



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
EMPRESARIALES Y SOCIALES**

Especialización de Posgrado en Prospectiva Estratégica

Trabajo Final Integrador

Énfasis: Prospectiva Científica, Tecnológica, de Innovación y Competitiva

“Cadena de valor de los servicios satelitales de observación en
Argentina hacia el año 2040”

Alumno: Mg. Martín N. Moretti

Tutora: Mg. Adriana Sánchez Rico

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Junio del 2023

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
Objetivos y delimitaciones	4
Marco conceptual	5
Subdivisiones del trabajo	7
METODOLOGÍA	8
Principales fundamentos de la disciplina	8
Procedimiento metodológico.....	16
CAPÍTULO I – TENDENCIAS GLOBALES	18
1.1 Economía del espacio a nivel global	18
1.2 Servicios satelitales de observación: tendencias de desarrollos y productos	20
1.3 Factores externos de relevancia para el ecosistema de análisis.....	27
CAPÍTULO II - DIAGNÓSTICO	28
2.1 Desarrollos y servicios de tecnología satelital del observación en Argentina.....	28
2.2 Identificación y posición de actores estratégicos	36
2.3 Elección y definición de variables.....	42
2.4 Ecosistema - Árbol de pertinencia.....	44
CAPÍTULO III – ANÁLISIS PROSPECTIVO	47
3.1 Determinación de variables clave.....	47
3.2 Valorización de expertos sobre hechos portadores de futuros y/o hipótesis	49
3.3 Caja morfológica	53
3.4 Posibles fluctuaciones causales de variables clave	55
3.5 Narración de posibles futuros escenarios	57
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	73

INTRODUCCIÓN

A medida que evolucionan los desarrollos tecnológicos, durante los últimos 50 años, los países y empresas dedicadas al sector de tecnología tuvieron que *aggiornarse* a los cambios de paradigma a partir de enfrentar diversas problemáticas de índole política, económica, militar, tecnológica, meteorológica y ambiental. En ellas se encuentran dilemas competitivos-cooperativos que complejizan la maximización de ganancias relativas de los actores en cuestión.

En tal aspecto, el espacio ultraterrestre no es ajeno a estas tendencias. Esto ocurre porque la economía del espacio es uno de los sectores productivos y económicos que, en el caso que la tendencia actual continúe, podría constituirse como uno de los más prósperos para el siglo XXI producto del aumento significativo del descubrimiento y desarrollo de nuevas tecnologías espaciales.

En lo que refiere al crecimiento de dicha economía espacial, el caso argentino no queda exento de esto, puesto que en los últimos diez años se ha robustecido la capacidad de desarrollo satelital tanto a nivel estatal como en el entorno privado con la creación de empresas dedicadas al sector.

Es por ello que a partir de esta mayor incertidumbre y competitividad, como así también la relevancia de Argentina en este ámbito, se plantea la necesidad de utilizar a la prospectiva estratégica como un insumo para brindar respuesta a los siguientes interrogantes estratégicos:

1. ¿Cómo podrían posicionarse la cadena de valor de los servicios satelitales de observación de Argentina en el mercado global hacia el 2040?
2. ¿Cuáles podrían ser los factores críticos de la cadena de valor de los servicios satelitales de observación de Argentina que permitan construir posibles futuros escenarios hacia el 2040?
3. ¿Cuáles son las oportunidades, limitaciones e impactos que permitirían configurar hipótesis de futuro hacia el 2040 de la cadena de valor de los servicios satelitales de observación de Argentina?

Objetivos y delimitaciones

Este trabajo constituye un desafío que motiva a identificar cuáles son las posibles oportunidades de negocios y riesgos que podrían surgir sobre los servicios satelitales argentinos considerando todas las variables que constituyan el sistema de análisis (desde la dirección hasta los productos obtenidos). En cuanto a la especificación de dichos servicios, al existir una variedad de Sistemas Satelitales que incluyen desde telecomunicaciones, navegación, meteorología, observación de la tierra y aplicaciones científicas, este trabajo se enfoca solo sobre la cadena de valor de los servicios satelitales de observación terrestre.

En tal sentido, el objetivo general busca analizar los futuros escenarios sobre la cadena de valor de los servicios satelitales de observación de Argentina hacia el año 2040. En cuanto a los objetivos específicos, se tomaron los siguientes:

1. Explorar las principales tendencias globales sobre la economía del espacio con una especial atención de la cadena de valor de los servicios satelitales de observación de Argentina hacia el 2040;
2. Realizar un diagnóstico del ciclo constitutivo de la cadena de valor de los servicios satelitales de observación de Argentina con el fin de comprender el ecosistema de los servicios que brinda y visualizar sus implicancias;
3. Identificar posibles oportunidades, impactos y limitaciones sobre la cadena de valor de los servicios satelitales de observación de Argentina hacia el 2040 con el fin de construir escenarios futuros.

En cuanto a las **delimitaciones** del trabajo, el público dirigido se encuentra orientado a los tomadores de decisión en el ámbito espacial de Argentina, ya sea del sector privado o público, puesto que para el análisis se utilizó un enfoque sistémico que buscó una transversalidad de los posibles hechos y/o circunstancias que podrían acontecer en un futuro próximo.

En referencia a los expertos que participaron en esta investigación son profesionales vinculados en la temática espacial como ingenieros, periodistas especializados,

administradores de empresas, especialistas en negocios internacionales, politólogos y abogados. Estos se consideran en el apartado de consultas a expertos.

Sobre la delimitación temporal, este estudio tiene su proyección hacia el 2040. No obstante, se realizó un recorrido por la tecnología espacial argentina con un énfasis particular en lo referido a la tecnología satelital de observación terrestre. Se tomaron hechos históricos y tendencias de cada una de las variables seleccionadas, constituyendo así, la dinámica del triángulo del pasado, presente y futuro. A su vez, considerando que existe un porcentaje predominante de utilizar la órbita baja para las tareas de observación terrestre, este trabajo tiene como foco el estudio de la actividad satelital en dicho espacio con su interacción terrestre en Argentina.

Para finalizar, cabe resaltar que esta investigación tiene un carácter sistémico por lo que se tomaron conceptos sobre tecnología espacial, tanto en sus aspectos técnicos, comerciales, geopolíticos y valorativos; se desarrollaron entrevistas formales e informales a profesionales del sector; solo se abordaron problemáticas de impacto a nivel internacional y no a nivel nacional¹; y se participó de congresos y eventos a fin de profundizar los conocimientos de la temática.

Marco conceptual

Para el establecimiento teórico de este trabajo, se tuvo en consideración las conceptualizaciones referidas a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD) sobre economía del espacio, quien la define como “la fabricación y el uso de infraestructura para el espacio (estaciones terrestres, vehículos de lanzamiento y satélites), aplicaciones (equipos de navegación, teléfonos satelitales, servicios de meteorología, etc.) y el conocimiento científico generado por dichas actividades” (OECD, 2012, p 20).

Sobre el caso argentino y la economía del espacio, se utilizaron los conceptos de López, A. Pascuini, P. y Ramos, A (2019) para abogar sobre tendencias pasadas y actuales de los

¹ Se abordarán estos impactos en futuras investigaciones

servicios satelitales de observación. También se utilizaron informes oficiales de las principales organismos estatales como la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE, 2021), INVAP, -entre otras-; no estatales dedicadas a este sector; y de empresas locales.

En este marco, se comprende el concepto de “**cadena de valor de los servicios satelitales de observación de Argentina**” a todo el ciclo que constituye este ecosistema, compuesto por la **proyección inicial** (dirección, inversión e investigación); **tecnología aplicada** (desarrollo y ensayos técnicos); **sistematización técnica** (colocación en órbita y puesta en funcionamiento); y **gestión del servicio** (mantenimiento de los sistemas; obtención de productos; modelos de negocio). Dichas ideas fueron diagramadas a partir de conceptos arrojados por López, A. Pascuini, P. y Ramos, A (2019); y AEB (2022).

Como mencionamos, el esquema de análisis se encuentra presentado a través de un ciclo, en el cual, la implicancia en cada uno de las partes podría representar un impacto relativo en el funcionamiento de los servicios satelitales de observación. Se destaca que para considerar posibles escenarios es pertinente visualizar todo su diagrama estructural. Por lo tanto, a lo largo del trabajo al mencionar “servicios satelitales de observación terrestre” se **hace referencia principalmente a la cadena de valor que representa dicho servicios y no especialmente a los productos obtenidos y/o gestión comercial al respecto.**

A su vez, no todos los actores del sector se encuentran en la totalidad de los estamentos del sistema, por lo tanto, si bien el trabajo se focaliza en **los actores que se encuentran en todo el ciclo constitutivo**, puesto que son los que van a traccionar de mayor manera el ecosistema, también se mencionan algunos otros. A raíz de ello, a través de una identificación conceptual de los tipos de actores en la cadena de negocio espacial de Argentina (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2019) se consideraron actores que tienen como rol ser centros de investigación y desarrollo, fabricantes, operaciones o bien brindadores de servicio².

² Durante este trabajo no se profundizará en su análisis ya que la idea principal es comprender genéricamente el ecosistema de servicios satelitales de observación de Argentina. No obstante, este análisis se abordará en próximas investigaciones.

Si bien esta caracterización es de utilidad para evaluar el rol de los actores principales en este sector y la preponderancia que posee sobre en este nicho de negocio del subsector de observación, no obstante, al ser un trabajo de índole prospectivo, este análisis solo se detalla y no se profundiza. Se seleccionaron solo algunos actores y no todos los del ecosistema del subsector de servicios de observación.

Esta aclaración resulta pertinente puesto que se hará un muestreo significativo que no cubrirá fehacientemente el total, puesto que “no existe un mapeo” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2019, p.7) de los actores representantes de los sistemas satelitales en Argentina en la actualidad más que un bosquejo desarrollado por Drewes en 2014.

Subdivisiones del trabajo

El trabajo se encuentra dividido en tres instancias diferenciadas en cuanto a su contenido. El **capítulo uno** describe las tendencias globales de la economía del espacio con el fin de comprender cómo ha evolucionado el sector; cuál es la situación actual de los satélites de observación a nivel global; y cuáles son las características externas de relevancia para el ecosistema del trabajo.

En cuanto al **capítulo dos** explora el diagnóstico general de la temática. Allí se busca, por un lado, describir la evolución histórica del ámbito espacial y satelital de observación de Argentina; y por otro, la identificación y definición de las variables del ecosistema. Por último, **el capítulo tres** trata sobre el análisis de actores; consultas a expertos para identificar cuáles son las oportunidades, limitaciones e impactos en el ecosistema; y la construcción de los futuros. Para finalizar, se realizan conclusiones y posibles recomendaciones.

METODOLOGÍA

A continuación, se describe la estructura metodológica que se aplica en este trabajo integrador. La primera, focalizada en los principales conceptos y teorías de la disciplina prospectiva que resultan relevantes para entender la fisonomía del trabajo en curso. Por otro lado, en la segunda, orientada a un recorrido explícito de los pasos metodológicos seleccionados para su posterior aplicación.

Principales fundamentos de la disciplina

Para comprender la estructura de este trabajo, cobra relevancia el entendimiento de los principales conceptos de la disciplina. El nacimiento de la prospectiva estratégica como tal tiene su cimiento desde los orígenes de la humanidad donde los individuos ya se encontraban interesados en la evolución de los hechos y factores que podrían afectar su realidad. Ahora bien, como tal se fue configurando a fines del siglo XX a través de la composición de diversos campos de estudio.

Desde “los principios de la prospectiva”, Gaston Berger decía que mediante la prospectiva se debía observar lejos, amplia y profundamente, pensar en el hombre y asumir riesgos” (Godet, 2007, p.7). “Es una disciplina que permite analizar el futuro para poder obrar con mayor seguridad en el presente y, empleando una metáfora, se podría decir que esta disciplina ayuda a iluminar el presente con la luz del futuro” (Mojica, 2010, p.5).

Frente a estas definiciones podemos clarificar que la prospectiva o los estudios de futuro, como algunos expertos sobre la disciplina mencionan³, se encuentra arraigada por un conjunto de visiones epistemológicas integradas por métodos y herramientas que permiten visualizar posibles impactos, hechos, acciones o bien, futuribles para la toma de decisiones en el presente.

³ Ya que habría diversas formas y tipos de encarar el futuro (futuribles) en los cuáles variarían en los métodos, tiempos y formas de empleo. Se destacan la escuela francesa de la prospectiva estratégica (que es tomada por la escuela latinoamericana), la inglesa a partir del denominado “*Foresight*” y otras vinculadas a la prospectiva tecnológica, social, entre otras.

La evolución de la prospectiva tuvo una época denominada de primera generación o previsión en la cual se la caracterizó por el análisis de las tendencias a partir de la visión hacia el pasado. Pero a medida que fue evolucionando la humanidad, acrecentando los procesos tecnológicos, de conectividad y cambios socioculturales, las interacciones se volvieron complejas para entenderlos de forma lineal.

Para ello, la visión sistémica es de suma importancia ya que radica en el entendimiento del funcionamiento general a lo particular de un problema o la cuestión que quisiéramos analizar. En esta interpretación, “la prospectiva niega el reduccionismo previsionista limitado a la evaluación de unas pocas variables, ampliando el campo de estudio a una gran cantidad de variables, de numerosos protagonistas y de subsistemas llamados “fenómenos complejos” no reducibles a una suma de variables y protagonistas” (Beinstein, 2016, p.30).

Por lo tanto, la idea de un futuro único se encontró limitada a estos estudios más complejos que devienen de diversos cambios a nivel internacional, principalmente con la entrada en la globalización. “La idea de pasado único y objetivo aparecía como insuficiente para entender el comportamiento de los sujetos intervinientes en el sistema” (Beinstein, 2016, p.18).

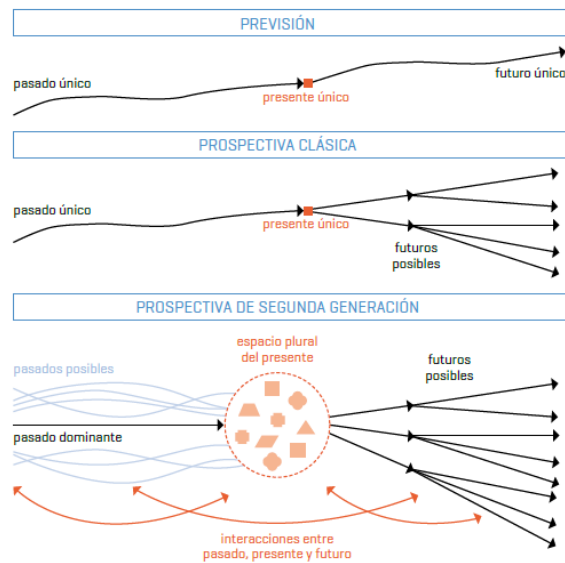
Según Beinstein (2016), el estudio de la dinámica de los sistemas complejos no consiste en evaluar uno por uno sus componentes sino que articularlas (p.30). En tal sentido:

“Jacques Antoine, en un paper con mucho impacto entre los especialistas, proponía pasar de la prospectiva “infantil o adolescente”, que calificaba como de “primera edad”, reduccionista, economicista, cartesiana, simplificador, no completamente liberada de los moldes de la previsión, a la prospectiva “madura”, “de segunda edad” atenta a los matices, a la complejidad del mundo real, a los fenómenos culturales, sociopolíticos, etc. No se trataba, según Antoine, de eliminar o reducir las evaluaciones cuantitativas o el empleo de instrumentos” (Beinstein, 2016, p.18).

Esta segunda ola está constituida por la corriente voluntarista a la cual pertenece la prospectiva estratégica. Mojica (2010) establece que para esta escuela el futuro no es único, lineal y probable, sino múltiple e incierto (p.9). Bertrand de Jouvenel, en su obra “El Arte de la Conjetura”, demuestra que en realidad no existe un solo futuro sino muchos futuros y que, por lo tanto, “además del “futuro probable”, hay otros futuros posibles que él llama

“futuribles”, palabra que es la asociación de los vocablos “futuros” y “posibles” (...)” (Mojica, 2010, p.9).

Figura 1. Etapas de la Prospectiva



Fuente: Beinstein (2016, p.19)

La complejidad y la globalización se hicieron eco entre comienzos de los años 1980 frente a las cuales la prospectiva convencional mostraba su debilidad. En el mismo camino de globalidad y complejidad se ubicaba el antes mencionado “Jacques Antoine quien insistía en que la "segunda generación" de la prospectiva debería ser mucho más social, cultural y política, poniendo el acento sobre la dinámica de los conflictos, sobre las innovaciones tecnológicas de ruptura” (Beinstein, 2013, p.6).

Cabe resaltar que “la prospectiva, sea cual sea, constituye una anticipación (preactiva y proactiva) para iluminar las acciones presentes con la luz de los futuros posibles y deseables” (Godet, 2007, p.6). Esta anticipación debe estar configurada de una planificación de diversos pasos metodológicos que permitan una visualización ordenada de la información que se quiere plasmar. “La anticipación no tiene mayor sentido si no es que sirve para esclarecer la acción” (Godet, 2007, p.6).

“Esta dicotomía entre la exploración y la preparación de la acción nos lleva a distinguir cuatro cuestiones fundamentales: ¿Qué puede ocurrir? (Q1), ¿Qué puedo hacer? (Q2), ¿Qué voy a hacer? (Q3), ¿Cómo voy a hacerlo? (Q4)” (Godet, 2007, p.13).

Para esta puesta en práctica, Godet menciona la relevancia que tiene la llamada “caja de herramientas” que serían todas las metodologías que constituyen un método o una forma de visualizar y entender cómo las dinámicas actuales podrían evolucionar. Dichas herramientas serían las fuerzas productivas que permiten visualizar la proyección.

Prospectiva estratégica: una herramienta para la evaluación tecnológica

Una de las visiones de la disciplina radica en cómo podrían evolucionar las tecnologías y qué implicancias tendrían en diversos escenarios. Los estudios de prospectiva tecnológica constituyen ejercicios de diálogo y consenso, en los que “se trata de explicitar la transformación de los valores y cómo plasmarla en los conocimientos que se incorporan, las instituciones que cambian, las profesiones que se adaptan y otras formas de acercarse al futuro deseable” (Gargiulo, 2001, p.51).

La comprensión de estas dinámicas tecnológicas fue de vital importancia para la constitución de este trabajo ya que el ecosistema de análisis está compuesto por un conjunto de “variables que inciden en la innovación y el aprendizaje, tratando de proveer fundamentos a decisiones sobre I+D y los cambios organizacionales, procurando que los actores se ajusten a tiempo a las nuevas realidades” (Gargiulo, 2001, p.51).

Enfoque sistémico y la prospectiva

Como antes se mencionó, la globalización genera un escenario complejo de interacciones que genera la necesidad de una visión sistémica de una problemática. Un sistema complejo es “un sistema en el cual los procesos que determinan su funcionamiento son el resultado de la confluencia de múltiples factores que interactúan” (García, 2008).

La composición de este análisis sistémico comienza por comprender cuál es el sistema de análisis, que en este caso trata sobre la cadena de valor de los servicios satelitales de

observación en Argentina hacia el año 2040. A partir de allí se desagregan subsistemas, componentes y variables, en los cuales, serán las últimas instancias del árbol generado.

Según Godet, la construcción de este árbol tendría que estar sujeta a la no existencia de nexos entre nudos de un mismo nivel (independencia de los elementos de un mismo nivel) como así también “hay que equilibrar el cumplimiento de los niveles desde arriba hacia abajo con el fin de estabilizar el edificio construido: lo que se pierde en generalidad debe ganarse en variedad, y viceversa” (Godet, 2007, p.87).

Inteligencia estratégica y mapa de actores

Los actores que constituyen un sistema de análisis son vitales para comprender la interacción de estos y el posible funcionamiento del mismo. En tal sentido, “cada actor debe ser definido en función de sus objetivos, problemas y medios de acción. Es preciso examinar cómo se posicionan los actores, los unos en relación con los otros” (Godet, 2007, p.47).

Uno de los métodos que se podría aplicar para constituir el rol de los actores, según Godet (2007), es el método de análisis de juego de actores con el fin de “(...) valorar las relaciones de fuerza entre los actores y estudiar sus convergencias y divergencias con respecto a un cierto número de posturas y de objetivos asociados” (p.69).

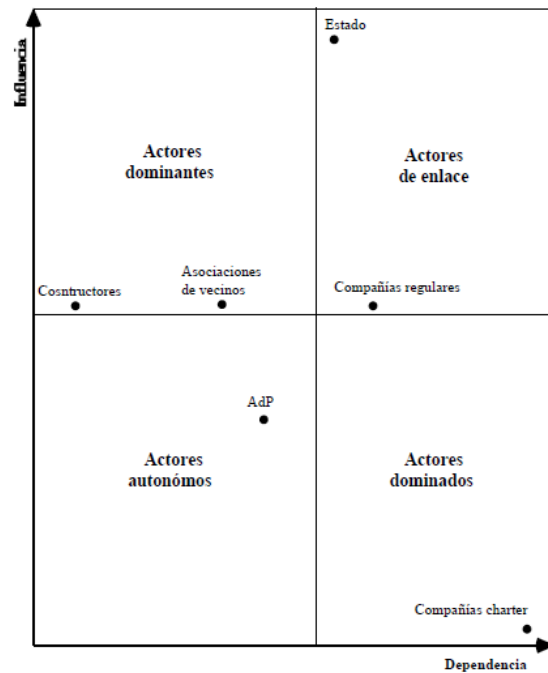
Denominado Mactor, comprende las siguientes estamentos:

“Fase 1: construir el cuadro "estrategias de los actores"; Fase 2: identificar los retos estratégicos y los objetivos asociados; Fase 3: situar cada actor en relación con los objetivos estratégicos (matriz de posiciones); Fase 4: jerarquizar para cada actor sus prioridades de objetivos (matriz de posiciones evaluadas); Fase 5: evaluar las relaciones de fuerza de los actores; Fase 6: integrar las relaciones de fuerza en el análisis de convergencias y de divergencias entre actores; y Fase 7: formular las recomendaciones estratégicas y las preguntas clave del futuro (Godet, 2007, p.69).

Con el fin de constituir criteriosamente los vínculos existentes entre las variables y dicho juego de actores, para este trabajo integrador se consideraron algunos procesos de las fases 1, 2 y 5 (cabe resaltar que no se utiliza para este apartado ningún programa sino matrices de valoración a cargo del encargado del trabajo).

La primera hace referencia al establecimiento de una carta de identidad de cada actor describiendo “sus finalidades, objetivos, proyectos en desarrollo y en maduración (preferencias), sus motivaciones, obligaciones y medios de acción internos (coherencia), su comportamiento estratégico pasado (actitud)” (Godet, 2007, p.69).

Figura 2. Plano de actores en relación con su influencia y dependencia al sistema



Fuente: Godet (2007, p.71)

La segunda se encuentra vinculada a la asociación de los objetivos estratégicos que cada uno de los actores poseen en cuestión y su relación con el sistema. Y la quinta fase “se construye una matriz de influencias directas entre actores a partir de un cuadro estratégico de actores valorando los medios de acción de cada actor” (Godet, 2007, p.70). Esto tiene el fin de constituir un plano de influencia-dependencia de actores para identificar los diferentes tipos de actores pertenecientes al sistema, de las cuales son los dominantes, enlace, autónomos y dominados.

Consulta a expertos: una dinámica de análisis colectiva

“La complejidad de los problemas y la necesidad de plantearlos colectivamente imponen el recurso a métodos que sean tan rigurosos y participativos como sea posible, al objeto de que

las soluciones sean reconocidas y aceptadas por todos” (Godet, 2007, p.6). Por lo tanto, para este trabajo resulta pertinente una visión transversal de disciplinas que constituyan una visión compleja de la problemática.

Según Godet, el método está compuesto por la formulación de preguntas; selección de expertos; aplicabilidad de preguntas y explotación de los resultados. En cuanto a la selección de los expertos, según Godet (2007 “es ambiguo y estará ligado con independencia de sus títulos, su función o su nivel jerárquico, el experto será elegido por su capacidad de encarar el futuro” (p.78). Cabe destacar que “la falta de independencia de los expertos puede constituir un inconveniente; por esta razón precautoriamente los expertos son aislados y sus opiniones son recogidas por vía postal y de forma anónima; así pues se obtiene la opinión real de cada experto” (Godet, 2007, p.78).

“La elaboración del cuestionario debe ser llevada a cabo según ciertas reglas: las preguntas deben ser precisas, cuantificables⁴ e independientes (la supuesta realización de una de las cuestiones en una fecha determinada no influye sobre la realización de alguna otra cuestión)” (Godet, 2007, p.78).

Hay una variedad respecto a este método con sus respectivas bases constitutivas. Ejemplo de ello es el esbozado por Beinstein (2013), que explicita que se “lanza una primera consulta, por ejemplo solicitándoles enumerar las variables decisivas del sistema bajo estudio, justificando sus respuestas” (p.10). Luego son clasificadas las respuestas ordenándolas en grupos según el número de preferencias logradas por las variables.

Construcción de futuros escenarios: el pilar de la prospectiva

Si tenemos que definir un futuro escenario podemos denominarlo como “un conjunto formado por la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que permiten pasar de una situación origen a una situación futura” (Godet, 2007, p.40), entre ellos se distinguen los exploratorios y los normativos.

⁴ Versan por ejemplo sobre probabilidades de realización de hipótesis y/o acontecimientos, la mayoría de las veces sobre datos de realización de acontecimientos

Resulta pertinente mencionar que la base es la expresión de un sistema de elementos dinámicos (sistema, subsistema, componentes y variables). Por ello, conviene “delimitar el sistema y su entorno; determinar las variables esenciales; y analizar la estrategia de actores” (Godet, 2007, p.40). Las posibles evoluciones de estas variables resultan de relevancia puesto que “un escenario no es un fin en sí mismo, no tiene sentido más que a través de sus resultados y de sus consecuencias para la acción” (Godet, 2000, p.34).

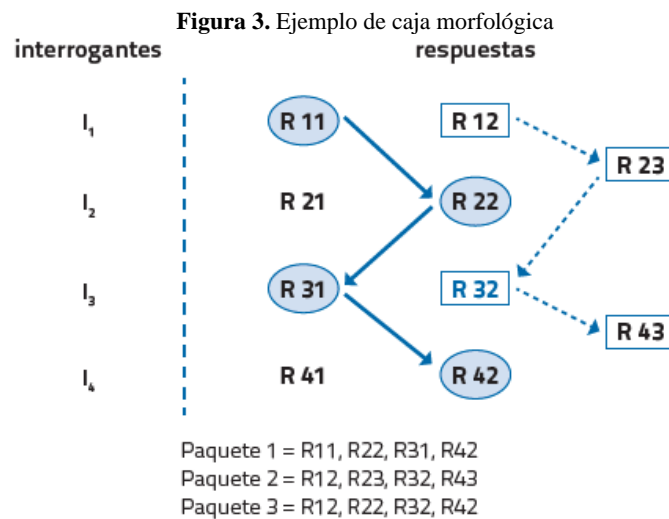
Para el comienzo de la construcción de dichos escenarios resulta relevante constituir la caja morfológica, ya que suministra una técnica imprescindible para el armado de escenarios. A partir, usualmente, de las respuestas de los expertos “es construida una caja o espacio morfológico donde cada interrogante estratégico encabeza una fila de respuestas, ello permite tratar gráficamente las distintas combinaciones de respuestas, se constituyen así paquetes que incluyen una respuesta por interrogante” (Beinstein, 2013, p.27).

Podría diagramarse como “un juego de simulación que manipulando componentes decisivos del sistema (creando hipótesis alternativas de comportamiento futuro de las mismas) lo va transformando a lo largo de un recorrido que arranca en el presente y llega a un punto determinado del futuro” (Beinstein, 2013, p.7). En tal sentido, “cuando identificamos el abanico de los futuros posibles a través de la elaboración de escenarios estamos reconociendo el diagrama de las bifurcaciones. Los parámetros de las bifurcaciones son las variables-clave del análisis prospectivo” (Godet, 2000, p.17).

Por lo tanto, “los escenarios constituyen una luz indispensable para orientar las decisiones estratégicas. El método de escenarios puede ayudar a elegir, situando el máximo de apuestas para la estrategia que sea la más idónea de acometer en el proyecto que se determine” (Godet, 2007, p.47). Una vez constituida dicha caja, se narran los escenarios que permiten visualizar el comportamiento de dichas variables.

Para finalizar, cabe destacar que “la disciplina prospectiva es concebida como un instrumento para la toma de decisiones, desde la elaboración y ejecución de planes estratégicos hasta la realización de acciones puntuales; de ello se desprende la necesidad de dotar al ejercicio de

componentes participativos que involucren en las distintas etapas del mismo a quienes van a utilizar sus resultados” (Beinstein, 2016, p.43).



Fuente: Beinstein (2013, p.27)

Procedimiento metodológico

En lo que respecta al procedimiento, técnicas e instrumentos, se constituyó en tres instancias de trabajo: tendencias globales, diagnóstico y análisis prospectivo. A continuación, se describen su composición:

Tendencias globales.

- Desarrollo de diagnóstico general de la economía del espacio;
- Caracterización de la situación actual de los desarrollos y productos de los servicios satelitales de observación;
- Identificación de variables externas al ecosistema de análisis relevantes para nuestro trabajo.

Diagnóstico.

- Descripción de los desarrollos y servicios satelitales de observación en Argentina;

- Análisis estratégico de actores. Visualización de intereses y sus roles en el ecosistema; matriz de relaciones sobre influencia (niveles de acaparamiento en el mercado) y dependencia (nivel de integración en el ecosistema);
- Diagrama del árbol de pertinencia. Identificación del sistema, subsistema, componentes y variables. Definiciones de las mismas;
- Sistematización de variables del ecosistema.

Análisis prospectivo

- Identificar variables críticas a partir del diagnóstico;
- Consulta a expertos. Validación de hechos portadores de futuro y/o hipótesis. Identificación de las hipótesis con mayores impactos tras la validación de expertos;
- Muestreo de validación de expertos.
- Caracterización y análisis de la caja morfológica a partir de una matriz que contenga las variables críticas e hipótesis de mayor ponderación por los expertos;
- Describir las posibles fluctuaciones causales de variables. A partir de la determinación de cuatro hipótesis, se trabaja en los posibles comportamientos de las variables de forma causal en cada uno de los contextos;
- Sistematización de variables para el desarrollo de escenarios;
- Narración de posibles futuros escenarios.

CAPÍTULO I – TENDENCIAS GLOBALES

En el siguiente capítulo se detallan las principales tendencias de la economía del espacio a nivel global y los servicios satelitales de observación. Para finalizar se identifican los factores externos a tener en consideración para nuestro ecosistema de análisis.

1.1 Economía del espacio a nivel global

Si tuviéramos que definir la economía del espacio de alguna manera, “es la gama completa de actividades y uso de recursos que crean valor y generan beneficios para los seres humanos en el curso de la exploración, la comprensión, la gestión y el uso del espacio” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2019, p.115). Esta se encuentra constituida por todas las actividades que traccionan al sector, considerando las investigaciones científicas, lanzamientos en órbita, misiones de exploración, operatividad de satélites con sus diversos usos y funciones, etc.

Los cimientos del sector espacial radican a partir de 1957 con la puesta en órbita del primer satélite artificial de origen soviético, el Sputnik I, dando así comienzo a la competencia de la era espacial entre la Unión Soviética y Estados Unidos. Esto se vio reflejado con mayores grados de inversión en ciencia y tecnología; desarrollos de nuevos prototipos de cohetes de propulsión; desarrollo de nuevos satélites; y el comienzo de una planificación de mediano-largo plazo con el fin de ganar la carrera espacial.

Desde ese momento las tecnologías espaciales cobraron valor estratégico ya que permitieron acelerar la forma de obtener información, además de otras características que brindan valor a nivel internacional. Los desarrollos en el área espacial revolucionaron las formas de comunicar y recibir o transmitir datos en el mundo moderno. En este sentido, el desarrollo de capacidades espaciales fue una meta estratégica atractiva para el desarrollo de los países.

El siglo XX fue el comienzo de la exploración espacial a partir de la llegada del ser humano a la luna, permitiendo el incentivo de desarrollos tecnológicos para explorar e investigar científicamente otros planetas como así también conocer mejor el ecosistema terrícola.

Luego de la caída de la Unión Soviética, dicha carrera desapareció como así también los excesivos presupuestos de las agencias espaciales. Principalmente esto se pudo observar años

más tarde con la puesta en órbita de la Estación Espacial Internacional⁵, donde los proyectos se focalizaron en la interacción en el denominado espacio “*cislunar*”⁶, limitando así la proyección del mercado en otras instancias, y/o formas ya que el negocio estaba concentrado en las agencias espaciales de los Estados.

Ahora bien a partir de un proceso de transparencia institucional de los países, organizaciones y empresas -que se fue dando a mediados de los 2000-; y la conformación de un nuevo paradigma relacionado al acceso a la información; el desarrollo de la inteligencia artificial; y la sistematización de gran cantidad de datos (entre otros), configuró un escenario donde los actores en cuestión comenzaron a interesarse en la democratización del acceso al espacio, ya sea con fines científicos o comerciales, donde “la tecnología para acceder al mismo está tanto en manos de algunas agencias espaciales, como de iniciativas privadas con capacidades tecnológicas propias” (Pascuini. López, 2022, p.5).

Esto también se da en un marco donde la política internacional comenzó a experimentar nuevamente una competencia entre las grandes potencias en el sector espacial, con especial atención a Estados Unidos, China y Rusia en este ámbito. Ejemplo de ello son las intenciones de Rusia y China de querer desarrollar su propia Estación Espacial Internacional; proyección espacial en programas científicos y diversificar el negocio satelital a partir de la creación de empresas público-privado o bien, el financiamiento de éstas.

A raíz de una enorme variedad del mercado espacial para satisfacer diversas necesidades, cientos de empresas privadas comenzaron a interiorizarse y a profundizar las inversiones en este sector para la construcción de satélites, vectores, softwares, como así también de elementos secundarios y terciarios que sirven para la constitución de los primeros.

También la generación de servicios como las operaciones de constelaciones de satélites, que buscan lanzar constelaciones de satélites que puedan proporcionar infraestructura de comunicaciones y datos de detección remota, entre otros casos de uso, como las

⁵ Compuesta por miembros científicos de Estados Unidos entre otros.

⁶ Espacio de interacción de las actividades del ser humano cercanas a la tierra y la luna.

comunicaciones y seguimiento para rastrear naves espaciales en órbita, principalmente satélites, a partir del diseño de análisis de datos.

Dichos cambios generaron un impacto en las expectativas de negocio. Esto se observa a partir de visualizar los ingresos de la economía del espacio a nivel global ya que “crecieron un 15% en seis años, pasando de USD 322,7 mil millones en 2014 a USD 371 mil millones en 2020” (Satellite Industry Association – SIA, 2021). En esta línea, según Emiliano Kargieman, CEO de Satellogic, se espera que el sector espacial crezca de 300 mil millones de dólares del 2022 a un trillón de dólares al año para el 2040 (La Nación, 2022). De esos 300 mil millones de dólares, la mayor parte son servicios del espacio a tierra como comunicaciones, meteorología y/u observación de la tierra.

Cabe resaltar que, como antes indicamos, la economía del espacio constituye todas las actividades económicas vinculadas al espacio. En este trabajo nos enfocaremos en estudiar la cadena de valor de los servicios de los satélites de observación terrestre, que es solo un pequeño apartado de todo el circuito. Por lo tanto, para que una empresa o un Estado logre tener un satélite en órbita y obtenga imágenes satelitales, es necesario todo un esquema *a priori* que se debe tener en cuenta a la hora de evaluar los servicios en particular, ya que un actor puede directamente alquilar esos servicios a una empresa o Estado, o bien, invertir en desarrollar sus propios prototipos satelitales, colocarlos en órbita y vender sus propios productos.

A continuación, se describen las tendencias de los servicios satelitales de observación terrestre a nivel global.

1.2 Servicios satelitales de observación: tendencias de desarrollos y productos

La evolución de la economía del espacio se fue configurando a partir de una variedad de factores que constituyen la situación actual de alza de este sector. Antes de detallar dichas tendencias, cobra relevancia comprender la diversidad de satélites existentes encargados de la observación terrestre.

Según Mazkieran Ramirez (2011), un satélite “es un cuerpo que gira alrededor de otro cuerpo de masa preponderante cuyo movimiento está determinado principalmente, y de modo permanente, por la fuerza de atracción de este último” (p.9). Es una suerte de repetidor cuya función es recibir, amplificar y trasladar señales en frecuencias para transmitir las a las estaciones de destino (Bava & Sanz, 2007). A través de ellas se transmiten los datos obtenidos, sean de comunicaciones, imágenes satelitales, etc.

La órbita donde se encuentra el satélite y su peso son dos cuestiones relevantes que debemos tener en consideración cuando hacemos referencia a esta tecnología. En cuanto a órbita terrestre (ver anexo 1), existen de tipo baja, media, geoestacionaria, elíptica alta etc. Nuestra investigación se encuentra enfocada en la baja, donde:

“el rango de altitud va desde los 200 a los 1.200 km. En estas órbitas los satélites circulan a mayor velocidad que en órbitas más altas (alrededor de 8 km/s) con tiempos de órbita cercanos a los 90 minutos. En esta órbita se incluyen algunos satélites de telecomunicaciones, satélites de monitoreo de la Tierra e incluso la Estación Espacial Internacional cuya altitud varía entre los 320 y los 400 km” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2017, p.8).

En referencia a su peso y/o masa, la clasificación es más diversificada. La tendencia se fue configurando a partir del diseño y puesta en órbita durante el paso del tiempo ya que el ya mencionado “Sputnik I” pesaba tan solo 83 kg. En parte, tenemos grandes satélites de hasta 1000 kg y los más novedosos llamados Femto satélites de tan solo 100 g.

Figura 4. Clasificación de satélites según su peso

Tipo de nave	Peso
Grandes Satélites	Más de 1.000 kg
Satélites Medianos	Entre 500 y 1.000 kg
Mini Satélites	Entre 100 y 500 kg
Micro Satélites	Entre 10 y 100 kg
Nano Satélites	Entre 1 y 10 kg
Pico Satélites	Entre 100 g y 1 kg
Femto Satélites	Menos de 100 g

Fuente: López. Pascuini. y Ramos (2017).

Independientemente del peso y tamaño, suele componerse por una infraestructura dividida en dos subsistemas principales. Por un lado se encuentra la carga útil (*payload*), que contiene

todo lo que el satélite necesita para cumplir con su misión. Dependiendo de la misión puede consistir en antenas, cámaras, radares, etc. (López. Pascuini. y Alvarez, 2021, p.10). Por otro lado, se encuentra la plataforma que mantiene el equipo del satélite unido y funcionando.

Cabe resaltar que “los satélites de observación terrestre varían en función del tipo de órbita que describen, la carga útil que lleven a bordo y, en cuanto a los instrumentos de generación de imágenes, la resolución espacial, las características espectrales y la amplitud de franja de los sensores” (ESA Eduspace, 2023). Todos esos parámetros se definen al principio de la misión, dependiendo de los objetivos que tendrá el satélite.

Figura. Áreas estratégicas de impacto de los satélites de observación

Áreas estratégicas	Sectores de información
Ambiental	Aguas
	Cobertura terrestre
	Atmósfera y clima
Productiva	Agropecuario y forestal
	Pesca
	Minería
	Energía
Social	Salud
	Emergencias
	Ordenamiento territorial
	Seguridad y Defensa

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2023)

La importancia radica en la carga útil acoplada a la infraestructura de los satélites, ya que allí se encuentran las herramientas que permitirán cumplir con dicha ésta. “Buena parte de los satélites civiles provee observaciones del estado de las atmósfera y la superficie del océano para la realización de análisis meteorológicos, pronósticos, avisos y advertencias, así como para el monitoreo del clima” (López. Pascuini. y Ramos, 2019, p.118).

La obtención de la información para dar soluciones a estas temáticas se realiza mediante la teledetección (ver anexo 2) que “es un modo de obtener información acerca de objetos tomando y analizando datos sin que los instrumentos empleados para adquirir los datos estén en contacto directo con el objeto” (ESA Eduspace, 2023). Para ello, tanto la plataforma que

mantiene el satélite, el objeto a observar y la carga útil (el instrumento o sensor que se utiliza) son claves para llevar a cabo la misión.

Sobre estos instrumentos, existen sensores remotos de los cuáles pueden ser ópticos de tipo pasivo o activos⁷ y sensores por microondas o radar de tipo pasivo o activo (García-Soto, 2009, p.56). Cada sensor será constituido en base al producto que se desea, o bien, a la problemática que se esté evaluando como por ejemplo la medición de la salinidad de los mares en cuestiones ambientales y/o monitoreo de infraestructuras en cuestiones sobre seguridad etc.

El producto que se obtiene a partir de esta obtención es un conjunto de datos que se constituyen a partir de las acciones de telemetría. En este accionar se recopila el espectro de radiación electromagnética en cientos de bandas estrechas de longitud de onda. Como mencionamos antes, los medios que se utilizan para dicha acción son sensores de características hiperespectral o multiespectral, variando así en la calidad de la imagen, colores y píxeles.

En tal sentido, según cual sea el objetivo de la misión será necesario enviar satélites con distintos tipos de instrumentos o sensores multiespectrales que sean capaces de obtener información sobre los fenómenos de interés (Pascuini, P. López, A, 2022, p.31). Ejemplo ello son “los datos ópticos e infrarrojos cercanos que permiten visualizar los usos de la tierra y las sequías, pero para monitorear áreas inundadas o ciclones se pueden utilizar sensores de microondas, y para incendios o volcanes se requieren imágenes térmicas” (Pascuini, P. López, A, 2022, p.31),

Tendencias en base al desarrollo y su impacto de los servicios de observación

La evolución de las tecnologías exponenciales como la robótica, la miniaturización de la tecnología e inteligencia artificial han generado un cambio paradigmático en una variedad de

⁷ Pasivos: Dependen de la luz solar para obtener imágenes tiene mayor autonomía; Activos: Poseen laser que emite pulsos muy cortos de energía, por lo que no depende de la luz solar

rubros comerciales. Este efecto también ha llegado al sector espacial, incentivando así a una mayor inversión y participación de actores.

Según Emiliano Kargieman, esta confluencia de tendencias empezó a establecerse durante la década del 2010, donde permitió un espacio para potenciar este modelo de negocio y generar así una nueva ola de desarrollo espacial, que es liderada por empresas o *start up* (La Nación, 2022).

Uno de los impactos de estas tendencias en el subsector de observación terrestre se puede encontrar en la estandarización e interfases de lanzamiento. Esto permitió que se produzcan mayores innovaciones en la construcción de diseños por computadora, en la cual según el CEO de Satellogic, antes era un trabajo más analógico como por ejemplo en los ensayos en cámaras de vacío y mesas de vibración ya que actualmente son óptimos teniendo un impacto en la disminución en los tiempos de desarrollo. Esto permite tomar más riesgo; una manufactura rápida; y una optimización de los diseños de los ensayos a través de impresión 3-D” (La Nación, 2022).

También al existir mayores índices de inversión y producción, se comenzaron a observar nuevos procesos productivos que apuntaron a aplicar la lógica de producción en masa en este sector; (...) el avance de las tecnologías de avanzada, no solo con el cada vez mayor uso de herramientas tales como la impresión digital y la impresión 3-D, sino también con el empleo de esta última en el espacio para producir bienes a ser empleados allí o en la tierra” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2019, p.119).

En cuanto a la tendencia de la miniaturización, “la industria espacial parece moverse hacia una reducción en los tamaños de los satélites, emulando un proceso similar al observado desde hace décadas con las computadoras. Aunque por un lado la reducción en el tamaño achica los costos de desarrollo y los tiempos de producción, esto impactó también en un acortamiento de la vida y la carga útil de los mismos” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2019, p.119).

También la inteligencia artificial ha contribuido a mejorar los servicios brindados por las constelaciones de satélites de observación a partir de la implementación de herramientas de *machine learning* que permiten analizar gran cantidad de imágenes en detalle, obteniendo de esta manera una mayor cantidad de información (...) que permiten extraer predicciones y características claves (Pascuini, P. López, A, 2022, p.30-31).

Nuevas tendencias económicas

Estos cambios han provocado que se cambien ciertas lógicas productivas y que se fortalezca el subsector de tecnología satelital de observación terrestre. Principalmente, se observa a la empresa privada como motor del desarrollo de nuevos satélites y cohetes que permiten amortiguar la aversión al riesgo que los países tendrían que invertir en su desarrollo.

Según Emiliano Kargieman, CEO de Satellogic, la bajada de costo fue clave para que se configurara la nueva economía del espacio. En su alocución mencionó que, anteriormente, el transbordador espacial se gastaba entre cincuenta y ochenta mil dólares por kilo en su carga útil, dependiendo del sistema que se utilizaba para colocarlo en órbita (La Nación, 2022). Luego se estabilizó en un orden de los 20 mil dólares por kilo y en los últimos años ha bajado de manera muy significativa, hoy es alrededor de los 5 mil dólares por kilo de carga útil.

Cabe resaltar que “la expansión de los proyectos de constelaciones, habilitada gracias a los bajos costos de los satélites pequeños y la reducción en los costos de lanzamiento en los últimos años, ha llevado a un aumento en el número de satélites de observación y a la consecuente baja de los tiempos de revisita” (Pascuini, P. López, A, 2022, p.30). Por lo tanto, esto permite colocar satélites en órbita en un costo mucho menor, impactando así en la construcción de modelos de negocio que antes no eran rentables con los precios por kilo tan altos, generando así los incentivos para que empresas aumenten la aversión al riesgo e inviertan en este sector (La Nación, 2022).

Estas tendencias se ven reflejadas en la cantidad de satélites en órbita. Durante el 2013 había cerca de 120 satélites civiles de observación de la tierra operativos y alrededor de otros 40

militares. Estados Unidos, China, India, Europa y Francia encabezan la lista según la cantidad de misiones en marcha” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2019, p.118).

La mayor parte de los ingresos de estas compañías viene de ventas a países, especialmente en el sector militar y de seguridad abarcando las dos terceras partes del mercado. En términos globales, “los satélites comerciales de observación de la Tierra facturaron en 2013 cerca de 1500 millones de dólares, el doble de lo registrado en 2008” (López. Pascuini. y Ramos, 2019, p.118). En la actualidad, según Emiliano Kargieman, dichos servicios de observación dejarían aproximadamente entre 4 o 5 millones al año, pero en un mercado potencial podría alcanzar los 140 mil millones al año ya que es un subsector que se encuentra en alza (La Nación, 2022).

A pesar de que durante la pandemia COVID-19 el sector espacial tuvo sus relativos impactos, entre muchos elementos, “estuvieron los lanzamientos pospuestos, los retrasos en las cadenas de suministro, y las limitaciones al financiamiento” (Pascuini, P. López, A, 2022, p.7), la tendencia no solo se mantuvo sino que se acrecentó durante este período.

Especialmente en (...) mercados donde se proveen servicios en la Tierra que devienen de las nuevas actividades y tecnologías espaciales” (...) o la provisión, a partir de nuevas constelaciones de satélites, de servicios de imágenes de alta resolución que permiten desde potenciar la productividad en actividades agrícolas o controlar el avance en las obras de infraestructura en áreas remotas, hasta prevenir o reaccionar tempranamente a catástrofes humanitarias (Pascuini, P. López, A, 2022, p.5).

Los datos publicados en diciembre de 2022 por Euroconsult, empresa internacional de consultoría especializada en el sector espacial y satelital, el mercado global de observación de la Tierra llegará a los 7900 millones de dólares para 2031. Esto incluye satélites de tipo óptico, infrarrojo, pancromático y radar (este último es el tipo de satélites que conforman la constelación SAOCOM).

Según Euroconsult, “este mercado se compone de información satelital sin un uso específico al momento de la ventas, y, por otra parte, por aquella información satelital con valor

agregado destinada a verticales de la industria específicos, como puede ser la minería, monitoreo de catástrofes, medio ambiente, industria marítima, entre otras” (Forbes, 2023). “Mientras el primero generó 1700 millones de dólares en 2021 y se prevé que casi se duplicará en 2031 (2700 millones de dólares), el segundo generó 2800 millones de dólares en 2021 y se prevé que llegará a los 5200 millones de dólares para 2031” (Forbes, 2023).

1.3 Factores externos de relevancia para el ecosistema de análisis

A continuación se aglutinan las principales tendencias que podrían ser de utilidad para la conformación del sistema de análisis de este trabajo:

- Incremento de la competencia entre grandes potencias en el mercado, especialmente entre Estados Unidos, China y Rusia;
- Crecimiento en la construcción y puesta en órbita de satélites;
- Disminución del tamaño y del peso de los satélites;
- Aumento de actores estatales y privados en el subsector de observación satelital;
- Aumento del fomento de políticas de Estado y de regulación sobre actividades comerciales privadas;
- Aumento de personal capacitado;
- Crecimiento de cooperación público-privada en el ámbito espacial;
- Incremento de proyectos de investigación en diseño y construcción satélites;
- Aumento de la basura espacial⁸

⁸ Después de 63 años, con más de nueve mil lanzamientos de satélites, colisiones en órbita, armas antisatélite (ASAT) y misiles balísticos intercontinentales (ICBM), la cantidad de desechos espaciales aumentó a más de 128 millones (ESA, 2020). La mayoría de los objetos de desechos espaciales se concentran entre 500 km y 1400 km. Siguiendo el síndrome de Kessler para pronósticos a largo plazo, la población de desechos espaciales LEO aumentaría a tasas crecientes durante los próximos 200 años, especialmente en estas (Pizarro, 2023)

CAPÍTULO II - DIAGNÓSTICO

2.1 Desarrollos y servicios de tecnología satelital del observación en Argentina

Historia de la tecnología satelital en Argentina

La ciencia y la tecnología espacial en Argentina dieron sus primeros comienzos desde 1950 a partir de los intereses de desarrollar capacidad de cohería en las Fuerzas Armadas de Argentina de aquel entonces. A partir de ello se consolidó el primer proyecto denominado “el Tábano y AN-1”. También el interés comenzó a explayarse en el ámbito civil con la creación de la Asociación Argentina Interplanetaria donde se recibía científicos de varias partes del globo (De León, 2018).

Como antecedente institucional, en el país existía la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) creada en 1960 a cargo de la Fuerza Aérea durante la presidencia de Arturo Frondizi. A cargo del primer director de la agencia, Teófilo Tabanera, hubo un período de diversos proyectos vinculados a potenciar el sector espacial, uno de ellos fue el simposio sobre Tecnología Aeroespacial de Ascochinga, Córdoba, en la cual estuvo mayoritariamente centrada en fortalecer la capacidad en materia de cohería (De León, 2018, p.269).

Durante el período entre 1970 y 1991, la Fuerza Aérea Argentina contó con amplios recursos para desarrollar prototipos de cohería como lo fue el Alfa Centauro, Orión, Conopus, Rigel, Alacrán, Castor y Condor (León, 2018), muchos de ellos con acuerdos y reuniones técnicas con científicos principalmente de Estados Unidos, Francia, Italia y Alemania. Los desarrollos luego de la guerra del Atlántico Sur frente al Reino Unido estuvieron focalizados principalmente en el proyecto Condor, donde al principio tuvo una matriz civil para vuelos espaciales a la órbita baja y luego de Malvinas tuvo una lógica con fines militares para transformarlo en un misil (León, 2017).

Esto ha generado presiones internacionales por el desmantelamiento del proyecto (De León, 2017; Blinder, 2022) en el cual desembocaron en una reestructuración más amplia del sector, lo que tuvo como consecuencia la desaparición de la CNIE. En 1991 con la llegada del

expresidente Menem se creó la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), siendo el único organismo de “ejecutar, controlar, gestionar y administrar proyectos y emprendimientos en el área espacial con fines pacíficos” (CONAE, 2021, p.19) y con el uso exclusivo del ámbito civil. Esto llevó a que la gestión de la comisión pase de la Fuerza Aérea hacia Presidencia de la Nación y posterior al Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto de la Nación Argentina.

La nueva visión del organismo “decidió concentrar los esfuerzos en desarrollar satélites de observación de la tierra” (CONAE, 2021, p.24). Para ello, la CONAE desarrolla en 1994 el primer Plan Nacional Espacial que fue de utilidad para llevar adelante un ambicioso programa de desarrollo de satélites de observación de la tierra y la infraestructura asociada para su aprovechamiento (CONAE, 2021). Esto proyectó el desarrollo de una serie de satélites a través de cooperación internacional, con lo que se produjo el diseño, la construcción y la puesta en órbita de los primeros satélites argentinos.

Cabe destacar que tanto el plan como la tecnología espacial fue evolucionando. En tal sentido, “cada plan era aprobado con una tasa de retorno económico, que no dependía de la venta de información satelital, sino del impacto que la misma iba a tener sobre ciertas actividades económicas” (CONAE, 2021, p.28).

En la actualidad, la CONAE ha cooperado con diversas instituciones nacionales e internacionales para poder impulsar sus programas. A nivel nacional se han concretado convenios con instituciones públicas y privadas del sector científico y tecnológico, mientras que a escala internacional se han implementado una serie de acuerdos con diversos países, especialmente con Estados Unidos, Italia, Francia, Brasil y Canadá. Desde la creación de la CONAE ha tenido lugar un proceso progresivo de generación de las capacidades necesarias que posibiliten la construcción de satélites de mejores características para posicionar al país a la vanguardia regional en el sector.

Según la CONEA la exploración y utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, desde las cercanías de la Tierra hasta el espacio profundo, constituye una herramienta

importante de la inserción internacional del país en el ámbito de la investigación científico-tecnológica del espacio exterior, así como en la participación en la instrumentación de misiones interplanetarias, en el marco de la cooperación internacional asociativa.

Primeros desarrollos satelitales de observación en Argentina

Antes que la CONAE comience oficialmente a diseñar los primeros satélites de observación, existe un desarrollo previo. El agosto de 1996 fue puesto en órbita el primer satélite argentino denominado Musat-1 (o Víctor 1) a través del cohete de origen ruso Molniya. El satélite fue construido por la Asociación de Investigaciones Tecnológicas de Córdoba AIT y el Instituto Universitario Aeronáutico gracias a científicos que trabajaron en el antiguo programa Condor II (AATE, 2023). Sus objetivos fueron los de fotografiar al país con imágenes de baja resolución, para seguimientos meteorológicos y de masas hídricas. Según Eduardo Zapico, ingeniero integrante del equipo, esto “generó conocimiento que en ese momento no existía en el país” (Viano, 2021).

Ahora bien, dentro del marco institucional se da a partir que CONAE comienza a estructurar su Plan Nacional. Si bien existía experiencia previa de científicos argentinos que habían trabajado a partir de la presentación de un proyecto satelital en conjunto con la NASA, no fue hasta noviembre de 1996 que se realizó la colocación del primer satélite científico argentino. Este fue el primero de “la serie Satélites de Aplicaciones Científicas (SAC) de la CONAE en el cual fue diseñado y construido en Argentina” (CONAE, 2021, p.40).

Durante en 1997 se inauguró la Estación Terrena Córdoba que “se ubicó en el Centro Espacial Teófilo Tabanera para ocuparse de la recepción, procesamiento, almacenamiento y distribución de la información satelital” (CONAE, 2021, p.31) generada por los satélites de observación.

Tras el éxito del primer lanzamiento, la NASA le propuso a la CONAE realizar un segundo satélite para ser lanzado desde el transbordador espacial Endeavour. Eso hizo que se mantuvieran los desarrollos sobre la serie SAC. Por lo tanto, en 1998 se realiza el lanzamiento

del satélite SAC-A⁹. A diferencia del primero que tardó cuatro años, el segundo solo se construyó en uno. Este tele observador como demostrador tecnológico “puso a prueba a una serie de instrumentos desarrollados en el país, a la infraestructura (los equipos de telemetría, telecomando y control) y a los recursos humanos” (CONAE, 2021, p.46).

Cabe destacar que los otros dos anteriores SAC, ninguno de los antes mencionados fueron de observación de la tierra. Eso sucedería dos años después durante noviembre de 2000 cuando se puso en órbita el tercer satélite de observación denominado SAC-C¹⁰. En la misión participaron la NASA y las agencias espaciales de Francia, Italia, Dinamarca y Brasil. Según la CONAE (2021), “este se caracterizó por proveer información sobre la superficie terrestre, mediante instrumentos ópticos especialmente diseñados para observar bastas porciones del territorio argentino” (p.53). Con 485 kilogramos, el primer satélite argentino operativo de observación de la tierra tenía como función el estudio del ecosistemas terrestres y marinos, del cambio geomagnético y de la atmósfera (CONAE, 2021, p.57).

En este marco, una de las primeras medidas para el área espacial del gobierno de Néstor Kirchner, que asumió en mayo de 2003, fue llevar a la Argentina a formar parte del Grupo de Observación de la Tierra (geo por sus siglas en inglés), conformado por 74 países. Este vínculo implicó una clara intención de incrementar la participación argentina en el ámbito espacial internacional.

El último de la sección SAC llega casi 11 años después a partir de la contribución de otras agencias espaciales como la NASA, la ASI italiana, CNES francesa, CSA canadiense y la AEB brasileña. Este fue denominado SAC-D¹¹ (también Aquarius), diseñado y construido en Argentina con el fin de “observar el océano, el clima y el medioambiente” (CONAE, 2021, p.65).

⁹ Los instrumentos a bordo fueron cámara pancromática, antena de banda s y un magnetómetro (CONAE, 2021, p.49).

¹⁰ Los instrumentos a bordo relevantes fueron una cámara multispectral media, cámara pancromática de alta resolución y sensibilidad (CONAE, 2021, p.57).

¹¹ Los instrumentos a bordos destacados fueron cámara de infrarroja de nueva tecnología; cámara de alta sensibilidad, sistema de colección de datos y demostración tecnológica (CONAE, 2021, p.64)

Años más tarde se comienza a trabajar en la constelación Satélite Argentino de Observación con Microondas (SAOCOM) conformada por los satélites argentinos SAOCOM 1A y 1B lanzados en 2018 y 2020” (CONAE, 2021, p.67) respectivamente. Ambos fueron fabricados en Argentina a partir de una variedad de actores como la empresa INVAP, contratista principal para el proyecto; la empresa VENG S.A; la CNEA y el laboratorio GEMA de la UNLP (CONAE, 2021, p.67) a nivel nacional y con la Agencia Espacial Italiana (ASI) en el cual juntos constituyen el Sistema Ítalo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE).

La gran diferencia de estos satélites últimos se encuentra en la carga útil ya que ambos cuentan a bordo un Radar de Apertura Sintética (SAR) en banda L, único en el mundo, que está compuesto por siete paneles con el objetivo de generar información útil para prevenir, monitorear, mitigar y evaluar catástrofes naturales o antrópicas y generar datos de humedad de suelo (CONAE, 2021, p.67).

En la actualidad, CONAE se encuentra desarrollando un programa denominado Arquitectura Segmentada relacionado “al desarrollo tecnológico de una nueva generación de satélites e instrumentos, mediante el uso de un conjunto de plataformas pequeñas (segmentos), que operadas coordinadamente proporcionen respuestas equivalentes o mejores a las que es posible obtener mediante una única plataforma” (CONAE, 2023a).

Cabe mencionar que esta no está dada por “la fragmentación física sino por las posibilidades de reconfiguración del flujo de información” (CONAE, 2023a). En tal sentido, abre una nueva posibilidad: la de integrar instrumentos segmentados mixtos. Esto “permitirá integrar instrumentos noveles para la generación de datos u observaciones que ninguno de los segmentos podría obtener por sí solo, aún en grandes números” (CONAE, 2023a)¹².

¹² Se hace una especial atención a la nuevas tecnologías enfocada en la carga útil como son tecnología por láser; infrarrojo térmico; radar; super e hiperespectral, etc.

Comercialización de la información

Como existen otras empresas que se dedican al desarrollo en particular de procesos, software, plataformas e infraestructuras de los satélites como es el caso de INVAP, también ocurre lo mismo con la comercialización del servicio. Como antes mencionamos, los satélites de observación terrestre a partir de un proceso técnico obtienen determinados datos e imágenes, dependiendo la carga útil que posea, que a través de su debido procesamiento, generan productos en los cuales son utilizados tanto a nivel nacional para diversos estamentos del Estado como así también para su comercialización a empresas internacionales.

Actualmente la empresa Vehículo Espacial Nueva Generación (de ahora en más VENG) es el brazo comercial de la CONAE y es quién comercializa las imágenes de los satélites, “los cuales tendrán una segunda edición cuando, según lo planificado, en unos años se pongan en órbita dos satélites más, SAOCOM 2” (Pascuini, P. López, A, 2022, p.32).

Figura 5. Países donde VENG comercializa sus productos en proporción a u sus ventas



Fuente: CONAE 2023

Según el vicepresidente de dicha empresa, Juan Cruz González Allonca ya se superaron los “2 millones de dólares de facturación y para 2023 se esperan que las ventas crezcan al menos un 50 % o más” (Forbes, 2023).

Cabe resaltar que para ello, desde fines de 2020, la compañía comenzó a generar alianzas con empresas internacionales con el fin de colocar los productos del SAOCOM en nuevos mercados. Hasta el momento, existen acuerdos con la empresa italiana e-GEOS¹³ en 2020; con Bsed (Beijing Smart Earth Digital), de China; Restec (Remote Sensing Technology Center of Japan), de Japón y MDA, de Canadá durante el 2021.

En marzo de 2022, en el marco de la feria internacional Satellite, en Washington D.C., VENG firmó un acuerdo con la empresa URSA Space Systems, de Estados Unidos (Forbes, 2023). A esto se suma un reciente acuerdo firmado en marzo del 2023 con la empresa de la India, Suhora, especializada en brindar soluciones con análisis geoespacial, para comercializar escenas SAOCOM en India, en nuevos mercados de Asia, y en todo el continente africano (Forbes, 2023).

Nuevas dinámicas de la economía del espacio y en la tecnología satelital de observación

A nivel global, hoy la información se comercializa a partir de 370 satélites que se encuentran en órbita y sólo 153 fueron lanzados en 2021. Según Euroconsult, en 2031, habrá alrededor de 1040 satélites en órbita desde los cuáles se comercializará información (Forbes, 2023). Esto es producto a raíz, como mencionamos en apartados anteriores, de la nueva dinámica de mercado a partir de la inversión y la generación de nuevas empresas vinculadas al sector de la tecnología espacial de carácter privado.

Argentina no deja de ser un ejemplo de este impacto global. Actualmente, la empresa Satellogic cuenta con 26 satélites en el espacio. La flota o constelación más grande de satélites de observación de la tierra en alta resolución del planeta (La Nación, 2022). Esto le permite a la empresa obtener imágenes del planeta alrededor de 7 u 8 veces por día. Tienen

¹³ Propiedad de la Agencia Espacial Italiana (20%) y la empresa Telespazio (80%).

la capacidad de re-mapear toda la tierra en un período de varios meses (La Nación, 2022). La empresa se encuentra verticalmente integrada incluyendo el diseño, fabricación, operación de los satélites y el procesamiento de imágenes para ofrecer el servicio final, permitiéndole reducir costos y ganar competitividad (Pascuini, P. López, A, 2022, p.31)

En este marco, es pertinente hacer un recorrido de su creación puesto que servirá de utilidad para comprender posibles limitaciones y oportunidades que enfrenta Argentina al 2040 para desarrollar un sector espacial sustentable y robusto en el tiempo.

Según el CEO de la empresa, Emiliano Kargieman, “la conformación de Satellogic se pudo constatar gracias a que hubo 40-50 años de inversión sistemática en conocimiento que derivó en la acumulación de tecnología espacial” (La Nación, 2022). En particular, la conformación de Satellogic se dio en el marco de “modelo de incubadora” dentro de la empresa barilochense INVAP, donde se contaba la presencia de científicos que estuvieron presentes en proyectos previos de los satélites SAC durante el 2011-2013 hasta una vez concluida el lanzamiento de la primera generación de los satélites denominado Capitán Beto (La Nación, 2022).

Una vez que quisieron tomar la iniciativa de salir del proceso de incubadora, según el CEO, comenzaron a aparecer ciertas limitaciones que impactaron negativamente en el modelo de negocio como son los logísticos y de funcionamiento de una cadena de proveedores locales en el país que aún no está bien desarrollada en el cual hacía complejo pensar que se podía escalar la producción de satélites en serie dentro de Argentina en esas condiciones (La Nación, 2022).

A su vez, según el representante de Satellogic, no habría condiciones en las cadenas de provisión, condiciones de importación y exportaciones de insumos necesarios para avanzar con la producción (La Nación, 2022).

Estas problemáticas según Kargieman dieron el contexto de no asentar el modelo de negocio completo en Argentina sino que decidieron diversificarlo (España, EEUU, China y Uruguay), ya que según él “no era una ventaja competitiva hacerlo a nivel local” (La Nación, 2022).

En particular, se destaca la decisión de abrir una planta en Uruguay en la zona franca en las afueras de Montevideo ya que desde el punto de vista logístico, de regulaciones de importación y exportación un funcionamiento que no hubieran podido tener si lo hacían desde Argentina (La Nación, 2022).

Si se quiere acrecentar el sector espacial argentino es necesario un aumento considerable en su capital humano. En tal sentido, el CEO esboza que para ello es necesario una modificación estructural de la educación a nivel primario, secundario y de grado que potencien y adecuen esos vacíos que hoy existen (La Nación, 2022). En esta línea, acentúa que existiría una dualidad de pensamiento en el sistema científico y tecnológico argentino en cuanto a generar riqueza con el desarrollo tecnológico, en el cuál él destaca que “está mal visto generar riqueza en este plano” (La Nación, 2022). En términos de Sabato (2014), la ciencia y tecnología como valor de uso o como valor de cambio.

Por último, en el marco de representar los mayores activos de empresa privada en el ámbito espacial, Emiliano Kargieman identifica ciertas oportunidades que Argentina posee ante este nuevo proceso de las nuevas dinámicas en el mercado. Ante esto, focaliza su mirada en el robustecimiento del sistema educativo si se quieren extrapolar en grandes dimensiones el mercado en el sector espacial y que existan varias Satellogic (La Nación, 2022).

Ahora bien, también existen otros emprendimientos y el asentamiento de empresas que se dedican a una parte del segmento comercial de los servicios satelitales como es en el análisis de las imágenes satelitales a partir de procesamientos de softwares o bien, brindar consultoría en la parte técnica pero no necesariamente el desarrollo de un satélite en si, como es el caso de la empresa Space Sur.

2.2 Identificación y posición de actores estratégicos

El recorrido satelital de observación terrestre en Argentina posee una base estructural delineada por la CONAE, actor principal de la cadena del sector espacial argentino. Ahora bien, como se mencionó a lo largo del trabajo, existe una cadena de valor constituida en el

cual cada uno de ellos posee roles e intereses en el ecosistema de análisis (López, A. Pascuini, P. y Alvarez, V, 2021, p.18).

A continuación, se establece una matriz donde se identifican actores¹⁴ y se presenta una apreciación de sus respectivos intereses, roles y objetivos estratégicos:

Figura 6. Cuadro analítico de actores del sector satelital de observación terrestre argentino

ACTORES	INTERESES	ROLES
CONAE	Dirección política y estratégica	Centros de investigación y desarrollo
VENG	Construcción técnica de satélites y venta de servicios	Fabricantes y proveedores de servicio de información
CNEA	Investigación técnica de componentes	Centros de investigación y desarrollo
INVAP	Desarrollo de componentes y satélites	Fabricantes
Universidades	Investigación técnica de componentes	Centros de investigación y desarrollo
Satellogic	Dirección política y comercial. Construcción de satélites	Fabricantes
Space Sur	Venta de servicios	Proveedores de servicio de información
Proveedores de componentes	Desarrollo de componentes del sector	Fabricantes

Fuente: Elaboración propia con base en López, A. Pascuini, P. y Alvarez, V (2021, p.18)

En este aspecto, se puede visualizar que tanto **CONAE**, **VENG** y **Satellogic** son los actores principales de la cadena de valor de los servicios satelitales de observación terrestre. CONAE es el principal eslabón en el proceso de toma de decisiones en referencia a la dirección política y estratégica, como antes observamos, a cargo del Plan Nacional Espacial, gestión de los recursos humanos, económicos y tecnológicos, como así también a la accesibilidad y permisos de los que otorga. Por lo tanto, es quién delega la operatividad de venta de servicios a la empresa VENG, que como antes mencionamos pertenece a la misma Comisión Espacial.

Respecto a VENG, es el actor que se encuentra presente en la construcción de satélites estatales (en parte) y la venta de los servicios que se desprenden de la obtención satelital. Por lo tanto, la empresa se encuentra integrada de forma vertical en todo el proceso tanto en la

¹⁴ Cabe resaltar nuevamente que no se tomaran todos los actores existentes en el ecosistema puesto que hasta el momento no existe tal recopilación. Tampoco es objetivo de este trabajo, por lo tanto, se considerarán los actores de mayor relevancia en el ecosistema con el fin de visualizar cuáles son y cuál es su dinámica de relaciones.

gestión de sus recursos humanos, operativizar las políticas que delinea CONAE, construcción y diseño de satélites y la gestión de los servicios satelitales de observación.

Otro de los actores que también se encuentra en la misma línea es Satellogic, que si bien es una empresa privada, en la cadena de valor referida a los satélites de observación terrestre, es la única empresa privada que se encuentra en todo el proceso productivo y comercial. Como se mencionó antes, si bien opera otros tipos de satélites de observación con una visión direccionada principalmente a lo comercial, la empresa construye sus propios satélites, los opera y gestiona los servicios que de allí se desprenden como la venta de imágenes y servicios particulares como la de constelaciones dedicadas.

Por otro lado, en referencia a CNEA, INVAP y Space Sur, son actores con un *expertise* que permite así complementar el direccionamiento de las anteriores mencionadas, especialmente en el marco estatal. Ejemplo de ello son CNEA, que gracias a los aportes para los satélites SAOCOM pudieron conformar la construcción de los sistemas de paneles solares para los radares de apertura sintética mencionados en el diagnóstico (López, A. Pascuini, P. y Alvarez, V, 2021).

INVAP es otro actor clave del entramado de los recursos humanos a nivel nacional. Actor especializado en tecnología espacial, es un actor que “tiene la capacidad para generar proyectos satelitales completos” (López, A. Pascuini, P. y Alvarez, V, 2021, p.16) en cuanto al desarrollo se refiere (a excepción del lanzamiento). De hecho, como antes nos referimos, fue vital para los primeros años del asentamiento de Satellogic. Pero dentro del entramado del ecosistema integrado, se encuentra focalizado especialmente en las capacidades tecnológicas.

Algo similar ocurre con Space Sur, pero en la sección de softwares que permiten agilizar la dinámica del procesamiento de imágenes satelitales en un trabajo conjunto con CONAE (CONAE, 2023b).

Por otro lado y no menos importante en la cadena de valor, se encuentran las universidades y los proveedores de componentes. Estos cumplirían un elemento subsidiario, siendo un grupo de actores que agregan su *know how*. Cabe destacar que:

“no existe un mapeo completo de estos, “se estima que existen alrededor de 50 empresas e instituciones nucleadas en cuatro puntos a lo largo del país: en Bariloche se ubican proveedores de INVAP como Mecánica 14; en CABA la empresa SADE; en Córdoba, empresas como ASCENTIO y DTA, ambas socias de la Cámara Argentina Aeronáutica y Espacial (CArAE); y finalmente en la Plata, el Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados (GEMA)” (López, A. Pascuini, P. y Alvarez, V, 2021, p.17-18).

En cada uno de estos puntos nodales antes mencionados se encuentran universidades centrales para el establecimiento y el desarrollo de la actividad espacial vinculada a los servicios satelitales de observación en Argentina. La Universidad de la Plata a partir de la Facultad de Ingeniería posee el Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA); el Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp) perteneciente al CONICET; el Instituto de Altos Estudios “Mario Gulich” perteneciente a la CONAE y a la Universidad Nacional de Córdoba; Grupo de Tecnología Espacial de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN); Grupo de estudios de la Universidad San Martín, entre otras (AATE, 2023).

A partir de este bosquejo, se puede puntualizar **los grados de dependencia (nivel de integración en el ecosistema) e influencia (niveles de acaparamiento en el mercado)** que cada uno de estos tienen, configurando así una matriz de posiciones en la cual según Godet (2007) marcan los actores de tipo enlace (mayor influencia y dependencia), dominantes (mayor influencia), autónomos (menor influencia y dependencia) y dominados (mayor dependencia).

A raíz de ello se puede constatar la posición de cada uno de los actores dentro del ecosistema planteado por Godet (2007) antes descripta, en cuanto:

Figura 7. Cuadro analítico de actores del sector satelital de observación terrestre argentino y la posición del actor en base a su dependencia e influencia

Actores	Dependencia	Influencia	Posición del actor
CONAE	5	5	Enlace
VENG	5	4	Enlace
CNEA	2	3	Autónomos
INVAP	4	4	Enlace
Universidades	3	4	Dominados
Satelogic	5	5	Enlace
Space Sur	3	3	Autónomos
Proveedores de componentes	5	4	Enlace

Fuente: Elaboración propia con base en López, A. Pascuini, P. y Álvarez, V (2021); Godet (2007)

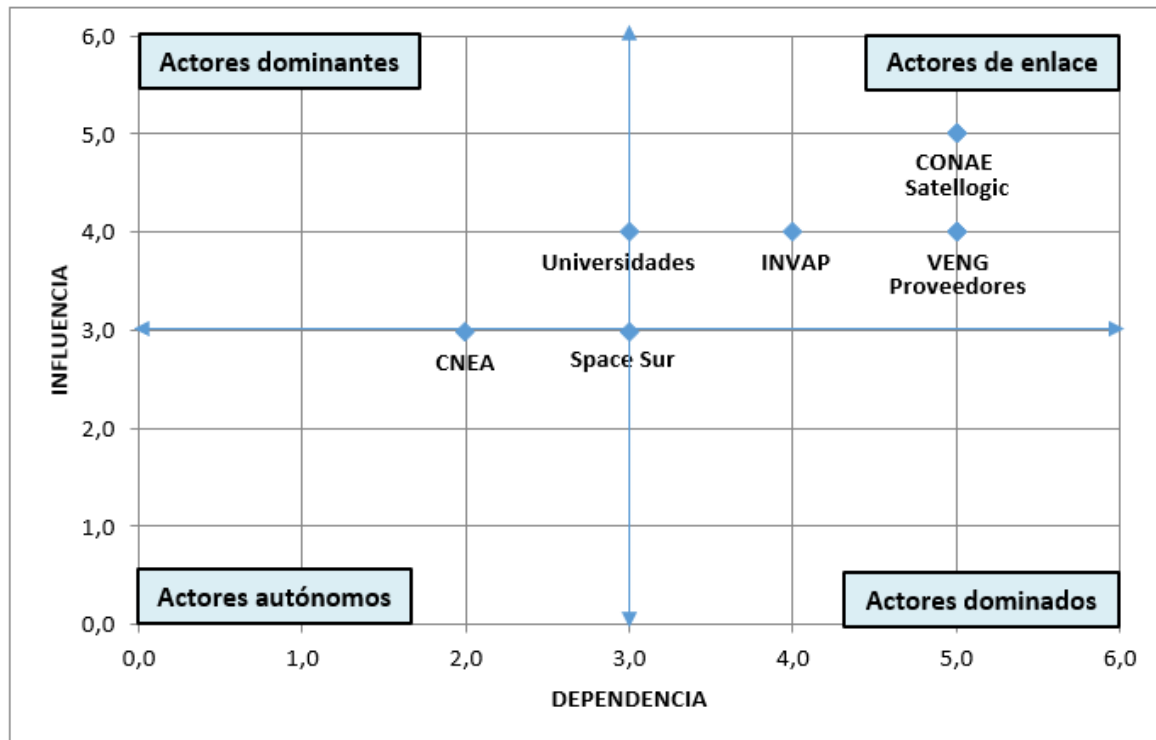
CONAE, VENG y Satelogic por ser los actores principales y los que se encuentran en todo el proceso de la cadena de valor de los servicios satelitales de observación terrestre pertenecerían a los de enlace, de los cuales, según Godet (2007), son los que poseen mayor dependencia e influencia en el ecosistema. Si bien INVAP no se encuentra en toda la cadena, el aporte que plasma es de vital importancia puesto que sus objetivos estratégicos están relacionados a la capacidad satelital.

Tanto CNEA y Space sur son actores que particularmente si bien son de relevancia para el fortalecimiento de la cadena de valor referida a los servicios satelitales de observación terrestre, ambos poseen un grado de autonomía y no condensa grados de influencia y dependencia altos en el ecosistema.

Respecto a los proveedores de componentes, son quizá el sostenimiento crítico para el desarrollo satelital de observación nacional, especialmente en referencia a los componentes de las arquitecturas físicas de los satélites. En tal aspecto, existe una dependencia alta al respecto, no así una influencia, puesto que el direccionamiento y la toma de decisiones están a delineadas por otros actores en el ecosistema. No obstante, los componentes los proveedores son altamente relevantes tanto para la capacidad tecnológica, adiestramiento y

nuevos proyectos en investigación y desarrollo, como así también en herramientas que permitan el sostenimiento logístico o la gestión de los servicios satelitales.

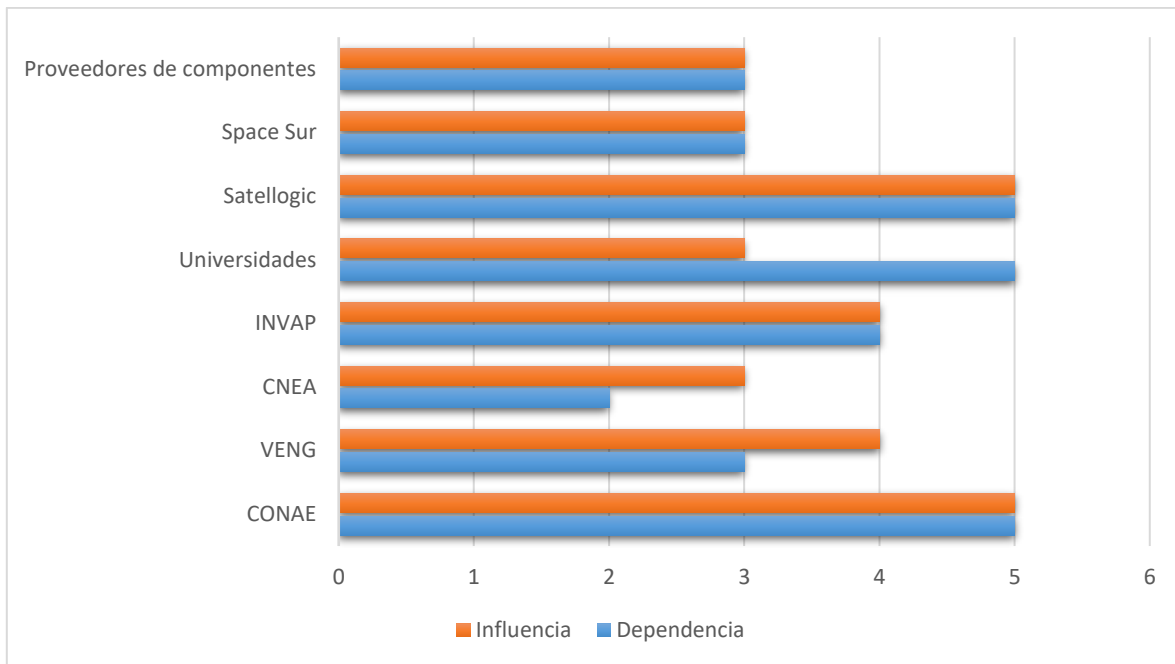
Figura 8. Cuadro de relación de influencia-dependencia



Fuente: Elaboración propia mediante Godet (2007, p.71)

Por último, las Universidades son de vital relevancia para el crecimiento constitutivo del conocimiento especializado, por lo tanto, el nivel de dependencia en cuanto a la integración en toda la cadena de valor es alto, pero por otro lado, no se encuentran en todo el acaparamiento del mercado sino más bien en la capacitación profesional y adiestramiento del personal como así también en la investigación, innovación y desarrollo, de los cuales podrían tener una vinculación cercana con la gestión de los servicios. Es por ello por lo que su valor es intermedio y se posiciona, según la métrica de Godet (2007), entre los dominantes y de enlace.

Figura 9. Gráfico analítico de influencia y dependencia del ecosistema



Fuente. Elaboración propia

2.3 Elección y definición de variables

A partir del diagnóstico presentado, a continuación se identifican las variables del ecosistema y su respectiva definición:

1. **Capital humano:** Ingresos al desarrollo del capital humano referido a becas, incentivos, sueldos del personal;
2. **I+I+D:** Distribución de los ingresos pertinentes a la investigación, innovación y desarrollo;
3. **Financiamiento externo:** Ingreso de divisas de actores externos con el fin de financiar proyectos, desarrollos y negocios vinculados a la economía de satelital de observación;
4. **Adquisición de tecnología externa:** Compra externa sobre insumos, software y tecnología con el fin de abastecer el desarrollo satelital de observación terrestre;
5. **Política comercial:** Lineamiento comercial vinculado al desarrollo y crecimiento de la economía del espacio en el ámbito satelital de observación terrestre;

6. **Marco legal:** Conjunto de normas y principios que permiten dar cierta uniformidad y coherencia al accionar sinérgico de la tecnología satelital de observación terrestre;
7. **Cooperación en proyectos:** Cantidad de acuerdos entre el sector público y privado en torno a iniciativas y/o proyectos sobre tecnología satelital de observación terrestre;
8. **Política espacial:** Políticas vinculadas a la planificación y creación de nuevos proyectos de desarrollo en el ámbito satelital de observación terrestre;
9. **Fabricación de satélites:** Cantidad de desarrollos de satélites de observación terrestre en Argentina;
10. **Cadena de suministros:** Presencia de empresas nacionales proveedoras de tecnología, elementos, materiales e insumos para el funcionamiento de la tecnología satelital de observación terrestre;
11. **Colocación de satélites en órbita:** Cantidad de satélites de observación terrestre argentinos colocados en órbita;
12. **Construcción de infraestructura terrestre:** Cantidad de desarrollos vinculados a la infraestructura de estaciones y/o centros de recepción de datos de los satélites de observación terrestre;
13. **Centros de investigación espacial:** Presencia de centros de investigación vinculados a la temática de tecnología satelital de observación terrestre;
14. **Centros de prueba y ensayos:** Cantidad de centros de prueba y ensayos vinculados al desarrollo de satélites de observación terrestre;
15. **Propiedad intelectual:** Cantidad de patentes vinculadas a la temática satelital de observación terrestre en cuanto a desarrollos de softwares, plataformas y carga útiles perteneciente a los satélites y modelos de negocio;
16. **Carreras universitarias y posgrado:** Oferta y demanda académica universitaria de grado y posgrado sobre tecnología satelital de observación terrestre;
17. **Mercado laboral:** Cantidad de personal capacitado que constituye toda la cadena de valor de tecnología satelital en el ámbito nacional;
18. **Venta de imágenes satelitales:** Oferta y demanda de productos obtenidos a partir de los datos e información extraídos por los satélites de observación terrestre;

- 19. Soluciones satelitales con IA:** Oferta y demanda los servicios vinculados al análisis de las imágenes obtenidas por los satélites de observación terrestre;
- 20. Constelaciones dedicadas:** Oferta y demanda del servicio sobre constelaciones de satélites de observación terrestre que brinda exclusividad operativa ante requerimientos de los clientes;
- 21. Control orbital y mantenimiento:** Cantidad de centros y/o estaciones de control y mantenimiento orbital;
- 22. Centro de recepción y comunicaciones:** Cantidad de estaciones y/o centros de recepción y comunicaciones con satélites de observación terrestre;

2.4 Ecosistema - Árbol de pertinencia

Una vez analizada la situación tanto en referencia a las tendencias globales y locales de los servicios satelitales de observación terrestre como así también la identificación de las variables, a continuación, se identifica el árbol de pertinencia compuesto por el sistema, subsistema, componentes. Aquí se refleja la interrelación con las variables antes presentadas.

Dimensión económica

A. Inversión

- 1. Capital humano
- 2. I+I+D

B. Vínculos externos

- 3. Financiamiento externo
- 4. Adquisición de tecnología externa

Política y estrategia

A. Doctrina espacial

- 5. Política comercial
- 6. Marco legal
- 7. Política espacial

B. Relación público-privado

8. Cooperación en proyectos

Capacidad tecnológica

A. Tecnología satelital

9. Fabricación de satélites
10. Cadena de suministros
11. Colocación de satélites en órbita
12. Construcción de infraestructura terrestre

B. I+D

13. Centros de investigación espacial
14. Centros de prueba y ensayos
15. Propiedad intelectual

C. Ecosistema educativo

16. Carreras universitarias y posgrado

D. Recursos humanos

17. Mercado laboral

Gestión del servicio

A. Modelos de negocio

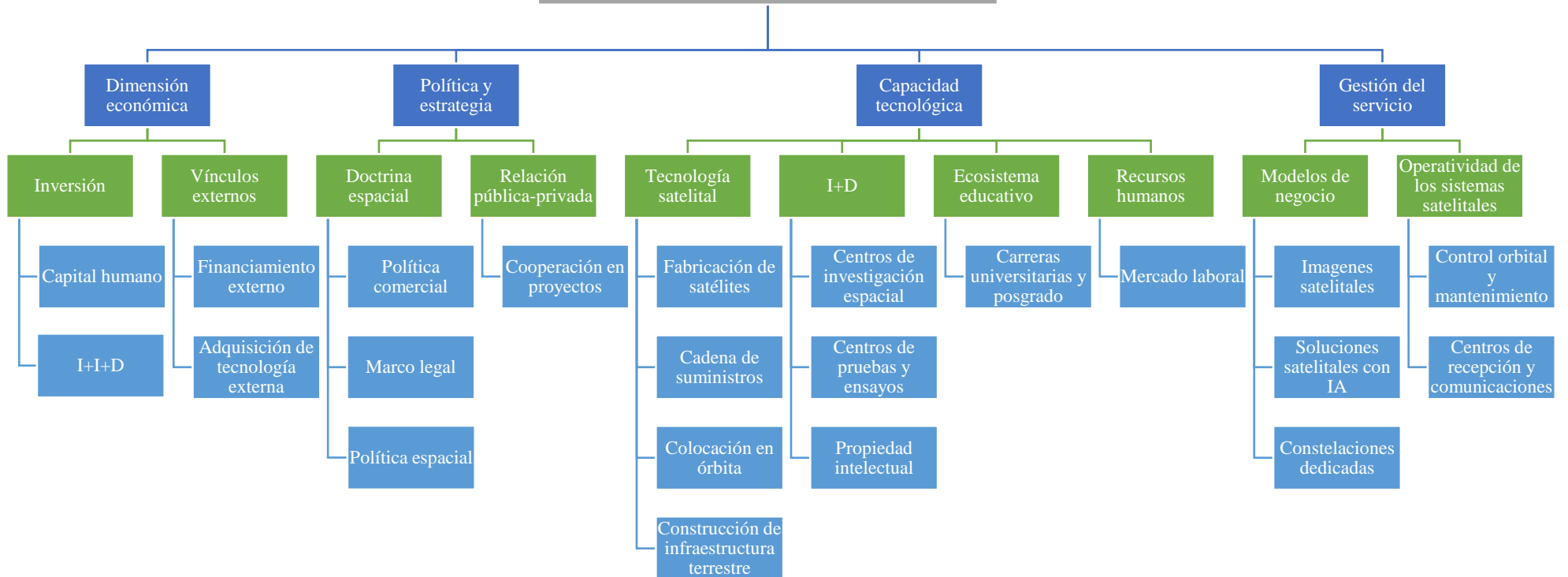
18. Venta de imágenes satelitales
19. Soluciones satelitales con IA
20. Constelaciones dedicadas

B. Operatividad de los sistemas satelitales

21. Control orbital y mantenimiento
22. Centro de recepción y comunicaciones

De esta manera, se detalla el árbol que describe el ecosistema completo:

Cadena de valor de los servicios satelitales de observación en Argentina hacia el 2040



CAPÍTULO III – ANÁLISIS PROSPECTIVO

En este capítulo se determinan a través de un trabajo analítico las variables clave con mayor grado de incertidumbre. Luego se visualiza el muestreo de la valoración que realizaron los expertos donde, a partir de un análisis de cuantificación de impactos, identificaron los hechos portadores de futuro de mayor relevancia para el ecosistema. Para finalizar, se realiza el análisis morfológico y la construcción y narración de escenarios futuros.

3.1 Determinación de variables clave

En este apartado se determinan cuáles serán las variables clave del ecosistema con el que se direcciona el trabajo prospectivo con respecto a las que poseen mayor grado de incertidumbre.

3.1.1 Análisis de incertidumbre de las variables del ecosistema

Luego de detallar las tendencias, el diagnóstico de la situación actual y la conformación del ecosistema de la cadena de valor de los servicios satelitales de observación terrestre de Argentina, con el fin de desarrollar escenarios futuros, es relevante determinar cuáles de todas las variables mencionadas con anterioridad poseen mayor incertidumbre para focalizar el estudio.

Por tal motivo, a continuación se realiza un análisis donde, a partir de lo caracterizado, se le asigna a cada variable el grado de incertidumbre que posee en el ecosistema con una proyección hacia el 2040 en un marco de 3 a 0, siendo **3 – alto; 2 – medio; 1 – bajo; y 0 – nulo**:

Figura 10. Cuadro de valorización del grado de incertidumbre de las variables

N°	Variables del ecosistema	Grado de incertidumbre
		Alto - Medio - Bajo
1	Capital humano	2
2	I+I+D	3
3	Financiamiento externo	1

4	Adquisición de tecnología externa	2
5	Política comercial	3
6	Marco legal	3
7	Política espacial	3
8	Cooperación en proyectos	2
9	Fabricación de satélites	3
10	Cadena de suministros	3
11	Colocación de satélites en órbita	2
12	Construcción de infraestructura terrestre	1
13	Centros de investigación espacial	1
14	Centros de prueba y ensayos	1
15	Propiedad intelectual	2
16	Carreras universitarias y posgrado	3
17	Mercado laboral	3
18	Venta de imágenes satelitales	3
19	Soluciones satelitales con IA	3
20	Constelaciones dedicadas	3
21	Control orbital y mantenimiento	1
22	Centro de recepción y comunicaciones	1

Fuente. Elaboración propia

En tal caso fueron seleccionadas 11 de las 22 variables antes descritas¹⁵: I+I+D; Política comercial; Marco legal; Política espacial; Fabricación de satélites; Cadena de suministros; Carreras universitarias y posgrado; Mercado laboral; Venta de imágenes satelitales; Soluciones satelitales con IA; y Constelaciones dedicadas.

¹⁵ Cada una de ellas contextualiza un punto de relevancia en cada subsistema del árbol, siendo factores de interés para la tracción de cada uno de estos. Al respecto, la visión analítica asignada es relativa en cuanto al individuo y/o conjunto de individuos que lo realice. **Para ello fueron contempladas la caracterización de las tendencias, diagnóstico y consultas informales a profesionales en la temática espacial.**

En este aspecto, se detallan los indicadores que se tendrán en consideración para el abordaje posterior en la caja morfológica con el fin de establecer una medición al respecto:

Figura 11. Cuadro de descripción de indicadores de variables clave

N°	VARIABLES CLAVE	INDICADORES
1	I+I+D	Distribución de los ingresos pertinentes a la investigación, innovación y desarrollo;
2	Política comercial	Cantidad de lineamientos comerciales vinculados al desarrollo y crecimiento de la economía del espacio;
3	Marco legal	Cantidad de normas y principios;
4	Política espacial	Cantidad de políticas vinculadas a la planificación y creación de nuevos proyectos;
5	Fabricación de satélites	Cantidad de desarrollos de satélites;
6	Cadena de suministros	Presencia de empresas nacionales proveedoras de tecnología, elementos, materiales e insumos;
7	Carreras universitarias y posgrado	Cantidad de oferta y demanda académica universitaria de grado y posgrado;
8	Mercado laboral	Cantidad de personal capacitado;
9	Venta de imágenes satelitales	Cantidad de productos obtenidos;
10	Soluciones satelitales con IA	Cantidad de nuevas soluciones satelitales con IA
11	Constelaciones dedicadas	Cantidad de proyectos vinculados a la implementación de constelaciones dedicadas

Fuente. Elaboración propia

3.2 Valorización de expertos sobre hechos portadores de futuros y/o hipótesis

A partir de lo plasmado en capítulos anteriores, se eligieron 11 hechos portadores de futuro que acentúan características tendenciales del entorno a nuestro ecosistema de estudio con el

fin de identificar cuáles de ellos tendría un mayor impacto en el caso que se presentara ese escenario. Para ello, se realizó una consulta a expertos que se detalla a continuación.

3.2.1 Selección de expertos e hipótesis

Se seleccionaron 9 expertos vinculados en la temática espacial y satelital de Argentina tanto del mundo público y privado que constituyen la representatividad de los actores estratégicos antes evaluados. Como antes se mencionó, dichos profesionales provienen de la rama de la Ingeniería (industrial, informático y aeroespacial), Ciencia Política, Ciencias Económicas, Administración de Empresas, Derecho Internacional, Negocios Internacionales y Periodismo Especializado.

En cuanto al proceso de valorización, se llevó a cabo en una sola sección de consulta enviada por correo electrónico con un rango de tiempo de 20 días. El objetivo era completar una planilla que contenía 11 hipótesis y medir el grado de impacto sobre la cadena de valor que tendría en el caso de concretarse y/o de continuar de forma exponencial (ver anexo 3).

Para complementar la consulta, se les solicitó que justificaran su valoración y que mencionaran cuál sería el año que se podría configurar tales hechos. También se les dio la oportunidad que mencionaran algunos otros que no estuvieran incluidos en la lista.

Por otro lado, para constituir las hipótesis se tomaron en consideración, particularmente, las tendencias globales descriptas, puesto que estos hechos contextualizan variables del entorno que son relevantes para el trabajo.

3.2.2 Resultados de la validación de expertos

La sistematización de la información fue evaluada a partir de constituir un cuadro de doble entrada que permitan visualizar la respuesta de los expertos (E). En este marco, los expertos ponderaron las 11 hipótesis (ver anexo 4 el total de las valoraciones), de los cuales se arrojaron estos resultados:

Figura 12. Gráfico que describe la medición realizada por los expertos



Fuente. Elaboración propia

De los resultados de la valoración se eligieron solo los 4 hechos portadores de futuro con mayor grado de impacto en cuanto al promedio y puntuación final que se detallan a continuación:

Figura 13. Cuadro de resultados de las 4 hipótesis mayor valorizadas por los expertos

N°	Hipótesis	Valorización de expertos <i>3 – alta; 2 – media; 1 – baja; 0 – nulo</i>									Promedio total	Puntuación Final
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9		
1	A medida que el derecho espacial internacional se fortalezca, se solicitará mayores grados de permisos a empresas con el fin de ordenar la distribución de espacios por la cantidad de actores involucrados;	3	1	1	3	3	3	3	2	3	2,4	22
2	Disminuirán los costos de lanzamiento de satélites en órbita baja de forma exponencial por la cantidad de oferta y accesibilidad tecnológica;	3	3	3	3	2	3	1	3	3	2,6	24
3	Aumentará la oferta de imágenes satelitales a partir del crecimiento exponencial de la cantidad de empresas en el mercado y actores con la capacidad de obtenerlas;	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2,7	25
4	Aumentará considerablemente la basura espacial en órbita baja;	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2,7	25

Fuente. Elaboración propia

Dentro de este marco, los expertos también aproximaron el año en el cual podría configurarse estos hechos¹⁶ entre los años 2025, 2030 y 2040. En lo que refiere a la hipótesis del derecho espacial, el promedio indicó que podría llegar a darse en el transcurso hacia el 2030. Sobre

¹⁶ Que si bien algunos ya se encuentran sucediendo en la actualidad, se hizo énfasis en la maximización de esta tendencia.

la disminución de los costos de lanzamiento, la gran mayoría optó por el 2025. Lo mismo ocurrió con las otras dos hipótesis.

Por lo tanto, estos hechos portadores de futuro tendrían su impacto a corto-mediano plazo. Este plano reviste de interés en la sección sobre caja de morfológica, ya que al configurarse las hipótesis antes descritas, luego se analiza el comportamiento de las variables en esos escenarios.

3.3 Caja morfológica

A partir de la determinación de variables clave con sus respectivos indicadores de medición y la identificación de las hipótesis de mayores impactos corroboradas por los expertos en la evaluación anterior, a continuación, se desarrolla una caja morfológica para visualizar cómo se comportaría cada una de las variables en dicha situación.

Figura 14. Cuadro de análisis de caja morfológica

N°	CAJA MORFOLÓGICA					
	VARIABLES CLAVE	MEDICIÓN EN BASE A INDICADORES	HIPÓTESIS			
			H1: Fortalecimiento del Derecho Espacial Internacional ¹⁷	H2: Disminución exponencial de los costos de lanzamiento ¹⁸	H3: Aumenta la oferta de imágenes satelitales ¹⁹	H4: Aumento considerable de la basura espacial
1	I+I+D	Alta – Media – Baja / Distribución de los ingresos sobre I+I+D	La distribución podría verse afectada por la limitación de los espacios	Aumenta los ingresos en innovación y desarrollo	Aumenta los ingresos en innovación y desarrollo con el fin de competir por un mejor producto	La distribución podría verse afectada por la limitación de los espacios
2	Política comercial	Mayor – Media – Menor / Cantidad políticas comerciales	Se mantienen estables	Las políticas comerciales se modifican a raíz de la alta accesibilidad al espacio	Mayor cantidad focalizadas en innovación comercial para generar nichos	Se replantean la cantidad de proyectos comerciales focalizando en nichos de mercado

¹⁷ Se solicitará mayores grados de permisos a empresas con el fin de ordenar la distribución de espacios por la cantidad de actores involucrados.

¹⁸ En órbita baja de forma exponencial por la cantidad de oferta y accesibilidad tecnológica.

¹⁹ A partir del crecimiento exponencial de la cantidad de empresas en el mercado y actores con la capacidad de obtenerlas.

		de desarrollo y crecimiento				
3	Marco legal	Mayor – Media – Menor / Cantidad de normas y principios	Hay un incremento de normas locales para <i>aggiornarla</i> con la internacional	Debido a la alta accesibilidad se desarrollan nuevas normativas	Se mantienen estables las normas	Aumentan los principios buscando concientizar éticamente a los actores
4	Política espacial	Alto – Medio – Bajo / Cantidad de políticas vinculadas a la planificación y creación de nuevos proyectos	Se mantienen estables a medida que obtienen los permisos	La alta accesibilidad motiva a generar nuevos proyectos	Se planifica nuevos proyectos vinculados a nueva tendencia de competencia	La tendencia se mantiene en base a la planificación antes plasmada pero existe incertidumbre
5	Fabricación de satélites	Alto – Medio – Bajo / Cantidad de desarrollos de satélites	Se mantiene estable la cantidad de desarrollos	Aumentan la fabricación de satélites	Se mantiene estable en base a la tendencia	Se mantiene y se busca alternativas para limitar los impactos de la basura espacial
6	Cadena de suministros	Mayor – Media – Menor / Presencia de empresas nacionales proveedoras	Aumenta la presencia de empresas proveedoras	Aumentan las empresas argentinas vinculadas a la cadena de suministros	Se mantiene estable en base a la tendencia	Aumenta las empresas vinculadas a la cadena de suministros
7	Carreras universitarias y posgrado	Alto – Medio – Bajo / Cantidad de oferta y demanda académica universitaria de grado y posgrado	Alta oferta y demanda académica	La alta accesibilidad empuja a las universidades a incrementar la oferta	Aumentan considerablemente las posgrados vinculados a cargas útiles	Aumenta la oferta de la sostenibilidad ambiental en el espacio
8	Mercado laboral	Alto – Medio – Bajo / Cantidad de personal capacitado	Se mantiene una tendencia de cantidad personal capacitado	Aumenta el personal capacitado pero con peligro de insertarse en el exterior	Aumenta el personal calificado para gestionar productos	Aumenta luego que comience a aparecer nuevos segmentos de especialización para lidiar con estos desechos

9	Venta de imágenes satelitales	Alto – Medio – Bajo / Cantidad de productos obtenidos;	Aumenta la cantidad de productos	Aumenta la cantidad de productos por la alta accesibilidad	Aumenta en base a la tendencia pero se busca la calidad e innovación	Se mantiene pudiéndose verse afectada por la cantidad de basura espacial y los posibles impactos
10	Soluciones satelitales con IA	Alto – Medio – Bajo / Cantidad de nuevas soluciones satelitales con IA	Aumenta la aplicación de nuevas soluciones con IA	Las tendencias de crecimiento se mantienen y se aplican nuevas soluciones con IA	Aumentan los proyectos vinculados a la IA	Aumentan buscando que sean parte de la localización inteligente del satélite
11	Constelaciones dedicadas	Alto – Medio – Bajo / Cantidad de proyectos sobre constelaciones dedicadas	Aumenta la cantidad de proyectos sobre constelaciones dedicadas a países que no puedan obtener una ratificación jurídica	Mantienen estables los proyectos vinculados a este tipo de estrategia comercial	Aumentan los proyectos vinculados a este tipo de estrategia comercial aunque existen limitaciones por la alta demanda competitiva.	Disminuyen las constelaciones

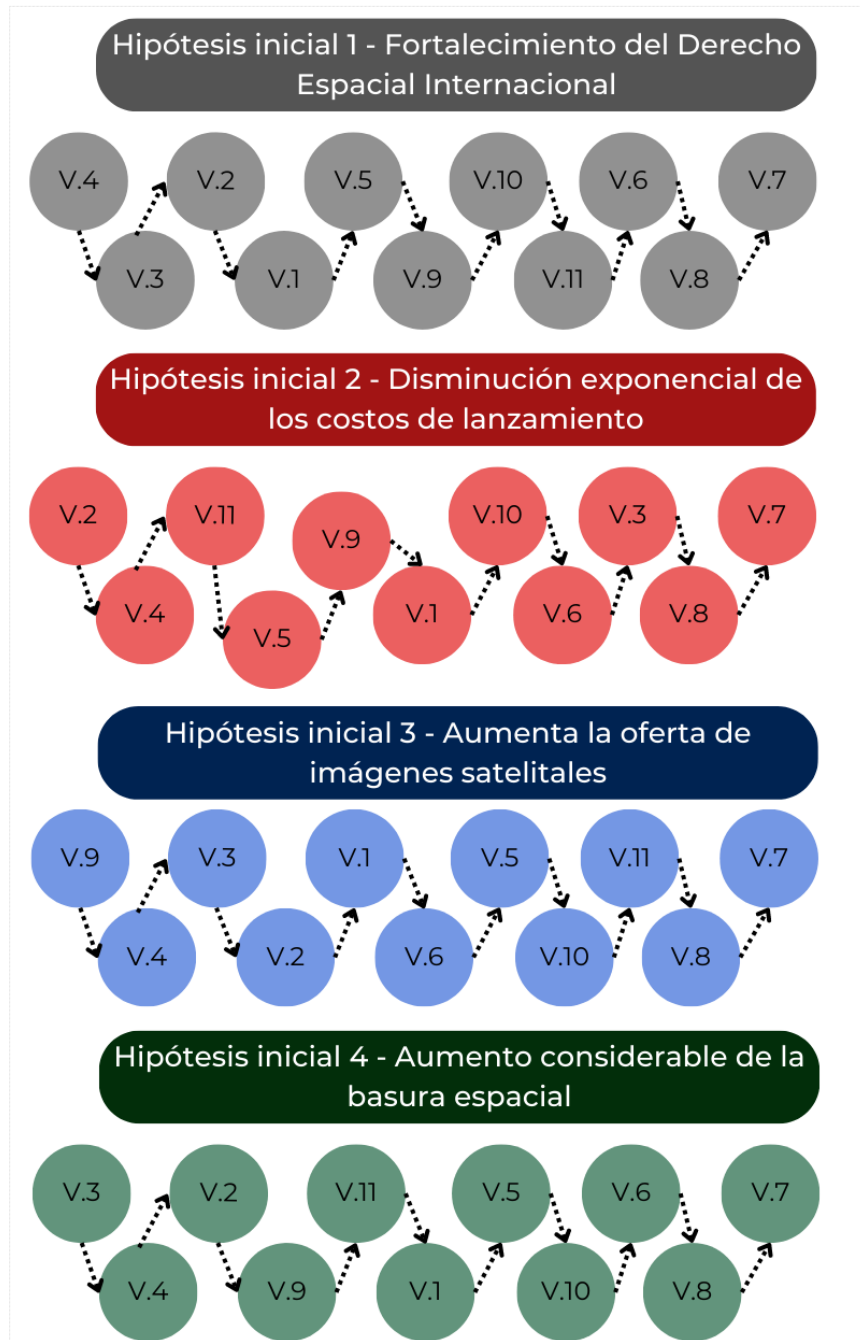
Fuente. Elaboración propia

Luego del análisis de la caja morfológica y el cruzamiento de las variables clave con las hipótesis, se arrojó el comportamiento de las variables conformando así cuatro escenarios posibles con impactos diferentes en la cadena de valor de los servicios satelitales de observación de Argentina.

3.4 Posibles fluctuaciones causales de variables clave

Con el fin de detallar el espectro del comportamiento de las variables en cada una de las hipótesis, se grafican las relaciones causales identificadas a partir del análisis de caja morfológica:

Figura 15. Representación causal de los flujos de interacción de variables clave



Fuente. Elaboración propia

3.5 Narración de posibles futuros escenarios

A partir de lo elaborado hasta el momento, a continuación, se plasmarán cuatro escenarios: **“Regulación en la cadena de valor”**; **“la era del *low cost* espacial”**; **“competitividad satelital”**; y **“sustentabilidad espacial cero”**. Esto permitirá visualizar las posibles evoluciones de las variables antes analizadas. A continuación, se establece las narraciones de los mismos:

ESCENARIO 1

REGULACIÓN EN LA CADENA DE VALOR



La cadena de valor argentina hacia el 2040 se ha posicionado como uno de los principales exponentes sobre el derecho espacial, producto de los procesos históricos, el aumento de las oportunidades académicas y profesionales.

Durante el 2023 el derecho espacial internacional ha comenzado a fortalecerse y durante el transcurso al 2025 se ha solicitado mayores grados de permisos a empresas con el fin de ordenar la distribución de espacios por la cantidad de actores involucrados en la órbita baja.

Esto produjo que los proyectos de política espacial en Argentina se mantengan estables según los lineamientos de planificación, luego de que primero sean aprobados permisos brindados por organismos internacionales para que los satélites puedan ocupar un espacio en dicha órbita.

Los cambios en la política tuvieron un impacto en las normativas nacionales, que para *aggiornar* a dicho procedimiento internacional, la CONAE ha comenzado a trabajar con

entidades nacionales y empresas privadas donde estos encuentros fueron de utilidad para delinear las solicitudes elevadas.

Estos cambios en las directivas si bien han mantenido estables los lineamientos en cuanto al desarrollo comercial, se ha visto afectado parcialmente debido a la congestión de la órbita baja y la cantidad de permisos otorgados a cada país.

Hacia el 2030, los proyectos de desarrollo satelital de observación terrestre se han mantenido estables pero existieron ciertas limitaciones por la solicitud de los permisos antes mencionados. Estas limitaciones no han impactado al servicio de los satélites que se encuentran en funcionamiento, pero si a los nuevos proyectos envueltos en la tendencia de innovación tecnológica.

Es por ello que a mediados del 2035, se ha buscado incrementar exponencialmente el desarrollo de nuevas tecnologías de IA que permitieron optimizar mejores resultados en la obtención de imágenes.

A partir de ello, ha aumentado la cantidad de proyectos vinculados a brindar servicios excluyentes mediante constelaciones dedicadas, especialmente en empresas privadas donde han focalizado el mercado en países que, por no cumplir los estándares de calidad, no han podido obtener una ratificación jurídica para ocupar un lugar en la órbita.

Este contexto favoreció a que la oferta y demanda de imágenes satelitales se haya incrementado a nivel global, a pesar de la solicitud de permisos. Esto hizo que hacia el 2040, se haya constituido una alta tasa de personal capacitado, particularmente en el ámbito del derecho espacial y gestión de datos satelitales. Paralelamente este hecho tuvo su impacto en el sector académico donde creció la oferta de oportunidades de estudios de grado y posgrado.

ESCENARIO 2

LA ERA DEL LOW COST ESPACIAL



Hacia el 2040, la cadena de valor de servicios de Argentina se encuentra limitada por la alta tasa de accesibilidad al espacio ya que sin un control jurídico considerable, una gran cantidad de actores se insertaron en la dinámica comercial por la colocación en órbita de sus propios satélites.

A partir que entre 2023-2025 se haya producido una disminución exponencial de los costos de lanzamiento de satélites en órbita baja por la cantidad, flexibilidad y diversidad en la oferta; aparición de nuevas tecnologías de lanzamiento y accesibilidad tecnológica, las políticas comerciales han comenzado a modificarse buscando focalizar en nichos de mercado. Este incentivo ha implicado que se hayan iniciado nuevos proyectos donde muchos países comenzaron a involucrarse en la cadena de valor de los servicios satélites de observación.

Como dicha cadena es amplia, ciertos países y/o empresas mantuvieron sus intereses en adquirir los servicios de constelaciones dedicadas, o bien, se insertaron mediante el inicio de proyectos de desarrollo satelital tras vincularse con empresas extranjeras. Esto produjo un impacto al ecosistema argentino donde hacia el 2030 han crecido la cantidad de empresas locales de tipo “*start up*” referidas a la obtención de imágenes satelitales.

Estas empresas, particularmente del mundo privado, buscaron focalizar nichos de mercado desde el inicio de haber comenzado, aumentado los ingresos en innovación y desarrollo,

como fueron la optimización en sensores multiespectrales de alta calidad con el fin de obtener una mejor obtención.

Dichos aumentos se han relacionado con la aplicación de estudios sobre IA que debido a esos mayores gastos y a la disminución en los costos de lanzamiento, comenzaron a acrecentarse las empresas de cadena de suministros a nivel nacional.

Hacia el 2035, a medida que se fueron aumentando las empresas en la cadena de valor a partir de proyectos de incubadora tecnológica, paralelamente a ello, comenzaron a desarrollarse nuevas normativas que permitió gestionar de una manera ordenada el crecimiento de estas.

A pesar de las dificultades económicas del país, el crecimiento de la cadena de valor también tuvo su impacto en el mercado laboral, donde aumentaron la cantidad de profesionales vinculados a los servicios. Pero como ocurre en Argentina, en el exterior se da la misma tendencia con desafíos profesionales más atractivos y el personal busca asentarse en otras empresas.

Para limitar dicho accionar, las universidades han comenzado a brindar una mayor oferta académica y vincularse con empresas nacionales que permitieron hacia el 2040 utilizarlas como basamento para robustecer la cadena de valor.

ESCENARIO 3

COMPETITIVIDAD SATELITAL



La cadena de valor hacia el 2040 de Argentina se encuentra en un marco de competitividad por empresas y Estados que brindan un mismo servicio. Esto se da en el contexto donde no

existe un marco regulatorio internacional exhaustivo y los costos de lanzamiento se mantuvieron accesibles.

Durante el 2023 hacia el 2025 comienza a asentarse un aumento de las imágenes satelitales en el mercado a partir del crecimiento exponencial de la cantidad de empresas; en el ofrecimiento de tipos de imágenes disponibles, así como una tendencia a disminuir su costo unitario; y actores con la capacidad de obtenerlas. Debido a esto, en Argentina ocurrió la misma tendencia donde empresas locales han buscado acrecentar la calidad e innovación en toda la cadena de valor con el fin de ofrecer un servicio que sea diferencial ante la alta competitividad.

La presencia de actores nacionales ya instalados en el mercado favoreció que a partir de la elección de cierta tecnología como tecnología por radar y que hayan utilizado determinadas bandas ayudaron a segmentar dichos nichos.

Esto planteó que en la planificación de los proyectos se hayan considerado dicha estadía de competencia por el mercado y el cumplimiento de nuevas normativas locales que fueron establecidas para aglutinar el funcionamiento de la cadena de valor para los proyectos que han deseado implementar.

Hacia el 2030, en su gran mayoría, estos proyectos han sido constituidos a partir de la creación de estrategias comerciales para generar nichos de servicio mediante la inversión en investigación, innovación y desarrollo.

Para la puesta en funcionamiento de esta lógica de mercado, con vistas al 2035, la presencia de actores vinculados a la cadena de suministros se torna relevante para las pruebas de herramientas de obtención de datos satelitales y el proceso de construcción de nuevos satélites.

Los actores que se han encontrado en toda la cadena de valor incurrieron en el desarrollo de satélites focalizando en la variedad de herramientas en la carga útil o bien en las fabricación de satélites más pequeños que permita funcionar como una constelación.

Para la puesta en funcionamiento de esto, se fueron aumentando considerablemente los proyectos vinculados a la IA buscando optimizar procesos de datos, mejoramiento de la calidad de píxeles en herramientas de obtención y mayor fluidez en las comunicaciones entre satélites y bases terrenales.

Pero también hacia el 2040 se fueron asentando otras dinámicas comerciales como las constelaciones dedicadas, en el cual su operatividad de servicio ha estado limitada por la alta competitividad, siendo las empresas más importantes las que monopolizan y mantienen este tipo de segmento.

Este aumento considerable en proyectos hizo eco en el crecimiento del personal calificado para gestionar productos satelitales tanto en la obtención, sistematización, venta al exterior y descubrimientos de nuevos nichos de mercado.

Esto derivó en un aumento de cursos de posgrados vinculadas a las tecnologías de la información geográfica, en el desarrollo técnicos para mejorar la optimización de herramientas de obtención y el desarrollo nuevos prototipos de carga útiles de satélites.

ESCENARIO 4

SUSTENTABILIDAD ESPACIAL CERO



Hacia el 2040 la cadena de valor de Argentina se ve impactada de forma negativa por la alta tasa de basura espacial en la órbita baja y también por períodos de alto crecimiento de colocación de satélites sin un control y/o un cuidado respectivo.

A partir de que desde el 2025 se haya aumentado considerable la basura espacial y la aparición de colisiones entre satélites, se ha comenzado a nivel internacional a desarrollar

normativas de carácter vinculante que permitan coordinar de una manera ordenada tanto la colocación en órbita como así la gestión de dicha basura. En este contexto, el marco legal en Argentina se ha acrecentado buscando delinear normativas y concientizar éticamente a los actores de la cadena de valor.

Si bien el desarrollo de nuevos proyectos se ha mantenido según la planificación y el contexto de los actores, existió una incertidumbre de cómo podría evolucionar las nuevas normativas de la sustentabilidad espacial en órbita baja.

Hacia el 2025, en lo que respecta a la política comercial se iniciaron proyectos buscando focalizar en nichos de mercado tratando de maximizar los esfuerzos a pesar de la compleja situación del espacio. En este marco, se mantuvo la tendencia de venta de productos satelitales de actores argentinos en el mercado internacional, a pesar de las altas tasas de colisión con objetos y de la limitación de visibilidad terrestre que perjudicó la obtención de datos de forma fehaciente.

En el periodo hacia el 2030, la situación compleja hizo disminuir los servicios de constelaciones buscando acentuar los esfuerzos de obtención en imágenes de mayor calidad que permitan visualizar el espacio terrestre sin importar la cantidad de objetos en órbita o un mejoramiento en las comunicaciones.

Estos esfuerzos se han acentuado en innovación y desarrollo y solo las realizaron empresas argentinas que ya se encuentran asentadas en el ecosistema comercial puesto que la aversión al riesgo para empresas que recién comenzaban fue con altas tasas de incertidumbre.

Para los actores que se encontraban en toda la cadena de valor, el desarrollo satelital se mantuvo y comenzaron a buscar alternativas para limitar los impactos de la basura espacial. Esto se da a partir que hacia el 2035 se comiencen a profundizar la implementación de diseños más pequeños y con menos durabilidad. También con la aplicación de la tecnología de IA permitió identificar objetos y movilizar al satélite de forma tal que pueda sufrir los menores riesgos posibles.

En tal aspecto, la basura espacial también ha generado que las empresas vinculadas a la cadena de suministros comiencen a tener un mayor rol, especialmente porque en Argentina existen empresas que tienen capacidad de desarrollo industrial y técnico, aumentando así su presencia en la cadena de valor.

Esto ha generado un aumento en nuevos segmentos de especialización para lidiar con los desechos, considerando que hacia el 2040 hubo un incremento sostenido en oferta académica en sostenibilidad espacial, derecho espacial y desarrollo de tecnologías para evitar colisiones.

CONCLUSIONES

El estudio de este trabajo integrador permitió visualizar posibles escenarios sobre la cadena de valor de los servicios satelitales de observación terrestre de Argentina hacia el 2040. Para ello se contemplaron la caracterización de tendencias globales que fueron vitales para comprender el entorno. Lo mismo ocurrió con el entendimiento de los antecedentes y el diagnóstico de la situación actual de la cadena.

A raíz de ello, a partir del análisis de actores, identificación y definición del ecosistema, determinación de variables clave, consulta y valoración de hipótesis a expertos, aplicación de caja morfológica y diseño de posibles escenarios, se constituyeron futuribles que exploran cómo podrían comportarse las variables tratadas en este trabajo hacia el 2040.

Dichos escenarios fueron planteados a partir de cuatro hipótesis relacionadas con el entorno exterior del ecosistema de análisis, teniendo un impacto diferencial en cada uno de los actores de la cadena de valor. Cada uno de estos delinearon escenarios que permitieron explorar el posicionamiento de la cadena de valor argentina. En este marco, los cuatro escenarios fueron: “Regulación en la cadena de valor”; “la era del *low cost* espacial”; “competitividad satelital”; y “sustentabilidad espacial cero”.

En lo que respecta **al primer escenario**, la regulación impacta relativamente a la cadena de valor argentina de servicios puesto que ya se encuentra insertada en el mercado, situación diferente tienen empresas que recién comienzan y salvo que inicien un proceso de innovación tecnológica y/o se asocien con otras empresas que si se encuentran en dicha dinámica, Argentina podría sacar ventaja al respecto. También los aportes históricos sobre derecho espacial que posee el país podrían ser utilizados como una ventaja competitiva.

En cuanto al **segundo escenario**, la incertidumbre se centra particularmente en el amplio abanico de participaciones de actores en el segmento espacial, donde la cadena de valor argentina, ya insertada en el mercado también lograría mantenerse con una ventaja competitiva al resto. Ahora bien, dependería de las inversiones de investigación, innovación y desarrollo. La preocupación en este escenario se da en personal calificado que comienzan

a localizarse en empresas en el extranjero por la alta accesibilidad y la cantidad de empresas nuevas. Para ello el rol de las universidades y entidades como CONAE serían interesantes para el incentivo de quedarse a trabajar en el país.

En cuanto al **tercer escenario**, la saturación de imágenes genera un marco de competitividad empresarial. Así el eje se encuentra en los actores del ecosistema buscando optimizar procesos de datos, mejoramiento de la calidad de píxeles en herramientas de obtención y mayor fluidez en las comunicaciones entre satélites y bases terrenales. También en la aplicación de nuevas estrategias comerciales como constelaciones dedicadas y/o similares que puedan aparecer con el fin de diferenciarse del resto. Para ello, Argentina cuenta con una ventaja competitiva al respecto porque ya se encuentra insertada en el mercado tanto a nivel público como privado.

Por último, **el cuarto escenario** constituye uno de los que mayor impacto produce a la cadena de valor, no solo a la Argentina sino a nivel internacional. Por lo tanto, aquí podrían impactar en la disminución de proyectos, cambios drásticos en la política comercial, imposición de innovación tecnológica particulares como sensores que identifiquen objetos y mejoramiento en las comunicaciones. No obstante, también se pueden abrir nuevos nichos comerciales donde las empresas, especialmente vinculadas a la cadena de suministros, pueden acoplarse a las nuevas necesidades. Lo mismo ocurre con empresas que ya se encuentran en el rubro del diseño espacial, especialmente en referencia a sensores de objetos, mejores sistemas de comunicación y/o de obtención de imágenes de calidad del ecosistema terrestre a pesar de la basura espacial y/o poca visibilidad.

En esta línea, **en términos generales**, los resultados obtenidos determinan que la iniciativa de la política espacial y comercial son de vital importancia para todos los escenarios trabajados puesto que a partir de la inversión en I+I+D serían el puntapié inicial para el comienzo del ciclo constitutivo de la cadena de valor.

Las investigaciones e innovación en tecnologías como IA, robotización o *big data* y otras relacionadas serían cruciales para el diseño de nuevos proyectos de desarrollo satelital con el

objetivo de obtener mejores productos en cuanto a la calidad, cantidad y tipos de imágenes satelitales.

También se resalta la relevancia del ofrecimiento de oferta por parte de las universidades y los posibles vínculos con empresas para afianzar el mercado laboral a partir de convenios y/o proyectos en común con el fin de generar un sentido de pertenencia, pese a las diversidades económicas nacionales y/o diferencia de ingresos con actores en el extranjero.

Por lo tanto, a raíz de este trabajo, se puede apreciar que la cadena de valor Argentina debería prestar una especial atención a las cuatro hipótesis planteadas a sabiendas que para cada una de ellas exige un comportamiento particular por parte de los tomadores de decisión. Ante ello, cabe destacar que dichas hipótesis pueden darse de forma transversal y/o de forma variada. Por lo tanto los impactos, limitaciones y oportunidades pueden constituirse de forma complementaria y con mayores grados de complejidad a los presentados en este trabajo.

RECOMENDACIONES

A partir del trabajo elaborado, se describen algunas recomendaciones que podrían resultar pertinentes para robustecer la presencia argentina de la cadena de valor de los servicios satelitales de observación terrestre al 2040:

- Mantener presencia de satélites argentinos en la órbita, puesto que podría servir como antecedente en el escenario que se tenga que argumentar la cantidad de lugares;
- Considerar tareas de vigilancia tecnológica para visualizar nuevas patentes y/o tecnologías de empresas y/o países con similares tecnologías;
- Visualizar el comportamiento de registro en órbitas como la geostacionaria en subsectores como navegación o comunicación satelital;
- Tener noción de las necesidades de cada nicho de mercado en el cual se desee comercializar imágenes, en este caso, productos particulares y no estandarizados;
- Diseñar, producir y alquiler/venta de tecnología desde la cadena de suministros hasta la producción satelital;
- Generar acuerdos conjuntos entre universidades y CONAE que permitan a estudiantes comenzar diseños de *start up* con proyectos de negocios y de soluciones a partir de la utilización de la observación terrestre;
- Desarrollar concursos de mejores proyectos de nicho de negocio para explotar en base a su gestión, sostenibilidad y proyección de mercado con el fin de invertir en el proceso productivo de la creación de *start up* a partir de proyectos de incubadora;
- Crear convenciones o congresos académicos especialmente focalizadas en observación terrestre;
- Desarrollar reuniones de la cadena de valor. CONAE, entidades locales y empresas nacionales que permitan unificar criterios, expectativas, trabajos en conjunto y complementar agendas de trabajo;
- Realizar estudios de mapeo de actores a través de un registro que permita tener contabilizados a nivel nacional, especialmente los relacionados a la cadena de suministros.

BIBLIOGRAFÍA

- AEB (2022). Definição de Requisitos e da Missão. Workshop pequenos satélites educacionais. Brasília: Brasil. Agencia Espacial Brasileira. Curso posgrado sobre introducción a Nanosatélites.
- AATE (2023). Satélites Argentinos en Órbita. Página oficial de la Asociación Argentina de Tecnología Espacial. Ver en línea en: <http://www.aate.org/satarg.htm>
- Bava, J. A., Sanz, A. J. (2007). Microondas y Recepción Satelital. La Plata: CEILP.
- Beinstein, J (2013). Prospectiva tecnológica. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Argentina. Cuaderno Tecnológico N°4. Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Beinstein, J (2016). Manual de prospectiva: guía para el diseño e implementación de estudios prospectivos. 1a edición. - Buenos Aires: Argentina. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.
- Bishop, P., Hines, A. y Collins, T. (2007), “The current state of scenario development: an overview of techniques”, Foresight.
- Blinder, D (2022). El proyecto del misil Cóndor II y la política espacial argentina. Buenos Aires: Argentina. José C. Paz. Editorial Edunpaz. 1a ed.
- Cerutti, J. J (1991). “Introducción a las actividades espaciales”. Buenos Aires: Argentina. Fuerza Aérea Argentina, Escuela Superior de Guerra Aérea.
- Chiocchetti, S. Galvão, B (2019). “Compatibilidad electromagnética. Aspectos teóricos y prácticos en las áreas espacial e industrial”. Buenos Aires: Argentina. Colección Ciencia y Tecnología. UNSAM Edita.
- Chung Pinzás, A. (2009). “Prospectiva estratégica: más allá del plan estratégico”. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial.
- CONAE (2021). “Mirar la tierra desde el espacio: 30 años de la Agencia Espacial Argentina”. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Argentina. Groetzner, L (editor). 1° edición, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina.
- CONAE (2023a). Arquitectura segmentada. Página oficial de CONAE. Ver en línea en: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-espaciales/arquitectura-segmentada>

- CONAE (2023b). La CONAE liberó el código de su Software 2Mp. Página oficial de CONAE. Ver en línea en: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/la-conae-libero-el-codigo-de-su-software-2mp>
- AATE (2023). Participación del Congreso Argentino de Tecnología Espacial 2023. Ciudad de Mendoza.
- De León, P (2017). “El proyecto del misil Cóndor. Su origen, desarrollo y cancelación”. Buenos Aires: Argentina. Lenguaje Claro Editora.
- De León, P (2018). “Historia de la actividad espacial en Argentina”. Buenos Aires: Argentina. Lenguaje Claro Editora.
- Documentos de trabajo del CCE n° 8, Consejo para el Cambio Estructural – Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.
- Domínguez, A. N (1990). “Satélites. V° etapa tecnológica naval y su incidencia en la guerra de Malvinas”. Buenos Aires: Argentina. Instituto de Publicaciones Navales.
- Domínguez, A. N (1991). “Satélites. Más allá de la tecnología y de la guerra”. Buenos Aires: Argentina. Instituto de Publicaciones Navales.
- ESA (2020). Space debris by the numbers. The European Space Agency. Ver en línea en: https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers
- Forbes (2023). Cuál es la empresa argentina que está dando que hablar dentro del mercado global de imágenes satelitales. Forbes digital. Buenos Aires: Argentina. Ver en línea en: <https://www.forbesargentina.com/innovacion/cual-empresa-argentina-esta-dando-hablar-dentro-mercado-global-imagenes-satelitales-n30292>
- García, R (2008). “Sistemas complejos”. Barcelona: España. Editorial Gedisa.
- Garcia-Soto, C (2009). “Oceanografía y satélites”. Madrid: España. Editorial Tébar.
- Gargiulo, G. (2001). Prospectiva tecnológica en Argentina. Revista Científica de UCES, 5(1), 43-55.
- Godet, M (2000). “La caja de herramientas de la Prospectiva Estratégica”. París: Francia. Gerpa Electricité de France, Missión Prospective. Cuaderno n° 5. Cuarta Edición.
- Godet, M (2007). “Prospectiva Estratégica: problemáticas y métodos”. París: Francia. Parque empresarial de Zuatzu- Edificio Urumea. Cuaderno n° 20. Segunda edición.

- Hines, A & Bishop, P. (2013). “Framework foresight: Exploring futures the Houston way”. Futures.
- ESA Eduspace (2023). Elementos de teledetección Página Oficial de educación de la European Space Agency. Ver en línea en:
https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_ES/SEMJC07SXIG_0.html
- Koutoudjian, A (2021). “Geopolítica Argentina”. Sección 4: La Argentina Aeroespacial. Buenos Aires: Argentina. Editorial Eudeba.
- La Nación (2022). Economía del Espacio: Argentina, ¿el nuevo futuro que va a desperdiciar? La Nación +. Entrevista a Emiliano Kargieman. Ver en línea:
<https://www.youtube.com/watch?v=7MPfIR76-p4>
- Lattenero, M (2021). Análisis de mercado para la inserción internacional de Constelaciones Dedicadas de Satélites (DSC): El caso de Satellogic. Buenos Aires: Argentina. Universidad de Quilmes - Revista Divulgatio Perfiles académicos de posgrado, Vol. 5, Número 15, 2021, 97-117.
- López, A. Pascuini, P. y Alvarez, V (2021). Integración local y derrames tecnológicos en el sector espacial argentino: situación y potencialidades. Buenos Aires: Argentina.
- López, A. Pascuini, P. y Ramos, A (2017). Al infinito y más allá. Una exploración sobre la economía espacial en Argentina. Instituto Interdisciplinario de Economía Política, Universidad de Buenos Aires.
- López, A. Pascuini, P. y Ramos, A (2019). Economía del espacio y desarrollo: el caso argentino. Buenos Aires: Argentina. Revista CTS, n° 40, vol. 14, 111-133.
- Marí, M (2018). “Ciencia, tecnología y desarrollo: políticas y visiones de futuro en América Latina, 1950-2050”. 1a edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Argentina. Teseo editorial.
- Mazkarian Ramirez, M (2011). Interferencia en satélites geoestacionarios. Distrito Federal: México. Ciudad Universitaria. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. Tesis de grado en Ingeniería en Telecomunicaciones.
- Medina Vázquez, J (2006a). Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) – CEPAL.

- Medina Vázquez, J (2006b). Conversando acerca del método de los escenarios, Avances de Estrategia y Prospectiva. Prospectiva Tecnológica N. 2. Bogotá: Colombia. Universidad Externado de Colombia.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (2023). Plan Nacional Espacial. Observación de la Tierra. Sección CONAE. Ver en línea en: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/plan-espacial/observacion-de-la-tierra>
- Mojica, F (2010). Introducción a la Prospectiva Estratégica para la competitividad empresarial. Universidad Externado de Colombia.
- Negro, S. C (1997). “Cooperación espacial comunitaria. Régimen jurídico, exploración y explotación del espacio. Buenos Aires: Argentina. Ediciones Ciudad Argentina.
- Pascuini, P. López, A (2022). Tendencias en la economía del espacio y potencial argentino. Buenos Aires: Argentina. Serie documentos del IIEP, CONICET, UBA. N°70.
- Pizzarro, F (2023). Impacto de la basura espacial en la industria espacial comercial. Athenalab. Chile: Santiago.
- Rus, G (2016). “El futuro llegó. Plan Satelital Geoestacionario Argentino 2015-2035. Ley 27.208 de Desarrollo de la Industria Satelital”. Editorial Kaband
- Sabato, J (2014). “Estado, política y gestión de la tecnología. Obras escogidas (1962-1983). Buenos Aires: Argentina. Colección Ciencia y Tecnología. UNSAM Edita. Harriague, S. y Quilici, D (editores).
- Satellite Industry Association – SIA (2021). State of the Satellite Industry Report. Satellite Industry Association. Ver en línea en: https://brycetechnology.com/reports/report-documents/SIA_SSIR_2021.pdf
- Schwartz, P (1995). “Planificación Estratégica por escenarios”. Cuadernos de Administración Universidad del Valle.
- Secretaria de Assuntos Estratégicos Brasil (2011). Desafíos do programa espacial brasileiro. Brasilia: Brasil. Presidência da República.
- Viano, L (2021). A 25 años del Víctor, Córdoba quiere lanzar un nuevo satélite. Diario “La Voz”. Córdoba: Argentina. Ver en línea en: <https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/a-25-anos-del-victor-cordoba-quiere-lanzar-un-nuevo-satelite/>

ANEXOS

Anexo 1

Órbitas y sus tipos

Según López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, (2017), una órbita es la interacción del “recorrido del satélite en el espacio (circular o elíptico) o sobre la superficie terrestre, la dirección de rotación alrededor de la Tierra (posigrade o retrograde), los ángulos de inclinación y elevación, hasta los puntos en los cuales los satélites que no circulan en orbitas ecuatoriales cruzan de un hemisferio a otro” (p.8-9). Se pueden diferenciar en las siguientes clasificaciones:

- Órbita Terrestre Baja (LEO -Low Earth Orbit-): El rango de altitud va desde los 200 a los 1.200 km. Suelen circular a mayor velocidad por su cercanía a la atmosfera de la tierra “(alrededor de 8 km/s) con tiempos de órbita cercanos a los 90 minutos” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2017). Su altitud se encuentra entre los 320 y los 400 km. Mayoritariamente se localizan satélites de observación o constelación vinculados a la telecomunicaciones;
- Órbita Terrestre Media (MEO -Medium Earth Orbit-): A diferencia de la baja, el rango de altitud radica entre los 1.200 a los 35.790 km. Cabe destacar que “los niveles de radiación recibidos por estos satélites son mayores a los de aquellos en LEO y las altitudes más habituales son de alrededor de 20.000 km, con tiempos orbitales de cerca de 12 horas” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2017). Podemos encontrar satélites de comunicación como así también de geolocalización y con fines científicos;
- Órbita Geosincrónica (GSO -Geosynchronous Orbit-): El rango de altitud es de 35.790 km con un tiempo de órbita de un día, aunque no necesariamente orbitan en la misma dirección que la Tierra.
- Órbita Geoestacionaria (GEO -Geostationary Orbit-): El satélite se desplaza en el “mismo sentido que la Tierra y puede ser percibido desde la superficie terrestre como

un punto fijo en el espacio” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2017). Con una distancia de aproximadamente 35.700 km de altura, esta órbita suele ser utilizada para las telecomunicaciones.

- Órbita Elíptica Alta (HEO -High Elliptical Orbit): Tiene una característica particular puesto que posee una órbita cercana de casi 500 km de distancia como así también la más lejana (superior a los 35.700 km), brindando así una “cantidad de opciones de cobertura que no son posibles con órbitas circulares (por ejemplo una mejor cobertura sobre los polos, lo cual la hace muy usada en particular por naciones como Rusia que requieren de importantes coberturas polares)” (López, A. Pascuini, P. y Ramos, A, 2017).

Anexo 2

Teledetección

Es una forma de obtener información sobre la radiación electromagnética de un espacio geográfico, en el cual, a través de sensores se obtiene datos que se procesan y a través de ello se configuran escenas satelitales.

Según la European Space Agency (ESA), la teledetección está compuesta por tres elementos esenciales: 1) una plataforma para sostener el instrumento; 2) un objeto que se va a observar; 3) un instrumento o sensor para observar el objetivo; y 4) la información que se obtiene con los datos de la imagen y cómo se emplea y almacena esta información.

Las plataformas son los medios de estar “a distancia” de la superficie de la Tierra (por ejemplo, aviones y satélites). Siguiendo con las definiciones de la ESA (2023), “el objetivo es el mismo planeta, los sensores son todos los instrumentos empleados para observar la Tierra (cámara, escáneres, radares, etc.) y la información obtenida al final es todo aquello que amplía nuestro conocimiento sobre nuestro planeta (la nubosidad sobre Europa, la evolución del agujero de ozono, el avance de los desiertos, el progreso de la deforestación y otras muchas cosas más)”.

Anexo 3

Forma de medición del grado de impacto presentado a los expertos

Clasificación		Definición
3	Alto	Impacto estructural en todo el ecosistema de los servicios que modifiquen la dinámica de crecimiento comercial, de nuevos desarrollos tecnológicos y previsibilidad operativa de los servicios actuales.
2	Medio	Impacto parcial en todo el ecosistema que influyan ²⁰ en el dinámica de crecimiento comercial, desarrollo tecnológico y previsibilidad operativa de los servicios actuales.
1	Bajo	Impacto leve en el ecosistema de los servicios que tenga incidencia solo en el crecimiento comercial pero que no modifique ni influya al funcionamiento del ecosistema.
0	Nulo	No hay impactos al ecosistema de los servicios.

Ejemplo de cuadrante enviado a los expertos que contienen las características solicitadas y las hipótesis mencionadas

N°	Hechos portadores de futuro y/o hipótesis	De concretarse, ¿en qué año lo podría situar? (2025; 2030; 2040; nulo)	Medición del posible impacto (Alto, medio, bajo, nulo)	Justificación
1	La competencia por el mercado espacial entre Estados Unidos, China y Rusia influirá en la cadena de suministros a nivel nacional, teniendo la necesidad de elegir entre industrias y mercados;			
2	Se generará una saturación de la órbita baja debido a la elevada cantidad de satélites y el número de proyectos de lanzamientos tanto de observación como otros servicios;			
3	El tamaño, el peso y la vida útil de los satélites se disminuirán exponencialmente incrementando así el ciclo comercial de los mismos;			
4	El avance de la inteligencia artificial disminuirá la intervención del ser humano en tareas de gestión de datos; mantenimiento y control orbital de los satélites;			
5	A medida que el derecho espacial internacional se fortalezca, se solicitará mayores grados de permisos a empresas con el			

²⁰ Para este trabajo se lo define como el impacto en ciertos segmentos del ecosistema de los servicios satelitales y no en su totalidad. Ejemplo: implicancias solo en el desarrollo tecnológico.

	fin de ordenar la distribución de espacios por la cantidad de actores involucrados;			
6	Disminuirán los costos de lanzamiento de satélites en órbita baja de forma exponencial por la cantidad de oferta y accesibilidad tecnológica;			
7	Aumentará la militarización del espacio especialmente en órbita baja;			
8	Aumentará la oferta de imágenes satelitales a partir del crecimiento exponencial de la cantidad de empresas en el mercado y actores con la capacidad de obtenerlas;			
9	Empresas extranjeras comenzarán a acaparar el mercado de servicios satelitales de observación a partir de la monopolización de empresas;			
10	Aumentará considerablemente la basura espacial en órbita baja;			
11	Aumenta el trabajo remoto en empresas en el extranjero.			

Anexo 4

Resultado total de la medición de expertos considerando todas las hipótesis evaluadas

Hipótesis	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	Promedio total	Puntuación final
La competencia por el mercado espacial entre Estados Unidos, China y Rusia influirá en la cadena de suministros a nivel nacional, teniendo la necesidad de elegir entre industrias y mercados;	1	2	2	3	2	3	1	3	2	2,111111111	19

Se generará una saturación de la órbita baja debido a la elevada cantidad de satélites y el número de proyectos de lanzamientos tanto de observación como otros servicios;	2	2	1	2	3	3	2	3	3	2,3333333333	21
El tamaño, el peso y la vida útil de los satélites se disminuirán exponencialmente incrementando así el ciclo comercial de los mismos;	1	0	0	2	3	3	1	3	3	1,777777778	16
El avance de la inteligencia artificial disminuirá la intervención del ser humano en tareas de gestión de datos; mantenimiento y control orbital de los satélites;	2	1	1	3	1	2	2	3	1	1,777777778	16
A medida que el derecho espacial internacional se fortalezca, se solicitará mayores grados de permisos a empresas con el fin de ordenar la distribución de espacios por la cantidad de actores involucrados;	3	1	1	3	3	3	3	2	3	2,444444444	22
Disminuirán los costos de lanzamiento de satélites en órbita baja de forma exponencial por la cantidad de oferta y accesibilidad tecnológica;	3	3	3	3	2	3	1	3	3	2,666666667	24
Aumentará la militarización del espacio especialmente en órbita baja;	3	0	0	2	0	0	3	1	1	1,111111111	10

Aumentará la oferta de imágenes satelitales a partir del crecimiento exponencial de la cantidad de empresas en el mercado y actores con la capacidad de obtenerlas;	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2,777777778	25
Empresas extranjeras comenzarán a acaparar el mercado de servicios satelitales de observación a partir de la monopolización de empresas;	1	1	3	1	2	0	3	3	1	1,666666667	15
Aumentará considerablemente la basura espacial en órbita baja;	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2,777777778	25
Aumenta el trabajo remoto en empresas en el extranjero.	3	0	3	2	1	3	3	2	3	2,222222222	20