

EELV: los nuevos lanzadores

MANUEL MONTES PALACIO
E-Mail: mmontes@ctv.es

A principios del segundo trimestre de 2002, dos empresas estadounidenses harán debutar las primeras versiones de sus nuevos cohetes espaciales. Los Delta-IV y Atlas-V prometen reducir de forma drástica el coste del acceso al espacio y disponer de una capacidad de carga suficiente para satisfacer tanto las necesidades militares del país como la demanda comercial internacional.

El accidente del transbordador Challenger, en 1986, y una inusitada serie de fracasos en el lanzamiento de diversos cohetes desechables, provocaron una de las peores crisis en el seno del programa espacial militar estadounidense. La lanzadera, que debía haber sustituido a casi todos los cohetes no tripulados para propiciar un elevado número de misiones que garantizase su bajo coste, dejó de utilizarse para lanzar satélites a menos que fuera estrictamente necesario. Una situación que obligó a reabrir líneas de fabricación de vectores que parecían obsoletos, como los Delta, Atlas y Titan, y a buscar una solución al gran problema que el Space Shuttle debía haber resuelto: la disminución de los costes de acceso al espacio.

Durante un tiempo se habló de proyectos como los Shuttle-C, Jarvis y otros. Se consideraron alternativas que incluían resucitar el famoso Saturn-V lunar, y se iniciaron sucesivos programas en cooperación entre la NASA y el Departamento de Defensa (DoD) en busca del desarrollo de un vehículo estándar capaz de satisfacer las demandas de ambos y de sustituir a los viejos cohetes con una línea completamente nueva. Estos programas adoptaron diferentes nombres a lo largo de los siguientes años (ALS, NLS, ALDP...), pero todos acabaron siendo cancelados. La factura de tal iniciativa, similar en complejidad a la emprendida por la Agencia Espacial Europea con su Ariane-5, pero con objetivos de disminución de costos mucho más ambicio-



La familia básica de la serie Atlas-V. (Foto: Lockheed Martin)



Lanzamiento con éxito del primer Atlas-III. (Foto: Lockheed Martin)

so, así como la disparidad de criterios y de prioridades entre la NASA y el DoD, provocaron su desaparición.

En ese punto, la NASA, ante el cariz presupuestario de la década, optó por reducir el tamaño de sus vehículos espaciales como una manera de encontrar servicios de lanzamiento más baratos. Los militares, por su parte, decidieron perseverar y emprender en solitario un programa de modernización profunda de los lanzadores aún disponibles.

Este programa se llamó EELV (Evolved Expendable Launch Vehicle) y después de varios años de incertidumbre, está próximo a dar sus frutos.

OBJETIVOS

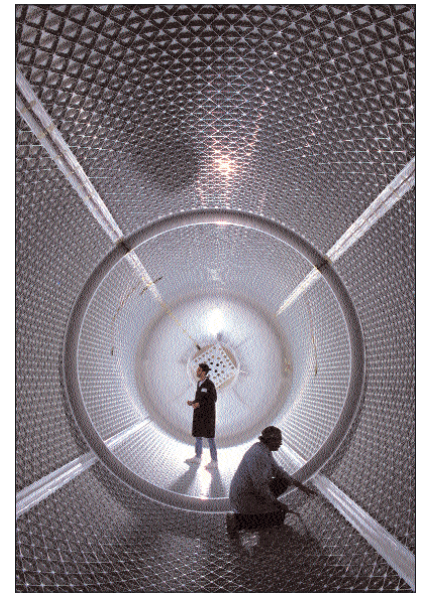
La USAF, con el EELV, ha querido disminuir los costes de lanzamiento al espacio respecto a los actuales cohetes Delta, Atlas y Titan en al menos un 25 por ciento. Contemplando su calendario para los próximos 20 años, ello supondrá unos 6.000 millones de dólares de ahorro. Por otro lado, el EELV preconiza una mejora de las operaciones de lanzamiento y su estandarización, algo que ayudará a reducir el tiempo necesario para preparar una determinada misión.

El camino elegido para lograr estas metas ha sido colaborar directamente con la industria, produciendo una serie de vehículos que no sólo satisfaga las necesidades militares del país, sino también a las propias empresas, que podrán ofrecerlos comercialmente.

La fase inicial del programa EELV se llamó Low Cost Concept Validation (LCCV) y supuso otorgar en agosto de 1995 cuatro contratos de 30 millones de dólares cada uno a las compañías Alliant Techsystems, Boeing Company, y Lockheed Martin Corporation (entonces aún dos empresas separadas, Lockheed y Martin). Su trabajo consistiría en elaborar diseños preliminares y



Impresión artística
de un Atlas-V 400.
(Foto: Lockheed
Martin)



Construcción de la rampa de despegue LC-41, en Cabo Cañaveral. (Foto: Lockheed Martin)

El interior de un CCB. (Foto: Lockheed Martin)



El primer Atlas-V, listo para su envío a Cabo Cañaveral. (Foto: Lockheed Martin)

soluciones técnicas para hacer posibles los objetivos del programa. En noviembre de 1996, esta fase había finalizado con éxito.

A continuación, se iniciaría una segunda fase (Pre-Engineering and Manufacturing Development) que implicó contratar a Boeing Company y Lockheed Martin Corporation para que llevaran a cabo un sustancial avance en sus conceptos y diseños. Cada contrato, valorado en 60 millones de dólares, duraría 17 meses.

El resultado de todos estos esfuerzos debía cumplir de forma estricta con los

requerimientos iniciales: disponibilidad de un módulo propulsor común (Common Booster), un motor, una estructura y adaptadores también comunes, zonas de lanzamiento simplificadas, operaciones de despegue más sencillas, y la utilización de una etapa superior criogénica ya existente (Centaur).

En octubre de 1998, en vez de seleccionar a un ganador, la USAF decidió contratar a ambas empresas para que desarrollaran de forma paralela sus cohetes EELV. Se entregaron 500 millones de dólares a cada compañía para

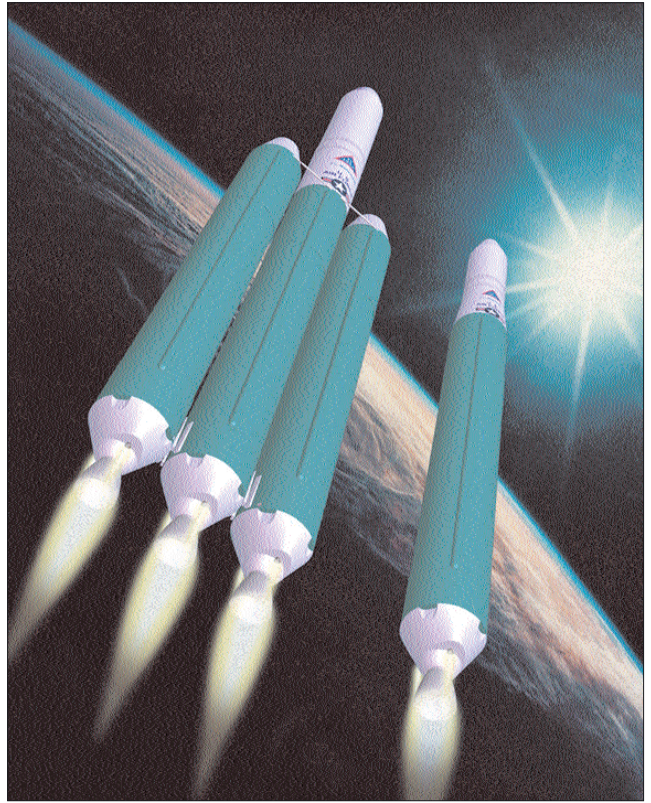
esta fase, si bien una buena parte del desarrollo debería ser financiado con fondos de las propias empresas.

Boeing propuso su Delta-IV, y Lockheed Martin su Atlas-V. En función de sus capacidades, la USAF ya ha reservado 28 lanzamientos con estos vehículos para los años fiscales 2002 a 2006. En concreto, Boeing efectuará 19 misiones por 1.380 millones de dólares, mientras que Lockheed Martin completará 9 por 650 millones de dólares.

Los dos competidores, si no hay retrasos, han prometido inaugurar sus



La familia Delta-IV. (Foto: Boeing)



Los Delta-IV Heavy y Medium. (Foto: Boeing)

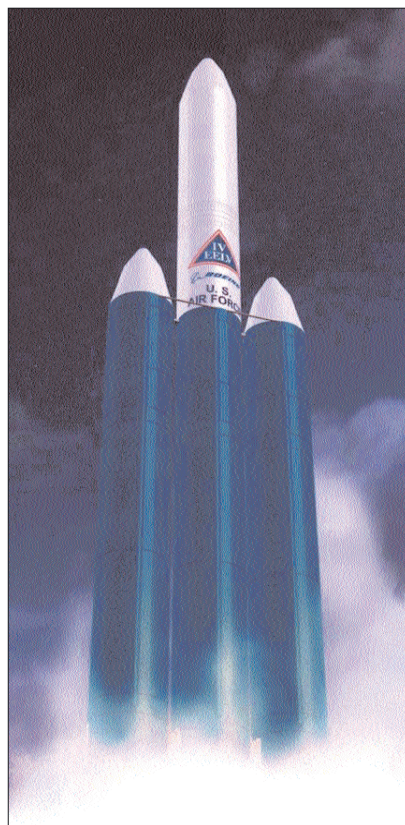
nuevas familias el 30 de abril de 2002 (Delta-IV) y 5 de mayo de 2002 (Atlas-V), ambas misiones con satélites de comunicaciones de la empresa europea Eutelsat.

La USAF, la verdadera impulsora del programa EELV, no tiene tanta prisa para embarcarse en estos vehículos. El servicio militar tiene prevista una suave transición desde los actuales Titan-IVB, Atlas-II, Delta-II, etc., y no empezará a volar en los recién llegados hasta unos meses después.

Veamos ahora las características de los nuevos cohetes y sus perspectivas de futuro.

ATLAS-V

La propuesta de Lockheed Martin presentada en 1999 significa un nuevo paso evolutivo en su vehículo Atlas, el primer misil intercontinental estadounidense, que posteriormente ha vivido múltiples configuraciones tanto militares como espaciales. El Atlas-V introduce un buen número de innovaciones, incorporando todo lo bueno ya existente tanto en los Atlas como en los Titan, la otra línea de lanzadores pesados de



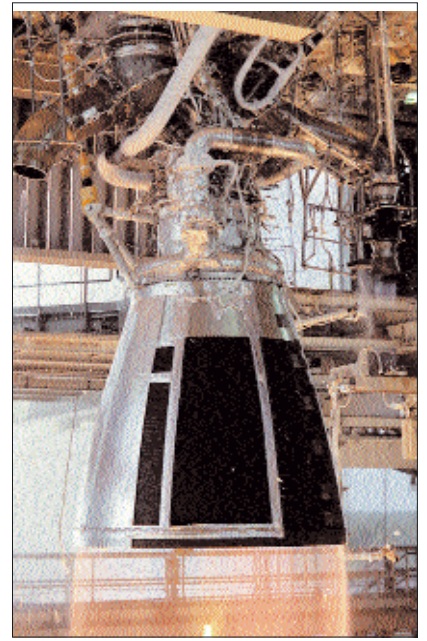
Impresión artística del Delta-IV Heavy. (Foto: Boeing)

la empresa. Para reducir el riesgo en el desarrollo, Lockheed Martin ha podido comprobar la efectividad de algunas de estas innovaciones incorporándolas a su lanzador Atlas-III (inicialmente llamado Atlas-IIAR y IIARC en sus dos versiones A y B), cuyo primer lanzamiento ha resultado ser un éxito total.

Quizá la característica más sorprendente de los nuevos Atlas es la incorporación de un motor RD-180 en la primera etapa. Sorprendente por cuanto este motor ha sido diseñado en Rusia y es una adaptación de dos cámaras de combustión del RD-170, utilizado tanto en los cohetes Zenit como Energiya y diseñado para ser compatible con vuelos tripulados. El RD-180 implica un gran avance para el Atlas, ya que a su elevada potencia se une su sencillez, lo que permite reducir el número de motores necesarios para el despegue (el Atlas-IIAS tradicional posee un motor principal y dos aceleradores laterales de propulsión líquida, así como cuatro aceleradores sólidos, siete motores cuyo trabajo será ahora desempeñado por uno solo). La sustitución disminuye claramente el número de posibles fallos que pueden pro-



Ensayo estático de un motor RS-68. (Foto: Boeing)



Un motor RS-68 en el banco de pruebas. (Foto: Boeing)

ducirse durante un lanzamiento.

Por otro lado, el sistema utiliza queroseno RP-1 y oxígeno líquido, lo que implica una reducción de costes, manteniendo bajo control el tamaño del cohete y la complejidad de la infraestructura terrestre en comparación a un vehículo que queme hidrógeno con oxígeno líquido, como es el caso de su competidor.

Para las etapas superiores, Lockheed Martin cuenta con la conocida Centaur, en varias versiones, útil para misiones de alta energía, como las de transferencia geostacionaria. También se ha contemplado el uso de otra etapa alternativa (SUS) con propergoles almacenables y motor derivado del utilizado en la vieja Agena, pero parece que no será necesario su desarrollo.

La familia Atlas-V, pues, debía estar formada por cuatro series complementarias: 300, 400, 500 y Heavy, aunque parece que la 300 no va a utilizarse. Las capacidades de lanzamiento serán diversas, hasta 8.200 kg en órbita de transferencia geostacionaria y hasta



Un CCB, casi a punto en la factoría. (Foto: Boeing)

5.940 kg directamente a la órbita geostacionaria. Un abanico que permite sustituir a la mayoría de cohetes medios-grandes disponibles hasta ahora.

Con la llegada del Atlas-V, y por primera vez en varias décadas, Lockheed Martin ha abandonado el diseño de fuselaje estabilizado por presurización, tan típico de los Atlas. Gracias a esta técnica, que calificaba al vehículo como "cohete-globo", era posible mantener un bajo peso muerto, una gran ventaja para los limitados vectores de finales de los años cincuenta que pretendían convertirse en misiles intercontinentales. Los nuevos mate-

riales, sin embargo, la hacen innecesaria.

El elemento básico de propulsión es el ya mencionado Common Core Booster (CCB), construido mediante técnicas más modernas y con materiales ligeros. El CCB, cuya estructura ha sido reforzada, hereda el motor RD-180 ya usado en el Atlas-III y, en función de los restantes elementos a los que esté unido, configurará las diversas series y modelos que caracterizan a la familia Atlas-V.

Lockheed Martin ha ideado un sistema de designación especial para el Atlas-V. Excepto la versión Heavy, las demás se ven definidas por un número de tres cifras. El primer dígito comenzando por la izquierda designa el tipo de carenado a utilizar (el diámetro del carenado, que puede ser de 4 ó 5 metros). El segundo dígito nos informa del número de aceleradores sólidos que transporta (1 a 5). Y por último, el tercer dígito, nos dice cuántos motores posee la etapa superior Centaur (1 ó 2). Así por ejemplo, un Atlas-V 511 constaría de un cuerpo central CCB, un



El módulo de propulsión CCB. (Foto: Boeing)

acelerador sólido, una etapa superior Centaur con un único motor y un carenado de 5 metros de diámetro.

En la práctica, los Atlas-V 400 no están disponibles con aceleradores sólidos. Pueden llevar un carenado grande (LPF) o extragrande (EPF), ambos de 4,2 metros de diámetro y diferentes alturas (12,2 y 13,1 metros, respectivamente). Por su parte, los Atlas-V 500 disponen de carenados de 5,4 metros de diámetro (PLF) en dos alturas (20,7 metros y 23,4 metros de alto), adaptables al volumen de las diversas cargas



Llega un motor RS-68, preparado para ser unido a su CCB. (Foto: Boeing)

útiles. Se trata de derivados de las cofías usadas actualmente en los cohetes europeos Ariane-5.

El CCB, como ya hemos dicho, dispone de un motor ruso RD-180, importado y preparado por la empresa estadounidense Pratt & Whitney. Con sus dos cámaras de combustión, con capacidad de empuje variable, puede proporcionar un máximo de 3.827 kN a nivel del mar. La etapa mide 3,81 metros de diámetro y 32,46 metros de largo. A bordo se encuentran 284.089 kg de propergoles (queroseno y oxígeno

no líquido), mientras que la masa inerte asciende a unos 20.743 kg.

Sobre el CCB se coloca la segunda fase o etapa superior Centaur (CIII). Consiste en una versión prolongada de la utilizada en los Atlas-II y casi idéntica a la de los Atlas-III. Mide 3,05 metros de diámetro y 12,68 metros de longitud máxima (con tobera extendida). Puede estar equipada con uno o dos motores RL10-A-4-2, que se alimentan de oxígeno e hidrógeno líquidos. Cada motor tiene un empuje de 99,2 kN. Con uno de ellos, natural-



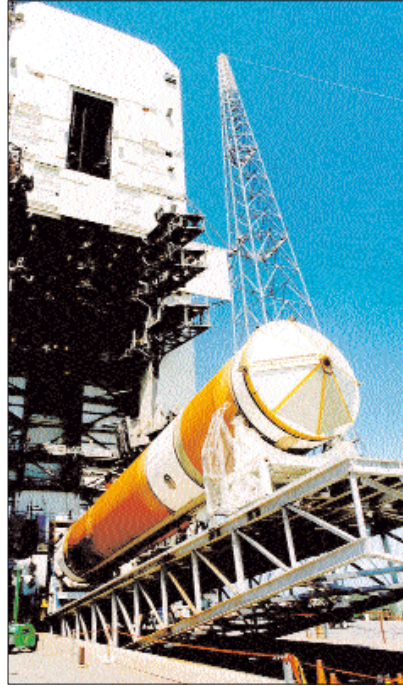
Un CCB para ensayos, en Cabo Cañaveral. (Foto: Boeing)

mente, el tiempo de funcionamiento se duplica. Además, la etapa Centaur se encarga del guiado de todo el cohete. Sobre la Centaur se instala uno de los carenados ya descritos y, en su interior, las cargas útiles. En función de las órbitas finales, son posibles múltiples encendidos.

Recordemos también que los Atlas-V 500 pueden estar equipados con aceleradores sólidos, hasta un número de cinco. Todos se encienden en tierra, durante el despegue, y tienen un empuje individual de 1.361 kN. Miden 155 cm de diámetro y 19,5 metros de largo.

Completo, un Atlas-V 400 puede medir 58,3 metros de alto, mientras que un Atlas-V 500 puede alcanzar los 62,4.

En cuanto a las capacidades de lanzamiento, un 400 puede enviar 12.500 kg a una órbita baja (inclinación 28,5 grados), 10.750 kg a una órbita baja polar, y 4.950 kg a una órbita de transferencia geostacionaria. Por su parte, los 500, en función de su configuración final, pueden lanzar entre 10.300



El CCB para ensayos, es levantado sobre la zona de lanzamiento LC-37, en Florida. (Foto: Boeing)

y 20.520 kg a una órbita baja de 28,5 grados, de 9.050 a 17.365 kg a una órbita polar, de 3.970 a 8.670 kg a una órbita de transferencia geostacionaria, y de 2.680 a 3.890 kg directamente a una órbita geostacionaria.

Para conseguirlo, disponen de zonas de lanzamiento en Cabo Cañaveral (LC-41, Florida) y Vandenberg (SLC-3W, California).

Todos estos modelos están disponibles comercialmente. Sin embargo, Lockheed Martin ha desarrollado también una versión pesada (Heavy) para la USAF. Su configuración es semejante a la del Atlas-V 500, pero con dos aceleradores de propulsión líquida que no son sino CCB adaptados para este trabajo. La etapa Centaur, de un único motor RL10-A-4-2, podrá entonces transportar más de 13 toneladas hacia una órbita de transferencia geostacionaria, o casi 6 toneladas directamente a una órbita geostacionaria. El cohete pesará 962 toneladas al despegue y estará destinado principalmente



La zona de lanzamiento SLC-6, en Vandenberg. (Foto: Boeing)



Detalle de la zona de lanzamiento SLC-6. (Foto: Boeing)

a enviar al espacio cargas militares extremadamente pesadas, como las que se lanzan en los actuales cohetes Titan-401B, en el interior de carenados aún mayores que los de la serie comercial.

DELTA-IV

Si hay una familia de cohetes que sabe lo que es evolucionar, ésa es sin duda, la serie Delta. Ideada a finales de los años 50 como un vehículo de transición basado en el entonces apenas disponible Thor-Able, se ha consolidado y ha crecido sin parar, pasando de lanzar 45 kg hacia una órbita baja (Thor-Delta) a las más de 13 toneladas hacia la órbita de transferencia geostacionaria de los modelos actuales (Delta-IV).

Si exceptuamos la serie Delta-III, que no ha gozado de un excesivo éxito técnico ni comercial, la familia Delta puede considerarse una de las más utilizadas y fiables de la arena comercial



JPG: El CCB para la primera misión Delta-IV, en Cabo Cañaveral. (Foto: Boeing)

de lanzadores de pequeño y mediano tamaño. No es extraño pues, que la actual propietaria de la línea, la empresa Boeing, haya deseado participar también en el programa EELV como un modo de mejorar sus lanzadores y ha-

cerlos más competitivos.

Siguiendo la pauta marcada por las especificaciones de la USAF para el EELV, los Delta-IV también se encuentran basados en un módulo de propulsión común CCB (Common

Booster Core). La combinación de diversos elementos adaptados a su alrededor y su modularidad proporcionan un amplio abanico de posibilidades que se traduce en una familia de cinco lanzadores: un lanzador Medium, tres Medium Plus (4,2, 5,2 y 5,4) y un único Heavy.

La primera etapa común o CCB es completamente nueva y está equipada con el también nuevo motor Rocketdyne RS-68. A diferencia de su competidor, el CCB de Lockheed Martin, utiliza tecnología criogénica. El motor, con sus 2.891 kN de empuje, se alimenta de hidrógeno y oxígeno líquidos. Estos propergoles proporcionan una eficiencia un 30 por ciento superior a la combinación queroseno/oxígeno líquido y son los empleados por vehículos avanzados como la lanzadera espacial o el Ariane-5. También son más amistosos con el ambiente (sólo generan vapor de agua), pero son más difíciles de manipular. El CCB mide 36,6 metros de largo y 5,13 metros de diámetro. Pesa unas 18 toneladas en vacío, mientras que los propergoles pesan 200 toneladas.

En cuanto a la segunda etapa, con capacidad de reencendido, ha sido derivada de la usada en el cohete Delta-III. Posee un motor RL10B-2, pero dispone de capacidad ampliada para los propergoles (también criogénicos), con dos longitudes dependiendo del modelo. En el modelo de 4 metros de diámetro, mide 12,2 metros de largo, y en el de 5,1 metros, 13,7 metros. Pesa 23 y 31 toneladas, respectivamente. Su motor RL10B-2 puede desarrollar un empuje de 110 kN, con tiempos de funcionamiento de 850 y 1.125 segundos.

Aunque aún no está en desarrollo, Boeing se ha planteado disponer de una tercera etapa para misiones interplanetarias. Estaría basada en el motor Star-48B usado en el cohete Delta-II.

Veamos ahora la configuración de los diversos modelos Delta-IV disponibles. La básica (Delta-IV Medium) consiste en una primera fase CBC, unida a una segunda de 4 metros de diámetro. A su alrededor se encuentra el carenado de 4 por 11,7 metros. Podrá colocar 4.215 kg en órbita de transferencia geostacionaria.

En la serie Delta-IV Medium Plus

encontraremos tres modelos. La versión 4,2 implica un CCB unido a dos aceleradores sólidos GEM-60. Estos miden 15,2 metros de largo y 1,52 metros de diámetro y pueden generar cada uno un empuje de 606 kN (en tierra) y 626 kN (si se encienden en el aire). La segunda etapa y el carenado son idénticos a los del Medium. Puede colocar 5.845 kg en órbita de transferencia geostacionaria.

En el modelo 5,2, se ha sustituido la segunda etapa del Medium por la versión de 5 metros de diámetro. El carenado, por tanto, es más grande (5,1 por 14,3 metros). Puede colocar 4.640 kg en órbita de transferencia geostacionaria. Por último, el modelo 5,4 es igual al 5,2, aunque con cuatro aceleradores sólidos en vez de dos, dos de los cuales se encienden en altura. Puede colocar 6.565 kg en órbita de transferencia geostacionaria.

El cohete más potente de la familia es el Delta-IV Heavy. Consiste en un Medium Plus con segunda etapa de 5 metros de diámetro pero con dos aceleradores de propulsión líquida (CCB). Existen aquí varias posibilidades en cuanto al carenado, en función de la carga pesada a transportar. La más habitual será la que mida 19,1 metros de largo, con una versión diseñada para cargas duales (dos satélites), pero también habrá otro de 19,8 metros de largo (el utilizado en el Titan-IV, para cargas militares), y aún otro más extralargo de 22,4 metros, para lanzamientos dobles. En función de la cofía elegida, de pesos variables, el Delta-IV Heavy podrá colocar 13.130 kg en órbita de transferencia geostacionaria.

Los Delta-IV podrán enviar sus cargas útiles a una gran variedad de órbitas, y para ello usará dos zonas de lanzamiento independientes. Para vuelos ecuatoriales, geostacionarios e interplanetarios, despegarán desde Cabo Cañaveral (LC-37, Florida), mientras que para misiones polares lo harán desde Vandenberg (SLC-6, California). Ambas zonas son centros históricos que ahora han sido modificados. El primero sirvió para lanzar cohetes Saturn y el segundo debía emplearse para el lanzamiento de transbordadores espaciales hacia órbitas polares, algo que nunca llegó a ocurrir tras el accidente del Challenger.

HACIA EL FUTURO

No hay ninguna duda de que la competición en el mercado de lanzamientos comerciales va a ser feroz durante los próximos años. Si los cohetes derivados del programa EELV se incorporan a la arena con éxito, y si cumplen con las expectativas depositadas en ellos, su coste y capacidad serán un formidable reto para otras empresas en todo el mundo que pretenden continuar con su cuota de mercado o, peor aún, hacerse un hueco en este limitado pastel. De forma aproximada, los Delta-IV se ofrecerán con un precio de salida de 70 a 140 millones de dólares, y los Atlas-V de 90 a 130 millones.

En todo caso, los núcleos de propulsión de los cohetes que inaugurarán ambas familias ya se encuentran en Cabo Cañaveral desde hace meses. Con anterioridad, se ha ensayado la manipulación de modelos estáticos para proporcionar experiencia al personal que deberá prepararlos para el despegue. Se han comprobado las conexiones cohete-torre de lanzamiento y se han realizado varios ensayos también estáticos de los diferentes motores. Todo está listo para que una nueva generación de vectores entre en acción.

Teniendo en cuenta la amplitud del abanico de cargas que los EELV podrán satelizar, aún hay un nicho para los vectores pequeños en el mercado americano, incluidos aquellos que aprovechan el "hardware" perteneciente a viejos misiles decomisados. Pero el futuro, dentro de 10 o 20 años, debe buscarse en una generación totalmente diferente de lanzadores. Si los EELV se aproximan al máximo de economía y fiabilidad que puede conseguirse con la tecnología "tradicional", en caso de que pueda calificarse así a la eternamente cambiante tecnología astronáutica, los que deberán sustituirles serán ya, con toda seguridad, vehículos reutilizables y de acción rápida. Algunos de los ingenieros que durante más de un lustro han estado trabajando en los Delta-IV y Atlas-V, ya están dedicando todo su tiempo a idear cómo deberán ser los integrantes de esta nueva generación ■

Más información en:

<http://www.ilslaunch.com/atlas/atlasv/>
http://www.astlmco.com/launch_atlas.shtml
<http://www.boeing.com/defense-space/space/delta/delta4/delta4.htm>