua, Chihuahua, 31136

Coordinación Estatal de Tecnología Educativa

Mary Land 2911
Las Águilas
Chihuahua, Chihuahua, 31000

EPCOM Equipos Profesionales de Comunicación SA de CV

Pacífico
Chihuahua, Chihuahua, 31030

Factoria Industrial

Ret. Mario Vargas Llosa 101
Parque Industrial Parque Industrial Intermex
Norte
Chihuahua, Chihuahua, 31000

SMTC de Chihuahua SA de CV

Industria en Comunicaciones 3701 20
Panamericana
Chihuahua, Chihuahua, 31200

Zodiac

Av. William Shakespeare 157
Complejo Industrial Chihuahua
Chihuahua, Chihuahua, 31000

Controles de Temperatura SA de CV

Avenida Ramón Rivera Lara 6415
Parques Industriales
Ciudad Juárez, Chihuahua

Cosma

Avenida Borreguero 2510
Parque Industrial Juárez
Ciudad Juárez, Chihuahua

Essilor

Washington 3701-10 y 11
Las Americas Industrial Park Industrial
Building O
Ciudad Juárez, Chihuahua

Instrumentos Stewart Warner de México SA de CV

Neptuno 1917
Satélite
Ciudad Juárez, Chihuahua

Johnson Controls

Independencia 1451
Barrio Azul
Ciudad Juárez, Chihuahua

National Instruments

Avenida Abraham Lincoln 1355
La Playa
Ciudad Juárez, Chihuahua

Peiker ACustic de México SA de CV

Valle Del Paseo 480
Parque Industrial Salvacar
Ciudad Juárez, Chihuahua

Sensus de México S de RL de CV

Francisco Sarabia 8950
Parque Industrial Aeropuerto
Ciudad Juárez, Chihuahua

Sippican de México S de RL de CV

Boulevard Teófilo Borunda 6683
Partido Iglesias
Ciudad Juárez, Chihuahua

Tafi S de RL de CV

Francisco Sarabia 8950
Parque Industrial Aeropuerto
Ciudad Juárez, Chihuahua

Adc de Juárez S de RL de CV

Antonio J. Bermúdez 550
Antonio J Bermudez
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32470

Controles de Temperatura SA de CV

Ramón Rivera Lara 6415
Parques Industriales
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32000

Cosma

Borreguero 2510
Juárez
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32630

Datamark de México SA de CV

Boulevard Tomás Fernández 8583
Parque Industrial Antonio J Bermúdez
Ciudad Juárez, Chihuahua, 25400

Grupo American Industries SA de CV

Omega
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32320

Instrumentos Stewart Warner de México SA de CV

Neptuno 1917
Satelite
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32540

Intermedia de Juárez SA de CV

Boulevard Manuel Gómez Morín 8388
Partido Senecu
Ciudad Juárez, Chihuahua, 25400

Johnson Controls Bem S de RL de CV

Av. El Cid 2040
Parque Industrial Fernandez
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32649

Peiker Acustic de México SA de CV

Salvacar
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32599

Sanmina-Sci Sitems de México

Valle de Los Cedros 1310
Parque Industrial Intermex
Ciudad Juárez, Chihuahua, 25400

Scientific Atlanta de México, S de R.L. de C.V.

Intermex 1680
Intermex
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32690

Sysol S de RL de CV

20 de Noviembre 2534
Silvias
Ciudad Juárez, Chihuahua, 25400

Wistron México SA de CV

Baudelio Pérez Mucharras 420
Zaragozacalle Principal Baudelio Pérez M.
Ciudad Juárez, Chihuahua, 32700

System Sensor de México S de RL de CV

Av. Valle Del Cedro 1681
Ciudad Juarez, Chihuahua, 32574

DURANGO

Instituto de Investigación Científica**Avenida Universidad SN**

Los Remedios
Durango, Durango, 34000

Instituto de Silvicultura e Industria de La Madera

Boulevard Del Guadiana 501
Ciudad Universitaria
Durango, Durango, 34000

Custom

Allende 646
Centro
Gómez Palacio, Durango, 35000

ESTADO DE MÉXICO

Laboratorios de Biológicos y Reactivos de México

Kilómetro 37+500
Parque Industrial Cuamatla
Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 54700

Servicios y Proyectos Pifusa

Av Transformación 10
Cuamatla
Cuautitlán Izcalli, Estado de México, 54730

IUSA GE S de RL de CV

Carretera Panamericana México-Querétaro
Km 109
Unidad Industrial Pasteje
Jocotitlán, Estado de México, 50700

Ciclonik Mexicana SA de CV

Puebla 22
Los Reyes ACaquilpan Centro
La Paz, Estado de México, 56400

Fábrica de Instrumentos y Equipos SA de CV

Plásticos 88
San Francisco Cuautlalpan
Naucalpan de Juárez, Estado de México, 53560

Ingeaa de México

Carnicerito 4
Lomas de Sotelo
Naucalpan de Juárez, Estado de México, 53350

Macro Servicios del Noreste SA de CV

Lomas Verdes 791
Naucalpan de Juárez, Estado de México, 53129

Jaguar de México SA de CV

Calle Tabla Grande 2
Espíritu Santo Jilotzingo
Santa Ana Jilotzingo, Estado de México, 54570

Lógica Industrial

Vicente Lombardo Toledano
San Francisco Xalostoc
Santa María Ecatepec, Estado de México, 70560

Tecnología de Reciclaje S.A. de C.V

Bosque de Chapultepec 32
Tecámac, Estado de México

Magnet

Av Dr Gustavo Baz 14
Xocoyahualco
Tlalnepantla, Estado de México, 62530

Brightstar de México SA de CV

Industrial 8
De Los Reyes Ixtacala
Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 54090

Genesis Change S de RL de CV

Otumba 46
Tlalnemex
Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 54070

Medidores Internacionales Rochester SA de CV

Calle 26a No6
Industrial San Pedro Xalpa
Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 54000

Medidores Internacionales Rochester SA de CV

Calle 26a No6
Industrial San Pablo Xalpa
Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 54170

Power Union SA de CV

José María Morelos y Pavón 95
San Lucas Tepetlcalco
Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 54055

Silzar International

Zacatecas 124
Valle Ceylan
Tlalnepantla de Baz, Estado de México, 54000

Rimsa Saginomiya SA de CV

Central 126
Parque Industrial Toluca 2000
Toluca, Estado de México, 50200

Integrando B2B Co SA de CV

Cuatitlan Izcalli, Estado de México, 54769

GUANAJUATO

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato AC

Vicente Rodríguez S/N
Fraccionamiento La Paz
Irapuato, Guanajuato, 36500

Centro de Investigaciones en Óptica AC
Lomas Del Bosque 115
Lomas Del Campestre
León, Guanajuato, 37000

GUERRERO

Grupo IPTE de México
Chula Vista 20
Primer Pas0 Cardenista
Zihuatanejo, Guerrero, 40880

HIDALGO

Termoinnova SA de CV
Blvd. Central 500 Int. 14
Parque Industrial Aritalaquia
Pachuca de Soto, Hidalgo, 42970

JALISCO

Adccom
Del Tepeyac 171
Chapalita
Guadalajara, Jalisco, 44510

Concyte
Normalistas 800
Colinas de La Normal
Guadalajara, Jalisco, 44009

Control de Flamas SA de CV
Niños Héroes 1070
Centro
Guadalajara, Jalisco, 44180

Dicome
Cóndor 1591
Morelos
Guadalajara, Jalisco, 44910

Pounce Consulting
Mariano Otero 3225
Verde Valle
Guadalajara, Jalisco, 44009

Servicio y Tecnología Especializada
Volcán Malinche 5509
Huentitan
Guadalajara, Jalisco, 44009

Sistemas y Controles Mined SA de CV
Av de Los Normalistas 1179
Colinas de La Normal
Guadalajara, Jalisco, 44270

Soluciones Tecnológicas
Avenida López Mateos Sur 2077
Chapalita
Guadalajara, Jalisco, 44009

Visión en Informática y Telecomunicaciones
Marsella 357
Americana
Guadalajara, Jalisco, 44009

Itrón
Anillo Periférico Sur 5739
Toluquilla
San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, 45610

Mixbaal SA de CV
Anillo Periférico Sur Manuel Gómez Morín 7980
Colonia Santa María Tequepexpan
San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, 45601

Hydroscience de México S de RL de CV
Chapala Km 24 5 0
La Puerta Del Muerto
Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 45678

Agilent Technologies S de RL de CV
Camino Al Iteso 8900
Prologis Park Parque Jalisco
Tlaquepaque, Jalisco, 45500

Mixbaal SA de CV
Anillo Periférico Sur Manuel Gómez Morín 7980
Santa María Tequepexpan
Tlaquepaque, Jalisco, 45500

Consultoría en Globalizacion SC
Industria Del Agave 159
Zapopan Industria Norte
Zapopan, Jalisco, 45130

Integration Development and Automation System
Milpa 1 B
Francisco Sarabia Oriente
Zapopan, Jalisco, 45236

Intel Tecnología de México SA de CV

Av. Del Bosque 1001
El Bajío
Zapopan, Jalisco, 45010

Pegasus Control SA de CV

Avenida Paseo Del Norte 5600
Guadalajara Technology Park
Zapopan, Jalisco, 45010

Sistema BEA

Anillo Periférico Poniente Manuel Gómez
Morín 7261
Ciudad Granja
Zapopan, Jalisco, 45010

MORELOS

Cablemas

Río Mayo 103
Vista Hermosa
Cuernavaca, Morelos, 62000

Sabio Soluciones

Avenida Domingo Diez 1589
El Empleado
Cuernavaca, Morelos, 62000

GTM Tecnología

Desarrollo Industrial Emiliano Zapata
Emiliano Zapata, Morelos, 62765

NEC de México SA de CV

50 Metros 6
Civac
Jiutepec, Morelos, 62578

Estación Experimental Cimmyt Tlaltizapán

Amador Salazar 35
Centro
Tlaltizapán de Zapata, Morelos, 62770

NUEVO LEÓN

Celestica de Monterrey SA de CV

Octava Poniente 102
Parque Industrial Monterrey
Apodaca, Nuevo León, 66600

Elcoteq SA de CV

Avenida Rogelio González Caballero 400
Parque Industrial Stiva Aeropuerto
Apodaca, Nuevo León, 66600

G.E. Medical Systems Monterrey México SA de CV

España 300
Parque Industrial Huinala
Apodaca, Nuevo León, 66645

Monterrey IT Cluster AC

Alianza Sur 303
Parque Industrial Investigación e Innovación
Tecnológica
Apodaca, Nuevo León, 66600

Sasken

Avenida Isidro Sepúlveda Martínez
Region Parque Industrial
Apodaca, Nuevo León, 66600

Transcendar Automotriz de México

Alemania 200 F
Pirsa
Apodaca, Nuevo León, 66645

JGM Comunicaciones

De La Industria 0 Sn
Parque Industrial Escobedo
General Escobedo, Nuevo León, 66070

Ozonorte

Prolongación Arteaga 107
Valle Del Contry
Guadalupe, Nuevo León, 67174

Regio Antenas SA de CV

Petronilo Treviño 1007
Paraíso
Guadalupe, Nuevo León, 67140

Steris Personnel Service

Avante 790
Parque Industrial Guadalupe
Guadalupe, Nuevo León, 67190

Astrum Satelital

5 de Mayo 975ote
Centro
Monterrey, Nuevo León, 64000

Calibradores y Fabricación Industrial

Julián Villagrán 1901
Industrial
Monterrey, Nuevo León, 64440

Industrial Esforza

Mariano Arista 855
Zona Centro
Monterrey, Nuevo León, 64000

Inflection Point

General Jerónimo Treviño
Centro
Monterrey, Nuevo León, 64000

Lumidim

Licenciado Raúl Rangel Frías 4119 11
Residencial Lincoln
Monterrey, Nuevo León, 64310

Sistemas Tecnológicos de Control

Golondrinas 2 A
Buenos Aires
Monterrey, Nuevo León, 64800

Telecomunicaciones y Servicios Del Norte SA de CV

León Guzmán 1209
Nuevo Repueblo
Monterrey, Nuevo León, 64000

Kermet Charged

Antiguo Caminoala Grange 100
La Grange
San Nicolás de Los Garza, Nuevo León, 66400

Tecnología y Diseño Electrónico SA de CV

Privada Del Golfo 790
La Fe
San Nicolás de Los Garza, Nuevo León, 66477

Internacional de Sistemas

Calzada Del Valle 409
Del Valle
San Pedro Garza García, Nuevo León, 66200

Neoris de México SA de CV

Boulevard Licenciado Gustavo Díaz Ordaz
Kilómetro 3+330
Unidad San Pedro
San Pedro Garza García, Nuevo León, 66200

Laces

Hermenegildo Galeana 640
El Lechugal
Santa Catarina, Nuevo León, 66376

PUEBLA**Comercializadora de Frecuencias Satelitales**

Federal Puebla-Amazoc (Boulevard 18 de
Noviembre) 2246
Joaquín Colombres
Puebla, Puebla, 72000

Conductronic SA de CV

San Judas Tadeo 4508
Colonia Santa Cruz Buena Vista
Puebla, Puebla, 72154

IACSA

44 Poniente 502
Santa Maria
Puebla, Puebla, 72080

Ibayro Industrial S RI Mi

Av. Tecali 6371
Granjas Del Sur
Puebla, Puebla, 72470

Laboratorio de Calibración y Metrología Aplicada

16 Poniente 213
San Nicolás Tetitzintla
Tehuacán, Puebla, 75700

Estación Experimental Ernest W Sprague Agua Fría

México Tuxpan Km 267
Venustiano Carranza
Venustiano Carranza, Puebla, 30200

QUERÉTARO**Compañía Mexicana de Radiología CGR SA de CV**

Carretera Federal Cota 57 México-Querétaro 0
Kilómetro 200
La Noria
El Marqués, Querétaro, 76246

Centro de Ingeniería Avanzada en

Turbomáquinas S de RL de CV
Querétaro, Querétaro, 76150

Cindetec

Jurica 122
Parque Industrial Querétaro
Querétaro, Querétaro, 76000

Icorp

Acceso Número 3 1bis
Industrial Juárez
Querétaro, Querétaro, 76000

Laser Systems México

Fray Andrés de Córdoba 258
Quintas Del Marques
Querétaro, Querétaro, 76047

Lasser Tech SA de CV

Camino Real de Carretas 375
Mileno Iii
Querétaro, Querétaro,

Optronics

Peñuelas 5
Industrial San Pedrito Peñuelas
Querétaro, Querétaro, 76140

Universidad Aeronáutica de Querétaro

Carretera Estatal Querétaro-Tequisquiapan 22154
Colón
Querétaro, Querétaro, 76270

Vision Consulting

Avenida Industrialización 2a
Álamos 2da Sección
Querétaro, Querétaro, 76000

Harada Industries SA de CV

Central 0 Kilómetro 3+100
Valle de Oro
San Juan Del Río, Querétaro, 76803

Dicno

Lienzo Charro SN
San José de La Laja
Tequisquiapan, Querétaro, 76791

SAN LUIS POTOSÍ

Arneses Electronicos Arnelec SA de CV

García Diego 119
Arboledas
San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78230

Diser Industrial

Teresa Ulloa 51
Colonia Azteca
San Luis Potosí, San Luis Potosí, 18394

Elster Amco de México S de RL de CV

Circuito México 125
Tres Naciones
San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78395

Elster Solutions SA de CV

Circuito México 125
Tres Naciones
San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78395

Instituto de Física

Avenida Doctor Manuel Nava 8
Zona Universitaria Poniente
San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78000

Instituto de Investigación de Zonas Desérticas

De Altair 200
Del Llano
San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78000

Instituto de Metalurgia

Avenida Doctor Manuel Nava 550
Lomas 2 Sección
San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78000

Integra Automation SA de CV

Av. Industrias 1482
Fracc. Esmeralda
San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78399

Medtronic S de RL de CV

Francisco Peña 0 Sn
Las Águilas
San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78260

SINALOA

Adsum Software Experience

Río San Lorenzo 39a
Guadalupe
Culiacán, Sinaloa, 80000

SONORA

Novutek SC

Prolongación Blvd. Colonial 300 Sur
Edificio A-207
Villas Del Rey
Ciudad Obregon, Sonora, 85136

Maquilas Tetakawi SA de CV

Carretera Int Km.1969, Guadalajara-Nog Km. 2
Guadalupe
Empalme, Guaymas, Sonora, 85340

Amphenol Alden Products de México SA de CV

Severiano M. Talamante 6
Sahuaro
Hermosillo, Sonora, 83170

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo AC

Carretera La Victoria Km6
Ejido La Victoria
Hermosillo, Sonora, 83000

Didcom

Luis Encinas Jhonson SN
Centro
Hermosillo, Sonora, 83000

Mecatrónica de México

Américas 173-A
San Benito
Hermosillo, Sonora, 83190

Nearsoft

Boulevard Solidaridad 310A
Los Arcos
Hermosillo, Sonora, 83000

Badger Meter de México SA de CV

Obrera
Nogales, Sonora, 84048

TAMAULIPAS

ATC Logistics y Electronics

Carretera Federal Número 2 196-C
Parque Industrial Del Norte
Matamoros, Tamaulipas, 27440

Cyoptics de México S de RL de CV

Poniente 2 40
Ciudad Industrial
Matamoros, Tamaulipas, 87494

Edemsa

Lorenzo de La Garza 53
Ciudad Industrial
Matamoros, Tamaulipas, 87499

Starkey de México SA de CV

Norte 7 0 Sn
Ciudad Industrial
Matamoros, Tamaulipas, 87499

Tecnologías Médicas Innovadoras S de RL de CV

Herrera # 84
Zona Centro
Matamoros, Tamaulipas, 87300

Controles Temex S de RL de CV

Galerías 15
Modulo Industrial America
Nuevo Laredo, Tamaulipas, 88277

Andrew Telecommunications de Reynosa S de RL de CV

Industrial 0 Sn
Parque Reynosa Industrial Center
Reynosa, Tamaulipas, 88780

Andrew Telecommunications de Reynosa S de RL de CV

Avenida Industrial L 2 Al 5
Parque Industrial Center Reynosa
Reynosa, Tamaulipas, 88500

Cal-Comp Electronics de México Co SA de CV

De Los Encinos Norte 1080
Villa Flor Ida
Reynosa, Tamaulipas, 88730

Centro de Proyectos Tamaulipas AC

Carretera Reynosa - San Fernando
Arco Iris
Reynosa, Tamaulipas, 88500

Contract Engineer Team SA de CV

Primavera 224
Villas de Imaq
Reynosa, Tamaulipas, 88776

Foxconn Reynosa SA de CV

Fomento Industrial 3007
Parque Industrial Del Norte
Reynosa, Tamaulipas, 88500

Industrias Formex de Camargo

Río Bravo S/N
García
Reynosa, Tamaulipas, 88500

Laird Technologies S de RL de CV

Avenida Industrial Drive SN Edificio 10
Parque Prologis Industrial
Reynosa, Tamaulipas, 88500

Landis & Gyr SA de CV

Mike Allen No 1221 Edif 1
Reynosa
Reynosa, Tamaulipas, 88788

Multimedios Estrellas de Oro

Herón Ramírez 1015
Rodríguez
Reynosa, Tamaulipas, 88500

Nokia México SA de CV

De Los Pinos 0 SN
Del Norte
Reynosa, Tamaulipas, 88730

TLAXCALA

Kathrein Mobilcom México S de RL de CV

Federal Mena Ciudad Industrial Xicohtencatl 7
Xicohtencatl
Tetla de La Solidaridad, Tlaxcala, 90434

**Centro de Investigaciones Interdisciplinarias
sobre Desarrollo Regional (CISDER)**

Boulevard Mariano Sánchez 5
Tlaxcala de Xicoténcatl
Tlaxcala, Tlaxcala, 90000

VERACRUZ

ICSI

José María Morelos y Pavón 410
Centro
Coatzacoalcos, Veracruz, 96380

YUCATÁN

Centro de Investigación Científica de Yucatan AC

Calle 43 130
Chuburná de Hidalgo
Mérida, Yucatán, 97000

Centro de Investigaciones Regionales Doctor

Hideyo Noguchi
Calle 59 490
Centro
Mérida, Yucatán, 97000

ZACATECAS

TVZAC SA de CV

Encino 2g
Centro
Fresnillo, Zacatecas, 99000

REFRENCIAS

REFERENCIAS

- Agencia Espacial Mexicana, *International Astronautical Congress 2016*, disponible en <http://aem.gob.mx/iac2016-NOTIMEX/index.html>
- Agencia Espacial Mexicana, *Catálogo y análisis de capacidades de investigación y desarrollo tecnológico espacial en México*, pág. 24, 25
- Agencia Espacial Mexicana, *Programa Nacional de Actividades Espaciales 2013-2018*, Ciudad de México.
- Alejandro Romero & Dalton Garcia Borges de Souza, *Insights from the Brazilian and Mexican Aerospace Innovation System, National or Regional System*, Sciedu Press, Management and Organizational Studies, October 21, 2016
- Centro de Desarrollo Aeroespacial, Documentos del Centro de Desarrollo Aeroespacial. 2017 Funciones, programas y proyectos, 4.
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Introducción. 2011, disponible en <http://www.cicese.edu.mx/int/index.php?mod=acd&op=intro>
- Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones Espaciales, Historia, disponible en <http://cidte.uaz.edu.mx/web/index.php/pagina-ejemplo/historia/>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. *La trayectoria de México en la exploración espacial*, 2015, disponible en <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/universo/4714-historia-de-la-astronautica-en-mexico-del-sputnik-i-a-la-agencia-espacial-mexicana>
- Federal Aviation Administration, *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation*, 2016, disponible en https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ast/media/2016_Compendium.pdf
- Institute for Defense Analyses, *Global Trends in Space Volume 1: Background and Overall Findings*, Science and technologies Policy Institute, disponible en <https://www.ida.org/~media/Corporate/Files/Publications/STIPubs/2015/p5242v1.ashx>
- Institute for Defense Analyses, *Global Trends in Space Volume 2: Trends by Subsector and Factors that Could Disrupt Them*, Science and technologies Policy Institute, disponible en <https://www.ida.org/idamedia/Corporate/Files/Publications/STIPubs/2015/p5242v2.ashx>
- Institute for Environmental Analytics, *Earth Observation and Big Data- challenges and opportunities*, disponible en <http://www.thomsonecology.com/downloads/Colin%20McKinnon%20-%20Thomson%20Ecology%20IEA.pdf>
- Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, *Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano*, disponible en <http://www.lmtgtm.org/?lang=es>
- National Intelligence Council, *Global Trends 2030: Alternative Worlds*, diciembre 2012, disponible en <https://globaltrends2030.files.wordpress.com/2012/11/global-trends-2030-november2012.pdf>
- OECD, *On Measuring the Space Economy*, 2016, pág. 9, 12, 13
- Parabolic Arc, *Not many billionaires focused on space*, 5 Marzo de 2013, disponible en <http://www.parabolicarc.com/2013/03/05/not-many-billionaires-focused-on-commercial-space/>

- Presidencia de la República, *Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018*, disponible en <http://presidencia.gob.mx/pni/consulta.php?c=1>
- Presidencia de la República, *Plan Nacional de Desarrollo, 2013,-2018*, disponible en http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5299465&fecha=20/05/2013
- ProMéxico, *Sector Automotriz en México*, 2014, disponible en http://mim.promexico.gob.mx/swb/mim/Perfil_del_sector_auto
- ProMéxico, *Sector Electrónico en México*, 2014, disponible en http://mim.promexico.gob.mx/swb/mim/Perfil_del_sector_electronico
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *México asume control del satélite Morelos 3*, 2015, disponible en <http://www.gob.mx/telecomm/prensa/mexico-asume-control-del-satelite-morelos-3>
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Enviará Agencia Espacial Mexicana primera carga latinoamericana a la luna*, 2015, disponible en <http://www.sct.gob.mx/despliega-noticias/article/envia-ra-agencia-espacial-mexicana-primera-carga-latinoamericana-a-la-luna/>
- Space Launch Report, Feb 28 2016, disponible en <http://spacelaunchreport.com/log2015.html>
- Steve Bochinger, *Symposium to strengthen the partnership with industry the role of industry in space exploration*, United Nations, Vienna, Feb. 15 2016, disponible en <http://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/stsc/2016/symp-01E.pdf>
- The Space Foundation, *The Space Report*, 2016, disponible en https://www.spacefoundation.org/sites/default/files/downloads/The_Space_Report_2016_OVERVIEW.pdf
- Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Astronomía, 2012. Disponible en: <http://www.astroscu.unam.mx/IA/index.php?lang=es>
- US Commercial Space Launch Competitiveness Act, Public Law 114–90—NOV. 25, 2015, disponible en <https://www.congress.gov/114/plaws/publ90/PLAW-114publ90.pdf>
- William Halal, *Commercial Space*, TechCast Global, Forecasts and Strategy for a Changing World, Nov29, 2014.
- William Halal and Lu Zhang, *Space Humans On Mars*, TechCast Global, Forecasts and Strategy for a Changing World, Nov29, 2014.
- William Halal and Lu Zhang, *Space Moon Base*, TechCast Global, Forecasts and Strategy for a Changing World, Nov29, 2014.
- William E. Halal and Laura Huhn, *Space Solar Satellites*, TechCast Global, Forecasts and Strategy for a Changing World, Nov29, 2014.
- William E. Halal, *Space Space Tourism*, TechCast Global, Forecasts and Strategy for a Changing World, Nov29, 2014.

Este libro se terminó de imprimir en junio de 2017.
Impreso por Vida y Placer Impresiones S.A de C.V.,
con domicilio en Xochiquetzal s/n esquina Arroyo
Tlaloc, colonia Estrella del Sur, Iztapalapa, 09820,
Ciudad de México.

ISBN-13: 978-607-97294-7-9



9 786079 729479