

Miguel Yagües Palazón

Doctor en Seguridad Internacional. Instituto General Gutiérrez Mellado (UNED).

Correo: myaguespalazon@gmail.es

LOS DESAFÍOS MEDIOAMBIENTALES EN EL ESPACIO ULTRATERRESTRE EN EL MARCO DE LA SEGUNDA ERA ESPACIAL

ENVIRONMENTAL CHALLENGES IN OUTER SPACE IN THE FRAMEWORK OF THE SECOND SPACE AGE

Resumen

La segunda era espacial (1991-presente) se distingue por dos características: por la dificultad de alcanzar pactos de gobernanza espacial por parte de los nuevos actores geopolíticos emergentes —a diferencia de la primera era espacial (1957-1990), en la cual se consiguió estructurar todo el marco regulatorio espacial—, y por la ingente entrada de nuevos actores espaciales públicos y privados —especialmente a la partir de la década de 2010—, que han aumentado las actividades espaciales con el fin de beneficiarse de las aplicaciones espaciales, como son reconocimiento terrestre, comunicación, posicionamiento o meteorología. Estos dos factores están incidiendo directamente sobre el medio ambiente espacial, el cual se caracteriza por su fragilidad, provocando que la sostenibilidad espacial se encuentre en riesgo. Ante la ausencia de un marco regulatorio internacional, la promulgación de leyes nacionales se presenta como una vía alternativa para llevar a cabo una gestión responsable del medio ambiente espacial.

Palabras Clave

Medio ambiente espacial, sostenibilidad espacial, segunda era espacial, gobernanza espacial, nuevos actores espaciales, desechos espaciales.

Abstract

The Second space age (1991-present) is distinguished by two characteristics: the difficulty in reaching space governance agreements by new emerging geopolitical actors —unlike the First space age (1957-1990), in which the entire space regulatory framework was structured—, and the huge advent of new public and private space actors —especially as of the decade of 2010—, that have increased space activities in order to benefit from space applications such as reconnaissance, communication, positioning or meteorology. These two factors are directly affecting the space environment, which is characterized by its fragility, putting in jeopardy the space sustainability. In the absence of an international regulatory framework, the enactment of national laws is presented as an alternative way to carry out a responsible management of the space environment.

Keywords

Space environment, Space sustainability, Second space age, Space governance; New space actors, Space debris.

Citar este artículo:

YAGÜES, M. «Los desafíos medioambientales en el espacio ultraterrestre en el marco de la segunda era espacial». *Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos*. 2018, número 12, pp.

EL TRÁNSITO DE LA PRIMERA A LA SEGUNDA ERA ESPACIAL

Las décadas de 1960 y 1970 establecieron los fundamentos de la actual gobernanza espacial auspiciada por la predisposición de Estados Unidos y la antigua Unión Soviética por mantener la estabilidad estratégica.

En efecto, a pesar de las hostilidades que envolvieron a la primera era espacial en el marco de la Guerra Fría (1957-1990), Estados Unidos y la extinta Unión Soviética lograron mantener una serie de negociaciones que evitaron la expansión militar del espacio, y sobre todo, lograron la culminación de un cuerpo jurídico que asentó las bases en el uso moderado de los recursos orbitales. Este forjamiento jurídico comenzó al poco de iniciarse la era espacial, en el año 1963, con la inclusión de la atmósfera y el espacio ultraterrestre en la firma del Tratado de Prohibición Parcial de Ensayos Nucleares y con la ratificación años más tarde del Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre (*Outer Space Treaty*, OST) de 1967 que entre otros aspectos prohíbe el despliegue de armas de destrucción masiva, la apropiación soberana sobre cualquier cuerpo celeste o la desmilitarización de la Luna. A las prohibiciones plasmadas en el OST, tratado también conocido como Constitución Espacial¹, siguieron desde 1969 una serie de rondas de conversaciones de control de armas que desembocaron en la firma del Tratado de Misiles Antibalísticos (*Anti-Ballistic Missile Treaty*, ABM) y los Acuerdos SALT en el año 1972. En el caso del Tratado ABM se explicitaba en su artículo V la prohibición de emprender y desarrollar sistemas de misiles antibalísticos desplegados en el espacio, y el SALT I prohibía perturbar el funcionamiento de los satélites usados para verificar el cumplimiento de los tratados.² Además de las restricciones militares, las dos superpotencias moldearon un conjunto de normas de aplicación al ámbito civil: en 1968, entró en vigor el acuerdo sobre salvamento; en 1972 el Convenio sobre Responsabilidad; y en 1975 el Convenio sobre el Registro. Estos tratados junto al Acuerdo de la Luna de 1979 —sin fuerza legal por el escaso número de Estados que lo han ratificado— han pasado a conformar el llamado *corpus iuris spatialis*. Por otra parte, a la par que se desarrollaban las negociaciones en pos de un mantenimiento seguro del espacio, las dos superpotencias llevaron a cabo significativos avances en el campo de la cooperación espacial. El culmen de la cooperación se produjo en el contexto de la *détente* tras la firma en el verano de 1972 del Summit Agreement Concerning Cooperation in Outer Space for Peaceful Purposes entre el presidente Nixon y el primer ministro Kosygin, que posibilitó que tres años más tarde, en julio de 1975, se lograra el acoplamiento de las cápsulas Soyuz-19 y Apollo-18.³ Es más, incluso aunque después del periodo Nixon-

1 WOLTER, D. *Common security in outer space and international law*, Geneva: United Nations Institute for Disarmament Research, 2006, p. 19.

2 OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. *U.S.-Soviet cooperation in space*, Washington, D. C.: U.S. Government Printing Office, 1985, p. 91.

3 LONG CALLAHAN, A. «Sustaining soviet-american collaboration, 1957–1989», en Krige, J.; Long Callahan, A.; Maharaj, A. (eds.), *NASA in the world: fifty years of international collaboration in space*, New York: Palgrave Macmillan, 2013, p. 138.

Brezhnev las relaciones bilaterales se enturbiaron a raíz de la invasión de Afganistán y las pretensiones del presidente Reagan por implantar la Iniciativa de Defensa Estratégica (*Strategic Defense Initiative*, SDI), las dos superpotencias llevaron a cabo de manera regular consultas y diálogos en materia de seguridad espacial. Ejemplo de ello, fue la moratoria presentada por la Unión Soviética absteniéndose de volver a realizar ensayos antisatélite (ASAT) a mediados de la década de 1980.⁴ Pocos años después, el fin de la Guerra Fría dio la posibilidad a Estados Unidos de erigirse como la única potencia espacial, pero en vez de actuar de manera unilateral, instó a Rusia a la cooperación y resultado de aquello fue la membresía conjunta en la Estación Espacial Internacional (*International Space Station*, ISS).

Finalizada la Guerra Fría, la segunda era espacial (1991-presente) ha mostrado que la secular interdependencia ruso-estadounidense ha permanecido intacta y que, de hecho, es tan aguda que incluso en febrero de 2015, en el momento de mayor tensión entre Rusia y Occidente desde la Guerra Fría a causa de la crisis ucraniana, y con la administración Obama debatiendo sobre si enviar armas al gobierno de Kiev⁵, la agencia TASS informaba de que la agencia espacial rusa, Roscosmos, había decidido ampliar la participación de Rusia en la ISS de 2020 hasta 2024.⁶ Además, no hay que olvidar que desde la retirada del programa Transbordador en 2011, Rusia tiene la misión de transportar a los astronautas norteamericanos a través de las cápsulas Soyuz a la ISS.

Si bien en un principio las dos superpotencias cuasi monopolizaron las actividades espaciales durante las tres primeras décadas de la era espacial, la posguerra fría y, especialmente, la entrada del siglo XXI han dado testimonio del radical viraje que han experimentado las dinámicas espaciales en comparación a las habidas durante la era bipolar. Entre tales cambios se encuentran: 1) el nuevo panorama geopolítico en el que nuevas potencias emergentes están modernizando sus programas espaciales, incluidos los militares y las tecnologías de doble uso; 2) el progresivo aumento de países con capacidades y agencias espaciales; 3) la entrada de nuevos actores privados, dispuestos a participar en el desarrollo de aplicaciones y misiones espaciales; y como consecuencia de ellos: 4) el crecimiento de objetos lanzados al espacio, el correlativo incremento de los desechos espaciales y su consecuente impacto sobre la sostenibilidad espacial.

La preocupación por la sostenibilidad espacial no es una cuestión novedosa, sino que por el contrario, ha tenido gran relevancia a lo largo de la historia espacial. Así lo

4 GREGO, L. *A history of anti-satellite programs*, Cambridge, Massachusetts: Union of Concerned Scientists, 2012, p. 5.

5 RYAN, M. «Top U.S. general says it is time to consider arming ukrainian forces». *The Washington Post*, 3 de marzo de 2015. Disponible en: http://www.washingtonpost.com/world/national-security/top-us-general-says-it-is-time-to-consider-arming-ukrainian-forces/2015/03/03/aa68dade-c1d6-11e4-ad5c-3b8ce89f1b89_story.html. Consultado el 15-9-2018.

6 TASS. «Научно-технический совет Роскосмоса одобрил использование МКС до 2024 года» (Nauchno-tehnicheskij sovet Rorkosmosa odobril ispolzovanie MKS do 2024 goda). TASS, Moscú, 24 de febrero de 2015. Disponible en: <http://tass.ru/kosmos/1789050>. Consultado el 15-9-2018.

atestigua James Moltz quien sostiene que la principal causa que condujo a la estabilidad espacial durante la Guerra Fría, se encuentra en el proceso cognitivo que ambas superpotencias desarrollaron en relación a los graves riesgos que generaba el deterioro del medio ambiente espacial para la instalación de satélites militares pasivos y la exploración espacial.⁷

A fin de cuentas, el gran dilema o aspecto crítico de la gobernanza espacial es que esta continúa bajo los acuerdos de la Guerra Fría, basados en la estabilidad estratégica, y su falta de actualización provoca que los nuevos desarrollos acaecidos durante el siglo XXI puedan tener negativas repercusiones tanto sobre la estabilidad y seguridad espaciales como sobre el medio ambiente espacial, ya que entonces no fueron abordados. Esto es lo que pretende en última instancia el presente artículo: conocer el impacto que estas nuevas dinámicas pueden provocar en el medio ambiente espacial y las formas de abordarlo.

NUEVO MAPA GEOPOLÍTICO ESPACIAL

El fin de la hegemonía norteamericana y rusa tras la entrada de nuevos actores espaciales ha conducido al afianzamiento de la «democratización del espacio» en tanto que ha posibilitado equilibrar la distribución del poder en la arena internacional. La mayor parte de estos nuevos actores se ha situado en el continente asiático.⁸

La literatura suele coincidir a la hora de sintetizar los motivos que conducen a los Estados a querer disponer de capacidades espaciales. Estos suelen ser: el prestigio y estatus internacionales; los beneficios económicos directos e indirectos; y las capacidades militares.⁹ Entre los factores que han propiciado la entrada asiática, Ajey Lele los encuentra en el robusto crecimiento económico experimentado en los últimos lustros y en el poderío estratégico de un numeroso grupo de estos países. La prosperidad económica se ha traducido en la inversión por parte de los Gobiernos en programas espaciales con el fin de abordar soluciones a cuestiones relativas a la gestión civil, a la seguridad humana y a la seguridad nacional, como son la seguridad alimentaria, la previsión meteorológica, la gestión y monitoreo medioambiental y de los recursos naturales, la gestión urbanística a causa del crecimiento poblacional o el control fron-

7 MOLTZ, J. C. *The politics of space security. Strategic restraint and the pursuit of national interests*, California: Stanford University Press, Second edition, 2011, pp. 83-84.

8 HARDING, R. C. *Space policy in developing countries: the search for security and development on the final frontier*, New York: Routledge, 2013, pp. 2-3.

9 CHENG, D. «Setting future directions in space», en William B. Ruger Chair of National Security Economics Papers, *Defense strategy and forces: setting future directions*, vol: 3, Naval War College: Newport, 2007, pp. 224-226; HARDING, R. C., *op. cit.* nota 8, p. 4; MOLTZ, J. C., *Asia's space race: national motivations, regional rivalries, and international risks*, New York: Columbia University Press, 2012, p. 50.

terizo.¹⁰ Además, otro importante factor añadido ha sido la «búsqueda de la legitimidad» por parte de los regímenes no democráticos.¹¹

El nexo que vincula el prestigio internacional con el reconocimiento de potencia a través del desarrollo de programas espaciales por parte de los Estados ha sido denominado «tecnonacionalismo» por Joan Johnson-Freese y Andrew Erickson. El tecnonacionalismo no es un elemento novedoso que haya surgido de manera paralela con los Estados emergentes, sino que se retrotrae a la primera era espacial, cuando las dos superpotencias rivalizaban por atraer al mayor número de Estados a sus esferas de poder mostrando sus avances tecnológicos. En aquella época, el prototipo más fidedigno fue el programa *Apollo*. Este concepto está asociado a los poderes político y económico de los Estados, los cuales se centran en la búsqueda de los recursos que permitan proporcionar el acceso a las más avanzadas tecnologías reportándole a las potencias un importante estatus en la esfera internacional. Por consiguiente, cualquier potencia que aspire a ser considerada como tal, necesita de un avanzado programa espacial. Además, los programas espaciales transforman la imagen de las potencias: se reduce la percepción de poderes reaccionarios o agresivos y facilitan la cooperación.¹²

Sin embargo, parece ser que el tecnonacionalismo está llevando a las naciones emergentes a reavivar una carrera espacial en sintonía a la que acometieron Washington y Moscú durante la Guerra Fría. En este nuevo contexto, si bien los grandes hitos en el espacio cercano ya fueron alcanzados por las dos superpotencias, como el lanzamiento del primer astronauta, el aterrizaje en la Luna o el envío de sondas a todos los planetas del Sistema Solar, los Estados emergentes aspiran a ser los primeros entre los propios Estados emergentes. Con estas estrategias, James Moltz señala que el objetivo de los emergentes, concretamente de las naciones asiáticas, estriba en perseguir la búsqueda del liderazgo continental en términos económicos, políticos y también militares.¹³

Por tanto, a pesar de los grandes beneficios que reporta a los nuevos actores ser partícipes de los recursos espaciales y de la democratización que representa para la gestión espacial, lo cierto es que la seguridad espacial puede verse seriamente afectada por la propia carrera espacial, la cual si no es gestionada adecuadamente como en la primera era espacial, puede producir efectos desestabilizadores. Además de la carrera espacial, la seguridad espacial puede verse agravada todavía más por una serie de circunstancias inherentes a los países asiáticos que hasta la fecha no han hecho más que entorpecer la cooperación y avivar la rivalidad. Estas circunstancias, vienen a ser las siguientes:¹⁴

¹⁰ LELE, A. *Asian space race: rhetoric or reality?*, New Dehli: Springer, 2013, pp. 3; 19.

¹¹ HARDING, R. C., *op. cit.* nota 8, p. 100.

¹² JOHNSON-FREESE, J.; ERICKSON, A.S. «The emerging China-EU space partnership: a geotechnological balancer», *Space Policy*, vol. 22 (1), 2006, pp. 12-13.

¹³ MOLTZ, J. C., *op. cit.* nota 9, p. 59.

¹⁴ MOLTZ, J. C., *op. cit.* nota 9, pp. 32-33.

En primer lugar, la entrada de nuevos actores ha supuesto la sustitución de la bipolaridad por la multipolaridad. Como resultado, se ha pasado de un marco caracterizado por la relativa facilidad entre Moscú y Washington en alcanzar acuerdos debido a un secular consenso en las cuestiones de seguridad, a la coexistencia de numerosos actores con perspectivas de seguridad muy divergentes, ocasionando que las negociaciones y las concesiones sean más difíciles y arduas. A diferencia de la legislación espacial y los tratados sobre control de armas firmados entre la Unión Soviética y Estados Unidos, las negociaciones con los Estados emergentes se tornan más complejas. Ejemplo de ello, ha sido el encallamiento de la Conferencia de Desarme (CD) entre 1998 y 2008 a causa de las diferencias en las doctrinas espaciales entre Estados Unidos y China, o el rechazo por Estados Unidos al Tratado PPWT (*Treaty on Prevention of the Placement of Weapons in Outer Space and of the Threat or Use of Force against Outer Space Objects*) presentado entre China y Rusia en 2008 y en 2014 en la propia CD.

Y en segundo lugar, y en relación con el anterior, las naciones emergentes con capacidades militares se caracterizan por carecer de una tradición en la participación de acuerdos sobre control de armas o en entablar negociaciones dirigidas a la promoción de las restricciones militares. En efecto, los países miembros del continente asiático no han tomado parte en la aprobación de tratados de reducción de armamento o de cooperación y seguridad, a diferencia de los Estados europeos que sí participaron entre otros, en la firma del Mutual and Balanced Force Reductions, el Tratado sobre fuerzas armadas convencionales en Europa, o los Acuerdos de Helsinki. Las causas que dificultan la consecución de acuerdos sobre control de armas en el ámbito espacial por las naciones emergentes se asemejan a aquellas que Paul Bracken señala respecto a las armas nucleares: la existencia de un nuevo sistema internacional «descentralizado», caracterizado por la individualidad y la desconexión entre los actores y donde las tensiones transfronterizas, regionales y globales adquieren una priorización absoluta respecto a la cooperación.¹⁵

En efecto, a diferencia de la cooperación que existe en Europa en torno a la Agencia Espacial Europea (ESA), que entre otros logros se encuentra el primer aterrizaje sobre un cometa realizado por el módulo Philae acoplado a la sonda Rosetta, Asia se ha caracterizado por la independencia tecnológica, cuyo fin ha estado dirigido a alcanzar la autosuficiencia. Ajey Lele ha llegado incluso a denominarlo «*apartheid* tecnológico», siendo India su máximo exponente.¹⁶ El resultado es que las naciones espaciales asiáticas no cooperan entre ellas, sino que sus compromisos están conectados con Estados Unidos, Rusia o la Unión Europea en materia de importación de tecnología de alto nivel y formación. El ejemplo que mejor ilustra este asunto es la membresía de Japón en la ISS. Es por ello que hasta la fecha, las potencias líderes asiáticas han preferido trabajar con países menos desarrollados para promover su propio liderazgo y sus in-

¹⁵ BRACKEN, P. *The second nuclear age: strategy, danger, and the new power politics*, New York: Times Books, 2010, p. 2.

¹⁶ LELE, A., *op. cit.* nota 10, p. 14.

tereses económicos y de seguridad. China ha venido organizando desde 2008 la Asia-Pacific Space Cooperation Organization (APSCO) con la aspiración de convertirlo en un organismo similar a la ESA, pero hasta la fecha, ha aglutinado a países poco desarrollados como Bangladesh, Irán, Mongolia, Pakistán, Perú y Tailandia. Japón ha impulsado una organización menos formal, el Asia-Pacific Regional Space Agency Forum (APRSF), cuyo objetivo se encuentra en promover los intereses nacionales del país nipón.¹⁷ India, por su parte, tiene intención de acrecentar una mayor cooperación regional con Australia, Corea del Sur y el propio Japón para nivelarse con China.¹⁸

Las dificultades cooperativas se han traducido en que las alianzas militares en el ámbito espacial sean inexistentes. A diferencia de los miembros de la OTAN, que se han comprometido a compartir el mismo sistema de defensa antimisiles bajo la coordinación conjunta de sus activos militares espaciales, en Asia el panorama es completamente diametral. Corea del Sur ha rechazado continuamente compartir el sistema de defensa antimisiles, incluso con otro país democrático como es Japón, bajo el paraguas de Estados Unidos, con el que hacer frente a los misiles norcoreanos de corto, medio e intermedio alcance. Las causas del rechazo surcoreano se encuentran en las históricas tensiones entre ambos países y en el cada vez mayor papel militar de Japón en la región del Lejano Oriente.¹⁹

Como caso extremo de ausencia de cooperación espacial se encuentra Corea del Norte. Paradigma de ese vacío cooperativo, fue el anuncio por parte del Gobierno de Kim Jong-il de lanzar un satélite de telecomunicaciones el 5 de abril de 2009. El lanzamiento se produjo, pero al igual que sucediera con los dos intentos anteriores, cayó a las aguas del Océano Pacífico debido a la primitiva tecnología utilizada, que provocó un fallo en la tercera y última etapa del cohete.²⁰ Sin embargo, en los días previos al ensayo, los Gobiernos norteamericano y surcoreano sospecharon que en realidad se trataba de una operación de camuflaje para llevar a cabo el ensayo de un ICBM, contraviniendo la resolución 1718 (2006) de Naciones Unidas.²¹ Las sospechas provocaron que tanto Corea del Sur como Japón decidieran desplegar sus sistemas de defensa an-

17 MOLTZ, J. C. «Asia's space race», *Nature*, n.º 480, 8 de diciembre de 2011, pp. 171-173. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/480171a>. Consultado el 15-9-2018.

18 PARACHA, S. «Military dimensions of the indian space program», *Astropolitics: the international journal of space politics & policy*, vol. 11(3), 2013, p. 163.

19 SANG-HUN, C. «South Korea and China end dispute over missile defense system», *The New York Times*, 30 de octubre de 2017. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2017/10/30/world/asia/north-korea-nuclear-test-radiation.html>. Consultado el 15-9-2018.

20 BRUMFIEL, G. «Korean satellite misses orbit», *Nature*, 6 de abril de 2009. Disponible en: <http://www.nature.com/news/2009/090406/full/458685a.htm>. Consultado el 15-9-2018.

21 REUTERS, «North Korea's Taepodong-2 long-range missile», *Reuters*, 25 de marzo de 2009. Disponible en: <http://www.reuters.com/article/2009/03/26/us-korea-north-missile-factbox-idUSTRE52P03Q20090326>. Consultado el 15-9-2018.

timisiles.²² Tras el lanzamiento, y a partir de la toma de imágenes por satélite, algunos analistas determinaron que se trataba de un ensayo de misil de largo alcance. Según las imágenes, el lanzamiento habría adoptado una trayectoria con un ángulo críticamente horizontal, cuando los lanzamientos espaciales son casi verticales con el fin de ganar altura lo antes posible. Se concluía pues, que el lanzamiento habría «sacrificado altitud por distancia», asemejándose más a un ensayo ICBM con el que comprobar cuán lejos llegarían las cabezas nucleares.²³ El ensayo recibió numerosas críticas y estas a su vez provocaron que Corea del Norte anunciara su abandono de las conversaciones a seis partes. En todo caso, cabe destacar que las naciones vecinas de Corea del Norte no se oponen a que Pyongyang desarrolle su programa espacial siempre que este sea para fines pacíficos.²⁴

El marco contextual de las potencias espaciales emergentes se agudiza cuando la ausencia de cooperación se transforma directamente en competición y esta a su vez en rivalidad. En este punto cobra importancia el ensayo ASAT chino de enero de 2007, el cual destrozó el inoperante satélite de meteorología chino FY-1C a una altitud de 865 kilómetros y provocó más de 3400 piezas de desechos, de los cuales se estima que la mitad permanezcan en el espacio hasta el año 2027.²⁵ Aquel ensayo ASAT ha sido tan significativo para la historia espacial, que incluso algún sector de la literatura lo ha utilizado como hito para establecer una línea divisoria entre «eras espaciales». Según ciertos autores, el ensayo ASAT «marcó el fin de una era caracterizada por la ausencia de fricción entre las potencias espaciales y una general aceptación de las normas que rigen el uso común del espacio».²⁶ Así pues, el éxito del ensayo chino no sirvió exclusivamente para demostrar a Estados Unidos y a Rusia sus capacidades tecnológicas, sino que además impactó profundamente en las estrategias de sus países vecinos, especialmente India; país que, desde entonces, ha acometido una revisión tanto de sus programas espaciales como de la propia concepción de la seguridad espacial.²⁷ Así lo afirman

22 SHANKER, T.; SANG-HUN, C. «No U. S. plans to stop Korea on missile test», *The New York Times*, Washington, 30 de marzo de 2009. Disponible en: http://www.nytimes.com/2009/03/31/world/asia/31korea.html?_r=0. Consultado el 15-9-2018.

23 BRUMFIEL, G. «Analysts spar over launch image», *Nature*, 8 de abril de 2009, Disponible en: http://www.nature.com/news/2009/090408/full/news.2009.355.html?s=news_rss. Consultado el 15-9-2018.

24 RENDLEMAN, J. D. «Lawful response to attacks on space systems», en Sadeh E. (ed.), *Space and defense*, Eisenhower Center for Space and Defense Studies, vol. 4 (1), 2010, Winter, pp. 14-15.

25 GRUSS, M. «U. S. official: China turned to debris-free ASAT tests following 2007 outcry», *SpaceNews*, 11 de enero de 2016. Disponible en: <http://spacenews.com/u-s-official-china-turned-to-debris-free-asat-tests-following-2007-outcry>. Consultado el 15-9-2018.

26 CONRAD, W.; ANDERSON, J.; JACOBS, S. «Arms control in the third space age: assessing international efforts to regulate military operations in outer space in the “3 C’s” era», en Coletta, D. (eds.), *Space and Defense*, Eisenhower Center for Space and Defense Studies, vol. 6 (1), Fall, p. 6.

27 SACHDEVA, G. S. «Space policy and strategy of India», en Sadeh, E. (ed.), *Space strategy in the 21st century: theory and policy*, Oxon, Oxfordshire: Routledge, 2013, p. 315.

Harsh Pant y Ajey Lele al declarar que el ensayo ASAT «llevó al *establishment* indio a tomar más en serio los usos militares del espacio». Entre otros, el antiguo jefe de las Fuerzas Aéreas indias, P. V. Naik, declaró en enero de 2010 que «nuestros satélites son vulnerables a sistemas ASAT porque nuestros vecinos los poseen», a la par que instaba al desarrollo de sistemas ASAT propios con el fin de mejorar sus estrategias de disuasión y reducir la amenaza sobre sus satélites civiles y militares.²⁸ A partir de entonces, si bien India había venido desarrollando durante décadas un programa espacial con una fuerte vocación civil, el ensayo ASAT chino provocó la adopción de una actitud marcadamente militar que ha tenido por finalidad crear un programa autóctono de defensa antimisiles con capacidades ASAT. En abril de 2012, se supo que India había desarrollado un *kill vehicle* que podía ser incorporado a un misil balístico Agni-V con la capacidad suficiente para atacar un satélite. La estrategia india tendría por finalidad desarrollar ASAT terrestres, pero, a la vez, distanciarse de eventuales despliegues de armas orbitales con el fin de no desplegar armas en el espacio ultraterrestre.²⁹ Por otra parte, aunque la Defense Research Development Organisation (DRDO) india ha declarado no tener intenciones de realizar ensayos ASAT reales, sino solo simulaciones, ciertos círculos de estrategias indios han defendido el ensayo real para evitar que India quede fuera del régimen internacional espacial, al igual que sucede con el Tratado de No-Proliferación Nuclear (*Non-Proliferation Treaty*, NPT). Según estos círculos, si India no ha sido reconocida como «Estado oficial nuclear», se debe a que no desarrolló ensayos nucleares antes de la firma del NPT. Desarrollando un ensayo ASAT, India obtendría el estatus de «Estado oficial ASAT» una vez se creara un régimen internacional que prohibiera estos sistemas.³⁰ A su vez, los cambios llevados en la política espacial india han causado un gran recelo en China debido a la adquisición de avanzadas capacidades tecnológicas y a la estrategia de disuasión de Nueva Delhi.³¹

Por su parte, Japón también ha modificado su visión espacial en los últimos años. Al igual que India, Japón ha desarrollado durante décadas un programa espacial íntegramente civil. Tanto el artículo 9 de la Constitución pacifista nipona como la alianza con Estados Unidos limitaron los intereses de Tokio por adquirir capacidades espaciales militares. Consecuencia de ello fue que desde 1969, Japón desarrollara exclusivamente actividades «pacíficas y no-militares» haciendo una interpretación restrictiva de los compromisos adoptados en el OST. Sin embargo, en 2008, Japón aprobó la Ley Básica del Espacio, cuyas disposiciones permiten a Japón hacer uso de medidas «no-

28 PANT, H. V.; LELE, A. «India in space: factors shaping the indian trajectory», en Sadeh E. (ed.), *Space and Defense*, Eisenhower Center for Space and Defense Studies, vol. 4 (1), 2010, Summer, pp. 52-53.

29 CONRAD, W.; ANDERSON, J.; JACOBS, S. «International negotiations, emerging space powers, and U. S. Efforts to protect the military use of space», en Coletta, D. (ed.), *Space and Defense*, Eisenhower Center for Space and Defense Studies, vol. 7 (1), 2014, Winter, pp. 9-10.

30 SAMSON, V. «India and space security», *The space review*, 9 de mayo de 2011. Disponible en: <http://www.thespacereview.com/article/1838/1>. Consultado el 15-9-2018.

31 SACHDEVA, G. S., *op. cit.* nota 27, p. 315.

agresivas», en la misma línea interpretativa que adoptaron Estados Unidos, la extinta Unión Soviética y otras potencias espaciales. Las causas que han provocado este cambio están en el programa nuclear y de misiles balísticos norcoreano y en las crecientes capacidades espaciales chinas.³²

Bajo estas circunstancias, la paradoja del dilema de seguridad vuelve a surgir con una ramificación muy amplia de escenarios: Asia Meridional, península coreana, el «triángulo Taiwanés», India-China, Japón-China o Irán-Israel. Estas trayectorias han llevado a Ajey Lele a subrayar que la «región asiática podría ser vista como el entorno que presenta el más diversificado y excepcional dilema de seguridad del mundo».³³

AUMENTO DE PAÍSES CON CAPACIDADES ESPACIALES

La nueva carrera espacial a nivel regional en el marco de la segunda era espacial se aprecia como un hecho evidente. Incluso en África también empiezan a observarse signos similares aunque a menor escala.³⁴

A la par que las principales potencias geopolíticas emergentes están aumentando sus capacidades militares, otros Estados están invirtiendo en tecnología espacial, si bien en la mayoría de los casos son de naturaleza civil. Por motivos de acotación, el presente artículo se centrará en el estudio y análisis del continente asiático, siguiendo la línea del apartado segundo.

Uno de los casos más ilustrativos de la nueva etapa multipolar espacial la representan los sistemas de navegación y posicionamiento. A los dos sistemas operativos hasta la fecha, el GPS norteamericano y el GLONASS ruso, se les unirán otros dos sistemas independientes: los sistemas de navegación europeo, Galileo, y chino, BeiDou. Respecto al BeiDou, se espera que la operatividad de los 35 satélites se alcance a nivel global en la década de 2020. Sin embargo, la multipolaridad se amplía en tanto, que además de China, India y Japón también aspiran a hacerse con sistemas de navegación autóctonos e independientes. El primero, mediante el IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System), un sistema compuesto de siete satélites de alcance regional que presta cobertura al subcontinente; y el segundo, con el desarrollo del QZSS (Quazi-Zenith Satellite System), un navegador de cuatro satélites en Órbita altamente elíptica (HEO) con el que proporcionar una cobertura regional sobre Japón, la península de Corea y el mar Amarillo. Las razones que conducen a los Estados a aspirar conseguir sistemas

32 PACE, S. «U.S.-japan space security cooperation», en Schrogl, K-U. *et al.* (eds.). *Handbook of space security. Policies, applications and programs*, New York: Springer, 2015, pp. 338; 341; 350.

33 LELE, A. *op. cit.* nota 10, p. 23.

34 ADAMOWSKI, J. «Angola eyes new satellite as African space race accelerates», *SpaceNews*, 12 de junio de 2018. Disponible en: <https://spacenews.com/angola-eyes-new-satellite-as-african-space-race-accelerates/>. Consultado el 15-9-2018.

independientes de navegación son claras: distanciarse de la dependencia del GPS y evitar no tener acceso a sus servicios en un contexto de crisis.³⁵

Dado que los estudios en política espacial suelen centrarse en las capacidades de las dos principales potencias asiáticas: China e India, este artículo procederá a una revisión de las capacidades espaciales de otros actores del continente asiático.

En Oriente Medio, Irán se convirtió en la primera nación islámica y la novena a nivel mundial en alcanzar el estatus de potencia espacial, después de que en febrero de 2009 lanzara al espacio el satélite autóctono Omid a bordo del cohete Safir-2, perteneciente a la familia de los misiles Shabab. Aunque Irán ha argumentado que su programa espacial tiene fines exclusivamente civiles y pacíficos, Occidente ha sospechado que se trata de un programa de carácter dual y clandestino que tiene como último objetivo el desarrollo de misiles de largo alcance. No obstante, independientemente de las intenciones militares iraníes, lo cierto es que el espacio representa para Irán una prioridad más allá de las capacidades de misiles: desde entonces, Irán se ha ofrecido a prestar asistencia a otros países musulmanes,³⁶ ha fortalecido el orgullo nacional y el régimen islámico y con su desarrollo tecnológico ha aspirado a lograr una mayor presencia política en la región.³⁷ Con el lanzamiento del Rasad-1 en junio de 2011, Irán dispone de satélites espías.³⁸ Por su parte, Emiratos Árabes Unidos (EAU), en el marco de su estrategia de proyección internacional, pretende ser un actor de primer orden dentro del turismo espacial al convertirse en socio y patrocinador de la empresa Virgin Galactic. Sin embargo, este proyecto empresarial instalado en Abu Dahbi está sufriendo continuos retrasos. Entre otros planes, EAU aspira a enviar una misión a Marte en 2021.³⁹ Turquía ha enfocado hasta la fecha su estrategia espacial en obtener las capacidades que le permitan monitorear su frontera sudoriental, el mar Negro y el mar Mediterráneo. Sin embargo, considerando su papel de potencia regional, ha estado invirtiendo en la creación de una naciente industria espacial con tres objetivos: depender cada vez menos de la tecnología extranjera, hacerse con una red de 16 satélites que le proporcione aplicaciones de comunicación, reconocimiento y alerta tem-

35 JARAMILLO, C. *Space security index 2013*, Tenth edition, Ontario: Space Security.org, 2013, pp. 41-42.

36 CHOW, T. «Iranian space launch capabilities. Fact sheet», *Secure World Foundation*, 2 de septiembre de 2010. Disponible en: http://swfound.org/media/1690/swf_iran_slv_fact_sheet.pdf. Consultado el 15-9-2018.

37 HSU, J. «Iran's space program: lots of talk, but a chance to shine», *Space.com*, 9 de noviembre de 2010. Disponible en: <http://www.space.com/9499-iran-space-program-lots-talk-chance-shine.html>. Consultado el 15-9-2018.

38 WRIGHT, D. «Rasad-1: Iran Launches Its Second Satellite», *Union of Concerned Scientist*, 16 de junio de 2011. Disponible en: <http://allthingsnuclear.org/rasad-1-iran-launches-its-second-satellite/>. Consultado el 15-9-2018.

39 WATERS, R. & KERR, S. «Virgin group funds tapped for delayed space venture», *Financial Times*, 2 de noviembre de 2014. Disponible en: <http://www.ft.com/cms/s/0/9d51be70-62b7-11e4-9838-00144feabdco.html#axzz3aFIjtTZ6>. Consultado el 15-9-2018.

prana ante misiles provenientes de sus vecinos, y competir con Rusia en la exportación de satélites a los países de Asia Central. Turquía, no obstante, ha visto como Israel ha torpedeado la compra de satélites de alta resolución al sospechar que Ankara pretende espiar el territorio israelí.⁴⁰

En Asia meridional, Pakistán no ha diferenciado entre un programa espacial civil y otro militar. A causa de las enormes restricciones presupuestarias, Islamabad ha priorizado su programa nuclear, su arsenal de misiles balísticos o las operaciones antiterroristas en detrimento del programa espacial convirtiendo al país en un actor espacial periférico. En el contexto asiático, Pakistán está muy rezagado. El debilitado programa espacial pakistaní contrasta enormemente con el fuerte desarrollo de su vecina India. A las limitaciones de carácter nacional, se suman las reticencias del resto de potencias espaciales de compartir tecnología, dada las capacidades nucleares pakistaníes, exceptuando la sólida cooperación que mantiene con China. Esta cooperación ha acentuado la dependencia militar de Islamabad con Pekín.⁴¹

En Asia nororiental, Corea del Norte, al igual que Pakistán, dispone de unas capacidades espaciales escasamente sofisticadas, dados los problemas financieros y el enorme gasto militar. El programa espacial norcoreano siempre ha estado supeditado al programa de misiles de medio y largo alcance. Aunque Pyongyang ha realizado lanzamientos en 1998, 2009 y la primavera de 2012, el empleo de una tecnología tan rudimentaria ha provocado numerosos contratiempos. Estados Unidos, Japón y Corea del Sur han sospechado que los lanzamientos eran en realidad ensayos de misiles.⁴² Sin embargo, en diciembre de 2012, el misil de largo alcance Unha-3 consiguió poner en órbita el satélite de observación terrestre Kwangmyongsong-3. El éxito del lanzamiento provocó preocupación porque la tecnología del misil norcoreano podría ser exportada a países como Irán o Pakistán.⁴³ En 2014, se desveló que Corea del Norte podría contar con un cohete más potente que el Unha-3; el KN-08, un ICBM transportable.⁴⁴ El éxito del satélite ha servido a Pyongyang para proyectar un nuevo poder hacia el interior y el exterior. Por su parte, Corea del Sur, ha presentado un gran dinamismo tras el fin de la Guerra Fría, especialmente, en la fabricación de satélites y en la provisión de servicios espaciales. Además, ha tejido una sólida red de cooperación con otros actores espacia-

40 STEIN, A. «Turkey's space policy», *Centre for Economics and Foreign Policy Studies*, EDAM Discussion Paper Series 2014/3, Mayo 2014, pp. 4; 10; 13.

41 LELE, A., *op. cit.* nota 10, p. 54-56.

42 SPACE.COM STAFF. «North Korea successfully launches satellite: reports», *Space.com*, 12 de diciembre de 2012. Disponible en: <http://www.space.com/18867-north-korea-rocket-launch-satellite.html>. Consultado: 15-9-2018.

43 SANG-HUN, C.; SANGER, D. E. «North koreans launch rocket in defiant act», *The New York Times*, Seúl, 11 de diciembre de 2011. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2012/12/12/world/asia/north-korea-launches-rocket-defying-likely-sanctions.html>. Consultado el 15-9-2018.

44 HANSEN, N. «North Korea's Sohae Satellite Launching Station: Upgrades Near Completion; Ready for More Launches?», *38 North*, 21 de agosto de 2014. Disponible en: <http://38north.org/2014/08/sohae082114/> Consultado el 15-9-2018.

les, especialmente con Estados Unidos, que ha tenido como resultado la posibilidad de enviar un astronauta a la ISS en abril de 2008. También con la UE mediante la cooperación en el sistema de navegación Galileo; o con Rusia, que le ha asistido en la fabricación de una plataforma de lanzamiento. La cooperación ha estado favorecida por el hecho de que Corea del Sur no sea una potencia militar de primer orden. Por último, Japón ha sido durante décadas la primera potencia espacial asiática. Es el único miembro asiático de la ISS, dispone de una experimentada industria de satélites, de un papel muy relevante en las misiones científicas espaciales y de una larga trayectoria de cooperación espacial que le ha permitido liderar la APRSAF. Sin embargo, Japón comprobaba como China le superaba en 2013 en gasto espacial.⁴⁵ Este *sorpasso* se debió no al desinterés de Japón por el espacio, sino a las limitaciones presupuestarias. Además, Japón se encuentra muy atrasado en materia de aplicaciones militares respecto al resto de potencias espaciales, en tanto que no ha empezado a emplearlas hasta 2008, debido a las restricciones de la constitución pacifista y al privilegiado acceso a la tecnología y los servicios espaciales norteamericanos.⁴⁶ Esta situación ha conducido a una gran dependencia del exterior, como se evidencia en la instalación del sistema de defensa en tanto que Estados Unidos ha exportado no solamente la tecnología de los interceptores, sino también los radares de alerta temprana y los satélites espías con visión infrarroja.⁴⁷

La región de Asia sudoriental está compuesta por un conjunto de naciones emergentes que, aunque con unas capacidades tecnológicas muy alejadas de las principales potencias espaciales, han comenzado a adquirir un protagonismo cada vez mayor en las actividades espaciales. Camboya es uno de ellos al firmar a inicios de 2018 un acuerdo con China para lanzar unos satélites de telecomunicaciones en el marco de la Iniciativa del Cinturón y Ruta de la Seda.⁴⁸ Por su parte, Indonesia ha centrado las prioridades de su programa espacial en la adquisición de tres tipos de aplicaciones: satélites de observación terrestre, para monitorizar su espacio marítimo; satélites de previsión meteorológica, para hacer frente a desastres naturales como tsunamis; y satélites de comunicación para configurar una red sobre todas las islas que conforman el archipiélago.⁴⁹ Taiwán, a la par que se ha beneficiado de una intensa cooperación internacional con Estados Unidos, la UE, Israel y Rusia, que le ha permitido disponer

45 AL-EKABI, C. «Space policies, issues and trends in 2012–2014», European Space Policy Institute, ESPI Report 49, 2014, November, pp. 17-18.

46 MOLTZ, J. C., *op. cit.* nota 9, pp. 75-76.

47 DAWSON, C. «Japan shows off its missile-defense system», *The Wall Street Journal*, Tokio, 9 de diciembre de 2012. Disponible en:

<http://www.wsj.com/articles/SB10001424127887323316804578165023312727616>. Consultado el 15-9-2018.

48 HENRY, C. «Cambodia to buy chinese satellite as relations tighten on belt and road initiative», *SpaceNews*, Washington, 12 de enero de 2018. Disponible en: <https://spacenews.com/cambodia-to-buy-chinese-satellite-as-relations-tighten-on-belt-and-road-initiative/>. Consultado el 15-9-2018.

49 LELE, A., *op. cit.* nota 10, p. 114.

de un desarrollado sistema civil de satélites, se ha visto impedido a desarrollar aplicaciones militares, así como cualquier tipo de industria de lanzamiento de cohetes, dadas las relaciones con China. Otros Estados que han estado impulsando su programa espacial son Malasia, que en octubre de 2007 envió a su primer astronauta al espacio; Tailandia, que disfruta de un alto grado de cooperación con Estados Unidos, desde la Guerra de Vietnam; o China y Japón, para desarrollar aplicaciones de reconocimiento para afrontar los riesgos provenientes de las amenazas transfronterizas, la insurgencia al sur del país o el contrabando. Vietnam, que durante años disfrutó de la cooperación con la Unión Soviética (el primer astronauta asiático fue vietnamita), en la actualidad tiene como prioridad desarrollar la tecnología espacial que le permita responder a los desastres naturales y al cambio climático, teniendo a Japón como su principal socio.⁵⁰

CRECIENTE PARTICIPACIÓN DE ACTORES PRIVADOS

La llamada «democratización del espacio» no es una cuestión restringida a los actores públicos. La entrada de un cada vez mayor número de actores privados ha puesto fin al régimen que nació durante la Guerra Fría y que durante décadas se caracterizó por la utilización del espacio por actores exclusivamente gubernamentales. Este nuevo contexto, además, ha puesto de manifiesto el incesante interés que las aplicaciones y servicios espaciales tienen para las compañías. No obstante, se ha de reseñar que existe una diferencia muy considerable entre ambos sectores: mientras que los Estados han invertido cuantiosas sumas de capital para llevar a cabo las misiones espaciales —el programa *Apollo* requirió de 400 000 personas y de un coste de 110 mil millones de dólares actuales—, el sector privado, por el contrario, se ha beneficiado de las ventajas coyunturales del abaratamiento de la tecnología espacial. Concretamente de la tecnología asociada a la computación, a la fabricación y a la industria de lanzamiento de cohetes.⁵¹

El empujón que catapultó a la industrial comercial y con ello a la privatización no se produjo hasta la década de 1980, en el contexto de la primera etapa de la globalización, momento en el que se experimentó una creciente demanda de las comunicaciones por satélite, especialmente de las emisiones por televisión, resultado de ello fue la creación de nuevas compañías proveedoras de servicios por satélite. A lo que se unieron dos factores más: los cambios de la política espacial estadounidense a raíz del accidente espacial del Challenger en 1986; y la rivalidad que representaba el lanzador espacial europeo Ariane y que estimuló a Estados Unidos a desarrollar una industria

50 MOLTZ, J. C., *op. cit.* nota 9, pp. 251-254; 268-279.

51 BAIOCCHI, D.; WELSER IV, W. «The democratization of space», *Foreign Affairs*, Mayo/junio 2015. Disponible en: https://www.foreignaffairs.com/articles/space/2015-04-20/democratization-space?cid=nlc-foreign_affairs_today-050315. Consultado el 15-9-2018.

de lanzamientos comerciales doméstica⁵². La expansión de la comercialización ha sido tan amplia que durante la Guerra de Irak, el 80 por ciento de las comunicaciones discurrían por satélites comerciales de comunicación.⁵³ De hecho, a inicios de la década anterior, la GAO (Government Accountability Office) instó a que los satélites comerciales fueran identificados como «estructura crítica» e incluidos en la National Strategy for Critical Infrastructure Protection para que fueran protegidos antes acciones perjudiciales o destructivas.⁵⁴

Autores como Ram Jakhu y Joseph Pelton apuntan que la gran recesión mundial sirvió como estímulo definitivo para el desarrollo de la industria privada espacial, pues los Estados y las agencias gubernamentales se vieron en la obligación de buscar soluciones de acceso al espacio más baratas comprendiendo que solamente las compañías privadas podían «implementar una optimización industrial radical».⁵⁵ El comercio espacial ha venido aumentando con el paso de los años en volumen de fabricación, lanzamientos y capital. A inicios de la década de 2010, y en un contexto caracterizado por una ralentización económica generalizada a nivel mundial, la actividad espacial no había experimentado signos de que se hubiera visto afectada por la crisis financiera. De los 38 operadores privados espaciales a nivel mundial que existían en 2011, no se habían registrado balances negativos.⁵⁶ De los 314,17 mil millones de dólares invertidos en el sector de la economía espacial a nivel global en 2013,⁵⁷ tres cuartas partes pertenecían al sector de la comercialización, quedando el cuarto restante en el segmento de la inversión gubernamental.⁵⁸ De los 528 satélites que tenía Estados Unidos en enero de 2015, 229 eran comerciales, 18 civiles, 121 gubernamentales y 160 militares.⁵⁹

52 FULLER, J. *et al.* «The commercial space industry: a critical spacepower consideration», en Lutes, C. D.; Hays, P. L. (eds.), *Toward a theory of space superpower. Selected essays*, Washington, D. C.: Institute for National Strategic Studies. National Defense University, 2011, p. 104.

53 DALBELLO, R. «Commercial communication satellites: assessing vulnerability in a changing world», en Logsdon, J.; Adams, G. (eds.), *Space weapons. Are they needed?*, Washington, D. C.: Space Policy Institute. The George Washington University, 2003, p. 271.

54 GAO. *Critical infrastructure protection. Commercial satellite security should be more fully addressed*, agosto de 2002. Disponible en: <http://www.gao.gov/assets/240/235485.pdf>. Consultado el 15-9-2018.

55 JAKHU, R. S.; PELTON, J. N. «Private commercial space enterprises and global governance system», en Jakhu, R. S.; Pelton, J. N. (eds.), *Global space governance: an international study*, Cham, Switzerland: Springer, p. 115.

56 TORTORA, J.-J. (2014) «Space industry and the financial crisis», en Al-Ekabi, C. *et al.* (eds.), *Yearbook on space policy 2011/2012. Space in times of financial crisis*, Viena: Springer, 2014, pp. 177-178.

57 DE SELDING, P. B. «SES positioned to overtake intelsat in revenue», *SpaceNews*, Paris, 21 de febrero de 2014. Disponible en: <https://spacenews.com/39577ses-positioned-to-overtake-intelsat-in-revenue/> Consultado: 15-9-2018.

58 SPACE FOUNDATION. *The space report 2014*, Colorado Spring, Colorado: Space Foundation, 2014.

59 UNION OF CONCERNED SCIENTIST. *UCS satellite database*, Satellite Quick Facts (includes launches through 1/31/15). Disponible en: https://www.ucsusa.org/nuclear-weapons/space-weapons/satellite-database#.W54k_1JoTBJ. Consultado el 1-6-2015.

Desde que se iniciara el siglo XXI, las iniciativas privadas se han diversificado en cuatro clases:

En primer lugar, la tradicional comercialización de aplicaciones por satélite. Como ejemplo ilustrativo, en febrero de 2017, India batía un récord lanzando al espacio un cohete con 104 satélites, de los que 88 eran *Doves*, un tipo de satélite pequeño que pesa 4,5 kilogramos. Estos satélites son fabricados por la empresa norteamericana Planet Lab con el propósito de vender datos a Gobiernos y compañías privadas.⁶⁰

Con el fin de gestionar un sector económico al alza, en 2009 tres de los operadores de satélites más grandes del mundo, Intelsat, SES e Inmarsat, que cuentan con más de 100 satélites en la Órbita geostacionaria (GEO), propusieron la creación del SDA (Space Data Association), una base de datos destinada a registrar las posiciones de los satélites o las maniobras planificadas para reducir la posibilidad de colisiones orbitales y la interferencia de frecuencias, a la par que pretendía proporcionar consciencia espacial situacional (SSA, acrónimo en inglés). Esta base de datos se convirtió en el primer esfuerzo global de la industria de los satélites que tenía por finalidad abordar cuestiones comunes entre los actores privados. La propuesta tenía un doble objetivo. El primero, proporcionar información sobre la localización de los satélites comerciales, pues, aunque ya está disponible a través de la vigilancia espacial intergubernamental, no siempre es tan precisa y actualizada, sobre todo, en el arco geostacionario. Por tanto, se aspiraba a conseguir una base de datos independiente de control gubernamental. El segundo objetivo que se pretendía era que funcionara como un centro de intercambio de información.⁶¹

En segundo lugar, la provisión de servicios de lanzamiento espacial. Durante los primeros años del siglo XXI, las compañías y la inversión privadas han ido alcanzando diferentes hitos. El primero de ellos se produjo en 2004, cuando el *SpaceShipOne* se convirtió en la primera aeronave tripulada en realizar un vuelo suborbital. Este modelo de vuelo ha generado que se vislumbre una analogía con los primeros días de la aviación comercial en la década de 1920 y 1930, cuando diversas compañías aéreas de capital privado comenzaron a realizar vuelos comerciales transatlánticos.⁶² Otros importantes ejemplos de desarrollo privado los ha alcanzado la empresa SpaceX, la cual envió la primera aeronave espacial, la *Dragon*, a la ISS logrando su acoplamiento en mayo de 2012.⁶³ En diciembre de 2013, se alcanzó otro gran hito en la historia espacial:

60 BARRY, E. «India launches 104 satellites from a single rocket, ramping up a space race», *The New York Times*, New Delhi, 15 de febrero de 2017. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2017/02/15/world/asia/india-satellites-rocket.html>. Consultado: 15-9-2018.

61 DE SELDING, P. B. «Satellite operators solicit bids to create orbital database», *SpaceNews*, Paris, 18 de noviembre de 2009. Disponible en: <http://www.spacenews.com/article/satellite-operators-solicit-bids-create-orbital-database>. Consultado el 15-9-2018.

62 BOOT, M. «Space, the final free market», *Council on Foreign Relations*, 7 de octubre de 2004. Disponible en: <http://www.cfr.org/space/space-final-free-market/p7433>. Consultado el 1-6-2015.

63 CHANG, K. «First private craft docks with space station», *The New York Times*, 25 de mayo de 2012. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2012/05/26/science/space/space-x-capsule-docks-at-space-station.html>. Consultado el 15-9-2018.

SpaceX lanzó desde California el cohete transportador Falcon 9 a GEO portando el satélite privado de comunicación SES-8, manufacturado por la empresa homónima⁶⁴, y en diciembre de 2015 consiguió aterrizar por primera vez en la historia un cohete verticalmente.⁶⁵ Estos avances tecnológicos ha provocado una carrera entre las principales compañías privadas: SpaceX, Blue Origin y Orbital ATK están compitiendo por hacerse con los contratos de lanzamiento gubernamentales, hasta entonces, monopolizados por United Launch Alliance.⁶⁶ El desarrollo de lanzadores privados se ha extendido a otras regiones del mundo. En Europa, la Comisión Europea lanzó el Low-Cost Space Launch en el marco del programa Horizon 2020, con el propósito de desarrollar lanzadores de carga ligera que transporten cargas útiles a Órbita Terrestre Baja (LEO, acrónimo en inglés) a bajo coste. Entre los competidores se encuentra la compañía española PLD Space. Incluso en China se está gestando una incipiente industria de lanzadores privados con distintas firmas como LandSpace, después de que el Gobierno chino decidiera en 2014 abrir el sector espacial a la inversión privada.⁶⁷

En tercer lugar, está el turismo espacial, al que cada vez se van sumando más operadores, aunque algunos otros han desaparecido, como XCOR Aerospace con su nave suborbital *Lynx*. Si bien la comercialización del turismo espacial se remonta a la primera década del siglo XX, una serie de retrasos la ha postergado. Este es el caso de Virgin Galactic, empresa que en 2008 aventuraba operar en 18 meses,⁶⁸ pero que una serie de contratiempos —el más importante de ellos el ocurrido en octubre de 2014 tras el accidente del *VSS Enterprise*— han impedido poner en funcionamiento los primeros vuelos suborbitales. Por su parte, la empresa Blue Origin prevé comenzar a vender los primeros billetes de vuelo suborbital de la nave *New Shepard* a lo largo del año 2019.⁶⁹

Y en cuarto lugar, la exploración y explotación de otros cuerpos celestes, incluida la minería. Entre los retos más destacados se encuentra la aspiración de SpaceX por llegar

64 KLOTZ, I. «(Another) Giant leap for spaceX: geostationary orbit», *Discovery News*, 3 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://news.discovery.com/space/private-spaceflight/another-giant-leap-for-spaceX-geostationary-orbit-131213.htm>. Consultado el 1-6-2015.

65 BBC. «SpaceX rocket in historic upright landing», *BBC News*, 22 de diciembre de 2015. Disponible en: <http://www.bbc.com/news/science-environment-35157782>. Consultado el 15-9-2018.

66 DAVENPORT, C. «As human space flights get closer, the competition for launch contracts heats up», *The Washington Post*, 25 de abril de 2018. Disponible en: https://www.washingtonpost.com/news/the-switch/wp/2018/04/25/jeffrey-p-bezos-blue-origin-getting-closer-to-flying-tourists-to-space-as-it-begins-to-compete-on-several-fronts/?utm_term=.97a346b79847. Consultado el 15-9-2018.

67 JONES, A. «Chinese startups OneSpace, iSpace succeed with suborbital launches», *SpaceNews*, Helsinki, 7 de septiembre de 2018. Disponible en: <https://spacenews.com/chinese-startups-onespace-ospace-succeed-with-suborbital-launches/>. Consultado el 15-9-2018.

68 BBC. «Branson unveils space tourism jet», *BBC*, 28 de julio de 2008. Disponible en: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/7529978.stm>. Consultado el 15-9-2018.

69 FOUST, J. «Blue origin plans to start selling suborbital spaceflight tickets next year», *Washington*, 21 de junio de 2018. Disponible en: <https://spacenews.com/blue-origin-plans-to-start-selling-suborbital-spaceflight-tickets-next-year/>. Consultado el 15-9-2018.

a Marte, primero mediante una misión de carga en 2022, y dos años después, enviando una misión tripulada con el propósito de colonizar el planeta.⁷⁰ También sobresale Bigelow, empresa norteamericana que se ha encargado de construir los algunos de los módulos de la ISS bajo encargo de la NASA, y que paralelamente está investigando y desarrollando unos prototipos para enviar la primera estación espacial privada al espacio⁷¹ así como una estación lunar.⁷² De hecho, Bigelow ha iniciado una serie de trámites dirigidos a reivindicar derechos de propiedad sobre la superficie lunar y tener derechos de extracción minera.⁷³ La reivindicación de propiedad se trata de un asunto muy discutible, en tanto que los tratados que conforman el derecho espacial prohíben este tipo de reclamaciones, tal y como reza el artículo segundo del OST que enuncia que «[el] espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes, no podrá ser objeto de apropiación nacional por reivindicación de soberanía, uso u ocupación, ni de ninguna otra manera».⁷⁴ El Tratado de la Luna de 1979 es todavía más taxativo sobre esta cuestión en tanto que el artículo 11.3 determina que «[ni] la superficie ni la subsuperficie de la Luna, ni ninguna de sus partes o recursos naturales podrán ser propiedad de ningún Estado, organización internacional intergubernamental o no gubernamental, organización nacional o entidad no gubernamental ni de ninguna persona física».⁷⁵ No obstante, este tratado carece de fuerza vinculante debido al escaso número de Estados que lo han ratificado. Pero he aquí que para permitir las actividades de explotación ultraterrestre, algunos Estados ya han comenzado a promulgar una legislación nacional que regule las misiones privadas de exploración espacial. Este es el caso de Luxemburgo con su *Loi du 20 juillet 2017 sur l'exploration et l'utilisation des ressources de l'espace*, cuyo artículo primero estipula que *[l]es ressources de l'espace*

70 WALL, M. «Elon musk wants giant SpaceX spaceship to fly people to mars by 2024», *Space.com*, 29 de septiembre de 2017. Disponible en: <https://www.space.com/38313-elon-musk-spacex-fly-people-to-mars-2024.html>. Consultado el 15-9-2018.

71 HOWELL, E. «Bigelow aerospace: inflatable modules for ISS», *Space.com*, 17 de enero de 2013, <<http://www.space.com/19311-bigelow-aerospace.html>. Consultado el 15-9-2018.

72 DAVID, L. «Private moon bases a hot idea for space pioneer», *Space.com*, 14 de abril de 2010. <http://www.space.com/8217-private-moon-bases-hot-idea-space-pioneer.html>. Consultado el 15-9-2018.

73 KLOTZ, I. «Exclusive - The FAA: regulating business on the moon», *Reuters*, Florida, 3 de febrero de 2015. Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-usa-moon-business/exclusive-the-faa-regulating-business-on-the-moon-idUSKBNOL715F20150203>. Consultado el 15-9-2018.

74 Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes (resolución 2222 (XXI) de la Asamblea General, anexo), aprobado el 19 de diciembre de 1966, abierto a la firma el 27 de enero de 1967, y en vigor el 10 de octubre de 1967. Disponible en: <http://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11S.pdf>. Consultado: 15-9-2018.

75 Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes (resolución 34/68 de la Asamblea General, anexo), aprobado el 5 de diciembre de 1979, abierto a la firma el 18 de diciembre de 1979, y en vigor el 11 de julio de 1984. Disponible en: <http://www.unoosa.org/pdf/publications/STSPACE11S.pdf>. Consultado el 15-9-2018.

sont susceptibles d'appropriation.⁷⁶ Por último, y a lo que se refiere a actividades sobre la Luna en septiembre de 2007 se anunció la Google Lunar X Prize: una competición con una valoración de hasta 20 millones de dólares al primer proyecto privado (aunque se permite un 10 por ciento de financiación pública), cuya misión completara tres requisitos: un alunizaje seguro, un recorrido de hasta 500 metros con el *robot-rover* sobre la superficie lunar, y la emisión a la Tierra de imágenes y videos en alta definición. El plazo de presentación de solicitudes se extendió varias veces hasta que en enero de 2018, la fundación patrocinadora canceló el concurso al confirmar que ninguno de los participantes podría llegar a la Luna antes de la expiración del plazo el 31 de marzo.⁷⁷ Este premio exhibió dos fenómenos importantes: el primero, que la competición lunar no se limitaba a los proyectos asentados en Estados Unidos sino que la participación se extendió a América del Sur, Asia o Europa, incluida España;⁷⁸ y el segundo, que la NASA anunció en 2010 su intención de contratar a algunos de los equipos con el fin de mejorar la tecnología asociada a las misiones lunares de bajo coste.⁷⁹

EL MEDIO AMBIENTE ESPACIAL Y LOS DESECHOS ESPACIALES

El conjunto de las actividades descritas y llevadas a cabo en el espacio ultraterrestre tanto por actores públicos como privados ha tenido como lógica consecuencia un mayor impacto sobre el medio ambiente espacial. El problema de la sostenibilidad espacial y los desechos espaciales se agudizan por las intrínsecas características medioambientales del espacio. Y es que como destaca Joel Primack, «el espacio es el entorno más frágil que existe, dado que tiene la menor capacidad de autoregeneración».⁸⁰ Debido a sus particularidades factoriales, el espacio se convierte en un entorno muy diferente al terrestre.

76 Loi du 20 juillet 2017 sur l'exploration et l'utilisation des ressources de l'espace, Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg, Firmado: 20/07/2017; Publicado: 28/07/2017. Disponible en:<http://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2017/07/20/a674/jo>. Consultado el 15-9-2018.

77 FOUST, J. *SpaceNews*, 23 de enero de 2018. Disponible en: <https://spacenews.com/google-lunar-x-prize-to-end-without-winner/>. Consultado: 15-9-2018.

78 BASULTO, D. «One small step for man, one giant step for the commercialization of the moon», *The Washington Post*, 12 de febrero de 2015. Disponible en: <http://www.washingtonpost.com/blogs/innovations/wp/2015/02/12/one-small-step-for-man-one-giant-step-for-the-commercialization-of-the-moon/>. Consultado el 15-9-2018.

79 AL-EKABI, C. «Developments in space policies, programmes and technologies throughout the world and in Europe», en Al-Ekabi, C. *et al.* (eds.), *Yearbook on space policy 2011/2012. Space in times of financial crisis*, Viena: Springer, 2014, p. 117.

80 PRIMACK, J. «Debris and future space activities», en Motlz, J. C. (ed.), *Future security in space: commercial, military, and arms control trade-offs*, Center for Nonproliferation Studies, Occasional Paper, 2002, p. 1.

Así, desde que el primer fraccionamiento crítico de un satélite se produjera en junio de 1961,⁸¹ y acto seguido se desatara una prolífica serie de fragmentaciones durante las décadas de 1970 y 1980, la cuestión de los desechos espaciales ha captado la atención de los Estados y la comunidad científica.⁸² El reconocimiento de este problema surgió no solamente a raíz de los efectos causados por los ensayos ASAT coorbitales realizados por la Unión Soviética, sino también por las explosiones durante la segunda fase de los cohetes Delta, cuyo primer accidente ocurrió en 1973.⁸³ En la actualidad, las previsiones apuntan a que la contaminación espacial se incrementará con el paso de los años a causa de la creciente actividad espacial, las explosiones en órbita y las accidentales colisiones entre los objetos espaciales. De hecho, algunas simulaciones sobre la evolución de los desechos apuntan a que, incluso si se detuvieran los lanzamientos espaciales, la actual cantidad de desechos que orbitan LEO generarían tal cadena de colisiones que, transcurridos 50 años, se haría impracticable operar en esa región.⁸⁴ Dado que la tasa de crecimiento de desechos ronda el cinco por ciento anual,⁸⁵ la mayor preocupación es que LEO quede envuelta bajo el llamado «Síndrome Kessler», un escenario propuesto en 1978 por Donald Kessler, cuya tesis predice que llegado un punto crítico, la tasa de acumulación de desechos crecerá más rápidamente que su tasa de descomposición, llegándose a un estadio donde una «cascada de colisiones» provocará la inutilización irreversible del espacio.⁸⁶

Los desechos espaciales son definidos por el Comité Interagencia de Coordinación de los Desechos Espaciales (IADC, acrónimo en inglés) como «todos los objetos hechos por el hombre incluyendo los fragmentos y elementos en la órbita terrestre o en la reentrada de la atmósfera que no son funcionales».⁸⁷ Haciendo un mayor desglose, los desechos espaciales incluyen: los satélites cuya vida funcional terminó y permanecen vagando por el espacio; las fases superiores de los cohetes en órbitas de transferencia; los «desechos operacionales», aquellos liberados intencionadamente cuya misión consiste en la protección del satélite durante la fase de lanzamiento; la fragmentación de desechos a causa de colisiones; las explosiones accidentales o intencionadas; los residuos de los propulsores usados para trasladar satélites a GEO a través de una órbita de

81 PORTREE, D. S. F.; LOFTUS, JR. J. P. *Orbital debris: a chronology*, NASA, 1999, enero, p. 4.

82 NASA. *History of on-orbit satellite fragmentations*, Orbital Debris Program Office, 2008, p. 1.

83 IAA: International Academy of Astronautics, *Position paper on space debris mitigation. Implementing zero debris creation zones*, 2005, p. 8.

84 LIU, J.-C. & JOHNSON, N. L. «A sensitivity study of the effectiveness of active debris removal in LEO», *Acta Astronautica*, 2009, vol. 64:2-3, p. 236.

85 PELTON, J. N., *Space debris and other threats from outer space*, New York: Springer, 2013, p. 5.

86 STENGER, R. «Scientist: space weapons pose debris threat», *CNN*, 3 de mayo de 2002. Disponible en: http://edition.cnn.com/2002/TECH/space/05/03/orbit.debris/index.html?_s=PM:TECH. Consultado el 15-9-2018.

87 IADC: Inter-Agency Space Debris Coordination Committee, *Space debris mitigation guidelines of the committee on the peaceful uses of outer space*, 2010, p. 1.

transferencia; o el deterioro de los materiales a causa de las condiciones extremas de la meteorología espacial.⁸⁸ Del total de objetos orbitales catalogados, el 94 por ciento son calificados como desechos.⁸⁹ Sin embargo, más allá de las amenazas que representan los satélites abandonados u otros desechos operacionales, la literatura se ha hecho especial eco de los llamados «desechos de segunda generación», esto es, las pequeñas partículas generadas como consecuencia del impacto entre objetos espaciales.⁹⁰ De los 5400 desechos orbitales de más de 10 centímetros registrados en 1980, en la actualidad la cuantía supera las 21 000 piezas.⁹¹ Además, hay alrededor de 500 000 piezas de entre 1 y 10 centímetros de diámetro; y más de 100 millones de partículas menores de un centímetro. La tecnología actual permite elaborar registros de partículas de hasta 3 milímetros en LEO.⁹² El principal medio que existe para detectar, catalogar e identificar los desechos espaciales es el Space Surveillance Network (SSN) norteamericano.

Según David Wright,⁹³ existen dos principales fuentes de desechos espaciales. La primera es la «actividad espacial rutinaria», que cubre los desechos liberados durante la fase de lanzamiento, la fragmentación de los satélites fuera de servicio, las explosiones de los propulsores de los cohetes que permanecen en órbita a causa del fuel remanente, y las colisiones entre objetos espaciales. La segunda, es la destrucción intencional de satélites mediante ensayos o empleo de armas ASAT cinéticas.⁹⁴ De hecho, según el propio Wright,⁹⁵ la intercepción llevada a 7,5 km/s por un arma cinética de 20 kilogramos tendría la suficiente fuerza como para destruir completamente un satélite de hasta 8 toneladas como el satélite europeo Envisat. El peligro que entrañan los desechos surgidos de las actividades rutinarias o las intercepciones intencionales es la potencial destructividad sobre el resto de satélites y misiones tripuladas en tanto que se trata de piezas que en el momento del impacto alcanzan los 10 km/s en LEO. Dependiendo del tamaño, los desechos pueden producir desde desperfectos en los sensores y pane-

88 ALBY, F. «The space debris environment and its impacts», en Rathgeber, W.; Schrogl, K.; Williamson, R. A. (eds.), *The fair and responsible use of space: an international perspective*, Viena: Springer, 2010, pp. 60-61.

89 IAA: International Academy of Astronautics, *op. cit.*, nota 83, p. 4.

90 WILLIAMS, M. «Safeguarding outer space: on the road to debris mitigation», en United Nations Institute for Disarmament Research (ed.), *Security in Space: the Next Generation*, Geneva: United Nations, 2008, pp. 84.

91 PELTON, J. N., *op. cit.*, nota 85, p. 5.

92 NASA ORBITAL DEBRIS PROGRAM OFFICE. Orbital debris frequently asked questions. Disponible en: https://www.nasa.gov/news/debris_faq.html Consultado el 15-9-2018.

93 WRIGHT, D. «Orbital debris produced by kinetic-energy anti-satellite weapons», en United Nations Institute for Disarmament Research (ed.), *Celebrating the space age. 50 years of space technology, 40 years of the outer space treaty*, Ginebra: United Nations, 2007, pp. 155-156.

94 NASA, *op. cit.*, nota 82, p. 2.

95 WRIGHT, D., *op. cit.*, nota 93, p. 159.

les de los satélites hasta la completa destrucción del satélite desatando una «nube de desechos».

En la actualidad, el reconocimiento compartido sobre la fragilidad del medio ambiente espacial es común entre las principales potencias espaciales. Razón de ello es que el antes mencionado IADC ha designado a LEO y GEO en sus directrices con el término de «regiones protegidas».⁹⁶ LEO, que se extiende hasta los 2000 kilómetros es la región más congestionada y con mayor concentración de objetos espaciales y donde, además, se desarrollan las misiones tripuladas. La protección sobre GEO no se reduce solamente a su órbita circular y ecuatorial a 35 786 kilómetros, sino que se extiende a ± 200 kilómetros y a ± 15 grados.

Un factor que juega un papel esencial en LEO para mitigar los desechos es el efecto del arrastre atmosférico. Este elemento es «la fuerza resistiva de las moléculas de la atmósfera».⁹⁷ Dada esta fuerza resistiva, el arrastre atmosférico ejerce sobre los satélites una influencia negativa y otra positiva. El efecto negativo implica que la resistencia atmosférica genera una perturbación sobre la trayectoria de los satélites ralentizándolos, obligándolos al empleo de combustible para mantener órbitas estables. La presión atmosférica se torna más densa todavía si al arrastre atmosférico se le añaden las presiones provenientes de la radiación solar.⁹⁸ El efecto positivo, por el contrario, conlleva a que una vez agotado el combustible y por tanto la velocidad que lo mantiene en órbita, el satélite progresivamente pierde altitud y termina reentrando en la atmósfera para una vez dentro de ella, se desintegre y se vaporice tras exponerse a los altos flujos de calor entre los 90 y los 75 kilómetros. La desintegración no es completa pues se estima que entre un 20 y un 40 por ciento de los desechos acaban llegando a la superficie de la Tierra.⁹⁹ La densidad atmosférica se reduce a medida que aumenta la altitud y los efectos del arrastre terminan desvaneciéndose paulatinamente hasta alcanzar los 965 kilómetros.¹⁰⁰ Así las cosas, un objeto a una altitud de entre 350 y 400 kilómetros precisiaría de año y medio hasta reentrar en la atmósfera; varias décadas si está localizado a 700 kilómetros, y más de dos siglos si se encuentra por encima de los 800 kilóme-

96 IADC: Inter-Agency Space Debris Coordination Committee, *IADC, Space debris mitigation guidelines*, 2007, p. 6.

97 U.S. ARMY TRAINING AND DOCTRINE COMMAND. «Army space reference text», capítulo 5, *Space Division*, 2000. Disponible en: http://fas.org/spp/military/docops/army/ref_text/. Consultado el 24-1-2017.

98 PRIESTER, W.; ROEMER, M.; VOLLAND, H. «The physical behavior of the upper atmosphere deduced from satellite drag data», *Space Science Reviews*, 1967, vol. 6:6, pp. 708-710.

99 Роскосмос: Тгк «Прогресс М-27М» прекратил существование (Roskosmos: Tgk «Progress M-27M» prekratil sushhestvovanie), 8 de mayo de 2015. Disponible en: <https://www.roscosmos.ru/21474/> Consultado el 15-9-2018.

100 U.S. ARMY TRAINING AND DOCTRINE COMMAND, *op. cit.*, nota 97, capítulo 5.

tros.¹⁰¹ Desafortunadamente, los satélites ni están distribuidos de manera equidistante ni permanecen cercanos a las zonas más densas del arrastre atmosférico, sino que la mayor concentración se encuentra entre los 650 y los 900 kilómetros y entre los 1400 y los 1500,¹⁰² regiones donde se hallan las constelaciones norteamericanas Iridium (790 kilómetros), Globalstar (1410 kilómetros) o la rusa Rodnik (1480 kilómetros), es decir, zonas donde el arrastre o es muy débil o sencillamente inexistente. De hecho, el número de satélites que orbitan a altitudes inferiores a los 500 kilómetros es muy reducido.

Sobre LEO, hay dos eventos que han aumentado significativamente el número de desechos. El primero, fue el antes mencionado ensayo ASAT realizado por China en enero de 2007, que interceptó al obsoleto satélite chino Fengyun-1C a 865 kilómetros a una velocidad de 32 400 km/h. El impacto provocó el incremento de una quinta parte de las partículas registradas y desató una nube de desechos que se extendieron desde los 200 hasta los 3 850 kilómetros, cubriendo a LEO en toda su extensión.¹⁰³ A inicios de 2014, todavía permanecía el 90 por ciento de los desechos en órbita.¹⁰⁴ El segundo, fue la colisión accidental entre el satélite ruso Cosmos-2251 y el satélite norteamericano Iridium-33, en febrero de 2009 a 790 kilómetros. La colisión entre los dos satélites se produjo por encima de la península de Taimyr, en la zona más septentrional de Siberia. Este hecho es revelador dado que es sobre los polos donde se concentran los mayores riesgos y probabilidades de colisión.¹⁰⁵ Estos dos eventos provocaron más de 5500 objetos detectables y componen el 36% de los residuos que vagan por LEO.¹⁰⁶

De especial interés ha sido el ensayo ASAT de 2007 por las implicaciones que tiene sobre la seguridad espacial y la estabilidad internacional. El ensayo ocasionó un gran desequilibrio en los registros de desechos en LEO alcanzando un agudo pico sobre los 890 kilómetros.¹⁰⁷ La intercepción provocó un número de desechos semejante al acumulado durante 50 años. La mayor parte de ellos se han concentrado a la altitud don-

101 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Orbital debris. A technical assessment*, Washington, D. C.: The National Academies Press, 1995, p. 29.

102 YANOFKY, D.; FERNHOLZ, T. *Quartz*. This is every active satellite orbiting earth. Disponible en: <http://qz.com/296941/interactive-graphic-every-active-satellite-orbiting-earth/>. Consultado el 15-9-2018].

103 DAVID, L. «China's anti-satellite test: worrisome debris cloud circles earth», *Space.com*, 2 de febrero de 2007. Disponible en: <http://www.space.com/3415-china-anti-satellite-test-worrisome-debris-cloud-circles-earth.html>. Consultado el 15-9-2018.

104 NASA. «Fengyun-1C debris cloud remains hazardous», *Orbital Debris*, Quarterly News, 2014, vol. 18:1, January, pp. 2-3.

105 EUROPEAN SPACE AGENCY. The space debris story 2013. Disponible en: http://www.esa.int/esatv/Videos/2013/04/The_Space_Debris_Story_2013/The_Space_Debris_Story_2013_-_English. Consultado el 15-9-2018.

106 BOWEN, B. E. (2014) «Cascading crises: orbital debris and the widening of space security», *Astropolitics: the international journal of space politics & policy*, 2014, vol. 12:1, p. 49.

107 NASA, *op. cit.*, nota 82, p. 4.

de se produjo la colisión, lo que representa una grave amenaza para los satélites que comparten una altitud orbital similar, como los pertenecientes a la US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) o la Defense Meteorological Satellite Program (DMSP). Sin embargo, con el tiempo, la nube de desechos se ha expandido más allá del plano orbital original, obligando a los satélites operativos a realizar maniobras en caso de verse expuestos a una colisión. Así, durante los seis primeros meses tras el ensayo ASAT, el satélite de la NASA Terra, que orbita a 705 kilómetros debió maniobrar para evitar fragmentos de hasta 35 centímetros. La ISS también recibió órdenes de maniobrar¹⁰⁸, aunque finalmente se canceló tras comprobarse que la distancia era aceptable.¹⁰⁹ Aun así, parece ser que la colisión que dañó al micro-satélite ruso Blits en enero de 2013, fue como consecuencia de los desechos esparcidos tras el ensayo ASAT.¹¹⁰ Por otra parte, el margen de maniobra no siempre está asegurado, debido a que la mayoría de los objetos espaciales no están controlados, haciendo que un gran número de potenciales colisiones no puedan ser evitables.¹¹¹ Aunque se ha considerado la opción de reforzar los materiales de los satélites, finalmente se ha descartado, puesto que añade considerable peso, encareciendo los costes de lanzamiento y aumentando la nube de desechos en caso de fragmentación. Por ello, el robustecimiento de los materiales solamente se aplica a las misiones tripuladas como la ISS.¹¹²

En cuanto a GEO, hasta hace poco se presumía de que los satélites geoestacionarios estaban a salvo de intercepciones cinéticas. Sin embargo, el ensayo chino del 13 de mayo de 2013 ha puesto bajo debate dicha presunción. Aunque China afirma que se trató de un cohete de investigación a alta altitud, Estados Unidos considera que en realidad fue un ensayo ASAT encubierto a una altitud superior a los 10 000 kilómetros.¹¹³ David Wright calculó que en base a los pocos datos públicos, el apogeo del vuelo superó los 10 000 kilómetros, y que si no hubiera maniobrado horizontalmente, la altitud alcanzada habría rondado entre los 23 000 y los 36 000 kilómetros. De ser ciertos estos cálculos, ello implicaría que China dispondría de la capacidad ASAT suficiente para alcanzar no solo a los satélites de posicionamiento localizados en la

108 ZENKO, M. «The danger of space debris», *CNN World*, 24 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://globalpublicsquare.blogs.cnn.com/2011/09/24/the-danger-of-space-debris/>. Consultado el 15-9-2018.

109 JOHNSON, N. L. *et. al.* «The characteristics and consequences of the break-up of the Fengyun-1C spacecraft», *Acta Astronautica*, 2008, vol. 63:1-4, pp. 128; 134.

110 DAVID, L. «Russian satellite Hit by debris from chinese anti-satellite test», *Space.com*, 8 de marzo de 2013. Disponible en: <https://www.space.com/20138-russian-satellite-chinese-space-junk.html>. Consultado el 15-9-2018.

111 EUROPEAN SPACE AGENCY, *op. cit.*, nota 105.

112 POST: Parliamentary Office of Science and Technology. «Space debris», *UK Parliament*, 2010, n.º 355, March, p. 3.

113 SHALAL-ESA, A. «U.S. sees China launch as test of anti-satellite muscle: source», *Reuters*, 15 de mayo de 2013. Disponible en: <http://www.reuters.com/article/us-china-launch-idUSBRE94E07D20130515>. Consultado: 15-9-2018.

Órbita Media Terrestre (MEO) sino también a los satélites de comunicación y alerta temprana en GEO.¹¹⁴

Un ASAT de tal alcance implica importantes connotaciones geoestratégicas, incluidas aquellas concernientes a la cuestión de los desechos espaciales. En este punto, GEO tiene, desde un punto de vista comparativo con LEO, una serie de ventajas y desventajas. Entre las ventajas, está la velocidad orbital: los objetos espaciales en GEO viajan a menos de la mitad que en LEO, a 3 km/s y a 7,8 km/s, respectivamente. Además, GEO cuenta con una única órbita ecuatorial que gira hacia el este, a diferencia de LEO, que cuenta con un mayor número de planos orbitales. Entre las desventajas, está la lejanía que impide llevar a cabo tareas de registros detallados de los objetos, en tanto que no pueden captarse aquellos inferiores a un metro. En consecuencia, en las explosiones de satélites y etapas superiores de los cohetes no es posible conocer con precisión ni la localización ni la distribución espacial resultante. Además, y muy importante, GEO no cuenta con ningún mecanismo natural para eliminar los desechos.¹¹⁵

La cuestión de los desechos espaciales se agrava dado que el arrastre atmosférico se ha mostrado como el único método viable para disminuir los desechos. Ello ha ocasionado que las estrategias de mitigación se hayan centrado principalmente en realizar maniobras durante la última etapa de la vida útil de los satélites, con el fin de descender hasta las bandas, donde el arrastre ejerce su influencia para que en un plazo de 25 años reentren en la atmósfera. La desventaja de esta medida es que las maniobras orbitales de extensas distancias requieren grandes cantidades de combustible, por lo que el descenso orbital se restringe a los satélites que se encuentran en las capas intermedias de LEO. Para los satélites que se encuentran en las capas superiores de LEO, una solución muy generalizada ha sido desplazarse durante su última etapa a MEO, una región mucho menos congestionada, a más de 2000 kilómetros, y crear una zona que se ha venido a llamar «cementerio orbital» (*graveyard orbit*). Una solución similar se ha adoptado para los satélites que se encuentran en GEO: transferirlos más allá de la «región protegida», esto es, a ± 200 kilómetros.¹¹⁶

Paralelamente, diversos estudios e investigaciones han pretendido encontrar fórmulas sobre cómo deshacerse de los desechos que permanecen fuera del arrastre atmosférico. Estas medidas se conocen como Active debris removal (ADR). Hasta la fecha, el común denominador que comparten estas propuestas es su grado de exotismo dadas las limitaciones tecnológicas actuales. Entre las distintas series de técnicas, Brian Wee-

114 WRIGHT, D. «How high did China's May 2013 launch go?», *Union of Concerned Scientists*, 13 de marzo de 2014. Disponible en: <http://allthingsnuclear.org/dwright/how-high-did-chinas-may-2013-launch-go?>. Consultado el 15-9-2018.

115 FLURY, W. *et al.* «Searching for small debris in the geostationary ring – Discoveries with the Zeiss 1-metre Telescope», ESA, Bulletin 104, 2000, November, p. 92.

116 ALBY, F. (2015) «The issue of space debris», en Schrogl, K-U.; Hays, P. L.; Robinson, J.; & Giannopapa, D. M. Ch. (eds.). *Handbook of Space Security. Policies, Applications and Programs*, New York: Springer, 2015, pp. 691-692.

den distingue tres.¹¹⁷ Una primera técnica de ADR que disfruta de cierta popularidad es el empleo de rayos láser desplegados en el espacio o en la Tierra dirigidos a disparar a los desechos espaciales, con el fin de que descendan de sus revoluciones orbitales y entren en las bandas del arrastre atmosférico. De hecho se ha publicado que la ISS podría albergar rayos láser a finales de la década de 2010. Sin embargo, según los estudios, la distancia máxima que el láser podría alcanzar es de 100 kilómetros.¹¹⁸ Dado que la ISS orbita a 420 kilómetros, no llegaría a las bandas más críticas, donde existe la mayor concentración de desechos: entre los 800 y los 900 kilómetros. Los riesgos que entraña esta técnica son obvios, empezando por el accidental ataque sobre alguno de los satélites operativos. El accidente podría inutilizar a los satélites al dejar «cegados» sus paneles ópticos, o destruirlos si la intensidad de la energía propulsada es muy potente. Asimismo, téngase presente que el medio ambiente espacial es muy hostil. Esta hostilidad acelera la degradación de los materiales de los componentes espaciales y acelera su inestabilidad. Ante esta circunstancia, un viejo cohete podría verse sometido a una repentina carga de energía dirigida y explotar a causa del combustible residual almacenado en sus tanques. Además, siempre recaería sobre los láseres la sospecha de tecnología de doble uso, por lo que muchos Estados podrían considerarla un arma ASAT y por consiguiente imponer cuantiosas reticencias a su despliegue y uso.

Una segunda técnica son las operaciones *rendezvous*, esto es, vehículos espaciales que mediante redes, arpones u otras técnicas de arrastre, recogen la basura espacial y la devuelvan a la Tierra. La NASA ha comenzado a realizar pruebas con el TechEdSat-4, un satélite equipado con una especie de paracaídas que arrastra los desechos espaciales hasta la atmósfera.¹¹⁹ Sin embargo, las operaciones *rendezvous* comportan enormes dudas más allá incluso de la problemática que despierta la tecnología de doble uso. La principal duda que arrojan guarda relación con la ausencia de una definición formal a nivel internacional de objeto funcional y objeto no funcional en tanto que ambos, sin distinción alguna, entran en una misma categoría: objetos espaciales. En consecuencia, como no existe distinción, cualquier objeto es susceptible de ser eliminado. Para la seguridad espacial esta cuestión es de máxima consideración dada la existencia de «objetos en estado de hibernación». Es decir, la «capacidad de hibernación», obviamente ocultada por el Estado titular del objeto, genera una considerable incertidumbre sobre la vida útil de los objetos. Asimismo, los recelos sobre las operaciones *rendezvous* se agravan, dado que no todos los Estados disponen de tecnología de SSA, esto es, la capacidad para «monitorear y entender los cambios que acaecen en el medio ambiente

117 WEEDEN, B. «Overview of the legal and policy challenges of orbital debris removal», *Space Policy*, 2011, vol. 27:1, p. 39.

118 CHOI, C. Q. «Space station could get laser cannon to destroy orbital debris», *Space.com*, 30 de abril de 2015. Disponible en: <http://www.space.com/29271-space-station-laser-cannon-orbital-debris.html>. Consultado el 15-9-2018.

119 ALBERTY, M. «NASA deploys satellite designed to re-enter atmosphere using revamped drag device», NASA, 4 de marzo de 2015. Disponible en: <http://www.nasa.gov/ames/nasa-deploys-satellite-designed-to-re-enter-atmosphere-using-revamped-drag-device>: Consultado el 15-9-2018.

espacial», concretamente las capacidades materiales para identificar y controlar visualmente las tareas de limpieza.¹²⁰ Por último, pero no por ello menos importante, está el asunto de posibles patentes tecnológicas o secretos militares o comerciales que pueden albergar algunos de los satélites, y que por seguro llevará a muchos Estados a impedir que otros recojan sus objetos obsoletos ante el recelo de que puedan ser examinados.

Una tercera técnica aboga por llevar a cabo tareas «recolectoras», esto es, objetos espaciales que dispondrían de una superficie con materiales absorbentes en los que quedarían atrapados los desechos tras los impactos.

No obstante, a pesar de los grandes desafíos que presentan los desechos espaciales, las respuestas dadas desde el derecho internacional y la AGNU han sido poco ambiciosas. Como sostiene Jinyuan Su,¹²¹ la cuestión ambiental no fue una prioridad durante las tareas de elaboración del OST, tal y como pone en evidencia el artículo IX, en tanto que su redacción no estuvo dirigida a «proteger el medio ambiente orbital sino a preservar la experimentación científica espacial». El artículo IX, que incide en la necesidad de regir las actividades espaciales mediante los principios de cooperación y asistencia mutua, y que dicta que los Estados Parte «procederán a su exploración de tal forma que no se produzca una contaminación nociva ni cambios desfavorables en el medio ambiente de la Tierra», en realidad, no dispone de mecanismos de ejecución directa sino que está diseñado para instar a los Estados a abstenerse de crear desechos espaciales, a la par que impone enormes trabas a que un Estado responsabilice a otro de haber acometido una violación al crear nuevos desechos orbitales. En efecto, el artículo aboga no por procedimientos judiciales sino por la celebración de «consultas internacionales». Tras el ensayo ASAT de 2007, Japón fue el único país que denunció abiertamente a China por acometer un acto peligroso, que a su juicio suponía una violación del artículo IX del OST.¹²²

CONCLUSIONES

El panorama derivado del incremento de nuevos actores espaciales con políticas de seguridad muy distintas entre ellas provoca varias consecuencias, a saber: por una parte, una mayor inclinación hacia una carrera armamentista que pueda poner en peligro los activos espaciales; por otra parte, la priorización de las grandes potencias por no debilitar sus estrategias espaciales ha desembocado en un significativo cúmulo de obstáculos que frenan la materialización de acuerdos dirigidos a la correcta gestión de los recursos orbitales, así como al control de armas. En definitiva, el mayor número de actividades espaciales unido a la ausencia de mecanismos de regulación y sanción conllevan a un mayor grado de vulnerabilidad del medio ambiente espacial. Lo cierto

120 JARAMILLO, C. *op. cit.*, nota 35, p. 37.

121 SU, J. «The environmental dimension of space arms control», *Space Policy*, 2013, vol. 29:1, p. 62.

122 MOLTZ, J. C. *op. cit.*, nota 9, p. 104.

es, por tanto, que la vía multilateral para abordar la cuestión de los desechos espaciales se antoja muy complicada y ardua.

Por otra parte, la segunda era espacial, especialmente a partir de la década de 2010, ha escenificado una fuerte eclosión en el campo de las actividades espaciales con la entrada de nuevos actores públicos de todos los continentes, así como el aperturismo a la comercialización espacial por agentes privados. Como ejemplificación véase el siguiente caso: los dos primeros vuelos del lanzador Falcon 9 Bloque V de la empresa SpaceX transportaron un satélite de Bangladesh¹²³ y otro de Indonesia¹²⁴ en mayo y agosto de 2018 respectivamente.

Esta democratización lleva aparejada múltiples ventajas. Respecto a los Estados, muchos de ellos están en disposición de modernizar sus sistemas de seguridad para gestionar de mejor manera las amenazas que afectan a su seguridad nacional y humana como son aquellas actividades que van desde el monitoreo de tropas rebeldes o bandas narcotraficantes hasta la prevención de desastres naturales o de deforestación. Igualmente, la posesión de satélites ha impulsado fuertemente el desarrollo socioeconómico de muchos países creando sólidas infraestructuras, de radiodifusión y telefonía móvil, de gestión oceánica o de explotación minera entre otras. Además de estas importantes ventajas, un importante efecto que puede tener en la seguridad espacial el proceso democratizador es que los nuevos actores emergentes, sabedores de las ventajas que reportan los beneficios espaciales, y conforme aumenten su influencia a nivel mundial en sintonía al nuevo viraje que están experimentando las relaciones internacionales y los centros de poder en estas primeras décadas del siglo XXI, puedan ejercer un papel de contención sobre la militarización del espacio y los ensayos ASAT de las grandes potencias abogando por su moderación o eliminación dados los riesgos indiscriminados que este tipo de armas pueden generar sobre los activos de otros actores espaciales. Aunque la democratización es beneficiosa, también puede acarrear efectos negativos, como es el uso de los activos espaciales por Estados no democráticos que se sirvan de los satélites para fortalecer sus regímenes, como por ejemplo utilizando los satélites de reconocimiento terrestre para tareas de monitoreo de las fuerzas opositoras.

Esta conjunción de escenarios benignos y negativos se traslada a la entrada de los actores privados. Entre las consecuencias positivas, destaca la posibilidad que se les presta a los sujetos privados como empresas o universidades de comprar y disponer de la «titularidad directa» de los satélites. Este proceso se ha acelerado en los últimos años con la proliferación de los *nanosats*, satélites de entre uno y diez kilogramos, cuyo formato estándar es el llamado *cubesat*, cuya medida es de diez centímetros cuadrados, un

123 HENRY, C. «How Bangladesh became SpaceX's first Block 5 Falcon 9 customer», *SpaceNews*, Washington, 9 de mayo de 2018. Disponible en: <https://spacenews.com/how-bangladesh-became-spacexs-first-block-5-falcon-9-customer/>. Consultado el 15-9-2018.

124 HENRY, C. «SpaceX launches Telkom Indonesia satellite on first reflight of Block 5 Falcon 9 booster», *SpaceNews*, Washington, 7 de agosto de 2018. Disponible en: <https://spacenews.com/spacex-launches-telkom-indonesia-satellite-on-first-reflight-of-block-5-falcon-9-booster/>. Consultado el 15-9-2018.

peso de 1,3 kilogramos y un precio de 100 000 dólares. Dicha proliferación se traduce en que a lo largo de la segunda mitad de la década de 2010, se espera que se lancen al espacio más de 1000 *nanosats*.¹²⁵ La distribución de *nanosats* representa un gran avance para la ciencia dado que posibilita realizar un sinnúmero de experimentos y estudios sobre la radiación solar y cósmica o investigaciones sobre la meteorología espacial. Sin embargo, el efecto reverso es que esta tecnología caiga en manos de actores criminales o terroristas; actores que podrían disponer de *nanosats* de reconocimiento que cuentan con una resolución de imagen de hasta 50 centímetros (50 cm x 50 cm por píxel es el límite que Estados Unidos ha impuesto a los satélites comerciales). Por otro lado, habiéndose visto la preocupación que despiertan en los actores privados las cuestiones asociadas a la seguridad espacial y sus decisiones por adoptar medidas de seguridad, estos actores privados podrían, más pronto que tarde, ejercer tareas de presión sobre sus Estados instándoles a limitar sus programas ASAT. Igualmente, los agentes privados pueden motivar la revisión del derecho espacial e iniciar un proceso legislativo «liberal» donde se aborden cuestiones tan delicadas como los derechos de propiedad en la Luna o en Marte. Sin embargo, también puede ser que el nuevo escenario privatizador estimule una especie de proceso de «banderas de conveniencia» donde los operadores, para abaratar costes, se desvinculen de las obligaciones que determinan los «Estados responsables» en sus legislaciones nacionales y acudan a otros Estados que impongan menos restricciones a la hora de realizar las operaciones espaciales. Desplazar las instalaciones de un Estado a otro no sería un proceso muy complejo si se toma como modelo el de la ahora desaparecida XCOR Aerospace, que ofrecía vuelos suborbitales. La peculiaridad de esta empresa era que su nave *Lynx* no era lanzada verticalmente desde una plataforma de lanzamiento sino que se trataba de un avión-cohete que, como cualquier avión comercial, estaba diseñado para necesitar básicamente un hangar y una pista de despegue.

El resultado de todo ello es que, a día de hoy, el problema de los desechos espaciales se constituye junto a las armas espaciales como uno de los grandes ejes de la seguridad espacial. Es más, los desechos espaciales se «consideran por muchos observadores como el asunto más apremiante de la seguridad espacial». ¹²⁶ El progresivo deterioro de los recursos orbitales ha mostrado ser una cuestión de máxima preocupación para los actores públicos y privados, que han dedicado enormes esfuerzos a conseguir capacidades SSA para prevenir y evitar colisiones con las grandes nubes de desechos espaciales. Aunque la NASA ha afirmado que «la probabilidad de que dos grandes objetos (> 10 cm de diámetro) choquen accidentalmente es muy baja», ¹²⁷ el ascendente volumen de tráfico espacial a causa del cada vez mayor número de actores espaciales, hace imperiosa la necesidad de adoptar medidas dirigidas a mitigar los desechos espaciales.

125 «Nanosats are go!», *The Economist*, 7 de junio de 2014. Disponible en: <https://www.economist.com/technology-quarterly/2014/06/07/nanosats-are-go>. Consultado el 15-9-2018.

126 LISTNER, M. «Legal issues surrounding space debris remediation», *The Space Review*, 6 de agosto de 2012. Disponible en: <http://www.thespacereview.com/article/2130/1>. Consultado el 15-9-2018.

127 NASA ORBITAL DEBRIS PROGRAM OFFICE. *op. cit.*, nota 92.

Sin embargo, existen numerosos obstáculos de muy distinto signo. Obstáculos de carácter técnico, pues hasta la fecha la única fórmula de mitigación es el arrastre atmosférico. Las técnicas de Active Debris Removal dirigidas a desorbitar los desechos se encuentran en una fase muy inmadura y por tanto muy alejada de la viabilidad práctica. También existen obstrucciones de carácter político, como se ha puesto de manifiesto en el segundo apartado a causa de las prioridades de los actores por garantizar su seguridad nacional. Asimismo, las tareas de mitigación se enfrentan a grandes obstáculos presupuestarios y legales.¹²⁸ Respecto a los escollos legales, difícilmente se podrá avanzar en la mitigación de desechos si no se emprende una reconceptualización de la definición internacional de desecho espacial para que escape de la titularidad exclusiva de los Estados.

Dado que el escenario resultante es demasiado complejo a causa de las dificultades que existen en el marco de la estrategia internacional por llegar a acuerdos multilaterales con los que gestionar los desechos espaciales, una alternativa con la que fortalecer la gobernanza espacial puede ser la promulgación y adopción de legislaciones nacionales para que autoricen y supervisen actividades sobre mitigación de desechos espaciales y que, con el transcurrir del tiempo, alcancen consistencia y puedan llegar a rango de norma consuetudinaria internacional. Se trata de una vía ya propuesta para otras actividades espaciales carentes de suficiente regulación como, por ejemplo, los vuelos suborbitales.¹²⁹ Un caso clarividente es el de Francia, que en línea a la norma ISO 24113,¹³⁰ recoge en el artículo 5 del acta espacial de 2008 la obligación de limitar los riesgos asociados a los desechos espaciales,¹³¹ y la orden ministerial del 31 de marzo de 2011 estipula las obligaciones de evitar la liberación intencional de desechos espaciales en órbita durante las operaciones nominales; evitar rupturas o desintegraciones en las órbitas; y alejar objetos espaciales de las órbitas protegidas después de la misión (artículo 21).¹³²

128 HILDRETH, S. A. & ARNOLD, A. «Threats to U.S. national security interests in space: orbital debris mitigation and removal», *Congressional Research Service*, 8 de enero de 2014. Disponible en: <https://www.fas.org/sgp/crs/natsec/R43353.pdf>. Consultado el 15-9-2018.

129 MASSON-ZWAAN, T., «Liability and insurance for suborbital flights», *Proc. 5th IAASS Conference A safer space for a safer world*, Versailles, France 17–19 October 2011 (ESA SP-699, January 2012).. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/15606188.pdf>. Consultado el 15-9-2018.

130 LAZARE, B. «The french space operations act: technical regulations», *Acta Astronautica*, vol: 92 (2), December 2013, p. 211.

131 *LOI n.º 2008-518 du 3 juin 2008 relative aux opérations spatiales*, Le Journal officiel de la République française. Disponible en : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000018939303>. Consultado: 15-9-2018.

132 *Arrêté du 31 mars 2011 relatif à la réglementation technique en application du décret n.º 2009-643 du 9 juin 2009 relatif aux autorisations délivrées en application de la loi n.º 2008-518 du 3 juin 2008 relative aux opérations spatiales*, Le Journal officiel de la République française. Disponible en: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024095828&categorieLien=id> Consultado el 15-9-2018.

BIBLIOGRAFÍA

Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes (resolución 34/68 de la Asamblea General, anexo), aprobado el 5 de diciembre de 1979, abierto a la firma el 18 de diciembre de 1979, y en vigor el 11 de julio de 1984.

ADAMOWSKI, J. «Angola eyes new satellite as African space race accelerates», *Space-News*, 12 de junio de 2018.

AL-EKABI, C. «Developments in space policies, programmes and technologies throughout the world and in Europe», En Al-Ekabi, C. *et al.* (eds.). *Yearbook on space policy 2011/2012*. Space in Times of Financial Crisis, Viena: Springer, 2014, pp. 103-146.

AL-EKABI, C. «Space policies, issues and trends in 2012–2014», *European Space Policy Institute*, ESPI Report 49, 2014, November.

ALBERTY, M. «NASA deploys satellite designed to re-enter atmosphere using revamped drag device», NASA, 4 de marzo de 2015.

ALBY, F. (2015) «The issue of space debris», en Schrogl, K-U. *et al.* (eds.), *Handbook of space security. Policies, applications and programs*, New York: Springer, 2015, pp. 679-698.

ALBY, F. «The space debris environment and its impacts», en Rathgeber, W.; Schrogl, K.; Williamson, R. A. (eds.). *The fair and responsible use of space: an international perspective*, Viena: Springer, 2010, pp. 60-72.

Arrêté du 31 mars 2011 relatif à la réglementation technique en application du décret n.º 2009-643 du 9 juin 2009 relatif aux autorisations délivrées en application de la loi n.º 2008-518 du 3 juin 2008 relative aux opérations spatiales, Le Journal officiel de la République française.

BAIOCCHI, D.; WELSER IV, W., «The democratization of space», *Foreign Affairs*, Mayo/junio 2015.

BARRY, E. «India launches 104 satellites from a single rocket, ramping up a space race», *The New York Times*, New Delhi, 15 de febrero de 2017.

BASULTO, D. «One small step for man, one giant step for the commercialization of the moon», *The Washington Post*, 12 de febrero de 2015.

BBC. «Branson unveils space tourism jet», *BBC*, 28 de julio de 2008.

BBC. «SpaceX rocket in historic upright landing», *BBC News*, 22 de diciembre de 2015.

BOOT, M. «Space, the final free market», *Council on Foreign Relations*, 7 de octubre de 2004.

- BOWEN, B. E. (2014) «Cascading crises: orbital debris and the widening of space security», *Astropolitics: the international journal of space politics & policy*, 2014, vol. 12:1, pp. 46-68.
- BRACKEN, P. *The second nuclear age: strategy, danger, and the new power politics*, New York: Times Books, 2010.
- BRUMFIEL, G. «Analysts spar over launch image», *Nature*, 8 de abril de 2009.
- BRUMFIEL, G. «Korean satellite misses orbit», *Nature*, 6 de abril de 2009.
- CHANG, K. «First private craft docks with space station», *The New York Times*, 25 de mayo de 2012.
- CHENG, D. «Setting future directions in space», en William B. Ruger Chair of National Security Economics Papers, *Defense strategy and forces: setting future directions*, vol: 3, Naval War College: Newport, 2007, pp. 223-234.
- CHOI, C. Q. «Space station could get laser cannon to destroy orbital debris», *Space.com*, 30 de abril de 2015.
- CHOW, T. «Iranian space launch capabilities. Fact sheet», *Secure World Foundation*, 2 de septiembre de 2010.
- CONRAD, W., ANDERSON, J.; JACOBS, S. «Arms control in the third space age: assessing international efforts to regulate military operations in outer space in the “3 C’s” era», en Coletta, D. (eds.). *Space and defense*, eisenhower center for space and defense studies, vol. 6 (1), Fall, pp. 4-21.
- CONRAD, W., ANDERSON, J.; JACOBS, S. «International negotiations, emerging space powers, and U.S. efforts to protect the military use of space», en Coletta, D. (ed.), *Space and Defense*, Eisenhower Center for Space and Defense Studies, vol. 7 (1), 2014, Winter, pp. 6-25.
- DALBELLO, R.C «Commercial communication satellites: assessing vulnerability in a hanging world», en Logsdon, J.; Adams, G. (eds.), *Space weapons. Are they needed?*, Washington, D. C.: Space Policy Institute. The George Washington University, 2003, pp. 271-296.
- DAVENPORT, C. «As human space flights get closer, the competition for launch contracts heats up», *The Washington Post*, 25 de abril de 2018.
- DAVID, L. «China’s anti-satellite test: worrisome debris cloud circles earth», *Space.com*, 2 de febrero de 2007.
- DAVID, L. «Private moon bases a hot idea for space pioneer», *Space.com*, 14 de abril de 2010.
- DAVID, L. «Russian satellite hit by debris from chinese anti-satellite test», *Space.com*, 8 de marzo de 2013.
- DAWSON, C. «Japan shows off its missile-defense system», *The Wall Street Journal*, Tokio, 9 de diciembre de 2012.

- DE SELDING, P. B. «Satellite operators solicit bids to create orbital database», *SpaceNews*, Paris, 18 de noviembre de 2009.
- DE SELDING, P. B. «SES positioned to overtake intelsat in revenue», *SpaceNews*, Paris, 21 de febrero de 2014.
- EUROPEAN SPACE AGENCY, *The space debris Story* 2013.
- FLURY, W. *et al.*, «Searching for small debris in the geostationary ring – Discoveries with the Zeiss 1-metre telescope», ESA, Bulletin 104, 2000, November.
- FOUST, J. «Blue origin plans to start selling suborbital spaceflight tickets next year», Washington, 21 de junio de 2018.
- FOUST, J. *SpaceNews*, 23 de enero de 2018. Disponible en: «<https://spacenews.com/google-lunar-x-prize-to-end-without-winner/>».
- FULLER, J. *et al.*, «The commercial space industry: a critical spacepower consideration», en Lutes, C. D.; Hays, P. L. (eds.), *Toward a theory of space superpower. Selected essays*, Washington, D. C.: Institute for National Strategic Studies. National Defense University, 2011, pp. 104-126.
- GAO. *Critical infrastructure protection. Commercial satellite security should be more fully addressed*, agosto de 2002.
- GREGO, L. *A history of anti-satellite programs*, Cambridge, Massachusetts: Union of Concerned Scientists, 2012.
- GRUSS, M. «U.S. official: China turned to debris-free ASAT tests following 2007 outcry», *SpaceNews*, 11 de enero de 2016.
- HANSEN, N. «North Korea's sohae satellite launching station: upgrades near completion; ready for more launches?», *38 North*, 21 de agosto de 2014.
- HARDING, R. C. *Space policy in developing countries: the search for security and development on the final frontier*, New York: Routledge, 2013.
- HENRY, C. «Cambodia to buy chinese satellite as relations tighten on Belt and Road Initiative», *SpaceNew*, Washington, 12 de enero de 2018.
- HENRY, C. «How Bangladesh became SpaceX's first Block 5 Falcon 9 customer», *SpaceNews*, Washington, 9 de mayo de 2018.
- HENRY, C. «SpaceX launches Telkom Indonesia satellite on first reflight of Block 5 Falcon 9 booster», *SpaceNews*, Washington, 7 de agosto de 2018.
- HILDRETH, S. A.; ARNOLD, A. «Threats to U.S. national security interests in space: orbital debris mitigation and removal», *Congressional Research Service*, 8 de enero de 2014.
- HOWELL, E. «Bigelow aerospace: inflatable modules for ISS», *Space.com*, 17 de enero de 2013.

- Hsu, J. «Iran's space program: lots of talk, but a chance to shine», *Space.com*, 9 de noviembre de 2010.
- IAA. International Academy of Astronautics, *Position paper on space debris mitigation: implementing zero debris creation zones*, 2005.
- IADC. Inter-gency Space Debris Coordination Committee, *Space debris mitigation guidelines*, 2007.
- IADC. Inter-Agency Space Debris Coordination Committee, *Space debris mitigation guidelines of the committee on the peaceful uses of outer space*, 2010.
- JAKHU, R. S.; PELTON, J. N. «Private commercial space enterprises and global governance system», en Jakhu, R. S.; Pelton, J. N. (eds.), *Global space governance: an international study*, Cham, Switzerland: Springer, pp. 113-142.
- JARAMILLO, C. *Space security index 2013*, Tenth edition, Ontario: Space Security.org, 2013.
- JOHNSON-FREESE, J.; ERICKSON, A.S. «The emerging China-EU space partnership: a geotechnological balancer», *Space Policy*, vol. 22 (1), 2006, pp. 12-22.
- JOHNSON, N. L. *et al.*, «The characteristics and consequences of the break-up of the Fengyun- 1C spacecraft», *Acta Astronautica*, 2008, vol. 63:1-4, pp. 128-135.
- JONES, A. «Chinese startups OneSpace, iSpace succeed with suborbital launches», *SpaceNews*, Helsinki, 7 de septiembre de 2018.
- KLOTZ, I. « (Another) Giant leap for SpaceX: geostationary orbit», *Discovery News*, 3 de diciembre de 2013.
- KLOTZ, I. «Exclusive - The FAA: regulating business on the moon», *Reuters*, Florida, 3 de febrero de 2015.
- LAZARE, B. «The french space operations act: technical regulations», *Acta Astronautica*, vol: 92 (2), December 2013, pp. 209-212.
- LELE, A. *Asian space race: rhetoric or reality?*, New Dehli: Springer, 2013.
- LIU, J-C.; JOHNSON, N. L. «A sensitivity study of the effectiveness of active debris removal in LEO», *Acta Astronautica*, 2009, vol. 64:2-3, pp. 236-243.
- LISTNER, M. «Legal issues surrounding space debris remediation», *The Space Review*, 6 de agosto de 2012.
- Loi du 20 juillet 2017 sur l'exploration et l'utilisation des ressources de l'espace*, Journal officiel du Grand-Duché de Luxembourg, Firmado: 20/07/2017; Publicado: 28/07/2017.
- LOI n° 2008-518 du 3 juin 2008 relative aux opérations spatiales*, Le Journal officiel de la République française.

- LONG CALLAHAN, A. «Sustaining soviet-american collaboration, 1957-1989», en Krige, J.; Long Callahan, A.; Maharaj, A. (eds.), *NASA in the world: fifty years of international collaboration in space*, New York: Palgrave Macmillan, 2013, pp. 127-151.
- MASSON-ZWAAN, T. «Liability and insurance for suborbital flights», *Proc. 5th IAASS Conference A Safer Space for a Safer World*, Versailles, France 17-19 October 2011 (ESA SP-699, January 2012).
- MOLTZ, J. C. «Asia's space race», *Nature*, n.º 480, 8 de diciembre de 2011, pp. 171-173.
- MOLTZ, J. C. *Asia's space race: national motivations, regional rivalries, and international risks*, New York: Columbia University Press, 2012.
- MOLTZ, J. C. *The politics of space security. Strategic restraint and the pursuit of national interests*, California: Stanford University Press, Second edition, 2011.
- NASA ORBITAL DEBRIS PROGRAM OFFICE. Orbital debris frequently asked questions.
- NASA. «Fengyun-1C debris cloud remains hazardous», *Orbital debris*, Quaterly News, 2014, vol. 18:1, January.
- NASA. *History of on-orbit satellite fragmentations*, Orbital Debris Program Office, 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Orbital debris. A technical assessment*, Washington, D. C.: The National Academies Press, 1995.
- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. *U.S.-Soviet cooperation in space*, Washington, D. C.: U.S. Government Printing Office, 1985.
- PACE, S. «U.S.-Japan space security cooperation», en Schrogl, K-U. et al. (eds.), *Handbook of Space Security. Policies, Applications and Programs*, New York: Springer, 2015, pp. 338-355.
- PANT, H. V.; LELE, A. «India in space: factors shaping the indian trajectory», en Sadeh E. (ed.), *Space and Defense*, Eisenhower Center for Space and Defense Studies, vol. 4 (1), 2010, Summer, pp. 47-60.
- PARACHA, S. «Military dimensions of the indian space program», *Astropolitics: the international journal of space politics & policy*, vol. 11(3), 2013, pp. 156-186.
- PELTON, J. N. *Space debris and other threats from outer space*, New York: Springer, 2013.
- PORTREE, D. S. F.; LOFTUS, JR. J. P. *Orbital debris: a chronology*, NASA, 1999, enero.
- POST (Parliamentary Office of Science and Technology). «Space debris», *UK Parliament*, n.º. 355, 2010, March.
- PRIESTER, W., ROEMER, M.; VOLLAND, H. «The physical behavior of the upper atmosphere deduced from satellite drag data», *Space Science Reviews*, 1967, vol. 6:6, pp. 707-780.

- PRIMACK, J. «Debris and future space activities», en Motlz, J. C. (ed.), *Future security in space: commercial, military, and arms control trade-offs*, Center for Nonproliferation Studies, Occasional Paper, 2002, pp. 1-7.
- RENDLEMAN, J. D. «Lawful response to attacks on space systems», en Sadeh E. (ed.), *Space and Defense*, Eisenhower Center for Space and Defense Studies, vol. 4 (1), 2010, Winter, pp. 3-52.
- REUTERS. «North Korea's Taepodong-2 long-range missile», *Reuters*, 25 de marzo de 2009.
- RYAN, M. «Top U.S. general says it is time to consider arming Ukrainian forces». *The Washington Post*, 3 de marzo de 2015.
- SACHDEVA, G. S. «Space policy and strategy of India», en Sadeh, E. (ed.). *Space strategy in the 21st century: theory and policy*, Oxon, Oxfordshire: Routledge, 2013, pp. 303-321.
- SAMSON, V. «India and space security», *The Space Review*, 9 de mayo de 2011.
- SANG-HUN, C.; SANGER, D. E. «North Koreans launch rocket in defiant act», *The New York Times*, Seúl, 11 de diciembre de 2011.
- SANG-HUN, C. «South Korea and China end dispute over missile defense system», *The New York Times*, 30 de octubre de 2017.
- SHALAL-ESA, A. «U.S. sees China launch as test of anti-satellite muscle: source», *Reuters*, 15 de mayo de 2013.
- SHANKER, T.; SANG-HUN, C. «No U.S. plans to stop Korea on missile test», *The New York Times*, Washington, 30 de marzo de 2009.
- SPACE FOUNDATION *The space report 2014*, Colorado Spring, Colorado: Space Foundation, 2014.
- SPACE.COM STAFF. «North Korea successfully launches satellite: reports», *space.com*, 12 de diciembre de 2012.
- STEIN, A. «Turkey's space policy», Centre for Economics and Foreign Policy Studies, EDAM Discussion Paper Series 2014/3, Mayo 2014.
- STENGER, R. «Scientist: space weapons pose debris threat», CNN, 3 de mayo de 2002.
- SU, J. «The environmental dimension of space arms control», *Space Policy*, 2013, vol. 29:1, pp. 58-66.
- TASS. «Научно-технический совет Роскосмоса одобрил использование МКС до 2024 года» (Nauchno-tekhnicheskij sovet Rorkosmosa odobril ispolzovanie MKS do 2024 goda). TASS, Moscú, 24 de febrero de 2015.
- «Nanosats are go!», *The Economist*, 7 de junio de 2014.

- TORTORA, J.-J. (2014) «Space industry and the financial crisis», en Al-Ekabi, C.; Baranes, B.; Hulsroj, P. & Lahcen, A. (eds.), *Yearbook on space policy 2011/2012. Space in times of financial crisis*, Viena: Springer, 2014, pp. 169-181.
- Tratado sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes* (resolución 2222 (XXI) de la Asamblea General, anexo), aprobado el 19 de diciembre de 1966, abierto a la firma el 27 de enero de 1967, y en vigor el 10 de octubre de 1967.
- U.S. ARMY TRAINING AND DOCTRINE COMMAND. «Army space reference text», capítulo 5, *Space Division*, 2000.
- UNION OF CONCERNED SCIENTIST: UCS. *Satellite database*, Satellite Quick Facts (includes launches through 1/31/15).
- WALL, M. «Elon musk wants giant spaceX spaceship to fly people to mars by 2024», *Space.com*, 29 de septiembre de 2017.
- WATERS, R. & KERR, S. «Virgin group funds tapped for delayed space venture», *Financial Times*, 2 de noviembre de 2014.
- WEEDEN, B. «Overview of the legal and policy challenges of orbital debris removal», *Space Policy*, 2011, vol. 27:1, pp. 38-43.
- WILLIAMS, M. «Safeguarding outer space: on the road to debris mitigation», en United Nations Institute for Disarmament Research (ed.), *Security in Space: the Next Generation*, Geneva: United Nations, 2008, pp. 81-103.
- WOLTER, D. *Common security in outer space and international law*, Geneva: United Nations Institute for Disarmament Research, 2006.
- WRIGHT, D. «How high did China's may 2013 launch go?», Union of Concerned Scientists, 13 de marzo de 2014.
- WRIGHT, D. «Orbital debris produced by kinetic-energy anti-satellite weapons», en United Nations Institute for Disarmament Research (ed.), *Celebrating the space age. 50 years of space technology, 40 years of the outer space treaty*, Ginebra: United Nations, 2007, pp. 155-164.
- WRIGHT, D. «Rasad-1: Iran launches its second satellite», Union of Concerned Scientist, 16 de junio de 2011.
- YANOFSKY, D.; FERNHOLZ, T. *Quartz*. This is every active satellite orbiting earth.
- ZENKO, M. «The danger of space debris», *CNN World*, 24 de septiembre de 2011.
- РОСКОСМОС: Тгк «Прогресс М-27м» прекратил существование (Roskosmos: Tgk «Progress M-27m» prekratil sushhestvovanie), 8 de mayo de 2015.

— Artículo recibido: 31 de enero de 2017.

— Artículo aceptado: 1 de marzo de 2018.
