

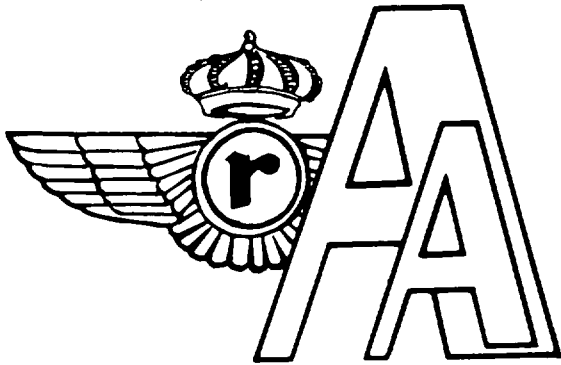


AERO Revista de NAUTICA Y ASTRONAUTICA

OCTUBRE 1982 NUM. 502

ESPACIO: 25 AÑOS

EXTRA



**REVISTA de
AERONAUTICA
y ASTRONAUTICA**

PUBLICADA POR EL
EJERCITO DEL AIRE

Deposito Legal: M. 5 416 1960 ISSN 0034 7 847

DIRECCION, REDACCION y ADMINISTRACION
Princesa 88 MADRID 8
Teléfonos 244 28 12 y 244 28 19



Nuestra portada: Lanza-
miento del Space Shuttle

Director:
Coronel: Emilio Dáñez Palacios
Subdirector:
Coronel Ramón Salto Peláez
Redactores:
Coronel: Ramón Fernández Sequeiros
Coronel: Vicente Hernández García
Tte. Coronel: Antonio Castells Be
Tte. Coronel: José Sánchez Méndez
Tte. Coronel: Miguel Ruiz Nicolau
Tte. Coronel: Jaime Aguilar Hornos
Comandante: José Clemente Esquerdo
Capitán: Andrés Murillo Santana
Teniente: Manuel Corral Baciero
Teniente: Antonio M.^a Alonso Ibáñez
Diseño:
Capitán: Estanislao Abellán Agui
Administración:
Tte. Coronel: Federico Rubert Boyce
Comandante: Angel Santamaría García
Comandante: Carlos Barahona Gómez
Impri-me:
Gráficas Virgen de Loreto

Número normal 400 pesetas
Suscripción semestral 990 pesetas
Suscripción anual 1.980 pesetas
Suscripción del extranjero 3.480 pesetas
(más gastos de envío)

VENTA EN KIOSCOS Y LIBRERIAS DE LA REVISTA:
MADRID

KIOSCO PLAZA INMACULADA CONCEPCION, LIBRERIA ROSALES, TUTOR 57, KIOSCO CEA BERMUDEZ 46, KIOSCO GALAXIA, FERNANDO EL CATOLICO, 88, LIBRERIA AGUSTINOS, GAZTAMBIDE, 77, LIBRERIA GAUDI, ARGENSOLA, 13, KIOSCO PUERTA DEL SOL, KIOSCO ALCALDE, PLAZA DE LA CIBELES, LIBRERIA SAN MARTIN, PUERTA DEL SOL 6, KIOSCO AVDA. FELIPE II, KIOSCO NARVAEZ, 24, KIOSCO PRINCESA, 86, LIBRERIA FERROCARRILES, ALBACETE: LIBRERIA "ALBACETE RELIGIOSO", BARCELONA: SOCIEDAD GENERAL ESPAÑOLA DE LIBRERIA, AVILA 129, BILBAO: LIBRERIA CAMARA, EUSKALDUNA, 6, GRANADA: LIBRERIA CONTINENTAL, AVDA. JOSE ANTONIO, 2, SANTANDER: KIOSCO PASEO DE PEREDA, 15, SANTOÑA (SANTANDER): LIBRERIA "ELE", MARQUES DEL ROBRERO, 11, PALMA DE MALLORCA: DISTRIBUIDORA ROTGER, S.A., SANTANCILLA 4, SEVILLA: JOSE JOAQUIN VERGARA, VIRGEN DE LUJAN, 46, ZARAGOZA: ESTABLECIMIENTO ALMER, PLAZA INDEPENDENCIA, 19

SUMARIO

	Págs.
Editorial	862
IN MEMORIAM	863
Ilustración de GOÑI	864
EL HOMBRE ANTE EL ESPACIO. Por Juan Oró	865
ASI FUE PASANDO. Por Manuel Corral Baciero	869
LOS PROGRAMAS ESPACIALES MAS IMPORTANTES EN ORBITA TERRESTRE.	
Por Luis Pueyo Panduro	873
ALGUNOS EJEMPLOS DE TRAYECTORIAS	888
Humor: por EDU	892
EXPLORACION DE LA LUNA.	
Por Luis Ruiz de Gopegui	893
EXPLORACION DEL SISTEMA SOLAR:	
Por José Manuel Urech Ribera	905
EUROPA Y EL ESPACIO. LA E.S.A.	
Por José Palacios	921
LOS "SEGUNDAS FILAS" DE LA ASTRONAUTICA.	
Por Alfredo Florensa de Medina	933
PROBLEMAS JURIDICOS DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE. Por Luis Tapia Salinas	938
PROGRAMA ESPACIAL NACIONAL.	
Por Luis Pueyo Panduro	941
Humor, por FORGES	950
BANCOS DE DATOS	952
CONTRIBUCION DE LA INDUSTRIA AEROESPACIAL Y DEL INTA	955
ESTACIONES ESPACIALES EN ESPAÑA.	
Por Manuel Corral Baciero	961
Humor, por PABLO	968
MAS ALLA DEL AÑO 2000.	
Por Alvaro Azcárraga	969
UTILIZACION DEL ESPACIO PARA FINES MILITARES. Por Manuel Bautista Aranda	977
Humor, por FORGES	984
LA GUERRA INMEDIATA EN EL ESPACIO.	
Por José Sánchez Méndez	985
ESPACIO: EL CAMPO DE BATALLA DEL FUTURO.	
Por Alfredo Florensa de Medina	993
DESARROLLO DE LA MEDICINA AEROESPACIAL.	
Por Juan Carlos Salinas Sánchez	997
CENTROS DE LANZAMIENTO. Por M. C. B.	1003
INTASAT: PEQUEÑA HISTORIA DE UN SATELITE PEQUEÑO. Por José María Dorado	1011
¿SABIAS QUE. . . ?	1016
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA ESPACIAL.	
Por Manuel Corral Baciero	1019
Humor, por MINGOTE	1022
LOS LANZADORES, IMPRESCINDIBLES PARA LA EXPLORACION ESPACIAL. Por Juan Caballero de Andrés	1023
CUADROS DE LANZADORES	1032
Los Autores	1036
Semblanzas: WERNHER VON BRAUN.	
Por Emilio Herrera Alonso	1039
La Aviación en los libros. Por Luis de Marimón Riera ...	1041
La Aviación en el cine. Por Víctor Marinero	1043
Ultima Página. Pasatiempos	1047

EDITORIAL

EN SOLO 25 AÑOS

Año de efemérides para REVISTA DE AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA, que en su cincuenta aniversario se ha planteado enfrentar monográficamente en este número extraordinario el gran ámbito que ocupa la mitad de nuestro nombre: La Astronáutica.

¿Cuál será la situación de la astronáutica dentro de 25 años? Difíciles resultan los pronósticos a la vista de lo vivido en este cuarto de siglo que ha transcurrido desde que salió al espacio el primer Sputnik, aunque en algunos de los siguientes artículos se anticipen vaticinios con bastante garantía de ser realidad en el siglo XXI.

Pero no hemos querido jugar sólo a la prospectiva en este número. Dentro de nuestros modestos medios deseábamos que aquí quedase recogido lo principal de un amplio mundo que hoy es puntero en investigación y tecnología, y cuyos frutos ya impregnan toda nuestra actividad cotidiana.

Asimismo, dedicamos un interés especial a la modesta, pero, no desdeñable, aportación española al mundo del espacio, otro campo donde nuestra nación debe estar despierta para no perder este tren que puede ir algún día a la velocidad de la luz.

En 25 años todos hemos estado en la Luna, hemos fotografiado la rojiza superficie del planeta del Dios de la Guerra, y hoy esta se nos plantea ya como posible muy por encima de nuestras cabezas. Pero también hemos visto imágenes de las antípodas, o hablamos instantáneamente con sus habitantes, gracias a los satélites de comunicaciones, mientras los satélites meteorológicos nos envían constantemente imágenes de la evolución de los fenómenos atmosféricos. El inventario de posibilidades de explotación del espacio queda expuesto con amplitud en las páginas siguientes, que también se abren en texto y fotos a Venus, Júpiter, Saturno, Urano o Neptuno.

El hombre ha ampliado sus fronteras y empieza a serle estrecho el sistema solar. Ha aproximado sus ojos al Universo y hoy ya no sueña con la cara oculta de la Luna. Mucho le queda por conocer, aplicar y explotar desde el pequeño planeta verde que sigue siendo su claustro, pero, comience el lector su ejercicio, e irá descubriendo lo que ya ha aprendido.



IN MEMORIAM...

Después de ordenar el monitor de tierra la realización de diversas operaciones normales:

Astronauta: "Yo estoy haciendo, pero no funciona".

Esposa: "Te quiero, te quiero".

Astronauta: "Yo también te quiero... y al niño... y al niño. Vete a casa. Vete a casa".

Alexei Kosyguin: "Tú y los de tu clase habéis conseguido los máximos logros en la historia de Rusia. Estamos orgullosos de ti. Siempre se te recordará".

Cuando todos saben que es imposible estabilizar la nave y que se estrellará. Instantes antes de cortarse la comunicación.

Astronauta: "Tienes que hacer algo. No quiero morir".

(De la conversación real mantenida entre Control tierra y la aeronave Soyuz 1 tripulada por Vladimir Komarov el día 24 de abril de 1967, cuando sabían que era imposible la recuperación, y que fue recogido por muchos de los ingenios que hoy nos vigilan, casi sin saberlo nosotros).

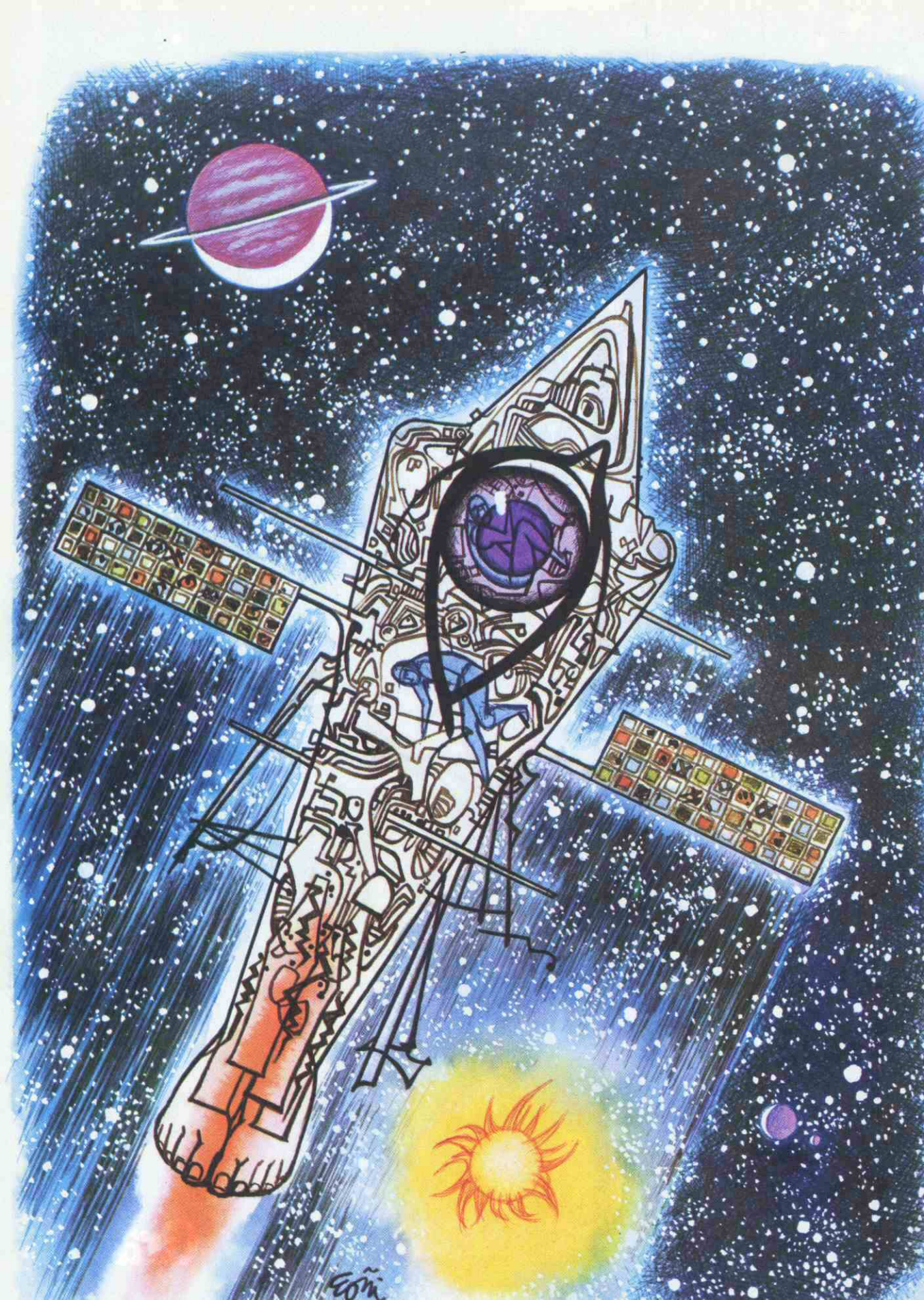
In memoriam de vosotros: Grisson, White y Chafee († 27-1-67), Komarov († 24-4-67), Dobrovolsky, Volov y Patsayev († 30-6-71), americanos y soviéticos, científicos y americanos, que os perdisteis en el espacio, o camino de él con nuestro agradecimiento: el de los científicos, los visionarios, los cineastas, los pintores, los literatos, los poetas, los dibujantes de cómics, los músicos y cantantes, los más de tres mil millones de habitantes de este planeta que a diario tenemos aquí esos pequeños problemas...

A vosotros que hoy seguramente estáis viendo desde más arriba nuestras todavía y por mucho tiempo pequeñas escaramuzas en un estrecho más allá, desde el vuestro ya total...

A vosotros que sabéis que no es el fin si sigue habiendo arco iris y tantas otras cosas...

A vosotros y todos los que han perdido su vida terrena en el camino del gran espacio exterior...

Gracias



EL HOMBRE ANTE EL ESPACIO

JUAN ORO

1. INTRODUCCION

Dentro de unos mil años, las generaciones futuras recordarán el siglo veinte como el siglo en que el hombre, emancipándose de la fuerza de la gravedad, sale de la Tierra y entra por primera vez en el nuevo mundo del espacio. Históricamente,

este periodo será reconocido como el siglo de emancipación gravitacional del hombre. Se revivirán pues, con admiración y nostalgia, aquellos momentos históricos en que el hombre puso por primera vez los pies sobre otro cuerpo celeste, y envió naves espaciales a explorar la mayor parte de los planetas y satélites del sistema solar. Algunas de estas naves están ya más

allá de nuestro sistema solar, cruzando el espacio cósmico con rumbo a otros mundos.

Reverberarán también en nuestros oídos las palabras pronunciadas por un joven sereno y audaz cuando daba el primer paso sobre la Luna: "Un pequeño paso para el hombre; un paso gigante para la Humanidad". Este primer paso interplanetario fue dado por Neil Armstrong, comandante del Apolo 11, el 20 de julio de 1969, el mismo día, 20 de julio de 1492, en que Cristóbal Colón salió de España con rumbo a tierras de allende que hoy constituyen el nuevo continente de América, y el mismo día también, 20 de julio de 1976, en que una de las dos naves no tripuladas del "Viking", se posaba por primera vez sobre la superficie del planeta rojo.

Con estas dos misiones espaciales llevadas a cabo por Estados Unidos con la importante colaboración de España, y con otras misiones realizadas principalmente por Rusia y otros países, ha quedado consolidada la era de los vuelos del espacio iniciada con el lanzamiento del satélite "Sputnik", por la Unión Soviética. Con la excepción de la misión "Apolo" y de los vuelos espaciales en órbita terrestre que fueron tripulados por el hombre (e.g., "Soyuz", "Space Shuttle"), los otros vuelos orbitales terrestres o interplanetarios han sido efectuados, o están a punto de llevarse a cabo, por medio de naves espaciales automatizadas (e.g., "Luna", "Venera", "Mariner", "Voyager", "Ariane", "Giotto") y en las que la comunidad europea está jugando un papel cada vez más prominente. Por lo tanto, este siglo debería ser bautizado no sólo como el siglo de emancipación gravitacional del hombre, sino como el siglo de exploración del sistema solar.

Como resultado de dichas exploraciones espaciales y de otras investigaciones que han sido efectuadas paralelamente durante las décadas pasadas, vamos adquiriendo una visión más clara de la posición relativa del hombre ante el Universo. Así, hemos obtenido un mejor conocimiento del sistema solar, de cómo se formó éste a partir de materia interestelar, de cómo apareció la vida en la Tierra, del impacto de la vida y del hombre sobre nuestro planeta, y de la posibilidad de existencia de vida en el más allá.

Este mejor conocimiento de los procesos evolutivos del Universo, de nuestros orígenes, y de nuestra posición en un mundo cada vez menos antropocéntrico, no sólo satisface la natural curiosidad de la mente humana, sino que establece la base intelectual necesaria para hacer posible una mejor evolución del hombre. Desde un punto de vista más inmediato y práctico, los estudios planetarios comparativos nos demuestran la necesidad de introducir un enfoque más racional en la utilización de los limitados recursos de nuestro planeta para el bien de generaciones futuras. Indiquemos brevemente algunos de los avances más importantes de estas exploraciones espaciales y de otras investigaciones relacionadas con ellas.

2. ORIGEN DEL UNIVERSO

Poco sabemos con certeza acerca del origen del Universo. Sin embargo, la hipótesis del "big bang" o gran explosión inicial, parece ser que está más de moda hoy día. Se han hecho cuatro hallazgos astronómicos, que, aunque no la confirmen, están en principio de acuerdo con ella: La existencia de una gran cantidad de hidrógeno y deuterio en el universo; el desplazamiento hacia el rojo o disminución de energía de la luz estelar; la existencia de una radiación térmica de 3° Kelvin, isotrópica y uniforme en todas las direcciones del espacio; y el hallazgo de galaxias a más de 10 mil millones de años luz cerca de lo que podría llamarse el borde del universo.

Siguiendo esta hipótesis hay, sin embargo, graves problemas para poder explicar la síntesis de los elementos más pesados; dar un valor preciso a la constante de Hubble; saber si la masa del Universo concuerda con un Universo abierto o cerrado, y

poder determinar el estado del universo antes del llamado "punto cero". Para poder decidir entre estas y otras hipótesis alternativas, tendremos que esperar a obtener los resultados de nuevos avances en las Ciencias del Espacio. Como luego indicaremos, es probable que el emplazamiento orbital del Telescopio del Espacio contribuya a resolver este dilema.

3. ELEMENTOS BIOGENICOS Y MOLECULAS INTERESTELARES

Sin duda, tenemos conocimientos más completos acerca de la formación en las estrellas y otros lugares del espacio, de los elementos químicos que constituyen el Universo y que forman parte de nuestro cuerpo. Se sabe que, con la excepción de los gases nobles helio y neón, los cuatro elementos más abundantes del Universo son el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno y el oxígeno. Estos elementos, junto con el azufre y el fósforo, que se encuentran también con cierta abundancia en el Universo, constituyen los seis elementos biogénicos que son esenciales para la formación de la vida. Asimismo, sabemos que estos elementos biogénicos y otros elementos más pesados se forman en el interior de las estrellas y en las explosiones llamadas *supernovas* por medio de reacciones termonucleares de fusión a temperaturas extremadamente elevadas (de millones a miles de millones de grados). Quizás una de las observaciones más sorprendentes es que la composición química elemental de los seres vivos es casi idéntica a la composición del Universo. Parece como si existiera una relación directa entre la facilidad de síntesis termonuclear de ciertos elementos y su capacidad de formar parte de la materia orgánica de los seres vivos.

Eventualmente, estos elementos son expulsados de las estrellas al espacio y al enfriarse se combinan dando lugar a la formación de moléculas. La composición molecular del espacio empezó a descubrirse por medio de la radioastronomía en el año 1969, con el hallazgo de moléculas de agua y amoníaco en nubes interestelares. Hoy día se conocen un centenar de moléculas que han sido halladas en el espacio cósmico entre las estrellas o a sus alrededores. La mayoría de estas moléculas son orgánicas, pero lo más interesante es que a partir de ellas pueden obtenerse los compuestos bioquímicos que forman parte de la materia viva. No es extraño pues que algunos astrónomos con pocos conocimientos de biología hayan llegado a confundirse y a decir que todo el espacio cósmico está lleno de vida.

4. LA NEBULOSA SOLAR

Cuando un grupo suficientemente grande de estas nubes interestelares chocan entre sí pueden dar lugar a formación de una nebulosa semejante a la que debió ser nuestra nebulosa solar. Se considera que dicha nebulosa sufrió, hace unos cinco mil millones de años, un colapso gravitacional impulsado en parte por la onda de choque de una supernova adyacente y dio lugar a la formación de los cuerpos celestes que hoy componen el Sistema Solar (Sol, planetas, satélites, cometas y asteroides).

Debido a la radiación solar, los planetas más cercanos al sol perdieron la mayor parte de sus elementos y moléculas volátiles, mientras que los más distantes como Júpiter y Saturno las retuvieron, principalmente el hidrógeno, helio, metano, amoníaco y agua. Asimismo, un buen número de moléculas orgánicas semejantes a las existentes en el espacio interestelar han sido encontradas por el "Voyager 2" en la atmósfera del satélite Titán, descubierto inicialmente en el observatorio Fabra de Barcelona por J. Comas Solá. También se han hallado algunas de estas moléculas orgánicas en los cometas. Los cometas son importantes, no sólo porque se consideran como los cuerpos más primitivos del sistema solar, sino porque de acuerdo con cálculos hechos en nuestro laboratorio, aportaron a nuestro planeta, a través de colisiones, una gran parte de los compuestos de carbono necesarios para la formación de materia orgánica en la Tierra primitiva.

5. LA TIERRA PRIMITIVA Y EL ORIGEN DE LA VIDA

Después de su formación —hace 4,6 millones de años—, la Tierra primitiva recibió material procedente no sólo de los cometas, sino también de otros cuerpos celestes que se cruzaron con la órbita terrestre, entre los que se encuentran los meteoritos. Los análisis realizados en nuestro laboratorio y en otros han demostrado que ciertos meteoritos contienen aminoácidos y otros compuestos que se encuentran en los seres vivos. Es decir, las condiciones necesarias para la formación de los compuestos bioquímicos debieron existir no sólo en la Tierra primitiva, sino en otros lugares del sistema solar (asteroides, cometas, etc.). Sin embargo, al parecer sólo en la Tierra se dieron las condiciones necesarias para que este proceso de evolución química orgánica fuese más allá del primer paso y continuase con la síntesis de compuestos bioquímicos más complejos y eventualmente diese lugar a la aparición de la vida. Se cree que este importante paso evolutivo tuvo lugar hace más de 4.000 millones de años. Efectivamente, en apoyo a esta teoría se ha demostrado por medio de experimentos en varios laboratorios que dichos compuestos bioquímicos más complejos (que forman parte de las proteínas, las moléculas genéticas y las membranas de los seres vivos) pueden sintetizarse en condiciones de la Tierra primitiva a partir de aquellas moléculas más simples que existen en el espacio interestelar.

Los primeros seres vivos probablemente fueron microorganismos anaeróbicos muy rudimentarios, menos complejos genéticamente que los virus más simples. Tenían que depender forzosamente de la materia orgánica a su alrededor. A medida que la materia orgánica fue desapareciendo, debieron sufrir cambios evolutivos hacia otros organismos primitivos que podían fijar el dióxido de carbono de la atmósfera como las arqueobacterias y las bacterias fotosintéticas que fijan el CO_2 mediante la energía del hidrógeno o de la luz, respectivamente. Ciertamente, los microfósiles más antiguos que se han encontrado en la Tierra (Australia) tienen una edad de 3.500 millones de años y son semejantes a las bacterias fotosintéticas.

6. LA VIDA EN OTROS LUGARES DEL SISTEMA SOLAR

Si la vida apareció en la Tierra primitiva hace unos 4.000 millones de años, cabe preguntarse si apareció también en los otros planetas más semejantes a la Tierra. Venus tiene una atmósfera aproximadamente 100 veces mayor que la Tierra y una temperatura en su superficie de 480°C , que no solamente hace imposible la vida, sino que causaría la destrucción de toda clase de materia orgánica. Marte, por otro lado, es aproximadamente 10 veces menor que la Tierra, ha perdido prácticamente toda su atmósfera (doscientas veces más tenue que la de la Tierra), y al estar más alejado del Sol tiene temperaturas muy bajas. Dichas condiciones no son ciertamente muy propicias para la existencia de vida en este planeta. Ambos planetas carecen de masa de agua líquida.

De todas formas, el proyecto "Viking" se organizó para poder determinar científicamente la posible presencia de vida en Marte. Un aparato diseñado principalmente en nuestro laboratorio y en el del Dr. Biemann, se construyó para analizar la atmósfera y los compuestos orgánicos de la superficie de dicho planeta. Las dos naves espaciales del "Viking" que se posaron sobre la superficie del planeta no encontraron materia orgánica. Además, a pesar de que uno de los tres experimentos biológicos obtuvo ciertas señales que parecían indicar la presencia de vida, los estudios que yo había realizado anteriormente demostraron que tales señales eran debidas a la acción catalítica de distintos óxidos presentes en la superficie de Marte y no a la vida. Por lo tanto, la conclusión a que se llegó fue que no existe vida ni en estos lugares ni probablemente en todo el planeta rojo (precisamente rojo por los óxidos de hierro). Si existió vida en el pasado, no se sabe, y solamente una exploración por medio de naves espaciales tripuladas podría resolver este enigma.

La posibilidad de que haya vida en otros lugares del sistema solar es muy remota. Sin embargo, el lugar más interesante en este sentido es el satélite de Júpiter, Europa, que, cubierto de una corteza de hielo, tiene un gran océano subterráneo donde existe agua líquida a una temperatura de unos 4°C , que podría permitir la presencia de vida. Si la vida en el satélite Europa hubiese aparecido en una época favorable, no se podría descartar la existencia actual de microorganismos anaeróbicos, basados en el dióxido de carbono y cuya fuente energética podría ser el hidrógeno o el sulfuro de hidrógeno, provenientes de fuentes térmicas submarinas. Esta energía térmica procede a su vez de las fuerzas de torsión gravitacional existentes entre el satélite Europa y el planeta Júpiter.

7. LA PROBABILIDAD DE VIDA EN NUESTRA GALAXIA

Es difícil concebir que las condiciones de la Tierra sean únicas en el Universo y que existe solamente vida en nuestro planeta y lo mismo puede decirse con relación a la vida inteligente: es decir, es difícil considerar que estemos solos en el Universo. Por otra parte, no tenemos suficientes conocimientos para hacer un cálculo preciso de la probabilidad de existencia de vida inteligente extraterrestre. El astrónomo Frank Drake sugirió inicialmente una fórmula para calcular el número de planetas con vida inteligente y con capacidad de comunicarse con otras "civilizaciones". Según sus cálculos el número probable de dichas civilizaciones avanzadas en nuestra galaxia es del orden de 100.000 o aproximadamente una por cada 10 millones de estrellas. (Nuestra galaxia tiene unos cuatrocientos mil millones de estrellas.) Hay otros científicos que, partiendo de otras premisas, llegan a valores de probabilidad mucho mayores, o, por el contrario, llegan a la conclusión de que sólo existe vida inteligente en la Tierra.

Para poder resolver este problema con certeza sería necesario poder observar directamente la existencia de planetas más allá del sistema solar, puesto que hasta ahora, y debido principalmente al hecho de que los planetas no emiten luz visible, no existe ninguna evidencia directa de los mismos. La evidencia disponible es sólo indirecta, ya que su existencia se deduce por el movimiento sinusoidal periódico de las estrellas, que, por cierto, no es muy fácil de medir con precisión. Sin embargo y a pesar de estas dificultades, un estudio reciente sobre unas 100 estrellas semejantes al Sol, que están aproximadamente a unos 100 años luz de la Tierra, indica que es probable que un 20% de las mismas tengan sistemas planetarios. Estos resultados son estimulantes y, sin duda, impulsarán nuevas investigaciones espaciales, usando todas las posibles bandas espectrales con instrumentos y sistemas mucho más eficientes que los actuales.

8. ¿HAY VIDA INTELIGENTE EN LA TIERRA?

Recientemente, el Senador William Proxmire, al cancelar el presupuesto de la NASA dedicado al programa SETI (Search of Extraterrestrial Intelligence) tenía sus propias dudas acerca de la existencia de vida inteligente no sólo en nuestra galaxia, sino en la misma ciudad de Washington donde él reside. En efecto, si uno da un vistazo rápido a la historia del hombre, se da cuenta que pocas son las generaciones en que el hombre se ha portado con toda racionalidad; es decir, que el *homo sapiens* poco ha avanzado hacia el *homo rationalis*. Hasta ahora ha usado sus conocimientos principalmente para luchar contra la naturaleza, los animales y otros hombres en lugar de usarlos para la protección de los mismos. A sabiendas, o sin darse cuenta, el hombre se está destruyendo a sí mismo, porque está agotando la capacidad de mantenimiento de la vida de nuestro planeta.

Una de las virtudes de los vuelos espaciales es que han permitido al astronauta o cosmonauta ver la Tierra desde fuera, como el pequeño y frágil planeta que es, donde grandes extensiones de tierra que antaño estaban cubiertas de bosques se han

convertido en desiertos en el curso de la breve historia del hombre. Uno se pregunta si la inteligencia está en la duda o en la esperanza de que el hombre durante este siglo ponga en práctica la lección que ha recibido al ver la Tierra desde el espacio.

9. EL IMPACTO FISICO DE LA VIDA SOBRE LA TIERRA

Normalmente, no se considera la vida como un factor importante en la dinámica física de la Tierra a nivel planetario. Sin embargo, la realidad es bien distinta. Prácticamente todo el oxígeno en nuestra atmósfera procede de las plantas fotosintéticas; las grandes masas de rocas de carbonatos y muchos otros minerales de la corteza terrestre han sido depositados por organismos. Quizás el efecto más profundo de la vida sobre la Tierra ha sido la fijación del dióxido de carbono atmosférico por organismos fotosintéticos. En primer lugar, este proceso ha constituido la base del desarrollo y expansión de la biosfera desde la época precámbrica hasta el momento actual. Asimismo, al eliminar progresivamente al CO₂ de la atmósfera y disminuir el efecto de invernadero del CO₂, la temperatura global del planeta se ha mantenido moderada durante toda la historia geológica. Este *Control homeostático* de la temperatura ha permitido mantener más o menos constante la gran masa de agua de los océanos, y a su vez ha influido en el establecimiento de los movimientos de placas geotectónicas que han dado lugar a la formación de los continentes. Es decir, que la Tierra sin vida no sería la Tierra que conocemos, pues, incluso físicamente, sería un planeta muy distinto.

Tanto es así, que los resultados obtenidos por el espectrómetro de masas de la sonda atmosférica "Pioneer-Venus" sobre el hidrógeno y deuterio de Venus, indican que dicho planeta cuando se formó contenía probablemente tanta agua como la Tierra. El meteorólogo T. Donahue, Jefe de la Junta del Espacio de Estados Unidos, cree que es posible que la no existencia de vida en el planeta Venus haya podido ocasionar las grandes diferencias que existen cuando se compara dicho planeta con la Tierra. (Ausencia de agua líquida en la superficie, temperaturas extremadamente elevadas, falta de movimientos geotectónicos etc.).

10. COLONIZACION DEL ESPACIO

Hay varios científicos, como el físico americano Gerard O'Neill y el astrónomo ruso, N. S. Kardashev, que consideran que tarde o temprano la colonización del espacio por el hombre será una realidad. Mientras Kardashev clasifica las civilizaciones en tres grandes puntos: planetarias, de sistemas estelares, y galácticas, Gerard O'Neill cree que el hombre con su espíritu intrínsecamente explorador no podrá sustraerse de colonizar el espacio alrededor de la Tierra. Además, sostiene que si el hombre no ejercita esta opción, está inhibiendo la evolución natural de la especie humana y, por lo tanto, hipotecando su propio futuro. En consecuencia, sugiere la creación de ciudades en el espacio entre la Tierra y la Luna que pueden permitir la existencia de unos 100.000 habitantes en cada una de ellas. Aunque la inversión inicial tenga que ser de cierta envergadura, el hecho de que haya disponibilidad de energía solar en cantidades ilimitadas y de que el material de origen lunar pueda ser obtenido con un mínimo esfuerzo gravitacional, hacen viable dicho proyecto. Sin juzgar si éste es un camino acertado o no, la realidad es que tanto Estados Unidos como Rusia están decididos a establecer estaciones espaciales en órbita terrestre y a tener una presencia más permanente en el espacio.

El proyecto "Space Shuttle" fue concebido, en parte, con este objetivo; es decir, como un sistema de transporte para la construcción de estaciones espaciales. Dependiendo de su altitud y posición geosincrónica estas estaciones podrían ser usadas como antenas receptoras y transmisoras de energía solar a la Tierra, como lugares ideales para fabricar materiales que requie-

ren la ausencia de la gravedad, para mediciones continuas de los cambios que ocurren en la atmósfera y en la biosfera (de interés para la meteorología, la agricultura y la pesca), o para observaciones astronómicas más allá del sistema solar. Estas observaciones podrían hacerse sin la obstrucción impuesta por la atmósfera a que están supeditados los observatorios terrestres.

11. NUEVAS OBSERVACIONES ESPACIALES Y EPILOGO

El Telescopio Espacial, cuyo emplazamiento en órbita terrestre está proyectado para el año 1985 por medio del "Space Shuttle", tendrá una capacidad de penetración óptica 7 veces superior a la del mayor de los telescopios terrestres actuales. Con él es posible que se resuelva el enigma de si el universo es abierto, o cerrado, es decir, si está todavía en estado de expansión o de contracción. Quizás podrán resolverse también otros enigmas espaciales relacionados con las *supernovas*, las *estrellas de neutrones*, los *pulsars*, los *quasars*, y los *agujeros negros*. Sin embargo, lo más importante para poder tener un conocimiento más profundo de los procesos evolutivos del universo que culminan con la aparición del hombre será el posible descubrimiento de sistemas planetarios y de planetas donde exista la vida.

Paralelamente, es posible que por medio de los nuevos sistemas de observación radioastronómica lleguemos a recibir señales de vida inteligente extraterrestre de ciertos lugares de nuestra galaxia. El Dr. Drake me informaba recientemente que con sólo la inversión de 25 millones de dólares en un sistema de analizadores multispectrales automatizados, acoplados a los radiotelescopios existentes, podría aumentarse más de un millón de veces la capacidad receptora y seleccionadora de señales inteligentes. Es concebible que en unos diez años podamos resolver el enigma de si estamos solos o no en el espacio universal, hecho que nos podría permitir dar un salto cuántico en la evolución de nuestra especie para el bien de todos los habitantes de la Tierra. Es decir, podríamos agradecer a Neill Armstrong su profética visión de que "aquel pequeño paso para el hombre está en camino de convertirse en un paso gigante para la Humanidad".

Como recapitulación y concentrándonos en el impacto del hombre sobre nuestro planeta no hay palabras más adecuadas que las siguientes:

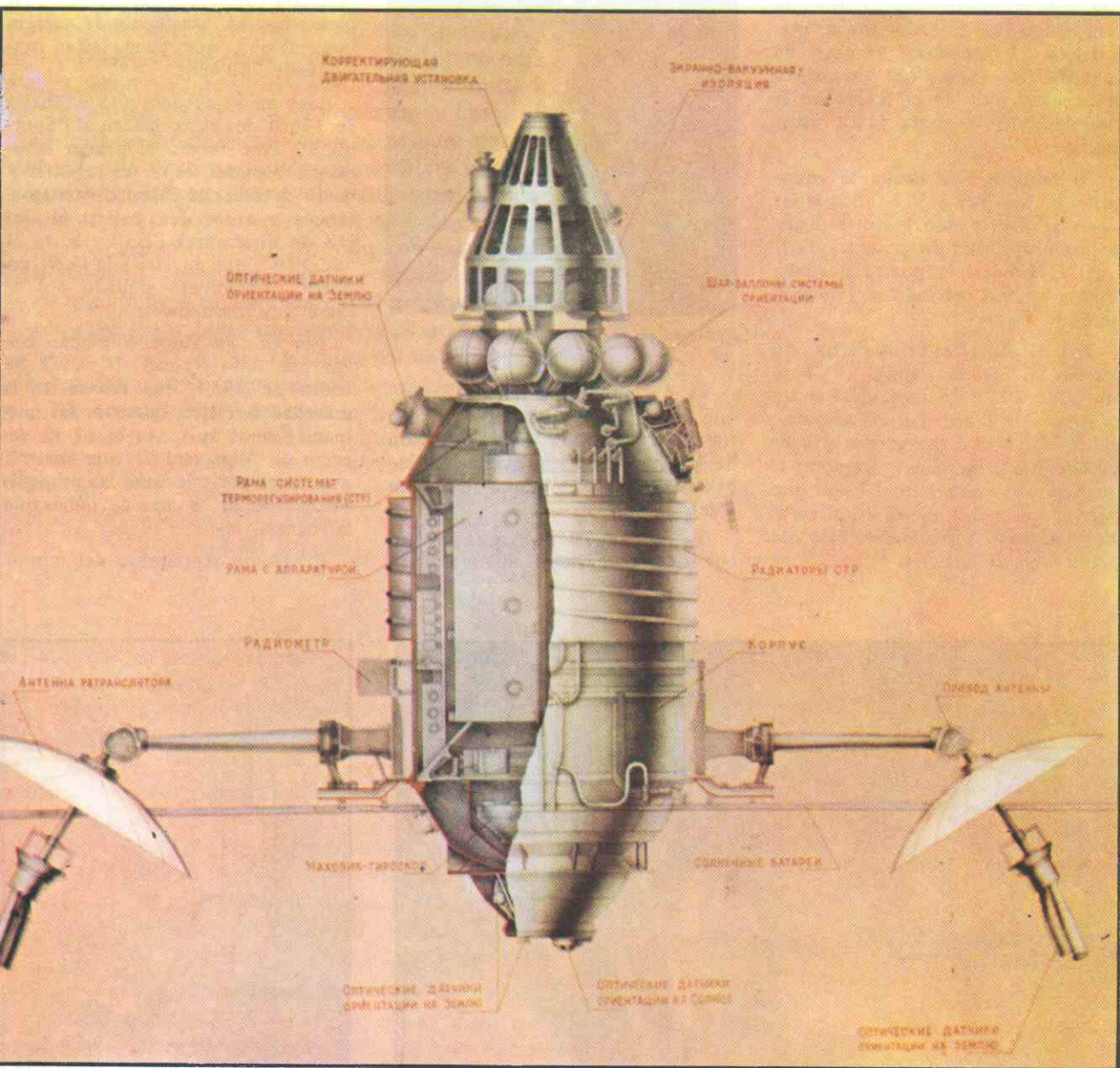
"Todos los países están tomando conciencia de que la Civilización, creada con tanto esfuerzo a lo largo de los siglos, produce efectos nocivos, desconocidos hasta ahora, que ponen en peligro su propia pervivencia sobre la Tierra. Los mares, los ríos, los bosques, los parajes naturales, son contaminados y la capacidad para la vida en nuestro planeta es mermada de forma alarmante.

Hay que tomar medidas importantes para atajar este mal para nuestra sociedad, y hay que hacerlo a diferentes niveles: gubernativo, científico, educativo. No hay que desaprovechar ningún medio para conseguir que el mayor número de personas tome conciencia del problema y actúe inmediatamente".

Presentación por su Majestad don Juan Carlos de Borbón y Borbón, siendo príncipe de España y Presidente de ADENA, del libro "S.O.S. Por El Planeta Tierra", de Alessandro Pasini y Giancarlo Masini, Ediciones Nauta, S.A. Barcelona, 1972.

ASI FUE PASANDO...

MANUEL CORRAL BACIERO



Sputnik-1 (URSS): Primer éxito en la aventura espacial

El 4 de octubre de 1957, la URSS ponía en órbita terrestre el primer satélite artificial, 83 kilos bajo el nombre de Sputnik I, que daban la vuelta a la tierra en 1 hora, 36 minutos, en una órbita con perigeo de 226 kms. y apogeo de 945 kms.

Menos de 1 mes después, el 3 de noviembre, el primer ser terrestre macroscópico vivo abandonaba la atmósfera terrestre en el segundo satélite soviético "Sputnik II", para empezar a contarnos las reacciones de un organismo superior en el exte-

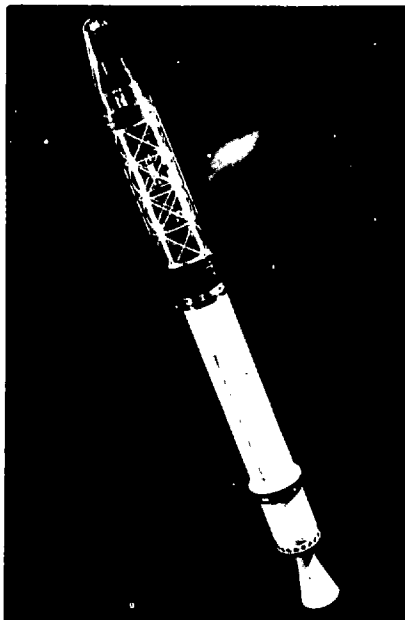
rior. ¿Recuerdas, lector, a la entonces famosa perrita "Laika", primera astronauta, que no pudo volver para contarlo, ya que entonces las naves aún no se recuperaban?. Fue hace menos de 25 años.

Y así no empezó todo... Desde

que el hombre miraba a las estrellas hasta que aprendió a despegarse del suelo pasaron... miles de años. Desde aquí a desear despegarse de la Tierra no pasó el tiempo, aunque hubiera sido antes ficción con Julio Verne que realidad. Tsiolkovsky (Rusia) Goddard (EE.UU.) Esnault-Pelterie (Francia) Winkler, Riedel Rudolph y Oberth, son nombres de precursores que no acabaron de materializar el necesario principio de velocidad de escape que permitiera al hombre huir de la fuerza de la gravedad de la tierra (11,2 kms/seg.).

Ni siquiera Von Braun lo consiguió con sus V-1 y V-2, aunque los pasos se iban dando y con el logro de los proyectiles dirigidos tras la II Guerra Mundial la puerta quedaba abierta al hito marcado al principio de estas líneas.

Los Estados Unidos tomaron con retraso la línea de salida: El 31 de enero de 1958 un lugar de Florida saltaba a la fama: Cabo Cañaveral, desde donde era lanzado el primer satélite norteamericano: Explorer 1, un pequeño ingenio de 14 kgs. que permanecería dos meses en el espacio llegando a separarse más de 2.500 kms. de la tierra.



Explorer 1 (EE.UU.); Comienza la carrera

El "Explorer 1" nos descubrió que a partir de unos 800 kms la tierra está rodeada de un cinturón de radioactividad intensa, que fue bautizado como "Capa de Van Allen".

Ya estaban en la carrera los dos colosos y en el inacabable maratón

que se había iniciado las marcas y los logros se alcanzarían a un ritmo nunca conseguido en otro campo de la actividad humana.

¿Recordamos?

En poco más de dos años salen al espacio la nave "Vanguard 1" (EE. UU.: 17 de marzo de 1958) alimentada con baterías solares (¿Quién no piensa hoy en esta fuente de energía inagotable?), que puede estar funcionando 200 años.

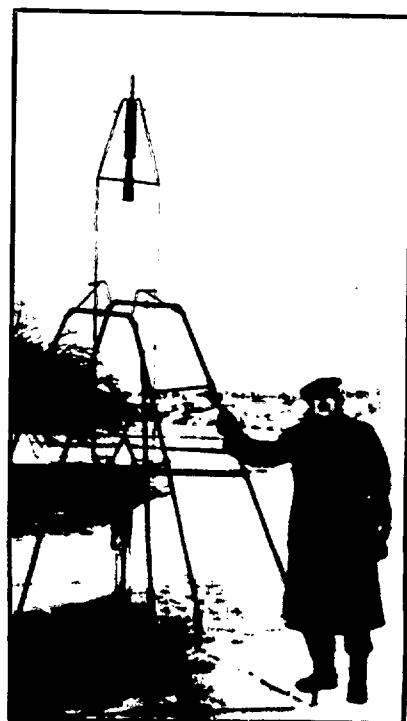
Tres meses después (15 de mayo de 1958), los rusos lanzan el "Sputnik 3", considerado el primer laboratorio espacial, capaz de registrar y medir fenómenos cósmicos y atmosféricos y antes de finalizar el año (18 de diciembre) EE.UU. lanza el "SCORE", que enviará a la tierra un saludo previamente grabado por el Presidente Eisenhower.

Por fin, los rusos consiguen lanzar una nave "Lunik 1", el 2 de enero de 1959, que escapa de la gravedad terrestre, mientras los norteamericanos lanzaban el 17 de febrero el "Vanguard 2" que enviaría a la tierra por televisión las primeras fotografías de la capa de nubes que la rodean.

El 14 de septiembre del mismo



Cabo Cañaveral: Lanzamiento de un cohete V-2/WAC-Corporal, ensayo de futuros envíos al espacio



1926: Goddard junto al primer cohete de combustible líquido

año se produciría el primer impacto en la Luna (Lunik 2-URSS) y el 4 de octubre, otra vez los soviéticos, lanzaban el "Lunik 3", emisor de las primeras fotografías de la cara oculta de la luna.

Quizas 1959 fue por esto un año triste para los poetas, pero la humanidad iba acumulando datos para dar el salto definitivo al satélite de la Tierra, que se produciría diez años más tarde.

1961 fue el año de los primeros vuelos orbitales tripulados. Otra vez los soviéticos tomaron la delantera y el 12 de abril la "Vostok 1" lanzaba a Yuri Gagarin, quien permanecería en el espacio 1 hora y 48 minutos dando una vuelta completa a la tierra.

Los EE.UU. no quisieron distanciarse de aquel hito y el 5 de mayo su nave "Freedom-VII" ponía en el espacio a Alan Shepard para un vuelo suborbital. El primer vuelo orbital norteamericano tripulado no tendría lugar hasta el 20 de febrero de 1962, fecha de lanzamiento de la "Friendship VII", que, con John Glenn a bordo, completaría 3 órbitas a la tierra.

La aventura del espacio no perdió actualidad en estos primeros



W. Von Braun

años y, así, iban cubriéndose etapas, unas con más realce publicitario, otras con más discreción, pero no menor interés científico.

Fue inmediata la explotación del espacio con fines meteorológicos (Vanguard 2-EE.UU.-1959), para telecomunicaciones (Telstar-1 -EE.UU.-1962), o geodésicos (Anna 1B- EE. UU- 1962) y no se demoró mucho la cooperación internacional (Ariel-1 -EE.UU-URSS- 1962) ni la entrada

en el espacio de otras naciones: Gran Bretaña y Canadá, 1962; Italia 1964; Francia, 1965; Australia, 1967; R.F. Alemania, 1969; República Popular China, 1970; Holanda y España, 1974. Hoy son múltiples los aspectos de esta cooperación internacional, como podrá verse en otros artículos de esta Revista.

También fue temprana la ampliación de los proyectos espaciales al sistema planetario solar. En 1962 los rusos lanzan su nave MARS-1 y en 1964 el Mariner 4 (EE.UU.) envía las primeras fotografías de Marte, luego vendrían Venus, Júpiter y Saturno, vecinos de nuestro sistema solar de los que hoy vamos conociendo datos sorprendentes e inesperados gracias a las naves Mars, Venu-shik, Viking, Voyager y Pioneer.

Pero volvamos a los nombres y atrás en el tiempo quedan los de Valentina Tereshkova, primera mujer que ha salido al espacio. (Vostok 6, URSS. Lanzado el 6 de junio de 1963, que completó 48 órbitas), Alexei Leonov, el primer "paseante" espacial, durante 10 minutos con la nave "Voskod 2" (URSS) lanzada el 18 de marzo de 1965. Edward White, que cubriría el mismo hito para los EE. UU. con la nave Gémini-4 lanzada



Ham, el primer chimpancé espacial, durante su vuelo



Valentina Tereshkova, la primera mujer en el espacio, junto al primer astronauta, Yuri Gagarin

el 3 de junio de ese año. Luego rusos y americanos se encontrarían en el espacio 10 años más tarde, en el acoplamiento de las naves Apollo-Soyuz.

¿Y la Luna? . El 20 de julio de 1969 se posa en su superficie el módulo lunar "Eagle", de la nave "Apolo XI" que había sido lanzada desde Cabo Kennedy impulsada por un cohete "Saturno V".

A las 3: 56 (hora española) del día 21 Neil Armstrong es el primer hombre en pisar la Luna; bajaría después su compañero Edwin Aldrin, permaneciendo ambos en la superficie lunar más de 21 horas.

A este histórico vuelo le habían precedido importantes logros por parte de las dos grandes potencias. Fueron los soviéticos quienes primero consiguieron un alunizaje perfecto no tripulado con la nave "Lunik 9" el 3 de febrero de 1966 y las primeras órbitas lunares, con su hermana "Lunik 10" lanzada el 31 de marzo del mismo año. Pero en pocos meses, los EE.UU. se ponían a la par. (Alunizaje, "Surveyor 1", 2 de junio de 1966. Órbita lunar, "Lunar Orbiter 1", 10 de agosto de 1966.)

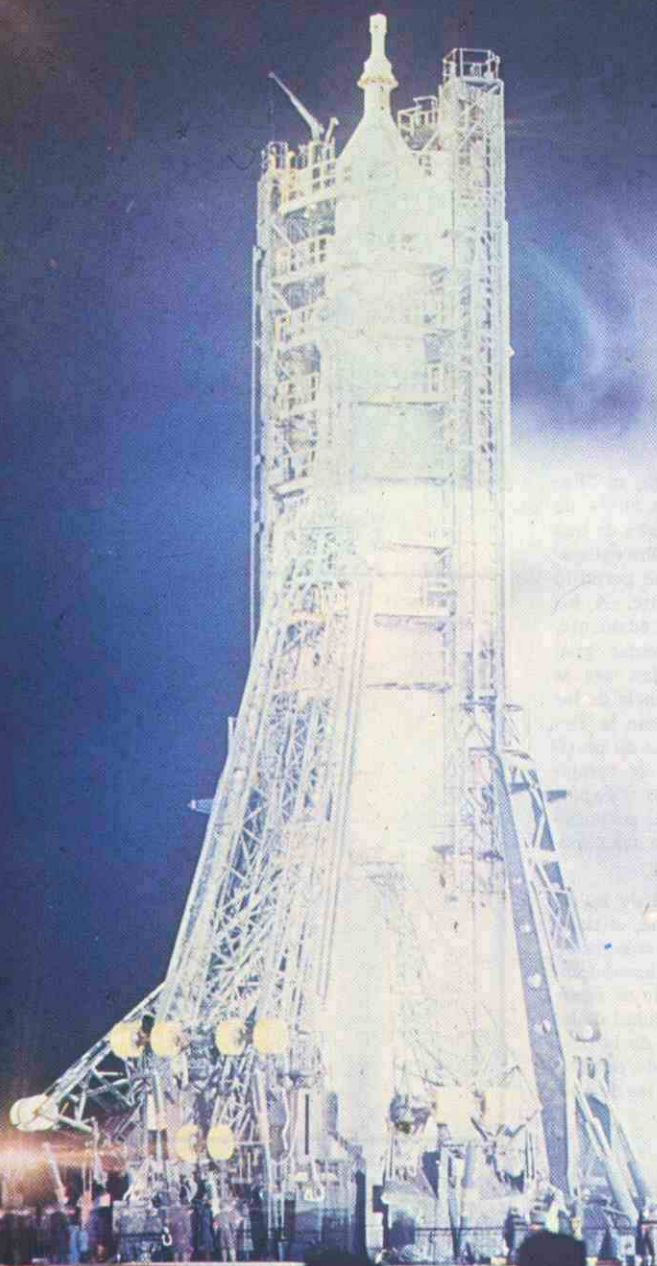
Sin embargo, estos trabajos de investigación y preparación sólo tuvieron continuidad en vuelos tripulados para alcanzar la Luna por parte norteamericana, a través del programa "Apolo". Al histórico triunfo del "Apolo XI", seguirían, también con éxito, los alunizajes de las tripulaciones de los Apolos XII, XIV, XV, XVI y XVII, último gigante de un programa al que los problemas económicos y la búsqueda de nuevos campos de investigación dieron por concluido.

Porque el presente y el futuro de la investigación espacial camina hoy por múltiples vías, muchas de ellas desconocidas para el gran público. Los miles de naves lanzadas al espacio han puesto a nuestra disposición datos del entorno espacial próximo y a nuestro constante servicio en diversos campos de aplicación, tecnológicos, científicos y militares, una amplia gama de satélites artificiales, y los avances futuros parecen escribirse a través de las lanzaderas espaciales (1.^{er} vuelo del Space Shuttle: 14 de abril de 1981) que permitirán la puesta en órbita, manipulación y recuperación económica de múltiples sistemas hoy tan sólo imaginados muchos de ellos. ■



Preparativos para un nuevo vuelo de la Lanzadera Espacial, el futuro del hombre en el espacio.

PROGRAMAS ESPACIALES MAS IMPORTANTES EN ORBITA TERRESTRE



LUIS PUEYO PANDURO

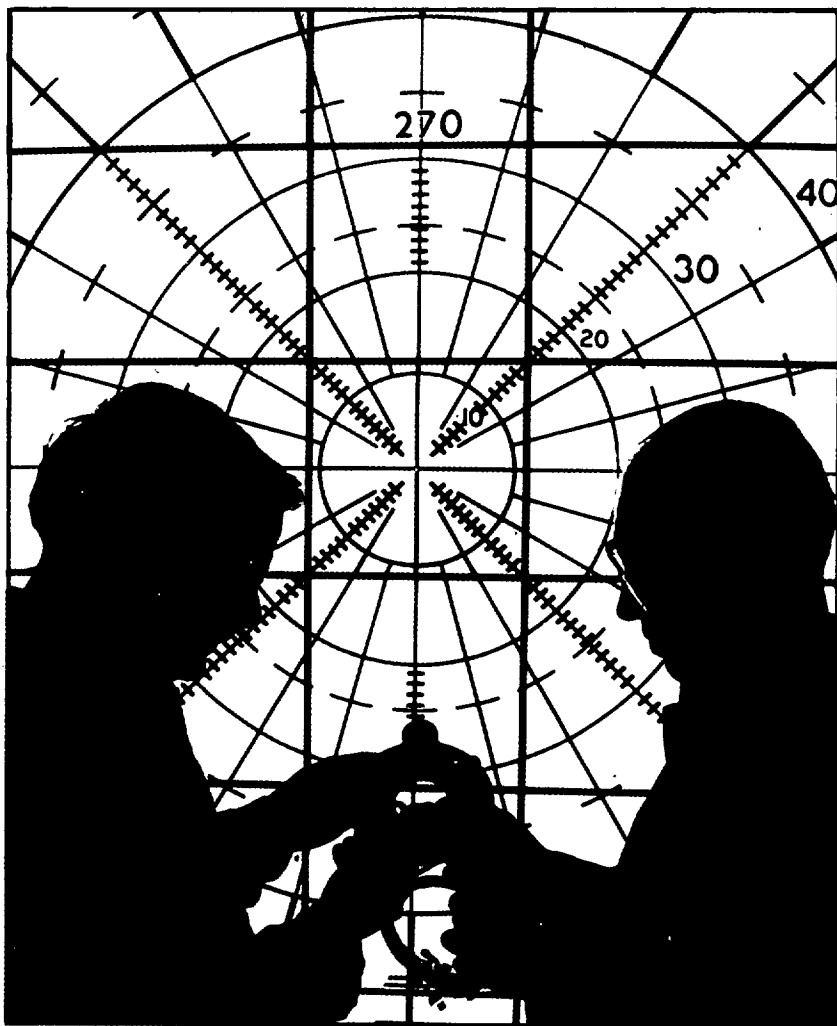
La era espacial se ha iniciado cuando la evolución de los vehículos propulsados por motores cohete, basada en el desarrollo de los misiles estratégicos, ha hecho posible alcanzar la capacidad necesaria para inyectar un objeto en órbita terrestre.

Las primeras actividades orbitales estuvieron dirigidas a demostrar la factibilidad de la inyección en órbita, en condiciones marginales por la capacidad limitada de los vehículos. Los dos primeros satélites —americano uno, soviético el otro— fueron elementos de gran simplicidad que suministraron información científica que serviría de punto de partida para la investigación posterior. Estos satélites, el "Sputnik I" y el "Explorer I", marcaron un hito en la historia de la ciencia y de la técnica. Han constituido el origen de las actividades espaciales de las dos grandes potencias.

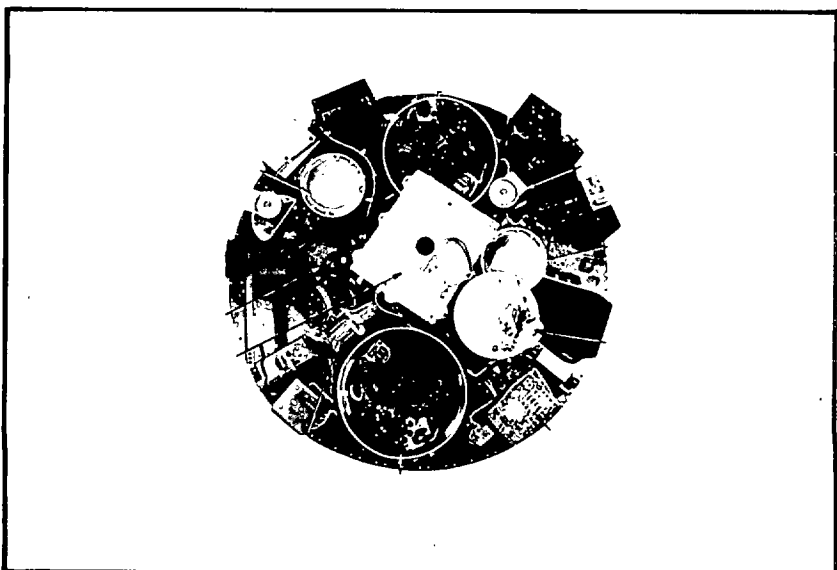
El "Sputnik I" fue inyectado en órbita el 4 de octubre de 1957. Se trataba de una pequeña esfera de 585 mm. de diámetro y 84 kg. de peso, en la que se integraban dos emisores de 20,005 y 40,002 Mhz. La duración del satélite permitió obtener información sobre las condiciones físicas de la alta atmósfera, así como el estudio del efecto perturbador de la ionosfera en la transmisión de radioondas. Este estudio permitió conocer el contenido total de electrones entre el satélite y la superficie terrestre. Por último, los datos relativos a la temperatura interior facilitaron el diseño del acondicionamiento de la cabina del siguiente satélite, el "Sputnik II", que llevaría al espacio a la perra Laika.

El primer satélite americano, el "Explorer I", se inyectó en órbita el 31 de enero de 1958. Aunque se trataba de una pequeña unidad de 14 Kg., estaba equipado con un contador Geiger que permitió un descubrimiento sorprendente. A los 1,000 kms. de altitud, aproximadamente, el contador empezaba a detectar gran cantidad de partículas cargadas: era la primera indicación de la existencia de los anillos de Van Allen, que rodean la Tierra con elevadas concentraciones de partículas cargadas, atrapadas por el campo magnético. Misiones posteriores ("Explorer" III y IV, "Pioneer" II y IV) permitieron confirmar la existencia de tales anillos y determinar su estructura.

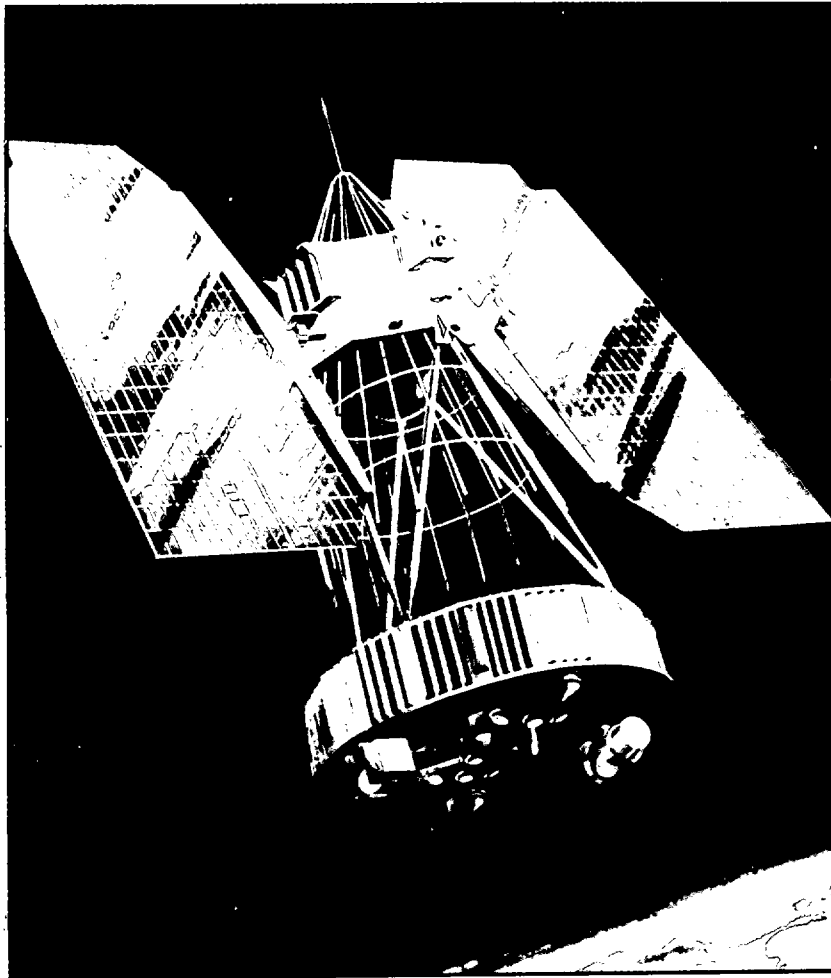
A medida que la capacidad de inyección aumentaba progresivamente, al tiempo que se avanzaba en la tecnología de naves espaciales y de la comunicación entre éstas y sus estaciones y que se alcanzaba un alto grado de confiabilidad de las misiones y se podía disponer de la nave estabilizada en tres ejes, han sido posibles dos nuevos tipos de misiones: las de aplicación y las tripuladas.



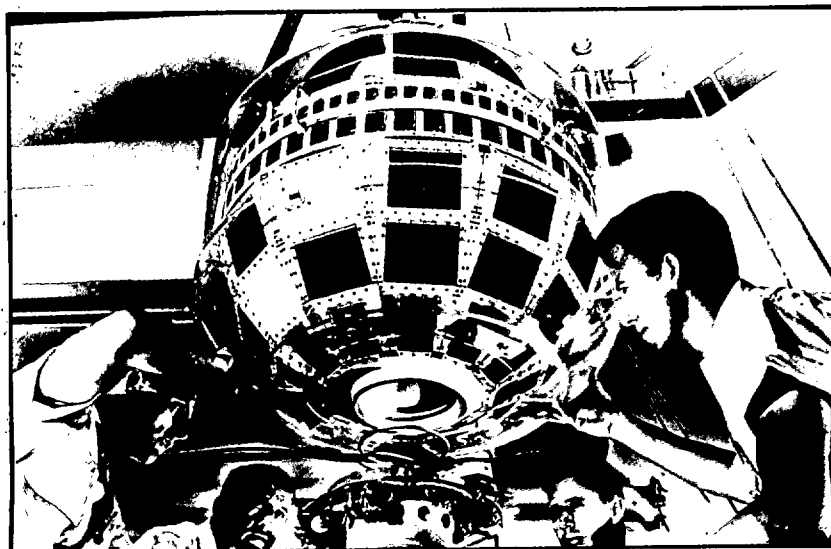
Control de alineamiento de cámara de satélite meteorológico



Satélite norteamericano de la serie "TIROS", lanzados a partir de 1960, que permitieron observar por primera vez la cobertura de nubes mediante cámaras de televisión.



Satélite norteamericano de la serie NIMBUS, que no son propiamente meteorológicos, sino de investigación atmosférica, como soporte científico de los programas de aplicación propiamente meteorológica.



Montaje final del TELSTAR; el primer enlace trasatlántico de señales en Televisión.

El desarrollo de vehículos inyectados ha hecho posible la ampliación de las misiones espaciales fuera de las órbitas terrestres, a las lunares y planetarias, incluso hasta el escape del sistema solar (Pioneer X, Voyager). Pero no se han abandonado las proximidades de la Tierra y las misiones orbitales. Al contrario, a medida que las misiones planetarias avanzaban en profundidad, se afianzaba el convencimiento de que la humanidad puede obtener el mejor aprovechamiento del espacio en las órbitas terrestres y, de hecho, actualmente reciben más atención y más dedicación de recursos. En particular, se mencionan como misiones del mayor interés las de aplicación, en órbita geostacionaria, y las de naves tripuladas que están creando la base para las grandes estaciones espaciales del futuro, especialmente las misiones soviéticas, pero sin olvidar, las perspectivas que abre el vehículo inyector recuperable americano "Shuttle".

La actividad en órbita de la Tierra durante los 25 años de la era espacial ha sido ingente, tanto en naves automáticas como tripuladas. Sintetizar esta labor resulta difícil; no obstante, se trata de presentar una imagen global de este esfuerzo.

En este artículo se sintetizan las actividades realizadas en órbita en tres tipos de misiones: científicas, de aplicación y tripuladas. Se excluye uno de los usos más importantes, el de Defensa, que es el que ha motivado mayor número de misiones orbitales.

MISIONES CIENTÍFICAS

Tienen como objetivo incrementar el conocimiento científico, tanto del medio espacial que rodea a la Tierra, accesible a los satélites, como del medio espacial lejano observable desde fuera de la atmósfera (observatorios astrofísicos orbitales); así como utilizar el espacio como medio de experimentación y de investigación científica, mediante laboratorios orbitales en los que se puede realizar investigación (Ciencias Biológicas y Médicas, Ciencias de Materiales) utilizando la ambientación espacial natural (radiaciones, vacío) y la inducida (gravedad nula). Estas últimas misiones se realizan con tripulación. Son, pues, misiones tripuladas.

Aunque las actividades espaciales de las dos grandes potencias, los EE.UU. y la U.R.S.S., bastarían para una actualización general del campo científico espacial, la ciencia es un dominio en el que todos pueden contribuir y los satélites científicos admiten una amplia gama de complejidad y coste, lo que ha permitido el acceso al espacio de numerosos países y de contribuciones de gran interés incluso con medios modestos. Entre ellos, los de países europeos que, dentro de sus programas nacionales, han desarrollado una labor importante; así, Francia ha cubierto un amplio espectro de dominios de investigación espacial en Ionosfera-Mag-

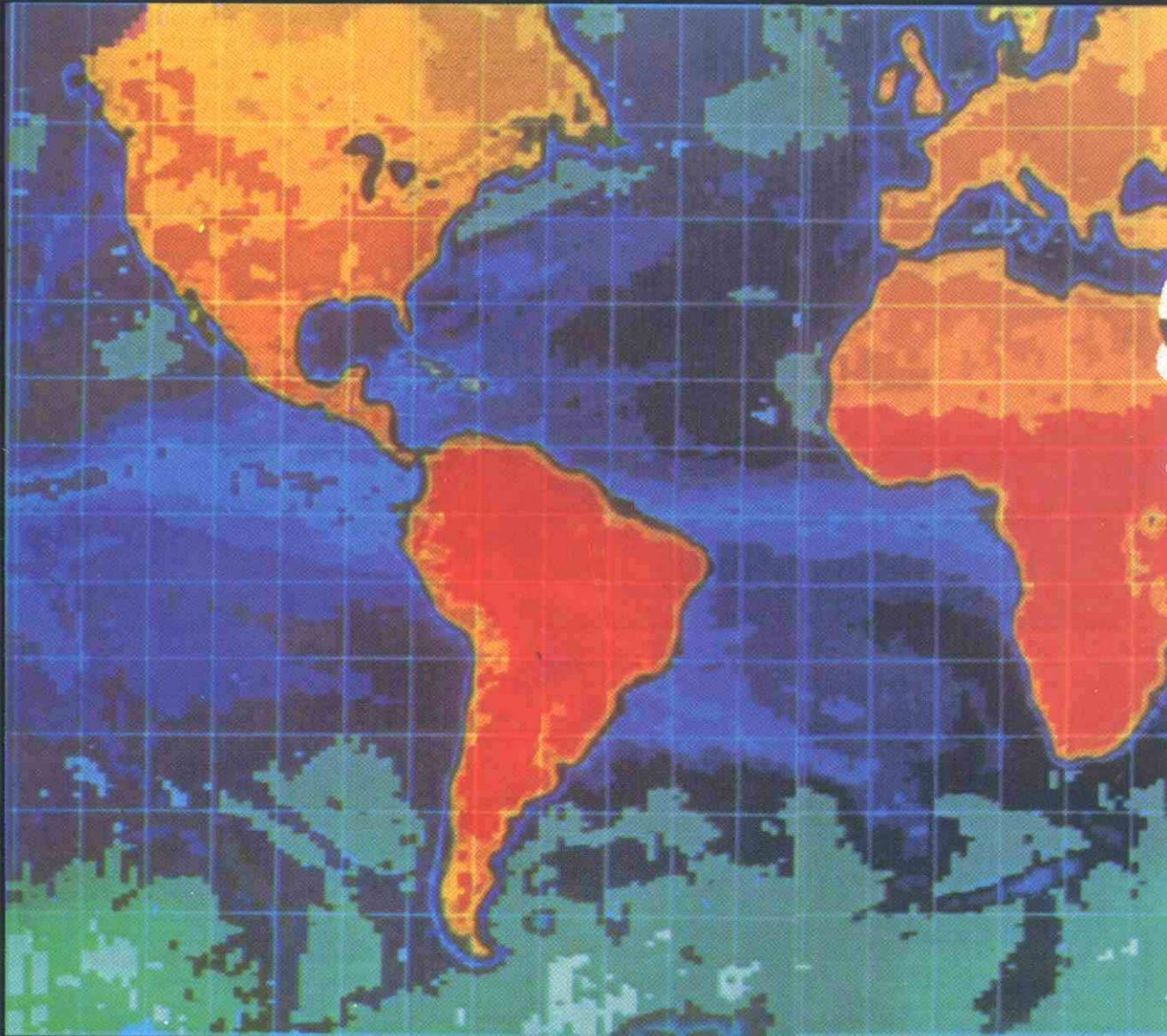
netosfera, Radiaciones, Geodesia, Astronomía y Meteorología, con el doble carácter científico y de aplicación.

Gran Bretaña, la República Federal Alemana, Italia, Holanda y España (satélite INTASAT) también han contribuido eficazmente a la investigación espacial. Suecia se incorporará en breve al grupo

1979 (La parte destinada a satélites científicos ha sido importante: Shinsel 1971, Denpa 1972, Taiyo 1975, Une 1 1976, Kyokko 1978, Une 2 1978, Jikiken 1978, Hakucho 1979 y ASTRO-A 1981).

Los satélites científicos, en general, no se dedican a un objetivo único. Algunos integran instrumentación diversifica-

el techo de vuelo de la aviación, es solamente accesible a medios típicamente espaciales, globos (hasta 40 km, de altitud) y cohetes de sondeo. Esta zona inicial es inaccesible a los satélites porque la densidad del aire es todavía muy elevada. Se menciona excepcionalmente el conjunto de cinco satélites AE (Atmosphere Explo-



Mapa radiométrico del mundo realizado en enero de 1973 gracias a los datos suministrados por el satélite Nimbus-5.

de países europeos con satélites científicos propios (satélite científico "Viking").

Otros países que han contribuido a la investigación espacial mediante satélite son Canadá, India y Japón. Este último ha dado tal importancia al espacio que en diez años ha multiplicado su presupuesto espacial por siete; de 6,000 millones de pesetas en 1970 a 43,000 millones en

da, lo que dificulta una correlación entre satélite y dominio de investigación.

A continuación se relacionan los dominios más característicos de investigación orbital.

Atmósfera Neutra

La zona del espacio más próxima a la Tierra es la atmósfera neutra que, sobre

rer) de la NASA que han accedido esporádicamente a la alta atmósfera y han realizado medidas fuera de la altitud normal accesible a los satélites. Las órbitas tienen un perigeo muy bajo, del orden de 150 km., y pueden acercarse brevemente hasta 120 km. Con estos satélites se ha cubierto un margen muy amplio de inclinaciones orbitales, entre órbita casi ecua-

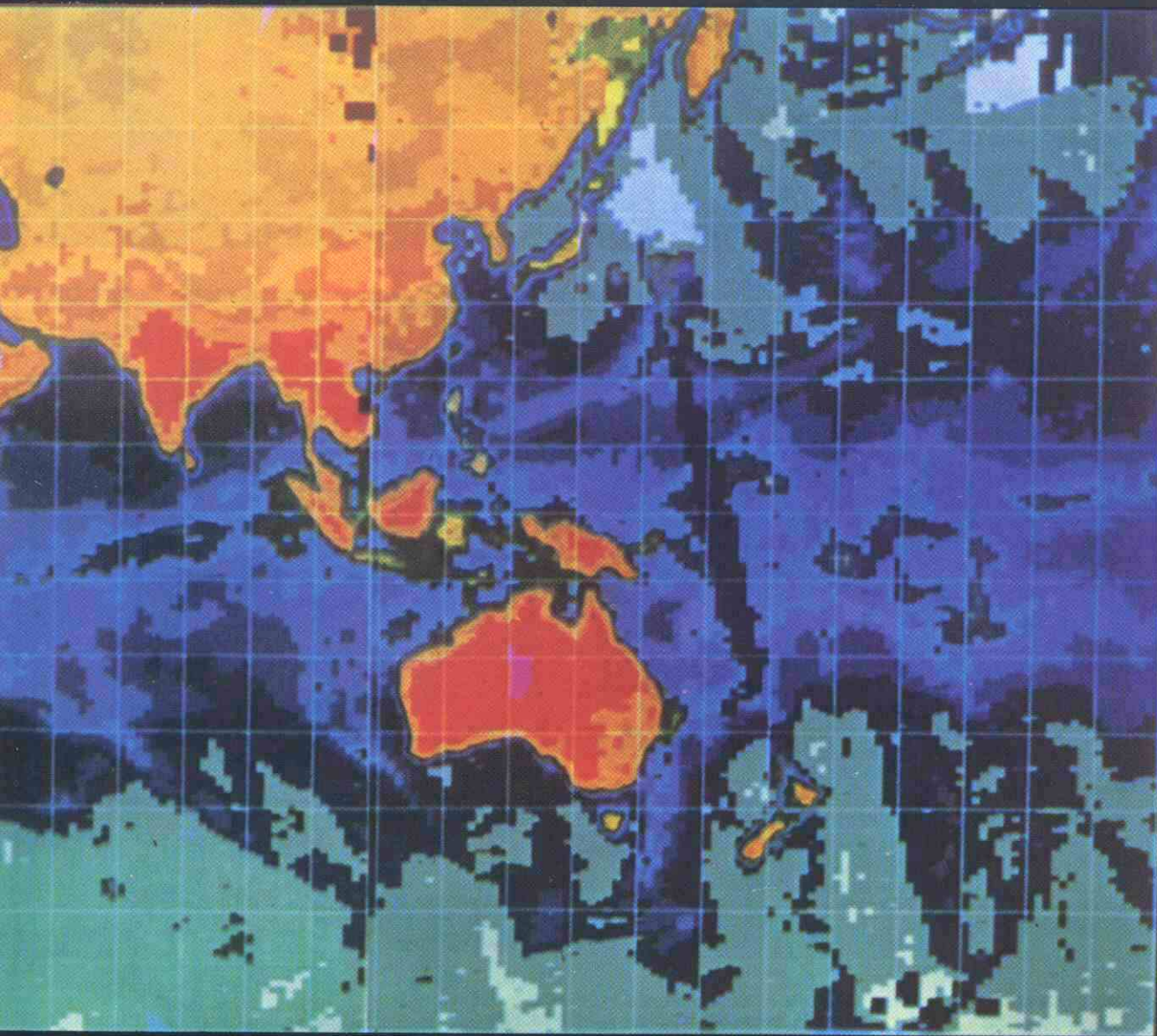
torial a órbita polar. Pueden realizar gran cantidad de observaciones superiores, que permiten obtener resultados globales e información de dinámica atmosférica mediante imágenes que permiten determinar el desplazamiento de nubes, velocidad del viento, formación de ciclones, etc. Estos satélites, aunque en algunos ca-

Ionosfera

Se extiende desde unos 65 kms. de altitud a centenares de kms., sin un límite definido. Se caracteriza por la existencia de iones y electrones debido a la ionización de átomos y moléculas por la radiación ultravioleta, los rayos X y partículas procedentes principalmente del Sol.

desde tierra (ionosonda) realizan sondeos desde arriba, lo que permite identificar las capas características de la ionosfera, de concentración iónica y electrónica y medidas globales de contenido total de iones y electrones.

Los satélites americanos y rusos han permitido disponer de gran cantidad de



Recoge el grado de humedad, temperatura y perturbaciones atmosféricas en tierra y mares

Los satélites son esencialmente de investigación, como la serie "Nimbus", se consideran dentro del dominio de las aplicaciones como satélites meteorológicos. Como también lo está el satélite SAGE (Stratospheric Aerosol and Gas Experiment), dedicado al estudio de la distribución global de aerosoles y de ozono y su influencia en el clima.

La ionosfera ha sido ampliamente investigada, si bien la región más baja, por ser inaccesible a los satélites, solamente ha sido susceptible de medidas de carácter global o de evaluaciones por procedimientos indirectos. En particular se mencionan los satélites denominados "Top-sounder", o sondeador superior que, a semejanza de los sondeos que se realizan

datos ionosféricos: perfiles de densidad de iones y electrones, así como su temperatura, identificación y efectos en la transmisión radioeléctrica.

Europa ha realizado una aportación importante en este campo. Los satélites empleados han sido: por parte de Francia, el FR-I; Inglaterra dedicó algunos satélites de la serie "Ariel"; España ha con-

tribuido con el satélite científico "Intasat". ESRO ha puesto en órbita los satélites europeos de mayor interés: "ESRO 1A" (Aurora) y "ESRO 1B" (Borcas). Por último, es de mencionar el "ESTO IV", que estudió, entre otras cosas, la composición y los efectos de las perturbaciones geomagnéticas.

Magnetosfera

La magnetosfera, región del espacio que rodea a la Tierra en la que el campo geomagnético tiene un efecto dominante sobre el gas ionizado, se extiende hasta unos 60.000 kms. en el lado del Sol y hasta una distancia indefinida en el lado opuesto.

En este dominio de investigación la contribución europea ha sido excepcional. El satélite "ESRO II", primero puesto en órbita por la organización de ese nombre, ya estaba destinado a este fin.

Los resultados obtenidos, de alto interés para la investigación magnetosférica, se complementaron con dos nuevos satélites de ESRO, el HEOS-1 y el HEOS-2, inyectados en órbita en diciembre de 1968 y enero de 1972 respectivamente. Estos satélites han permitido establecer un modelo refinado de la magnetosfera, en particular el HEOS-2 ha descubierto una zona de plasma de gran intensidad, que rodea la cola de la magnetosfera, denominada "manta de plasma". Tales éxitos científicos se han continuado con una misión de gran importancia, ISEE (Internacional Sun Earth Explorer), realizada en cooperación entre ESA y NASA.

ISEE es una misión dedicada a la investigación de la magnetosfera constituida por tres naves, ISEE-1 de ESA, ISEE-2 de NASA, ambas en la misma órbita, e ISEE-3 de NASA inyectada en un punto de liberación del sistema Sol-Tierra (punto de equilibrio). Por último, los satélites GEOS 1 y 2 de ESA se han dedicado al estudio de la dinámica de la magnetosfera.

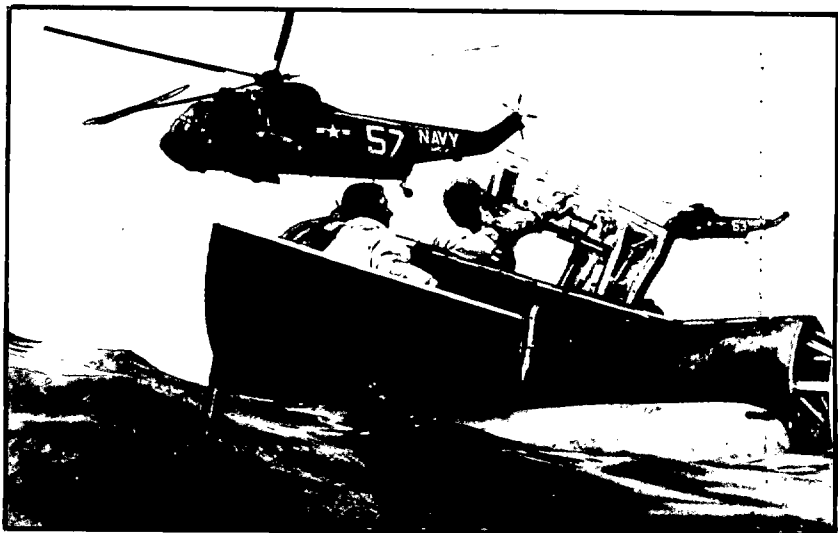
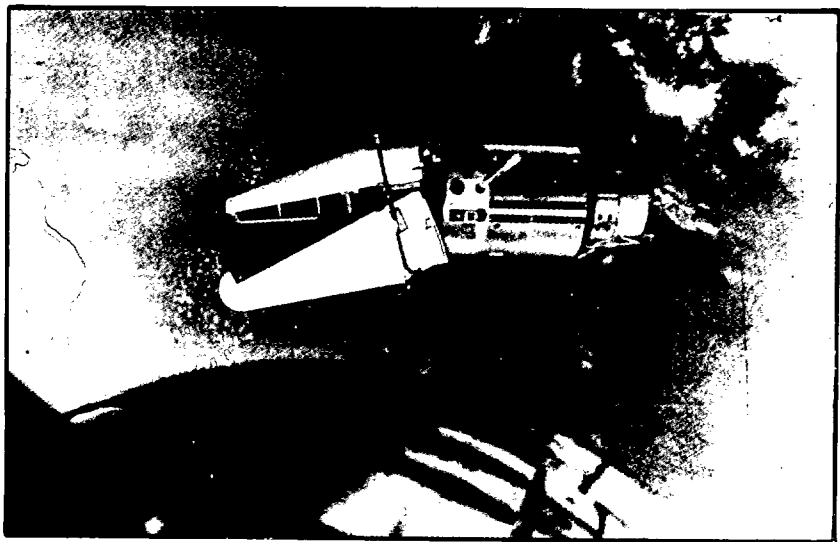
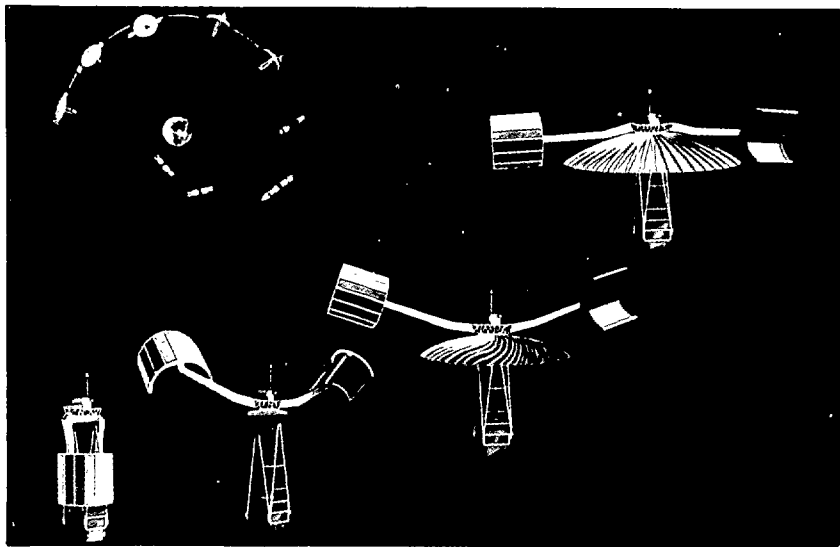
En este mismo sentido, y en el estudio de la radiación cósmica, destacan los satélites Azur (RFA), COS-B (ESA) y HEAO (NASA).

Observatorios orbitales

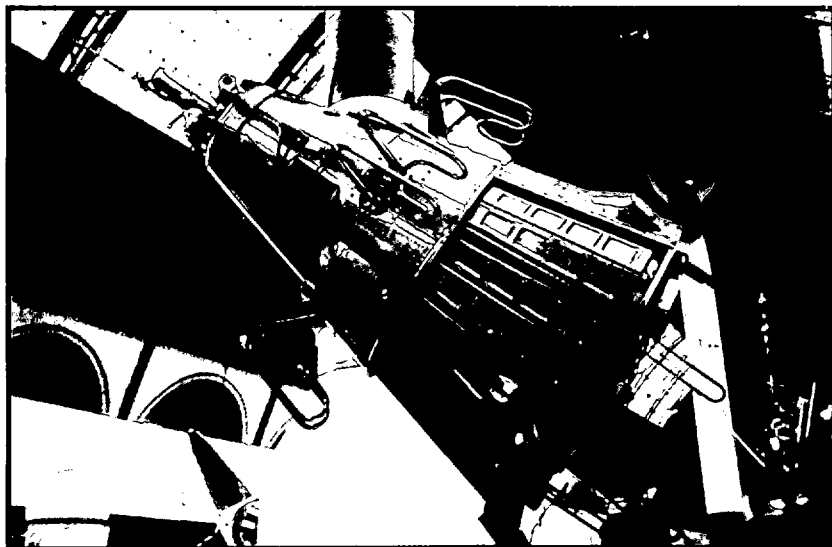
En el campo de los observatorios orbitales, ESRO y ESA han realizado una contribución importante. Así, puede citarse el satélite TD-1 de ESRO, primer satélite de la organización con estabilización en tres ejes, inyectado en órbita en 1972.

La siguiente aspiración astronómica comunitaria europea ha sido la participación de ESA en el proyecto cooperativo IUE (International Ultraviolet Explorer), con NASA y el NRC (National Research Council) del Reino Unido.

El programa astronómico de ESA de



EEUU: De arriba a abajo: esquema de despliegue del satélite tecnológico ATS, cita en el espacio del Gemini IX y rescate de sus astronautas.



naves en órbita terrestre comprende dos satélites de gran valor científico, el EXOSAT y el HIPPARCOS. ESA participa también activamente en el Telescopio Espacial de NASA.

MISIONES DE APLICACION

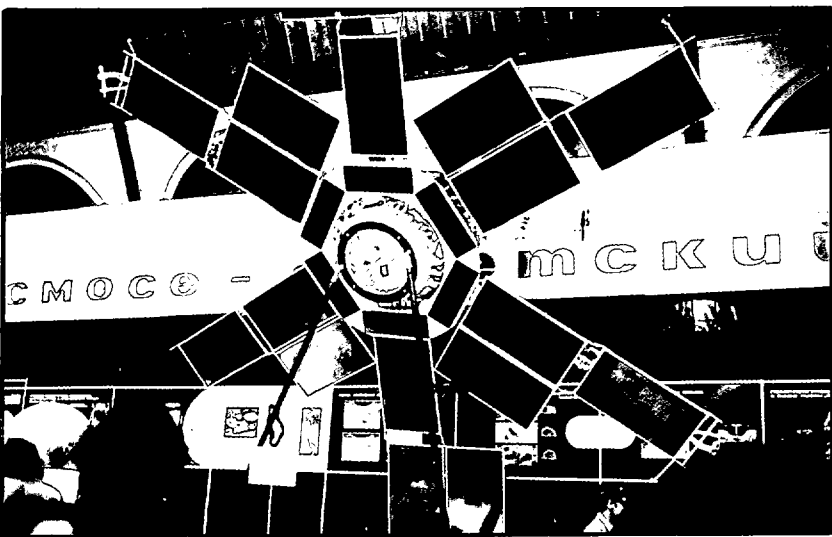
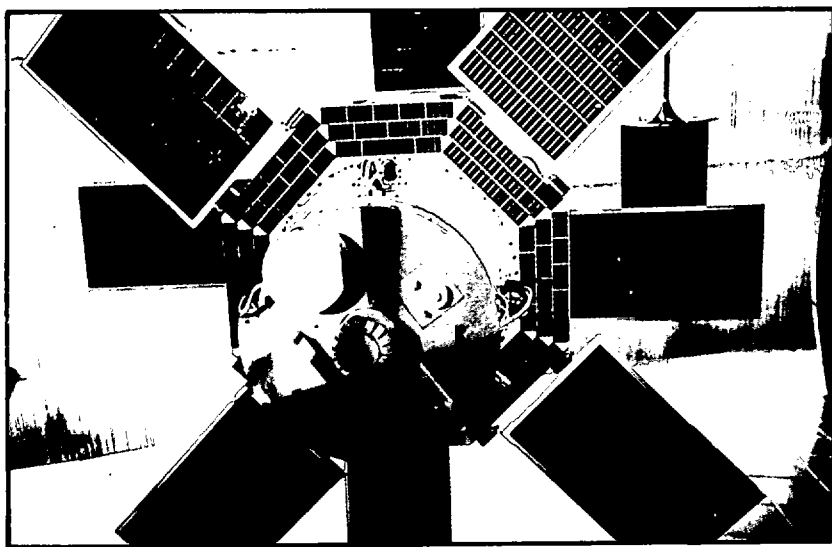
Las actividades espaciales, iniciadas con objetivos científicos y sin duda con objetivos militares, han permitido llegar en muy poco tiempo al conocimiento preciso del ambiente espacial y al dominio de una tecnología que hace posible inyectar en órbita con alta precisión naves espaciales de alta confiabilidad, de larga vida y equipadas con subsistemas sofisticados como la estabilización en tres ejes y dispositivos de apuntado preciso, por ejemplo de paneles solares al Sol y de antenas de recepción y transmisión a la Tierra.

En estas condiciones, el espacio próximo ha dejado de ser una aventura científica para transformarse en un medio conocido y apto para la explotación, para el establecimiento de sistemas operacionales y para el suministro de servicios, con el carácter permanente y seguro que requieren. Era inevitable que, igual que ha ocurrido con los otros medios accesibles al hombre, se utilizara el espacio para las aplicaciones.

La primera aplicación considerada ha sido la de Comunicaciones. El espacio ofrece la posibilidad de disponer de un elemento alejado de la Tierra, un satélite, con un amplio campo de visibilidad, tanto mayor cuanto mayor sea su distancia a la Tierra y que, en consecuencia, puede utilizarse como elemento de enlace entre dos estaciones alejadas en tierra y que no pueden comunicarse directamente en alta frecuencia (propagación rectilínea) porque la curvatura de la Tierra impide su visibilidad mutua.

Esta aplicación ya se había explorado previamente utilizando el satélite natural de la Tierra. La Marina de los EE.UU. realizó el primer ensayo de comunicaciones vía satélite utilizando la Luna como reflector entre 1954 y 1959. El ensayo fue positivo y permitió establecer un sistema de comunicaciones entre Washington y Hawai que ha sido operacional entre 1959 y 1963. No obstante, se puso de manifiesto como solución ideal la utilización de satélites fijos respecto a la Tierra, puesto que con esta configuración del sistema las estaciones de tierra pueden mantener sus antenas prácticamente fijas, dirigidas al satélite, que a su vez apunta sus antenas a las estaciones de tierra obteniéndose una transmisión de alta directividad.

La órbita que cumple esta condición, denominada geostacionaria, es la órbita circular ecuatorial situada a 36.000 kms. de la superficie terrestre. En esta órbita el satélite tiene una velocidad de rotación alrededor del eje polar terrestre igual a la de la Tierra, en consecuencia permanece



URSS: De arriba a abajo: satélites Cosmos, Intercosmos y Molniya-2 fotografiados en el Museo de la Astronáutica de Moscú



fijo respecto a ésta.

El primer satélite inyectado en órbita geoestacionaria ha sido el "Syncom III" en agosto de 1964. Desde entonces el número de satélites, principalmente de comunicaciones, inyectados en la órbita geoestacionaria es tan amplio que se plantean problemas de saturación y se han suscitado problemas jurídicos de soberanía de la misma por los países ecuatoriales.

La historia de las telecomunicaciones por satélite ha sido espectacular:

El 18 de diciembre de 1958 la Fuerza Aérea americana inyectó en órbita el primer satélite activo de comunicaciones "SCORE". Su vida fue muy breve, limitada a 12 días, pero suficiente para demostrar su capacidad para la transmisión de voz, de señales codificadas y de télex.

El 12 de agosto de 1960 la NASA puso en órbita el satélite pasivo "ECHO 1". Consistía en un enorme globo de 30 m. de diámetro de material metálico, excelente reflector que se utilizó para conversaciones telefónicas entre América y Europa. Sus condiciones reflectoras le hacían fácilmente visible desde tierra en oscuridad cuando estaba iluminado por el Sol. En octubre de 1960 siguió el "COURIER 1B" con repetidores activos, y entre 1962 y 1964 la NASA desarrolló un programa intenso con dos satélites "TELSTAR", dos satélites "RELAY", el "ECHO 2" y tres satélites "SYNCOM".

Con los satélites "SYNCOM" la NASA intentó la inyección en órbita síncrona con la Tierra, es decir, con un período de 24 horas; los dos primeros en órbitas inclinadas respecto al ecuador y el tercero en órbita ecuatorial, es decir, geoestacionaria.

Los éxitos de estos ensayos demostraron la factibilidad de un sistema de comunicaciones vía satélite. La transmisión de los Juegos Olímpicos de Tokio, en 1964, desde Japón a Europa, se realizó vía "SYNCOM III" sobre el Pacífico a California y vía "RELAY" a través del Atlántico a Europa. Este acontecimiento fue seguido por más de 50 millones de telespectadores en Europa y constituyó una confirmación del sistema a nivel popular.

La comercialización del sistema fue inmediata. En 1964 se creó el Consorcio Internacional de Comunicaciones por Satélite, "INTELSAT", fundado entonces por 11 países. En 1981 el número de miembros era de 106.

"Intelsat" ha evolucionado muy rápidamente. "Early Bird" se inyectó en órbita geoestacionaria sobre el Atlántico en 1965. El satélite era muy modesto, de configuración cilíndrica, de 71 cm. de diámetro y 51 cm. de altura, con un peso

Cohete geofísico soviético

de 36 kg., tenía una capacidad limitada a 240 circuitos telefónicos y solamente podía asegurar un enlace bilateral entre los Estados Unidos y un país de Europa, Inglaterra, Francia o Alemania alternativamente. La vida del satélite, que se estimó en 18 meses, fue en realidad de 5 años.

A este satélite, "Intelsat 1", le han seguido varios (II, III y IV), con varias unidades de vuelo de cada generación, cubriendo los tres océanos y dando una cobertura de comunicaciones prácticamente global (solamente los casquetes polares quedan fuera de su visibilidad).

El satélite "INTELSAT-IV" tiene una capacidad de 6.250 circuitos telefónicos y dos canales de televisión. En la siguiente generación, "INTELSAT-V", cada satélite tendrá una capacidad de 12.000 circuitos telefónicos.

Un sistema similar fue establecido por la URSS desde 1965, basado en satélites "Molniya" con una órbita muy excéntrica, con un período de 12 horas, que permitía la visibilidad durante más de 10 horas de todo el territorio soviético. Sin embargo, también ha evolucionado al sistema geoestacionario "Intersputnik".

Por otro lado, también se han venido desarrollando sistemas de cobertura nacional que utilizan la órbita geoestacionaria: "Satcom" (Estados Unidos), "Anik" (Canadá), "Palapa" (Indonesia) y regionales como el "OTS" de la Agencia Espacial Europea (ESA), que se continuará con el sistema operacional "ECS".

Además de los sistemas de servicio fijo se han desarrollado sistemas de servicio móvil, para comunicaciones marítimas, "Marisat" (Estados Unidos) y "Marecs" (ESA), que han sido adoptados por la organización internacional "Inmarsat", para iniciar sus actividades y se ha estudiado para comunicaciones aeronáuticas, aún no puesto en servicio.

Después de las Comunicaciones han aparecido otras numerosas aplicaciones que confirman que el espacio es un medio de explotación permanente y rentable. Cronológicamente, la siguiente aplicación ha sido la Meteorología, con la inyección del satélite de NASA, "TIROS-1" en abril de 1960. La aparición del cohete de sondeo ha permitido profundizar en altitud y complementar los datos de las estaciones meteorológicas y de los globos radiosondas hasta 30 km. de altitud, con sondeos hasta 60 km. de altura, pero con la limitación a datos de carácter local en pocas instalaciones.

TIROS-1 eliminó esta deficiencia: es una plataforma ideal que puede observar cualquier zona, en particular las de difícil acceso, y con una amplia flexibilidad respecto a áreas de cobertura y detalle de las observaciones.

Preparativos nocturnos para lanzamiento



La Meteorología ha sido una actividad continuada al principio de NASA, pero posteriormente ha pasado a ser una actividad de explotación, actualmente a cargo de la NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration), aunque la NASA realiza los lanzamientos y presta la asistencia técnica necesaria.

Aunque el satélite "Tiros 1" estaba estabilizado por rotación (de modo que no podía apuntar sus cámaras verticalmente), su objetivo, que era demostrar la posibilidad de observar la cobertura de nubes mediante cámaras de televisión, se cumplió plenamente. Durante sus 89 días de vida transmitió 22.952 fotografías que mostraron las primeras imágenes de formaciones nubosas y entre ellas numerosas perturbaciones ciclónicas con brazos en espiral que alcanzaban hasta 1.700 km. de diámetro.

Después de este satélite se continuó la serie hasta el "Tiros 10". Estos satélites de primera generación se han continuado con los "Tiros 11", "ITOS" de segunda generación y posteriormente por los "Tiros N", de tercera generación.

También la URSS ha desarrollado un sistema propio "Meteor" con satélites de la serie "COSMOS".

La instrumentación típica de los satélites, que es muy variada, está constituida esencialmente por los siguientes equipos:

- Cámaras de televisión, con variedad de amplitud angular, para la adquisición de imágenes, para transmisión directa o registro y transmisión sobre estaciones determinadas.

- Cámara APT, un dispositivo que ha tenido gran interés, utilizado por primera vez en el "Tiros 8", porque transmite en un modo inmediato y continuo las imágenes, así que se pueden recibir en una zona cualquiera de paso del satélite, siendo suficiente una estación muy simple, accesible a países subdesarrollados e incluso a radioaficionados. En consecuencia, se han instalado centenares de estaciones en el mundo y el sistema ha tenido como efecto una gran difusión de la información de los satélites meteorológicos.

- Radiómetros. Este instrumento se ha desarrollado en numerosos tipos para diversas aplicaciones de detección de radiación infrarroja. Según su resolución hay tres categorías esenciales: LRIR (resolución baja), MRIR (resolución media) y HRIR (resolución alta).

Los satélites mencionados son de órbita inclinada, de modo que no cumplen la misión de observación global simultánea deseada por los meteorólogos. Esta observación requiere un sistema de satélite, como en los casos en que se requiere cobertura global simultánea, los satélites geoestacionarios constituyen el medio ideal.

La primera experiencia se realizó con el satélite "ATS-1" de NASA, inyectado en órbita en 1966, que permitió obtener por primera vez la evolución continua de los sistemas nubosos desde un punto fijo respecto a la Tierra. Posteriormente, la NOAA ha puesto en órbita geoestacionaria satélites meteorológicos "GOES", la Agencia Espacial Europea los satélites "METEOSAT" y el Japón el satélite "SMS-1". La existencia de estos satélites ha permitido establecer un sistema de observación global simultánea, dentro de un programa de cooperación internacional, GARP (Programa de Investigación Atmosférica Global) patrocinado por la Organización Meteorológica Mundial. El sistema está constituido por tres satélites americanos "GOES", un satélite europeo "Meteosat" y un satélite japonés SMS. Este conjunto de satélites geoestacionarios, que no cubren las zonas polares, se complementan con satélites polares americanos y rusos, de modo que se obtiene la cobertura total.

Independientemente de los satélites dirigidos a la explotación meteorológica se han desarrollado satélites de investigación atmosférica como soporte científico al programa de aplicación. Dentro de esta categoría los satélites más característicos son los de la serie "Nimbus" de NASA, el primero puesto en órbita en 1964 y el último, el 7, en 1978. Este último saté-

Gemini XI: El astronauta Richard Gordon regresa a la nave después de un paseo espacial de casi tres horas. La fotografía está realizada a 300 kilómetros sobre la superficie de nuestro planeta



te hace simultáneamente observaciones atmosféricas de interés meteorológico y de teledetección en oceanografía.

Los satélites constituyen también una excelente referencia utilizable para la navegación, puesto que se puede determinar la posición de un punto a partir de las observaciones de un satélite cuya órbita se conoce con precisión. Las necesidades militares han hecho de esta aplicación una de las primeras operacionales. La Marina americana desarrolló el sistema Transit, operacional desde 1964, como sistema de navegación para los submarinos nucleares equipados con misiles Polaris. Aunque el sistema se desarrolló con fines militares, posteriormente ha sido accesible a los usuarios civiles.

Este sistema, que se utiliza ampliamente, estará en servicio hasta su sustitución por un nuevo sistema, más avanzado técnicamente y también desarrollado por la Defensa americana, el "Navstar" o "GPS", a mediados de la década de los 80.

El sistema consta de 24 satélites, distribuidos en grupos de 8 que describen órbitas circulares a 20.000 km, de altitud, con esta configuración desde cualquier punto de la superficie terrestre son visibles al menos 6 satélites.

Los satélites emiten señales radioeléctricas muy difíciles de perturbar, en tiem-

por fijos. El usuario puede medir el tiempo de transmisión de la señal desde un satélite al receptor. Haciéndolo con tres satélites tiene tres medidas de distancia a tres puntos conocidos (posición de cada satélite que conoce con precisión) y en consecuencia puede determinar su posición. Este procedimiento requiere que disponga de un reloj sincronizado con el que manda las emisiones en cada satélite, la precisión que se trata de alcanzar con el sistema requeriría una sincronización con un error inferior a una cienmillonésima de segundo (en este tiempo, con la velocidad de propagación de 300.000 km/s, la señal recorre 3 metros). Este sistema no sería práctico para el usuario, cuyo equipo debe simplificarse al máximo. Sin embargo, con la medida de distancia a un cuarto satélite puede calcular sus tres coordenadas de posición y el tiempo, por lo que puede utilizar un reloj de menor precisión. El usuario requiere disponer de un computador para efectuar el cálculo de posición y tiempo.

Como tiene acceso a dos satélites más, puede disponer de más datos que los necesarios y reafirmar los cálculos.

Se espera que en la aplicación militar se pueda obtener un error de posición de 10 metros. El sistema es aplicable a vehículos espaciales, aéreos, marítimos y terrestres. Una particularidad de este sistema es que se ha previsto el acceso de

usuarios civiles pero con limitaciones, de modo que el orden de magnitud de los errores será bastante mayor que en el empleo militar, posiblemente del orden de 100 metros.

Recientemente ha recibido un gran impulso como aplicación la Teledetección.

La Teledetección es una técnica basada en la obtención de información de un objeto a distancia mediante la recepción de la radiación electromagnética emitida o reflejada por el objeto. Las características de emisión y de reflexión (reflectancia) son características del objeto y de las circunstancias ambientales.

Las aplicaciones de la Teledetección son muy numerosas. Las primeras, por la facilidad de interpretación, se han dirigido a la Agricultura, la Silvicultura, la Geología y la Minería, por lo que la Teledetección se ha asociado a los recursos naturales.

Para la Agricultura, la información es muy directa. Se puede seguir perfectamente la evolución de cosechas, la aparición y evolución de plagas (las reflectancias son diferentes en las plantas sanas y en las enfermas), se pueden realizar inventarios de cosechas y previsiones a escala mundial (de gran valor económico y estratégico).

Gemini: Desde la cápsula VI fotografía de la VII durante su histórica reunión en el espacio de cuatro horas el 15 de diciembre de 1965



La Geología y la Minería son una ciencia y una técnica estrechamente ligadas en el campo de la teledetección, de hecho se han descubierto yacimientos minerales como consecuencia de la información sobre estructuras geológicas obtenida con teledetección, de lo que los especialistas pueden deducir la posible existencia de yacimientos. Como ejemplo se menciona que en Nevada se ha descubierto un yacimiento de cobre a partir de imágenes obtenidas por el Skylab, cuyo valor será posiblemente superior al coste de la misión Skylab (2,400 M\$); la obtención de estas imágenes era solamente una de las múltiples operaciones a realizar.

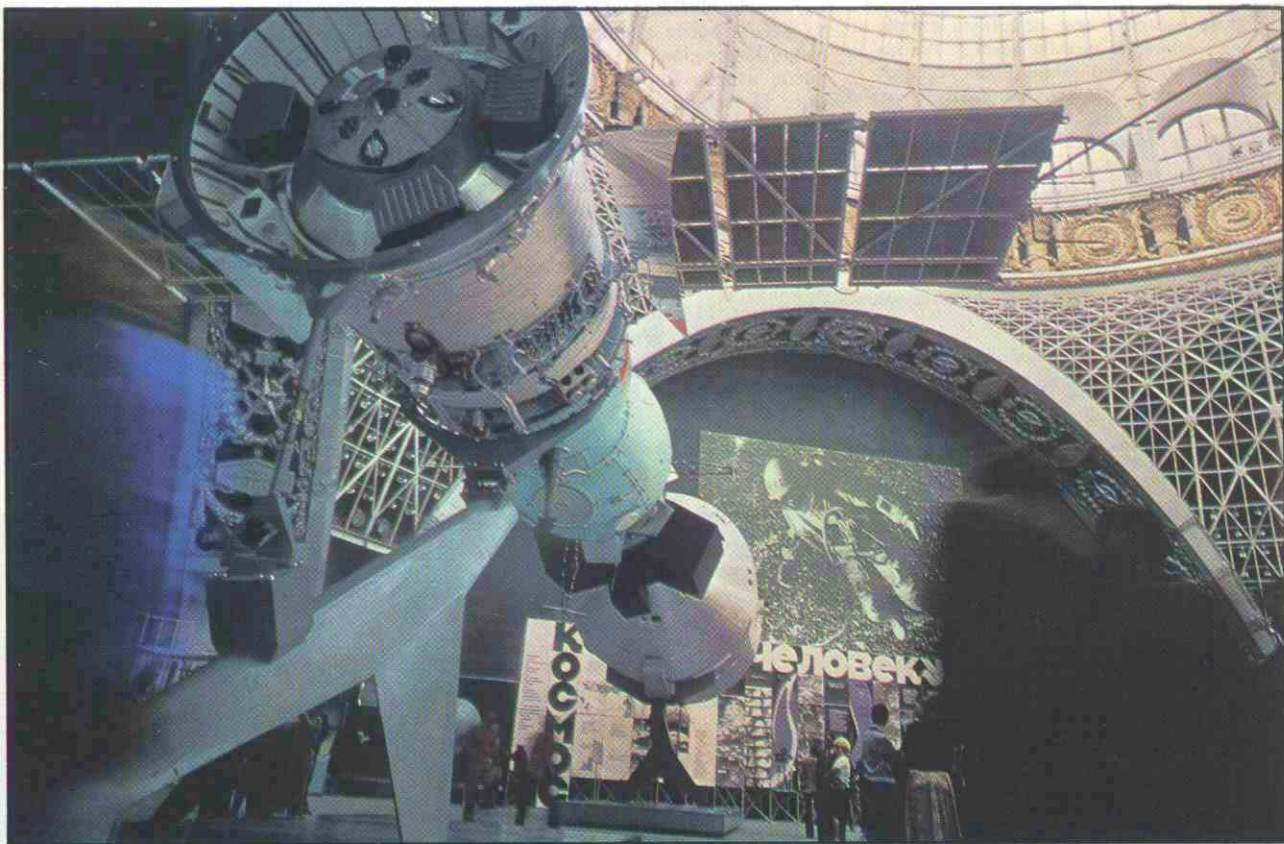
Hidrología (determinación de recursos hidrológicos), Cartografía (que ha demostrado ser de gran interés para países subdesarrollados con una cartografía deficiente), utilización del terreno (información de gran interés para la planificación de las administraciones).

También tiene gran interés para la evaluación de los efectos de desastres (inundaciones, terremotos, incendios). Como aplicación curiosa se menciona la Arqueología. La Teledetección ha permitido al descubrimiento de minas como consecuencia de las discontinuidades de las propiedades de radiación del terreno.

y operativo.

Los primeros satélites, denominados "ERTS", inyectados en órbita con carácter experimental, demostraron su capacidad operativa y en consecuencia se han pasado a esa situación con el nombre de "LANDSAT". Los satélites inyectados en órbita son: "Lansat-1" en 1971 (ha tenido una vida de 5 años), "Landsat-2" en 1975 y "Landsat-3" en 1978. (La instrumentación básica de estos satélites está constituida por el MSS (Multi Spectral Scanner), y la cámara RBV (Return Beam Vidicon.)

El programa de satélites experimenta-



Maqueta a tamaño natural de la misión Apollo-Soyuz. En 1975 Rusia y EEUU coincidían en el espacio

Este ejemplo muestra como de una información indirecta se pueden obtener conclusiones de gran interés. Otro ejemplo puede ser la deducción de la posible existencia de bancos de pesca a partir del conocimiento de la distribución de temperatura o de concentración de plancton en el mar, que son informaciones directas de la Teledetección.

Además, Oceanografía (no sólo el conocimiento del estado del mar, altura y vientos en superficie que se puede obtener con sensores de microondas, sino aplicaciones como a pesca y vigilancia de hielos de gran interés para la navegación),

Este carácter multidisciplinario ha tenido como consecuencia que muchos sectores de la investigación y de la explotación hagan uso del espacio. El programa de satélites de la NASA ha tenido un impacto considerable en la utilización de los datos de la Teledetección como consecuencia del libre acceso a estos datos para los investigadores y usuarios. La NASA también ha autorizado la adquisición directa de los datos en estaciones terrenas nacionales, que se han establecido por todo el globo.

El programa de satélites de la NASA ha tenido un doble carácter: experimental

les está constituido por los siguientes:

- "HCMM" (Heat Capacity Mapping Mission), inyectado en órbita en 1978, está equipado con un radiómetro de dos canales que suministra información de las temperaturas máximas y mínimas.

- "Nimbus", inyectado en órbita en 1978, el satélite está equipado con 8 instrumentos, cubriendo 22 canales.

- "Seasat", satélite oceanográfico, inyectado en órbita en 1978, que ha tenido una vida efímera, 39 días de operación correcta. Este satélite estaba equipado con instrumentación de microondas, ra-

dar de apertura sintética (SAR), dispersómetro, altímetro radar y radiómetro pasivo de microondas.

La Teledetección también ha recibido el máximo interés de la URSS. Pero, en general, han utilizado naves tripuladas "Saliut" y "Soyuz" para este fin, lo que permite obtener mayor resolución como consecuencia de la recuperación de las películas, evitando la transmisión a tierra. Las observaciones realizadas son de interés en Agricultura (una cámara multiespectral montada en el "Soyuz 22" permitió distinguir 20 tipos de vegetación forestal y discriminar los árboles enfermos),

con sensores de microondas. Canadá se ha asociado al programa de ESA.

Por último, se menciona que también Japón y la India tienen sus programas propios de satélites de teledetección.

Una aplicación actualmente incipiente es la utilización de laboratorios espaciales tripulados para Procesos y Fabricación en el espacio.

Algunas naves tripuladas se han utilizado parcialmente como laboratorio espacial para experimentar procesos en microgravedad, particularmente el "Skylab" y algunas naves soviéticas. Los resultados

sible al hombre y que además de las naves automáticas se podrían utilizar naves tripuladas para las misiones espaciales.

El mismo año, el astronauta soviético Titov realizó un vuelo orbital de 25 horas y 11 minutos.

El siguiente hombre en el espacio, el primer americano, John Glenn, realizó un vuelo orbital de 4 horas, 55 minutos, a bordo de una nave "Mercury" el 20 de febrero de 1962. Después, las misiones tripuladas han sido tan numerosas y prolongadas que el 1 de enero de 1981 el tiempo acumulado de vuelo espacial hu-



Skylab: El mayor laboratorio espacial en órbita, que permitió a EEUU importantes avances científicos

En Minería (la detección de fallas ha permitido descubrir yacimientos de petróleo y minerales), en Navegación (detección de hielos), así como para conocer la migración de ganado y para detectar la existencia de bancos de pesca.

En Europa también se ha reconocido el interés de esta aplicación y después de una amplia explotación de los datos de los satélites americanos, Francia desarrolla un satélite, "SPOT", para observaciones de alta resolución en visible e infrarrojo próximo y la Agencia Espacial Europea (ESA) estudia un programa amplio, cuyo primer satélite, ERS-1, se destina a oceanografía y está equipado

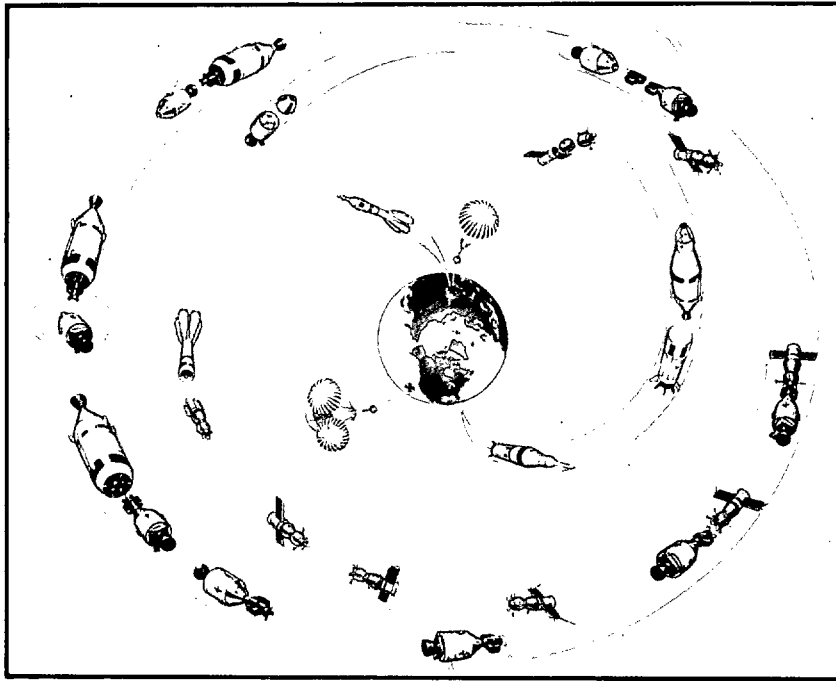
son prometedores y la puesta en servicio próxima del "Spacelab", laboratorio espacial orbital europeo, especialmente concebido para la realización de trabajos de laboratorio en el espacio, dará un gran impulso a esta aplicación.

MISIONES TRIPULADAS

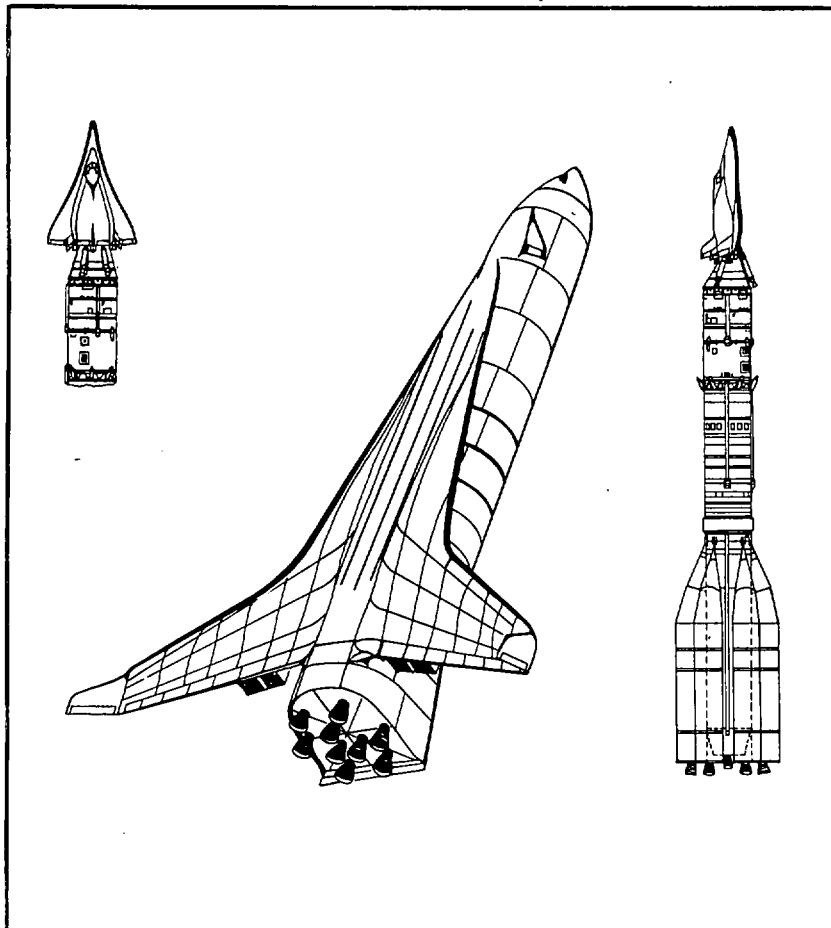
La primera misión orbital tripulada se realizó el 12 de abril de 1961, el soviético Yuri Gagarin, a bordo de la nave espacial "Vostok", de 4.725 Kg. de peso, permaneció en órbita durante 1 hora y 48 minutos, regresando a tierra en perfectas condiciones. Esta hazaña, que asombró al mundo, demostró que el espacio era acce-

mano totalizaba 45.160 horas para los soviéticos, 22.504 horas para los americanos y 182 horas para los cosmonautas de países del ámbito comunista embarcados en naves soviéticas: Casi 8 años de permanencia humana en el espacio.

Durante este tiempo se han realizado misiones espectaculares: salida del hombre al espacio desde la nave, acoplamiento de naves, intercambio de tripulación en una nave espacial, aprovisionamiento en el espacio, y se han sentado las bases para las operaciones de las estaciones orbitales. Las naves espaciales y su capacidad han evolucionado considerablemente, las rusas han sido sucesivamente: "Vos-



Esquema de órbitas para el encuentro en el espacio "Apollo-Soyuz"



KOSMOLYOT: Estos parecen ser los planos del posible transportador espacial soviético que ya está en desarrollo

tok" (un tripulante), "Voskyod" (tres tripulantes), "Soyuz" (tres tripulantes) y "Saliut" (tres tripulantes); las americanas: "Mercury" (un tripulante), "Gemini" (dos tripulantes) y "Apollo" (tres tripulantes). La puesta en servicio del "Space Shuttle" dará a los americanos una gran capacidad de misiones tripuladas y de acoplamiento de estaciones orbitales.

Las misiones tripuladas han tenido un carácter continuado para la URSS. Para los EE.UU. lo han sido hasta la terminación de los programas "Apollo" y "Skylab"; después la NASA ha concentrado sus esfuerzos en el "Space Shuttle" con un paréntesis de 5 años sin vuelos tripulados.

Las misiones soviéticas "Vostok" terminaron en 1963 con el sexto lanzamiento y vuelo de la primera mujer astronauta: Valentina Tereshkova.

Este programa se continuó con el "Voskyod", limitado a dos misiones que marcaron dos progresos importantes: en la primera, el vuelo de los tres tripulantes sin trajes presurizados; en la segunda, la primera salida al espacio de un astronauta: A. A. Leónov.

Posteriormente, el programa fue intensivo, 8 misiones "Soyuz" entre 1967 y 1970, 6 misiones "Saliut" entre 1971 y 1980. Estas estaciones se han puesto en órbita sin tripulación, que se hacía llegar con naves "Soyuz" hasta el acoplamiento. En este último período de 10 años se han realizado 28 lanzamientos de "Soyuz" con este fin.

En estas misiones se han realizado numerosos acoplamientos de naves "Soyuz" y estaciones "Saliut", así como de naves de aprovisionamiento "Progreso", dos naves "Soyuz", una en cada extremo de la estación "Saliut", o una nave "Soyuz" en un extremo y una nave "Progreso" en el otro. Este grupo de tres elementos acoplados tiene una longitud de 30 m. y una masa de 32 toneladas.

Estas misiones, destinadas a desarrollar la técnica del acoplamiento, relevos de tripulaciones y operaciones de los astronautas en el espacio, han permitido a la URSS disponer de la preparación necesaria para el establecimiento de grandes estaciones.

El programa americano no ha sido tan intenso, después de cuatro vuelos orbitales de la cápsula "Mercury" se desarrolló un programa intensivo en la cápsula "Gemini", con un total de 10 misiones entre 1965 y 1966, en las que se pusieron a punto las técnicas de acoplamiento entre naves orbitales y de salida de astronautas

Página siguiente: Recuperación de los tanques externos de Shuttle en su segundo vuelo. En el cuarto vuelo, estos costosos depósitos se perdieron en el fondo del mar

al espacio. Estas misiones y cuatro vuelos orbitales de la cápsula "Apollo 11" de desembarco en la Luna. Las misiones lunares se continuaron hasta el "Apollo-17", que marcó el final del programa lunar.

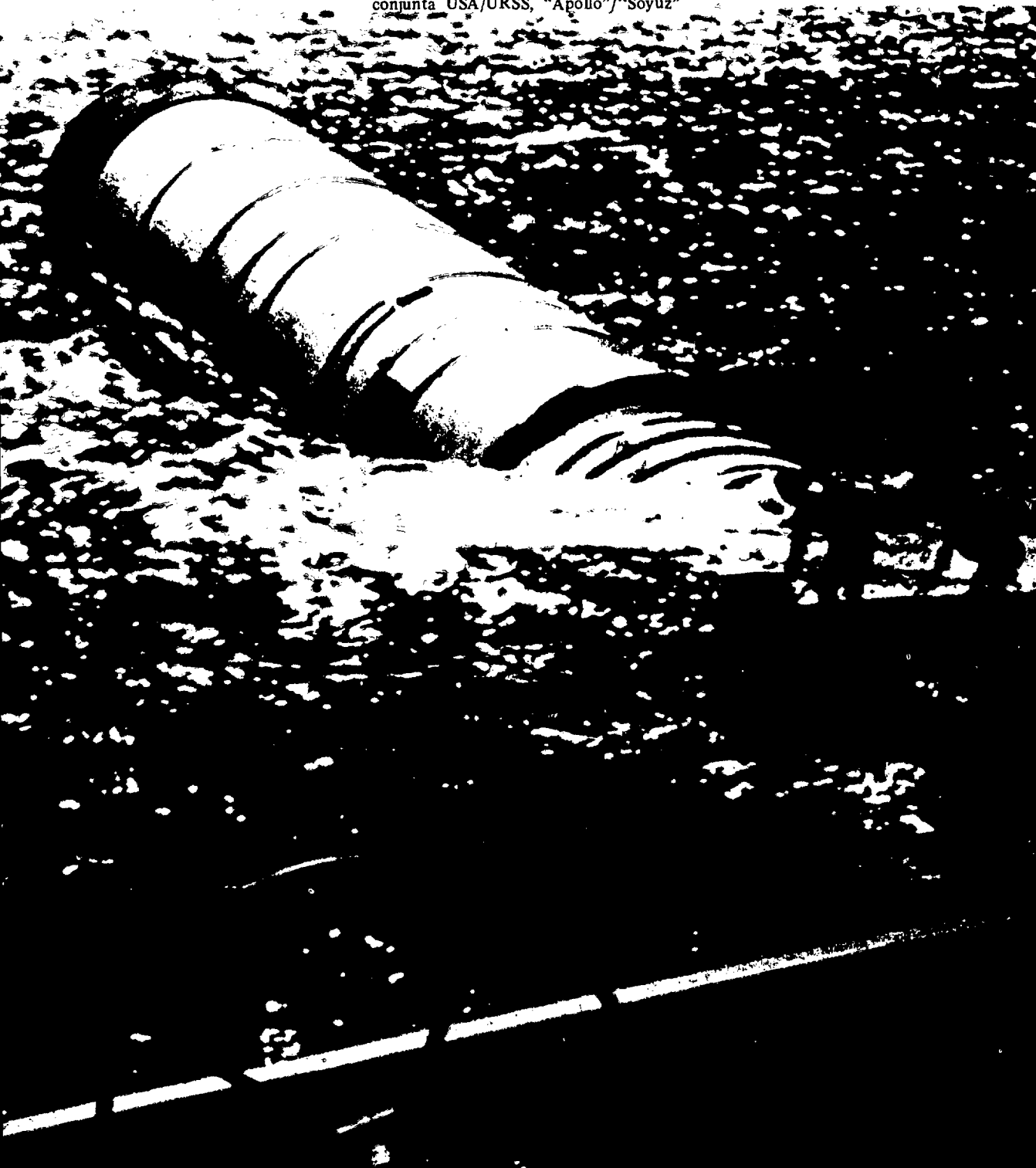
Antes de abandonar el sistema de inyección convencional para pasar al "Shuttle", la NASA puso en órbita el laboratorio espacial "Skylab", al que accederían

sucesivamente tres tripulaciones en 1973. El "Skylab" dio la oportunidad de desarrollar una amplia actividad de operaciones espaciales, no sólo programadas, sino las necesarias para desplegar una protección térmica de emergencia debido al desprendimiento de la pantalla de protección térmica y antimeteorítica de la nave en la inyección.

Finalmente, se menciona la misión conjunta USA/URSS, "Apollo"/"Soyuz"

realizada en 1975, en la que se acoplaron las dos naves, poniéndose de manifiesto que el espacio podía facilitar el entendimiento de las dos grandes potencias.

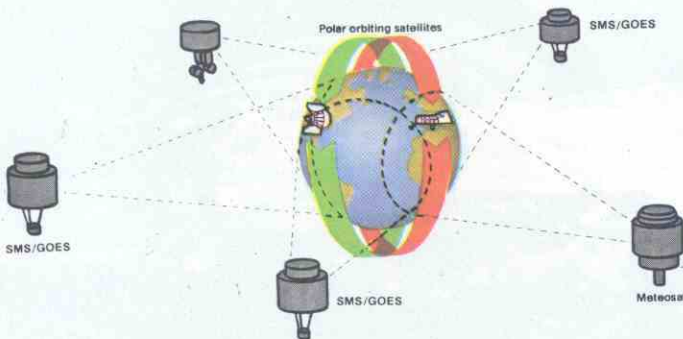
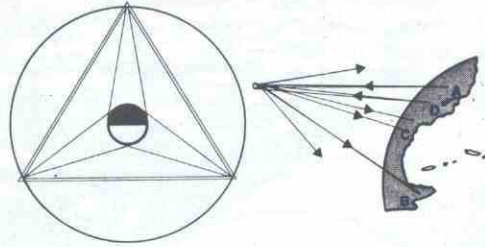
Después de esta misión el programa americano tripulado se interrumpió hasta su reanudación en 1981 con los primeros vuelos del "Shuttle". Este dispositivo de inyección, recuperable, revolucionará en los años venideros el acceso al espacio. ■



Algunos ejemplos de TRAYECTORIAS

ORBITA CLARKE

Debe su nombre a Arthur C. Clarke, el cual, en un memorándum fechado el 25 de mayo de 1945, exponía cómo con tres satélites equidistantes mantenidos a una altura de 35.380 km, girarían a la velocidad de la Tierra (1 órbita = 1 día), manteniendo su servicio global constante, o garantizando, por estar fijos sobre un punto terrestre, la continuidad de las comunicaciones entre un punto (A o D) y cualquier otro (B o C), o la posibilidad de bañar permanentemente cualquier área con las emisiones enviadas desde un punto fijo.

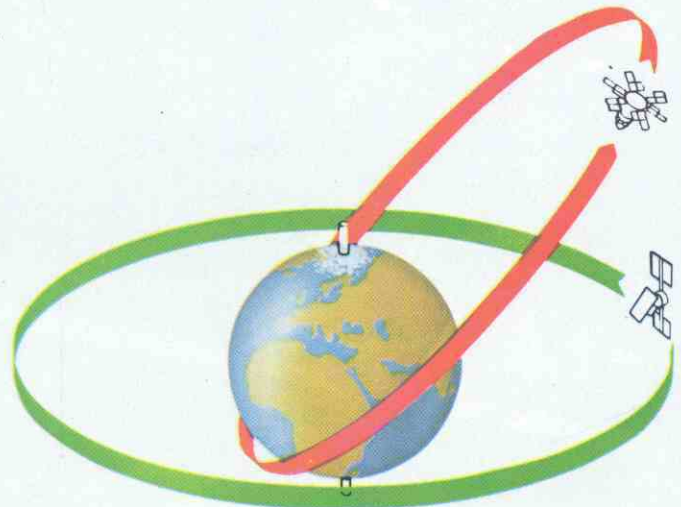


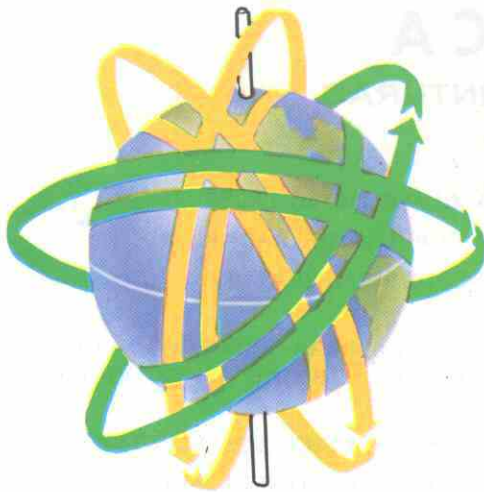
SATELITES METEOROLOGICOS Y DE RECURSOS

Una combinación de satélites en órbita polar, con otros 5 en órbita geoestacionaria (GMS, Meteosat y 3 SMS/GOES) permite la cobertura global del planeta suministrando constantemente información sobre fenómenos meteorológicos y otros datos de superficie.

SISTEMAS ORBITALES DE LA UNION SOVIETICA

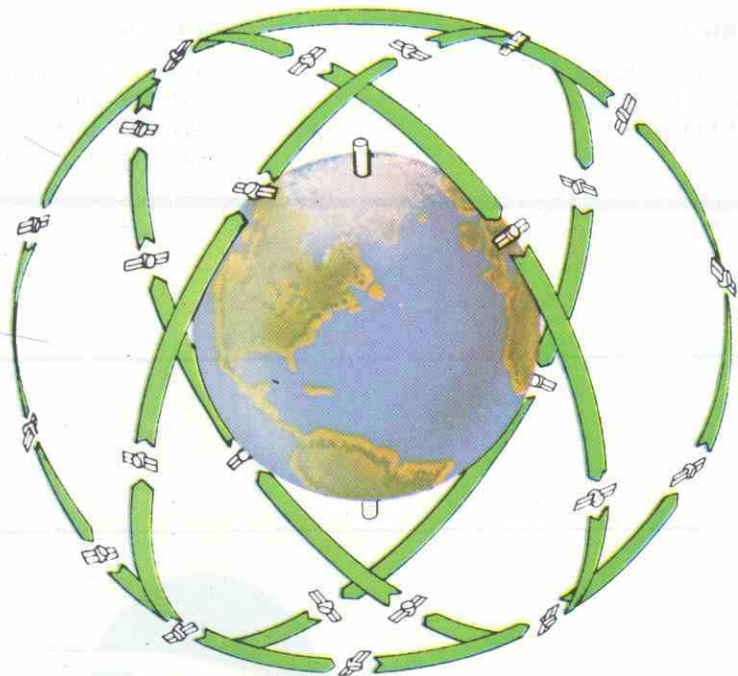
La URSS utiliza dos tipos de órbita para sus satélites de comunicaciones locales y mundiales. Una es la órbita de alta excentricidad (de 500 a 40.000 Kms. de distancia de la Tierra) inclinada 65° sobre el Ecuador. En ella sitúan permanentemente un mínimo de tres satélites "Molniya" activos equidistantes que mantienen un servicio constante para el Hemisferio Norte. La otra es una órbita geoestacionaria para sus sistemas "Ekran", "Raduga" y "Gorizont". La cobertura está garantizada por una amplia red de estaciones terrestres en sus naciones aliadas.





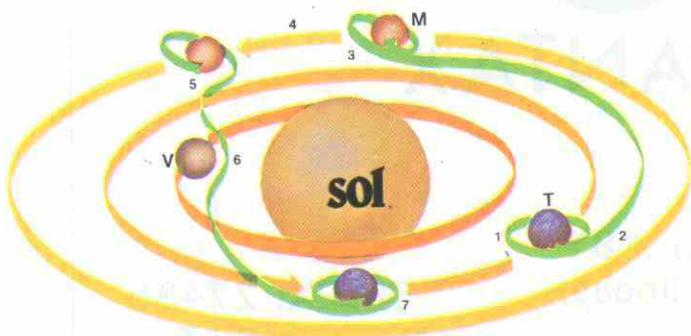
PERFIL DE LANZAMIENTOS DEL SHUTTLE (STS)

Actualmente hay dos posibilidades de lanzamiento para el STS. Desde el Centro Espacial Kennedy (líneas rojas), el transportador trabajará en órbitas ecuatoriales entre $28,5^\circ$ y 57° , pudiendo transportar hasta 29.487 kgs de carga de pago, gracias a la ayuda del sentido de rotación terrestre. Sin embargo, los lanzamientos desde la Base Aérea de Vandenberg (líneas azules) para órbitas polares, entre 56° y 104° , sólo pueden transportar un máximo de 14.521 kg.



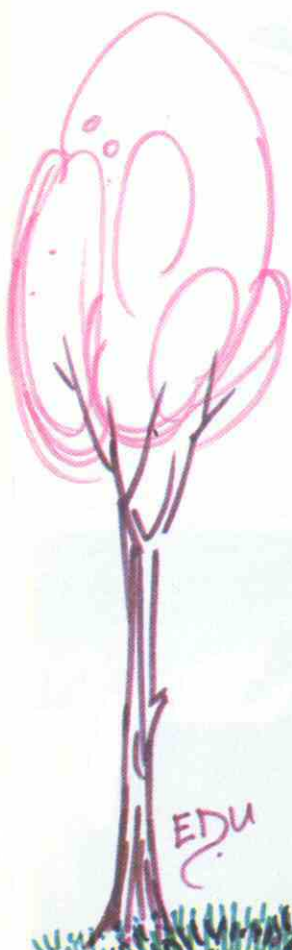
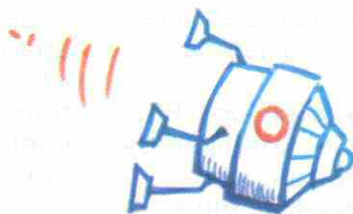
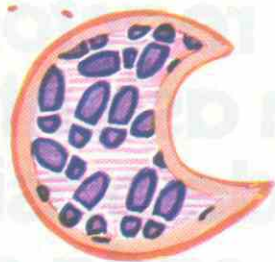
ORBITAS NAVSTAR

El sistema NAVSTAR, de la USAF, (inicialmente 24 satélites, pero reducido a 18) mantiene todos sus ingenios girando en tres planos diferentes de órbitas polares a 17.700 kms. de la Tierra. Su objetivo es mantener un sistema constante de señales que permite a cualquier vehículo en tierra, mar o aire fijar su posición con un error de décimas de metro.



PERFIL DE MISION A MARTE:

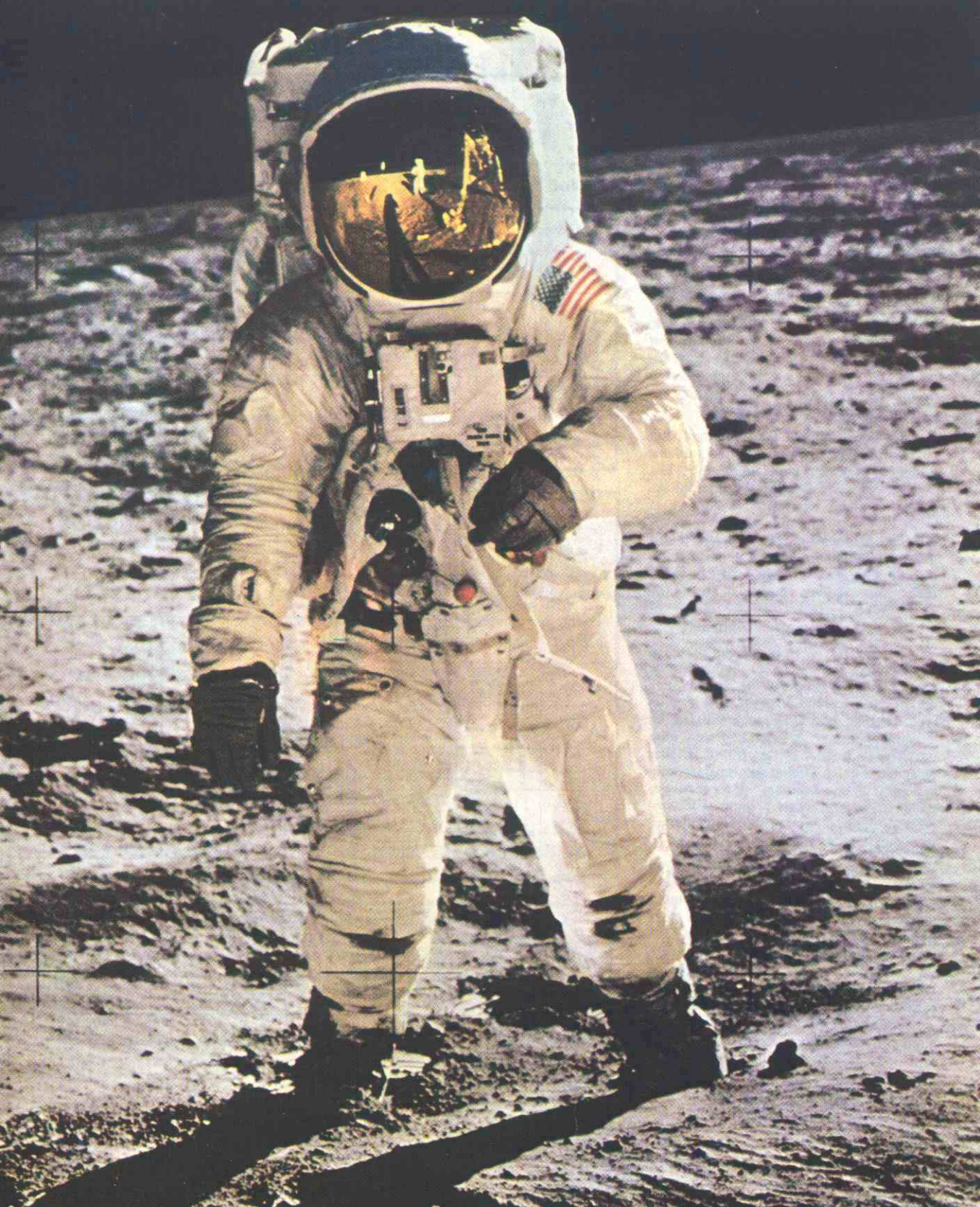
Dos naves que se han ensamblado en órbita terrestre (1) se insertan en trayectoria hacia Marte (2), llegando a este planeta 9 meses después, aproximadamente, para orbitar elípticamente (3), desarrollar durante un período fijado todos los trabajos de investigación, incluyendo bajadas a la superficie de equipos y tripulación (4). Al abandonar la órbita de Marte (5) el conjunto espacial pasa cerca de Venus cuatro meses después (6) realizando alguna toma de datos del planeta y reduciendo velocidad para reinsertarse en órbita terrestre cinco meses y medio más tarde y aterrizar a través de una lanzadera espacial.



EDU

PROHIBIDO
PISAR
EL CESPED





EXPLORACION DE LA LUNA

LUIS RUIZ DE GOPEQUI

INTRODUCCION

Desde que el hombre intuyó que algún día podría llegar a volar, la exploración de la Luna pasó a ser uno de sus sueños preferidos. Por eso, cuando en octubre de 1957 el Sputnik I inauguró espectacularmente la era espacial, los expertos en astronáutica del mundo entero comprendieron que aquel sueño iba a convertirse en realidad. En una civilización con capacidad para abandonar la Tierra, la Luna era sólo un reto tentador que por fuerza debía ser aceptado. Y así, los Estados Unidos y la Unión Soviética, las dos únicas naciones del mundo con suficiente potencial económico para aceptar ese reto, se vieron comprometidas en una de las aventuras tecnológicas más extraordinarias de todos los tiempos.

Es preciso admitir, sin embargo, que nuestro satélite como objetivo aislado nunca ha sido una meta interesante. Los expertos de aquellos tiempos tenían la certeza de que el hecho de llegar a la Luna no iba a constituir una hazaña ciertamente provechosa. Ni desde el punto de vista social, ni siquiera desde el militar, aquella gran aventura ofrecía resultados prometedores. Entonces ¿por qué se emprendió aquel fantástico viaje, tan criticado por profanos y escépticos?

La Luna no fue más que un pretexto para poner en marcha el desarrollo de una nueva tecnología, la astronáutica aplicada, que de lo contrario estaría todavía en su fase de despegue y que, gracias a aquel esfuerzo, ha alcanzado en muy pocos años cotas de desarrollo difíciles de igualar. En contrapartida, una tecnología espacial avanzada sí que constituye un objetivo interesante y prometedor, rodeado de toda clase de intereses económicos, políticos y militares.

Es preciso reconocer que no fue un esfuerzo estéril, pues ha proporcionado pingües beneficios indirectos. El hombre ha conseguido adueñarse del espacio exterior y esto ha puesto a su servicio toda una nueva serie de poderosas herramientas: satélites de comunicaciones, tanto domésticos como internacionales, meteorológicos, destinados al control del tráfico marítimo y aéreo, espías, de investigación e inventariado de recursos terrestres y marítimos, ingenios espaciales encargados de la vigilancia de los acuerdos antibélicos internacionales, satélites de televisión directa, los dedicados a las comunicaciones de la empresa privada, satélites antisatélites, los destinados al estudio de la atmósfera terrestre, geodésicos, astronómicos, de exploración del sistema solar, de investigación aplicada, de investigación pura, etc., están todos ahí, al

Página anterior: Sobre la superficie lunar, la mascarilla de Aldrin refleja al fotógrafo, Armstrong, junto al módulo del Apolo 11.

SONDAS LUNARES NO TRIPULADAS DE LA URSS

TABLA I

ORBITAS VARIAS

SERIE "LUNA"

NOMBRE	FECHA DE LANZAMIENTO	OBJETIVO PRINCIPAL	RESULTADO GLOBAL	RECORD	COMENTARIOS
LUNIK 1	2 ENERO 59	ANALISIS ORBITAL, EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	PRIMER INGENIO HUMANO QUE ALCANZA LA VELOCIDAD DE ESCAPE PRIMER PLANETA ARTIFICIAL DEL SISTEMA SOLAR	ORBITA SOLAR MINIMA DISTANCIA A LA LUNA: 6.300 KILOMETROS
LUNIK 2	12 SEPTIEMBRE 59	ANALISIS ORBITAL, IMPACTO SOBRE LA SUPERFICIE DE LA LUNA, EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	PRIMER INGENIO HUMANO EN LA SUPERFICIE DE OTRO PLANETA	SE UTILIZO POR PRIMERA VEZ ORBITA TERRESTRE DE APARCAMIENTO
LUNIK 3	4 OCTUBRE 59	ANALISIS ORBITAL, EXPERIMENTOS CIENTIFICOS, FOTOGRAFIAS	EXITO	PRIMERAS FOTOS DE LA CARA OCULTA DE LA LUNA	ORBITA TERRESTRE ELIPTICA DE GRAN EXCENTRICIDAD ENCERRANDO LA LUNA

SONDAS LUNARES NO TRIPULADAS DE LA URSS

TABLA II

ORBITAS VARIAS

SERIE "ZOND"

NOMBRE	FECHA DE LANZAMIENTO	OBJETIVO PRINCIPAL	RESULTADO GLOBAL	RECORD	COMENTARIOS
ZOND 3	18 JULIO 65	EXPERIMENTOS CIENTIFICOS, FOTOGRAFIAS CARA OCULTA DE LA LUNA	EXITO	-----	COMPLETO EL MAPA DE LA CARA OCULTA DE LA LUNA
ZOND 4	2 MARZO 66	ANALISIS ORBITAL, EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	LANZADO DESDE SATELITE TERRESTRE
ZOND 5	14 SEPTIEMBRE 66	ANALISIS REENTRADA CON PROCEDENCIA DE LA LUNA, EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	PRIMER REGRESO DESDE ORBITA LUNAR A LA TIERRA, PRIMEROS ANIMALES (TORTUGAS) QUE CIRCUNVALARON LA LUNA	AMERIZO EN EL OCEANO INDICO
ZOND 6	10 NOVIEMBRE 66	ANALISIS REENTRADA CON PROCEDENCIA DE LA LUNA, EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	LA REENTRADA FUE MEDIANTE "REBOTE" EN LA ATMOSFERA TERRESTRE, ATERRIZO EN LA ESTEPA RUSA
ZOND 7	8 AGOSTO 68	ANALISIS ORBITAL Y DE REENTRADA, EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	LA REENTRADA FUE MEDIANTE "REBOTE" EN LA ATMOSFERA TERRESTRE, ATERRIZO EN LA ESTEPA RUSA
ZOND 8	20 OCTUBRE 70	EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	AMERIZO EN EL OCEANO INDICO

NAVES ESPACIALES TRIPULADAS DE LOS EE.UU

TABLA IV

PROGRAMA APOLLO

NOMBRE	FECHA DE LANZAMIENTO	OBJETIVO PRINCIPAL	RESULTADO GLOBAL	LUGAR DE ALUNIZAJE	ESTACION LUNAR DE INVESTIGACION	VEHICULO LUNAR DE EXPLORACION	SUBSATELITE LUNAR	NOMBRE DE LOS TRIPULANTES
APOLLO 7	11 OCT 68	PROBAR EN ORBITA TERRESTRE LOS MODULOS DE MANDO Y DE SERVICIOS, LOGRAR LA ORBITA LUNAR MEDIANTE EL SATURNO V	EXITO	-----	-----	-----	-----	SCHIRRA EISELE CUMINGHAM
APOLLO 8	21 DIC 68	PROBAR EN ORBITA TERRESTRE EL MODULO LUNAR	EXITO	-----	-----	-----	-----	BORMAN ANDERS LOVELL
APOLLO 9	3 MAR 69	ENSAYO GENERAL PARA EL PRIMER ALUNIZAJE	EXITO	-----	-----	-----	-----	McDIVITT SCHWEICKART SCOTT
APOLLO 10	18 MAYO 69	ALUNIZAJE	EXITO	-----	-----	-----	-----	STAFFORD CERNAN YOUNG
APOLLO 11	16 JUL 69	ALUNIZAJE	EXITO	MAR DE LA TRANQUILIDAD	EASEP (MINI-ESTACION)	-----	-----	ARMSTRONG # ALDRIN # COLLINS #
APOLLO 12	14 NOV 69	EXPLORACION DE LA LUNA	EXITO	OCEANO DE LAS TORMENTAS	ALSEP I	-----	-----	CONRAD # BEAN # GORDON #
APOLLO 13	11 ABR 70	EXPLORACION DE LA LUNA	FRACASO	-----	-----	-----	-----	LOVELL HAISE MATTINGLY
APOLLO 14	31 ENERO 71	EXPLORACION DE LA LUNA	EXITO	ZONA DE FRA MAURO	ALSEP II	-----	-----	SHEPARD # MITCHELL # ROSA #
APOLLO 15	16 JUL 71	EXPLORACION DE LA LUNA	EXITO	LLANURA DE PALUS PUTREDINUS (MARE IMBRIUM)	ALSEP III	LRV I	P & PS - I	SCOTT # IRWIN # WORDEN #
APOLLO 16	16 ABR 72	EXPLORACION DE LA LUNA	EXITO	LLANURAS DE CAYLEY (REGION DE DESCARTES)	ALSEP IV	LRV II	P & PS - II	YOUNG # MATTINGLY # DUKE #
APOLLO 17	7 DIC 72	EXPLORACION DE LA LUNA	EXITO	MONTAÑAS DE TAURUS LITTRON	ALSEP V	LRV III	-----	CERNAN # SCHMITT # EVANS #

(*) HOMBRES QUE HAN PISADO LA LUNA.

SONDAS LUNARES NO TRIPULADAS DE LA URSS

ALUNIZAJE CONTROLADO

TABLA III

SERIE "LUNA"

NOMBRE	FECHA DE LANZAMIENTO	OBJETIVO PRINCIPAL	RESULTADO GLOBAL	RECORD	COMENTARIOS
LUNA 4	2 ABRIL 63	ALUNIZAJE CONTROLADO	FRACASO	-----	SE CONVIRTIÓ EN UN PLANETA ARTIFICIAL
LUNA 5	9 MAYO 65	ALUNIZAJE CONTROLADO	FRACASO	-----	SE ESTRELLÓ CONTRA LA SUPERFICIE DE LA LUNA
LUNA 6	8 JUNIO 65	ALUNIZAJE CONTROLADO	FRACASO	-----	SE CONVIRTIÓ EN UN PLANETA ARTIFICIAL
LUNA 7	4 OCT. 65	ALUNIZAJE CONTROLADO	FRACASO	-----	SE ESTRELLÓ CONTRA LA SUPERFICIE DE LA LUNA
LUNA 8	3 DIC. 65	ALUNIZAJE CONTROLADO	FRACASO	-----	SE ESTRELLÓ CONTRA LA SUPERFICIE DE LA LUNA
LUNA 9	31 ENERO 66	ALUNIZAJE CONTROLADO. EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS Y FOTOGRAFÍAS	EXITO	PRIMER ATERRIZAJE CONTROLADO EN LA LUNA	DESCUBRIÓ QUE LA LUNA NO ESTÁ RECUBIERTA DE UNA GRUESA CAPA DE POLVO COMO SE CREÍA
LUNA 13	21 DIC. 66	ALUNIZAJE CONTROLADO. ANALISIS MECANICOS Y QUIMICOS DEL SUELO LUNAR	EXITO	PRIMER ANALISIS QUIMICO Y MECANICO "IN SITU" DEL SUELO LUNAR	-----
LUNA 16	12 SEP 70	ANALISIS EN LABORATORIOS DE LA TIERRA DE MUESTRAS LUNARES	EXITO	PRIMERA SONDA ESPACIAL QUE REGRESO DE LA LUNA	CONTENIA UNA CAPSULA ESPECIAL QUE REGRESO A LA TIERRA CON MUESTRAS DEL SUELO LUNAR
LUNA 17	10 NOV. 70	EXPLORACION CON TV DE UNA AMPLIA REGION LUNAR	EXITO	PRIMER VEHICULO LUNAR NO TRIPULADO	CONTENIA UN "ROVER" LUNAR TELEDIRIGIDO (LUNOKHOD I) QUE EXPLORO LA SUPERFICIE LUNAR
LUNA 18	3 SEP 71	ANALISIS EN LABORATORIOS DE LA TIERRA DE MUESTRAS LUNARES	FRACASO	-----	SE ESTRELLÓ CONTRA LA SUPERFICIE DE LA LUNA
LUNA 20	14 SEP 72	ANALISIS EN LABORATORIOS DE LA TIERRA DE MUESTRAS LUNARES	EXITO	-----	CONTENIA UNA CAPSULA ESPECIAL QUE REGRESO A LA TIERRA CON MUESTRAS DEL SUELO LUNAR
LUNA 21	8 ENERO 73	EXPLORACION POR MEDIO DE TV DE UNA AMPLIA REGION LUNAR	EXITO	-----	CONTENIA UN "ROVER" LUNAR TELEDIRIGIDO (LUNOKHOD II) QUE EXPLORO LA SUPERFICIE LUNAR
LUNA 23	28 OCT. 74	ANALISIS EN LABORATORIOS DE LA TIERRA DE MUESTRAS LUNARES	FRACASO	-----	-----
LUNA 24	6 AUG. 76	ANALISIS EN LABORATORIOS DE LA TIERRA DE MUESTRAS LUNARES	EXITO	-----	CONTENIA UNA CAPSULA ESPECIAL QUE REGRESO A LA TIERRA CON MUESTRAS DEL SUELO LUNAR

servicio de los habitantes de nuestro planeta, gracias al desarrollo de la astronáutica, consecuencia de la exploración de la Luna.

MISIONES LUNARES

1. Sondas no tripuladas

1.1. Lanzamientos de la U.R.S.S.

Durante dieciocho años, entre enero de 1959 y agosto de 1976, la U.R.S.S. lanzó al espacio un total de 30 sondas no tripuladas cuyo objetivo principal era la exploración de la Luna. De estos 30 vehículos espaciales, 23 cubrieron sus principales objetivos y sólo fallaron 7 (un 23 por ciento, todo un récord para aquellos tiempos), aunque no todos éstos deben contabilizarse como fracasos totales, pues algunos de ellos consiguieron objetivos parciales de considerable interés.

Estas 30 sondas pertenecieron a dos series: la denominada Luna (o Lunik, para sus tres primeras unidades) y la Zond. Sus principales objetivos fueron: análisis de trayectorias y órbitas hacia la Luna y de la forma de regreso (con especial énfasis en las maniobras necesarias para la reentrada en la atmósfera terrestre), consecución de un impacto lunar apropiado o alunizaje no controlado, colocación de un vehículo en órbita lunar de altitud controlable y consecución del alunizaje suave. Los vehículos que lograron este último objetivo fueron de tres tipos: sondas simples con posibilidades muy limitadas, sondas equipadas con módulos de regreso, para transportar en ellos muestras del suelo lunar y sondas con vehículo lunar automático (Lunokhod) incorporado, para la exploración teledirigida de una zona relativamente amplia de la Luna.

La diferencia esencial entre la serie Luna y la Zond consistía en que la primera de ellas entraba por completo dentro de la categoría de sondas no tripuladas, mientras que la serie Zond, aunque también se utilizó como sonda no tripulada, parece que fue proyectada con el propósito de incluir un tripulante en alguno de sus viajes, porque al pesar 6 toneladas y no transportar módulo de regreso o vehículo lunar alguno, poseía espacio y capacidad suficiente como para ello.

Una vez logrados los tres primeros éxitos de la serie Zond ¿por qué no se envió un hombre aunque sólo fuera a circunnavegar la Luna? Posiblemente fuera debido al temor de un accidente mortal, que hubiera tenido una gran resonancia internacional. Por aquella época —segunda mitad del año 68— la NASA obtuvo el resonante éxito de la Misión Apollo 8, que hizo comprender a los soviéticos su imposibilidad de ganar la carrera espacial por la conquista de la Luna y prefirieron no arriesgarse en una aventura que no les hubiera proporcionado ningún éxito espectacular en el caso de conseguir sus fines, pero sí un gran desprestigio si fracasaba.

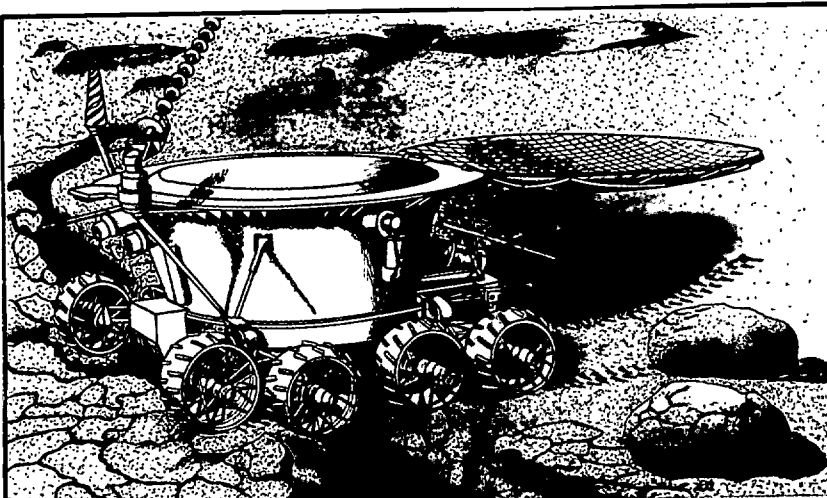
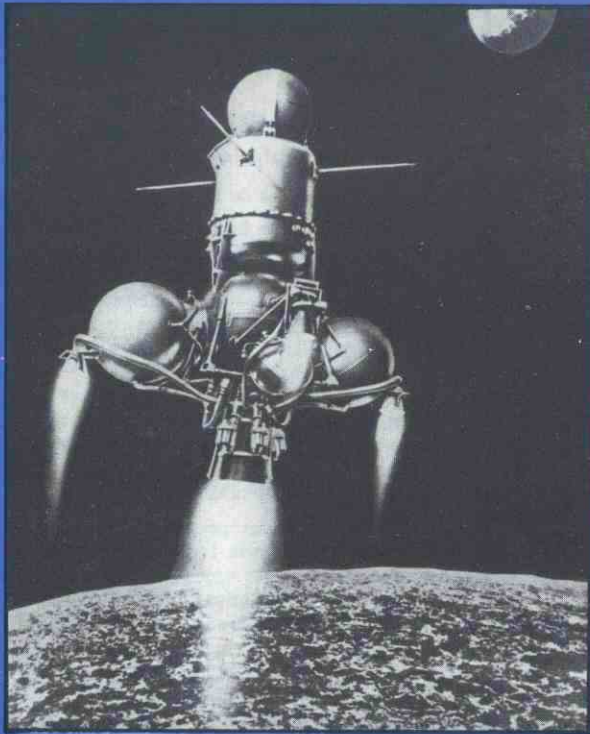


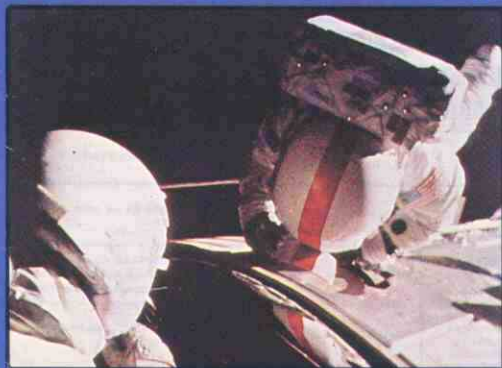
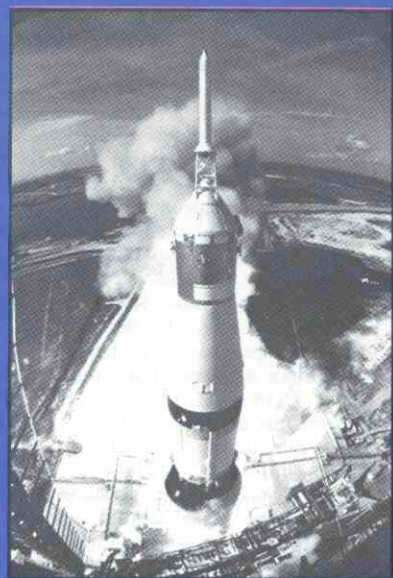
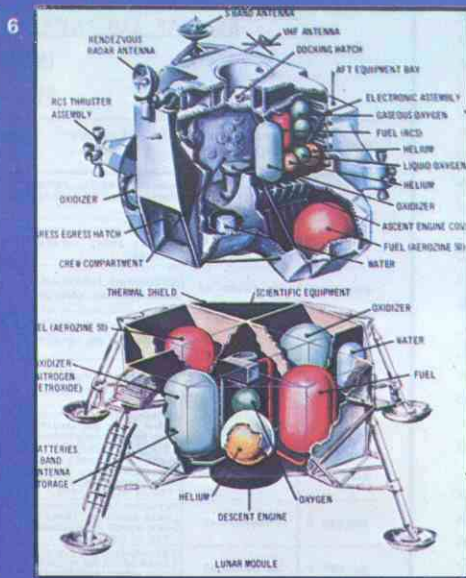
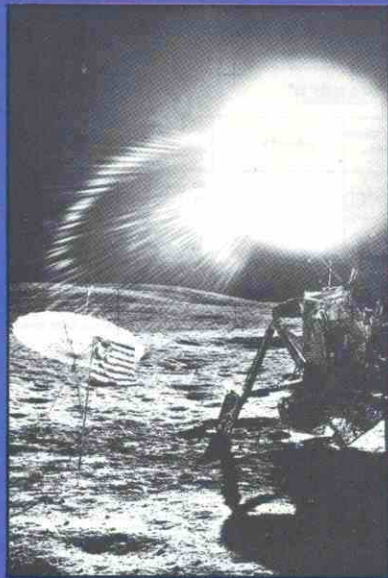
FIGURA-I. VEHICULO LUNAR (LUNOKHOD) AUTOMATICO, QUE FUE TRANSPORTADO POR LAS NAVES "LUNA" 17 Y 21 PARA LA EXPLORACION TELEDIRIGIDA DE NUESTRO SATELITE.



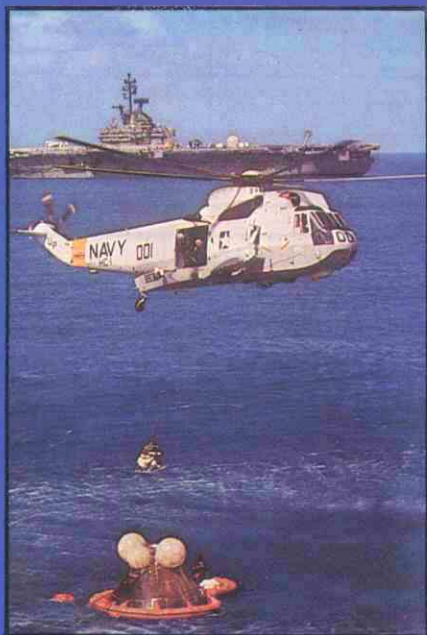
1. Lunojod 1
2. Lunojod 2
3. Luna 9
4. Luna 16
5. Escudos del Luna 20

Imágenes de los programas soviéticos desarrollados para posar en la Luna vehículos no tripulados para obtención y traída a la Tierra de muestras lunares.

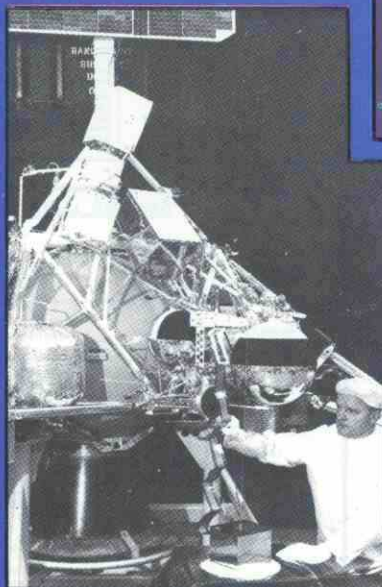
La carrera soviética a la luna



3



8



1



2

1. Surveyor V
2. Apollo 8: Plan de vuelo
3. Apollo 9
4. Apollo 11
5. Apollo 11
6. Apollo 14
7. Apollo 16
8. Apollo 17

El esfuerzo de la mayor potencia mundial para poner hombres en la Luna, logro no alcanzado por los soviéticos, 12 norteamericanos pisaron la superficie de nuestro planeta en el ambicioso programa APOLLO.

La carrera norteamericana a la luna

En las Tablas I, II, III y IV se dan algunos detalles sobre cada una de las 30 sondas soviéticas, agrupadas por objetos fundamentales. En resumen, el programa no tripulado de la URSS se caracterizó por lograr un total de 11 récords, aunque no alcanzara el objetivo final de hacer posible el viaje del hombre a la Luna, y por conseguir algunos éxitos tecnológicos muy destacados, como los del Luna 16, 20 y 24, que recogieron 100 gramos de muestra del suelo lunar cada uno de ellos y fueron enviados a la Tierra para su posterior estudio; los del Luna 17 y 21, que transportaron los Lunokhod I y II, vehículos de dimensiones muy considerables (2,18 m x 1,60 m x 1,20 m) que efectuaron diversas excursiones exploratorias por la superficie de la Luna con recorridos totales de 12 y 37 kilómetros respectivamente y que realizaron diversos análisis del suelo lunar. Estos vehículos sobrevivieron dentro de un ambiente tan poco acogedor como el de la superficie de la Luna, durante 11 y 5 meses respectivamente y, junto con las sondas Luna 16, 20 y 24, demostraron claramente que la exploración no tripulada de astros de-lestes puede proporcionar magníficos resultados.

1.2. Lanzamientos de los EE.UU.

El programa no tripulado americano fue más reducido y compacto que el de la URSS, constando sólo de 21 sondas espaciales, de las que fallaron 8 (38%). Los lanzamientos comenzaron en agosto de 1961 y terminaron en enero del 68. Durante esta fase de vuelos no tripulados la NASA sólo batió un récord y empleó tres tipos de sondas espaciales: las de la serie Ranger (Tabla V), cuyo objetivo principal era impactar en la Luna y tomar fotografías de su superficie momentos antes del choque; las de la serie Surveyor (Tabla VI), que tenía como misión más importante lograr un alunizaje controlado y estudiar seguidamente las características del suelo lunar, tanto químicas como mecánicas; y, por último, la serie Lunar Orbiter (Tabla VII), que pretendía explorar fotográficamente la superficie lunar, colocándose previamente en órbita de altitud controlable y con especial interés en aquellos lugares que habían sido elegidos para los alunizajes de las naves Apollo.

La NASA no pudo iniciar este programa hasta casi tres años después de que lo hicieran los rusos, pues su tecnología, en especial la relativa a cohetes lanzadores, no logró un desarrollo adecuado hasta esas fechas. A su vez, el motivo por el que este mismo programa espacial terminó ocho años antes que el soviético, fue debido a la necesidad de concentrar todos los esfuerzos en las Misiones Apollo.

En resumen, el programa americano de vuelos no tripulados, aunque comenzó con una larga serie de fracasos, fue también muy completo, si bien en él no se obtuvieron los relevantes éxitos tecnológicos conseguidos por la URSS.

SONDAS LUNARES NO TRIPULADAS DE LOS EE.UU.

IMPACTO LUNAR

TABLA V

SERIE "RANGER"

NOMBRE	FECHA DE LANZAMIENTO	OBJETIVO PRINCIPAL	RESULTADO GLOBAL	RECORD	COMENTARIOS
RANGER 1	29 AGOSTO 61	ANÁLISIS ORBITAL. ESTUDIO ESPACIO ENTRE TIERRA Y LUNA	FRACASO	-----	NO LOGRO DAR MAS QUE 111 REVOLUCIONES A LA TIERRA
RANGER 2	18 NOVIEMBRE 61	ANÁLISIS ORBITAL. ESTUDIO ESPACIO ENTRE TIERRA Y LUNA	FRACASO	-----	QUEDO EN ORBITA TERRESTRE MUY BAJA
RANGER 3	28 ENERO 62	FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR ANTES DEL IMPACTO	FRACASO	-----	ENTRO EN ORBITA SOLAR
RANGER 4	23 ABRIL 62	FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR ANTES DEL IMPACTO	FRACASO	-----	SE ESTRELLÓ EN LA CARA OCULTA DE LA LUNA
RANGER 5	16 OCTUBRE 62	FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR ANTES DEL IMPACTO	FRACASO	-----	ENTRO EN ORBITA SOLAR
RANGER 6	30 ENERO 63	FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR ANTES DEL IMPACTO. (CON MENOS REQUERIMIENTOS DE ESTABILIDAD)	FRACASO	-----	HIZO IMPACTO EN LA LUNA EN LA ZONA. PREVISTA, PERO FALLO EL SISTEMA FOTOGRAFICO
RANGER 7	28 JULIO 64	FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR ANTES DEL IMPACTO. (CON MENOS REQUERIMIENTOS DE ESTABILIDAD)	EXITO	-----	NOTRO DETALLES 2000 VECES MAS PEQUEÑOS QUE LAS DE OBSERVACIONES ASTRONOMICAS. ENVIÓ 4.315 FOTOGRAFIAS DE LA LUNA
RANGER 8	17 FEBRERO 65	FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR ANTES DEL IMPACTO. (CON MENOS REQUERIMIENTOS DE ESTABILIDAD)	EXITO	-----	NOTRO DETALLES 2000 VECES MAS PEQUEÑOS QUE LAS DE OBSERVACIONES ASTRONOMICAS. ENVIÓ 7000 FOTOGRAFIAS DE LA LUNA
RANGER 9	31 MARZO 65	FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR ANTES DEL IMPACTO. (CON MENOS REQUERIMIENTOS DE ESTABILIDAD)	EXITO	-----	NOTRO DETALLES 2000 VECES MAS PEQUEÑOS QUE LAS DE OBSERVACIONES ASTRONOMICAS. ENVIÓ 5.294 FOTOGRAFIAS DE LA LUNA

SONDAS LUNARES NO TRIPULADAS DE LOS EE.UU.

ALUNIZAJE CONTROLADO

TABLA VI

SERIE "SURVEYOR"

NOMBRE	FECHA DE LANZAMIENTO	OBJETIVO PRINCIPAL	RESULTADO GLOBAL	RECORD	COMENTARIOS
SURVEYOR 1	30 MAYO 66	ESTUDIO ALUNIZAJE NAVE, ESTUDIOS CIENTIFICOS SUPERFICIE LUNAR	EXITO	-----	FUNCIÓ EN LA LUNA DURANTE 4 MESES
SURVEYOR 2	20 SEPTIEMBRE 66	ESTUDIO ALUNIZAJE NAVE, ESTUDIOS CIENTIFICOS SUPERFICIE LUNAR	FRACASO	-----	SE ESTRELLÓ EN LA LUNA POR FALLO EN LA MANIOBRA INTERMEDIA DE CORRECCION DE TRAYECTORIA
SURVEYOR 3	17 ABRIL 67	ESTUDIO ALUNIZAJE NAVE, ESTUDIOS CIENTIFICOS SUPERFICIE LUNAR, ANÁLISIS MECANICOS	EXITO	-----	NO SOBREVIVIO LA PRIMERA NOCHE LUNAR
SURVEYOR 4	14 JULIO 67	ESTUDIO ALUNIZAJE NAVE, ESTUDIOS CIENTIFICOS SUPERFICIE LUNAR, ANÁLISIS MECANICOS	FRACASO	-----	SE ESTRELLÓ EN LA LUNA POR FALLO DE COMUNICACIONES EN EL ALUNIZAJE
SURVEYOR 5	6 SEPTIEMBRE 67	ESTUDIO ALUNIZAJE NAVE, ESTUDIOS CIENTIFICOS SUPERFICIE LUNAR, ANÁLISIS MECANICOS, ANÁLISIS QUIMICOS	EXITO	-----	RESULTADO ANALISIS
SURVEYOR 6	7 NOVIEMBRE 67	ESTUDIO ALUNIZAJE NAVE, ESTUDIOS CIENTIFICOS SUPERFICIE LUNAR, ANÁLISIS MECANICOS, ANÁLISIS QUIMICOS	EXITO	-----	ELEMENTO % OXIGENO 55 SILICIO 20 ALUMINIO 8 Ca, K, P, S 6 Fe, Ca, Ni, Ti, Mn 5 MAGNESIO 3 CARBONO 2 SODIO 2
SURVEYOR 7	7 ENERO 68	ESTUDIO ALUNIZAJE NAVE, ESTUDIOS CIENTIFICOS SUPERFICIE LUNAR, ANÁLISIS MECANICOS, ANÁLISIS QUIMICOS	EXITO	-----	

SONDAS LUNARES NO TRIPULADAS DE LOS EE.UU.

ORBITA LUNAR

TABLA VII

SERIE "LUNAR ORBITER"

NOMBRE	FECHA DE LANZAMIENTO	OBJETIVO PRINCIPAL	RESULTADO GLOBAL	RECORD	COMENTARIOS
LUNAR ORBITER 1	10 AGOSTO 66	FOTOGRAFIAR CON DETALLE LOS POSIBLES LUGARES DE ALUNIZAJE DE LAS MISIONES APOLLO. EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	FOTOGRAFIAS LUNARES CON 8 METROS DE RESOLUCION
LUNAR ORBITER 2	6 NOVIEMBRE 66	FOTOGRAFIAR CON DETALLE LOS POSIBLES LUGARES DE ALUNIZAJE DE LAS MISIONES APOLLO. EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	DESCUBRIO QUE EL FLUJO LUNAR DE NEUTRONES ES IGUAL AL DE LA TIERRA
LUNAR ORBITER 3	4 FEBRERO 67	FOTOGRAFIAR CON DETALLES LOS POSIBLES LUGARES DE ALUNIZAJE DE LAS MISIONES APOLLO. EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	SERIE TAMBIEN MUY LOGRADA
LUNAR ORBITER 4	4 MAYO 67	FOTOGRAFIAR CON DETALLES LOS POSIBLES LUGARES DE ALUNIZAJE DE LAS MISIONES APOLLO. EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	EN QUE NO SE REGISTRO
LUNAR ORBITER 5	1 AGOSTO 67	FOTOGRAFIAR CON DETALLES LOS POSIBLES LUGARES DE ALUNIZAJE DE LAS MISIONES APOLLO. EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	NINGUN FRACASO
LUNAR ORBITER 6	1 AGOSTO 67	FOTOGRAFIAR CON DETALLES LOS POSIBLES LUGARES DE ALUNIZAJE DE LAS MISIONES APOLLO. EXPERIMENTOS CIENTIFICOS	EXITO	-----	DESCUBRIO LOS MASCONES (GRANDES MASAS DE ROCAS SITUADAS BAJO CINCO DE LOS "MARES" LUNARES)

SONDAS LUNARES NO TRIPULADAS DE LA URSS

ORBITA LUNAR

TABLA VIII

SERIE "LUNA"

NOMBRE	FECHA DE LANZAMIENTO	OBJETIVO PRINCIPAL	RESULTADO GLOBAL	RECORD	COMENTARIOS
LUNA 10	31 MARZO 66	EXPERIMENTOS CIENTIFICOS Y FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR	EXITO	PRIMER SATELITE ARTIFICIAL DE LA LUNA	
LUNA 11	24 AGOSTO 66	EXPERIMENTOS CIENTIFICOS Y FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR	EXITO	-----	SERIE DE VEHICULOS ESPACIALES MUY LOGRADA, EN LA QUE NO SE REGISTRARON FRACASOS NI FALLOS
LUNA 12	22 OCTUBRE 66	EXPERIMENTOS CIENTIFICOS Y FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR	EXITO	-----	
LUNA 14	7 ABRIL 68	EXPERIMENTOS CIENTIFICOS Y FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR	EXITO	-----	
LUNA 15	13 JULIO 68	EXPERIMENTOS CIENTIFICOS Y FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR	EXITO (P)	-----	CONCIDENCIA CON EL APOLLO 11, SE CREE ESTABA PROYECTADO PARA ALUNIZAR, RECOGER MUESTRAS LUNARES Y ENVIARLAS DE REGRESO A LA TIERRA, PERO NO PUDO LOGRAR ESTOS OBJETIVOS
LUNA 19	28 SEPTIEMBRE 71	EXPERIMENTOS CIENTIFICOS Y FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR	EXITO	-----	SERIE DE VEHICULOS ESPACIALES MUY LOGRADA, EN LA QUE NO SE REGISTRARON FRACASOS NI FALLOS
LUNA 22	29 MARZO 74	EXPERIMENTOS CIENTIFICOS Y FOTOGRAFIAS SUPERFICIE LUNAR	EXITO	-----	

2. Naves Espaciales Tripuladas

Antes de comprometerse en la exploración tripulada de la Luna, tanto la Unión Soviética como los Estados Unidos, pusieron en práctica sendos programas preparatorios, en los que por primera vez se ensayaron toda una serie de objetivos cuya consecución era absolutamente imprescindible para el éxito de las misiones lunares tripuladas. Entre estos objetivos pueden citarse: colocar un animal en órbita terrestre; hacer lo mismo con un hombre; poner varios hombres simultáneamente en dicha órbita; realizar un paseo espacial fuera de la nave nodriza; lograr la cita espacial o aproximación controlada de dos naves tripuladas; efectuar el acoplamiento o ensamblaje de dos vehículos procedentes de órbitas distintas, etc. La Unión Soviética fue logrando estos distintos objetivos entre los años 58 y 69, a través de sus programas Sputnik, Vostok, Voskhod y Soyuz (primeros vuelos de esta larga serie). A su vez, los Estados Unidos (61-66) lo consiguieron con los programas Mercury y Gemini.

Para estos primeros pasos en el campo de los vuelos espaciales tripulados se emplearon cohetes lanzadores de mediana potencia, que hacían posible la puesta en órbita terrestre de baja altitud de cargas útiles comprendidas entre las 2 y las 10 toneladas. Por el contrario, la exploración tripulada de la Luna requería cohetes mucho más potentes, capaces de llevar a dichas órbitas naves de por lo menos 100 toneladas de peso, carga mínima requerida para llegar a nuestro satélite partiendo de una órbita terrestre de aparcamiento y poder intentar el regreso con alta probabilidad de éxito. Por esto, en el comienzo de los 60, tanto la URSS, como los EE.UU., emprendieron el desarrollo de un super cohete que fuera capaz de manejar cargas útiles de este nuevo orden de magnitud. Curiosamente, la Unión Soviética, que había irrumpido en la era espacial con una fuerza arrolladora al amparo de unos magníficos cohetes lanzadores de mediana potencia, no fue capaz de lograr el cohete gigante a que antes se hacía referencia y tras una corta serie de intentos fallidos, anunció oficialmente, a mediados del año 1969, su renuncia al viaje tripulado a la Luna. Por el contrario, la NASA consiguió con relativa facilidad este objetivo, y en noviembre de 1966 probó con éxito el cohete Saturno V, capaz de colocar 130 toneladas en órbita terrestre, lo que le daba vía libre para emprender la exploración tripulada de la Luna.

2.1. Lanzamientos de los EE. UU

Entre los años 1967 y 1972 la NASA desarrolló su programa espacial Apollo (Tabla VIII) que culminó con la llegada por primera vez del hombre a la Luna (Apollo 11) y con su posterior exploración. Este programa, que costó algo más de un billón y medio de pesetas, se desarrolló en dos fases: una primera preparatoria (Apollos 7, 8, 9 y 10), en la que se

TABLA IX

LOGROS MAS IMPORTANTES DE LAS MISIONES APOLLO

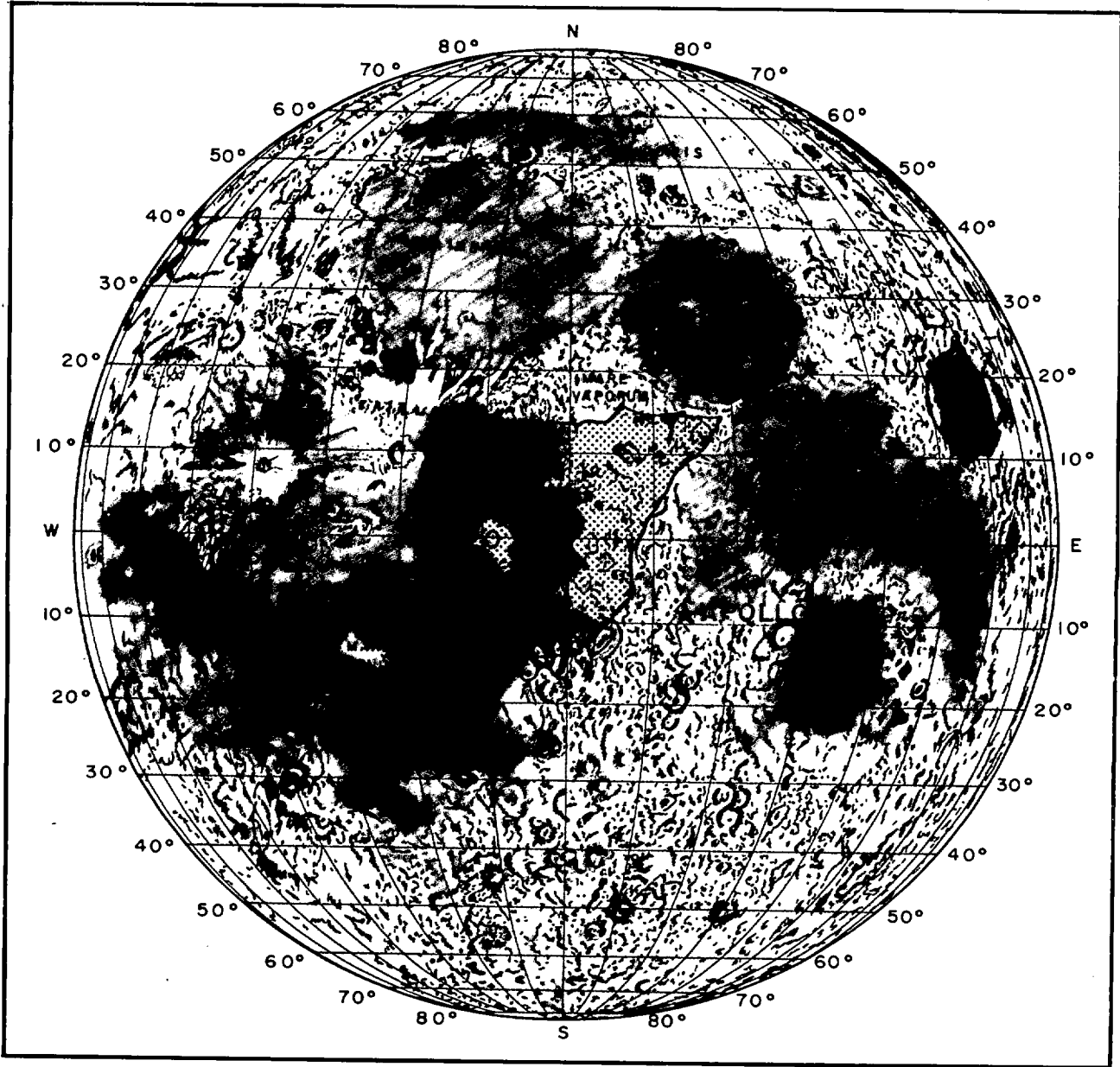
- 1.- SEIS VIAJES A LA LUNA.
- 2.- DOCE ASTRONAUTAS EXPLORARON LA LUNA.
- 3.- DOCE DIAS Y MEDIO DE ESTANCIA EN LA LUNA.
- 4.- SETENTA HORAS DE ACTIVIDADES EN LA LUNA, FUERA DE LA NAVE NODRIZA.
- 5.- CIENTO DIEZ KILOMETROS RECORRIDOS SOBRE LA SUPERFICIE DE LA LUNA.
- 6.- CUATRO CIENTOS KILOS DE ROCAS LUNARES TRAIOS A LA TIERRA.
- 7.- CINCO ESTACIONES CIENTIFICAS (ALSEP) INSTALADAS EN LA LUNA.
- 8.- UNA MINI-ESTACION CIENTIFICA (EASEP) (CORTA DURACION) INSTALADA EN LA LUNA.
- 9.- TRES VEHICULOS LUNARES (LRV) UTILIZADOS PARA EXPLORAR LA LUNA.
- 10.- DOS SUBSATELITES (P & FS) PUESTOS EN ORBITA LUNAR PARA EXPERIENCIAS CIENTIFICAS.

ensayaron y pusieron a punto, tanto el cohete lanzador Saturno V como los distintos componentes de la complicada nave espacial que transportaba los hombres a la Luna (módulos de mando, de servi-

17) destinada ya a la exploración real, en la que seis naves tripuladas consiguieron su objetivo (todas menos el Apollo 13, que sufrió una avería importante y aunque pudo regresar en buenas condiciones

de este programa. De entre ellos se puede destacar, además del hecho sin precedentes de la llegada del hombre a la Luna: la colocación en su superficie de seis complejas estaciones científicas (ALSEP),

Mapa de la Luna en que se señalan con una estrella los lugares que han sido explorados por el hombre (Misiones APOLLO). Como referencia para las distancias se ha sombreado una silueta del mapa de la Península Ibérica.



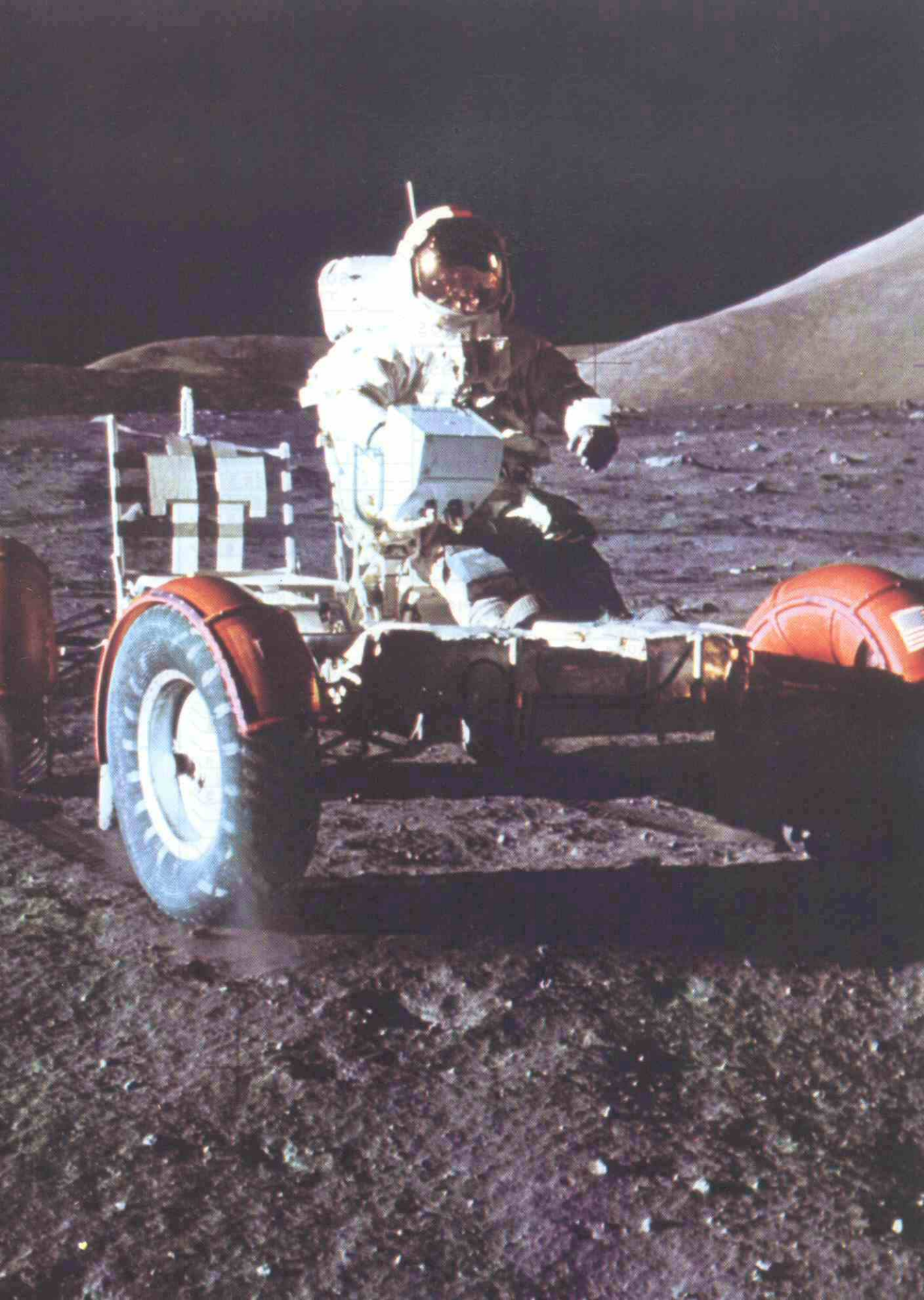
cio y lunar) y en el que se experimentaron todas las maniobras necesarias para hacer posible aquel viaje; y una segunda fase (Apollos 11, 12, 13, 14, 15, 16 y

a la Tierra, no pudo posarse en la Luna).

En la Tabla IX se han resumido los logros más importantes de la segunda fase

compuestas de instrumental de medida y con capacidad para ser controladas desde la Tierra y transmitir a ella toda la información detectada por sus instrumentos,

Página siguiente: El astronauta Cernan prueba el vehículo lunar de la misión APOLLO XVII antes de iniciar una de sus excursiones exploratorias



EXPLORACION DE LA LUNA

TABLA X

CARRERA ESPACIAL RUSO-AMERICANA

— CRONOLOGIA DE LOS 62 LANZAMIENTOS —

VEHICULOS DE LA URSS

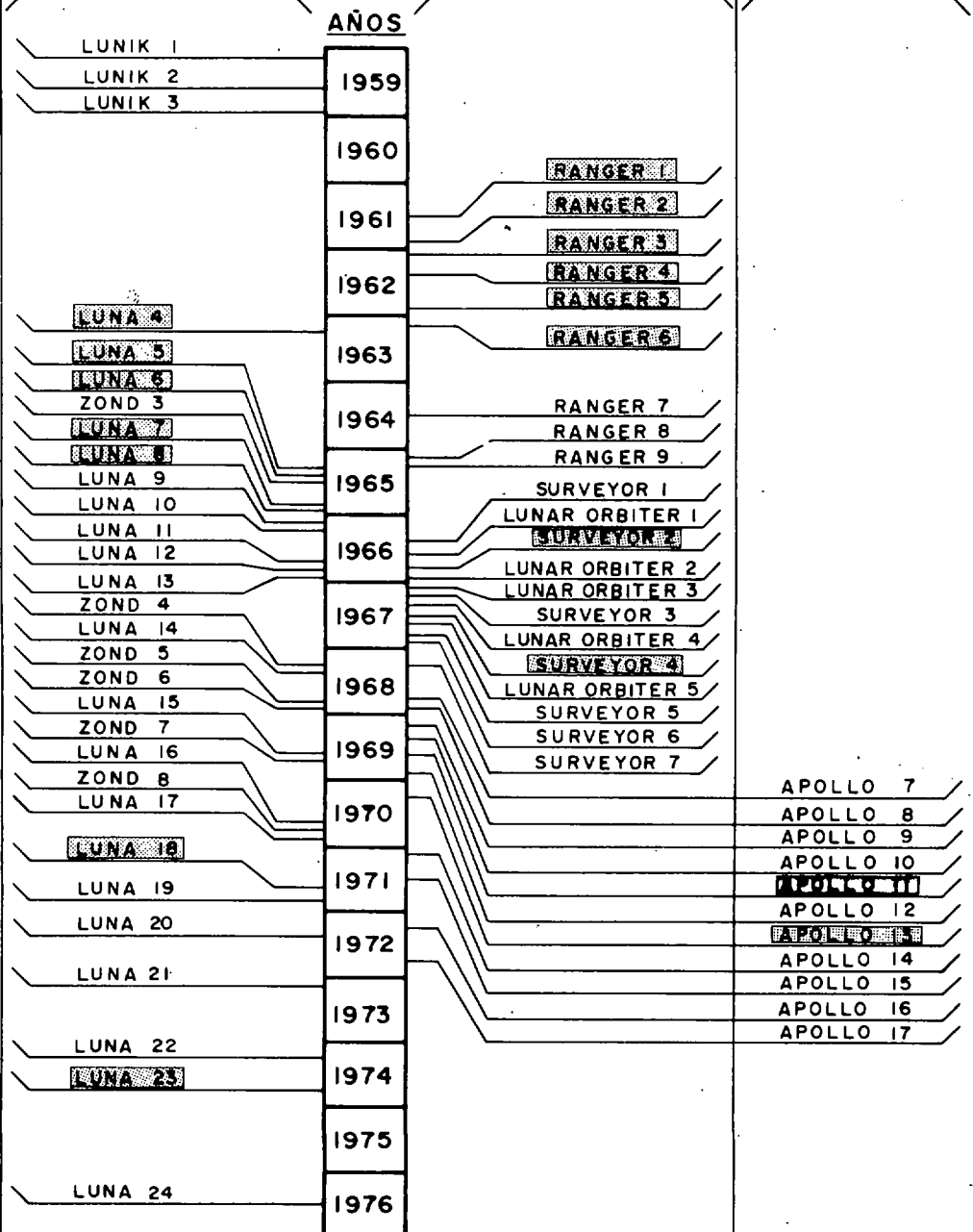
VEHICULOS DE LOS EEUU

NAVES
TRIPULADAS

SONDAS SIN
TRIPULAR

SONDAS SIN
TRIPULAR

NAVES
TRIPULADAS



MISIONES ESPACIALES QUE NO LOGRARON SU OBJETIVO PRINCIPAL.

estaciones que han estado funcionando durante diez años; la traída a la Tierra de grandes cantidades (400 Kgs) de muestras geológicas lunares, recogidas en lugares muy distantes unos de otros y de características muy diferentes; la realización de tres excursiones en el Rover Lunar, vehículo que era conducido por los propios astronautas y que efectuó recorridos de 12, 29 y 52 Kms.

RESULTADOS CIENTÍFICOS

Gracias al elevado número de misiones espaciales lunares se ha podido recoger una enorme cantidad de datos científicos referentes no sólo a nuestro satélite, sino también al espacio próximo que lo circunda. Enumerar toda esta información va mucho más allá del propósito de un trabajo como éste. Por eso, a continuación, se mencionan sólo los hallazgos más importantes, sin distinguir si se deben a la U.R.S.S. o a los EE.UU., pues ambas naciones trabajaron "prácticamente con iguales miras y con resultados muy parecidos.

Como descubrimientos más importantes podían citarse los resultados de los numerosos análisis que se han efectuado del suelo y de las rocas lunares, que son muy parecidas al basalto terrestre y cuya composición química aproximada se ha dado en la Tabla VI. Otro hallazgo de interés ha sido la inexistencia de un campo magnético en la Luna semejante al de la Tierra. Por lo que respecta al campo gravitatorio, se han descubierto unas grandes concentraciones de rocas muy pesadas (MASCONS) existentes bajo la superficie de los "mares" más grandes de la Luna. Asimismo, se han determinado los parámetros y anomalías de la órbita lunar, con una precisión dos o tres órdenes de magnitud superior a la lograda hasta entonces. Se han estudiado con gran detalle todos los tipos de radiaciones que llegan al satélite, así como su variación con el ciclo solar y con algunos otros parámetros. Se han medido con gran precisión las características más importantes del viento solar en las proximidades de la Luna. Igualmente se han determinado las propiedades físicas más importantes del espacio cislunar. Se ha obtenido una fotometría muy completa de la superficie lunar. Se ha determinado la radiación extragaláctica, tomando como base la propia Luna, etc.

Mención especial merecen las seis estaciones con material científico, que fueron colocadas en la superficie de la Luna por los astronautas de las seis últimas misiones Apollo. El instrumental de cada una de estas estaciones era aproximadamente el siguiente: sismógrafo pasivo y sismógrafo activo para la determinación, entre otras cosas, de las características elásticas de la corteza lunar; magnetómetro de superficie; espectrómetro de viento solar; detector de iones; medidor de flujo calórico bajo la superficie lunar; medidor de den-


sidad atmosférica en la Luna; detector de polvo lunar; retroreflector laser, detector de rayos cósmicos; espectrógrafo ultravioleta; analizador químico de la atmósfera lunar; medidor de las propiedades eléctricas del suelo lunar, etc.

En conclusión, con la exploración espacial se han podido desvelar algunos interrogantes sobre la Luna, como los siguientes: nuestro satélite tiene la misma edad que la Tierra, unos 4.600 millones de años; se trata de un cuerpo muerto, con una actividad interna reducidísima; su interior está muy frío y permanece en estado sólido; la Luna posee una atmósfera propia extraordinariamente tenue, constituida por argón y krypton, a la que lógicamente se suman cantidades también muy reducidas de hidrógeno, helio y neón procedentes del viento solar; no existe la más mínima traza de vida en dicho satélite, ni siquiera en sus formas más elementales o primitivas.

La Luna no constituye un objeto, ni siquiera potencial, que pueda de momento proporcionar beneficios concretos a la humanidad, ni parece que los vaya a proporcionar en los próximos veinte o treinta años. Hoy día, parece evidente que si en un plazo relativamente corto se intentara establecer una colonia espacial, no se elegiría la Luna como lugar para asentarla, pues existen otros muchos lugares considerablemente más próximos a la Tierra y más ventajosos para tal propósito. Si, en lugar de colonia, nos referimos a una base militar, tampoco resulta la Luna el lugar apropiado, pues los casi cuatrocientos mil kilómetros que la separan de la Tierra la hacen perder todo su posible interés estratégico. Utilizar la Luna como base de aprovisionamiento para extraer de ella materias primas que puedan emplearse en la construcción de colonias espaciales u otros centros análogos es sin duda la idea más prometedora de todas cuantas se han concebido hasta la fecha; sin embargo, aún estamos muy lejos de que tales colonias resulten económicamente rentables. La construcción de gigantescos generadores termoelectrónicos en la superficie de la Luna, aprovechando las grandes diferencias de temperatura que allí se dan, entre el día y la noche, y transmitir la energía producida por ellos a la Tierra mediante haces de microondas es algo también posible, pero tan caro que no puede convertirse en realidad antes de muchas décadas. Etc.

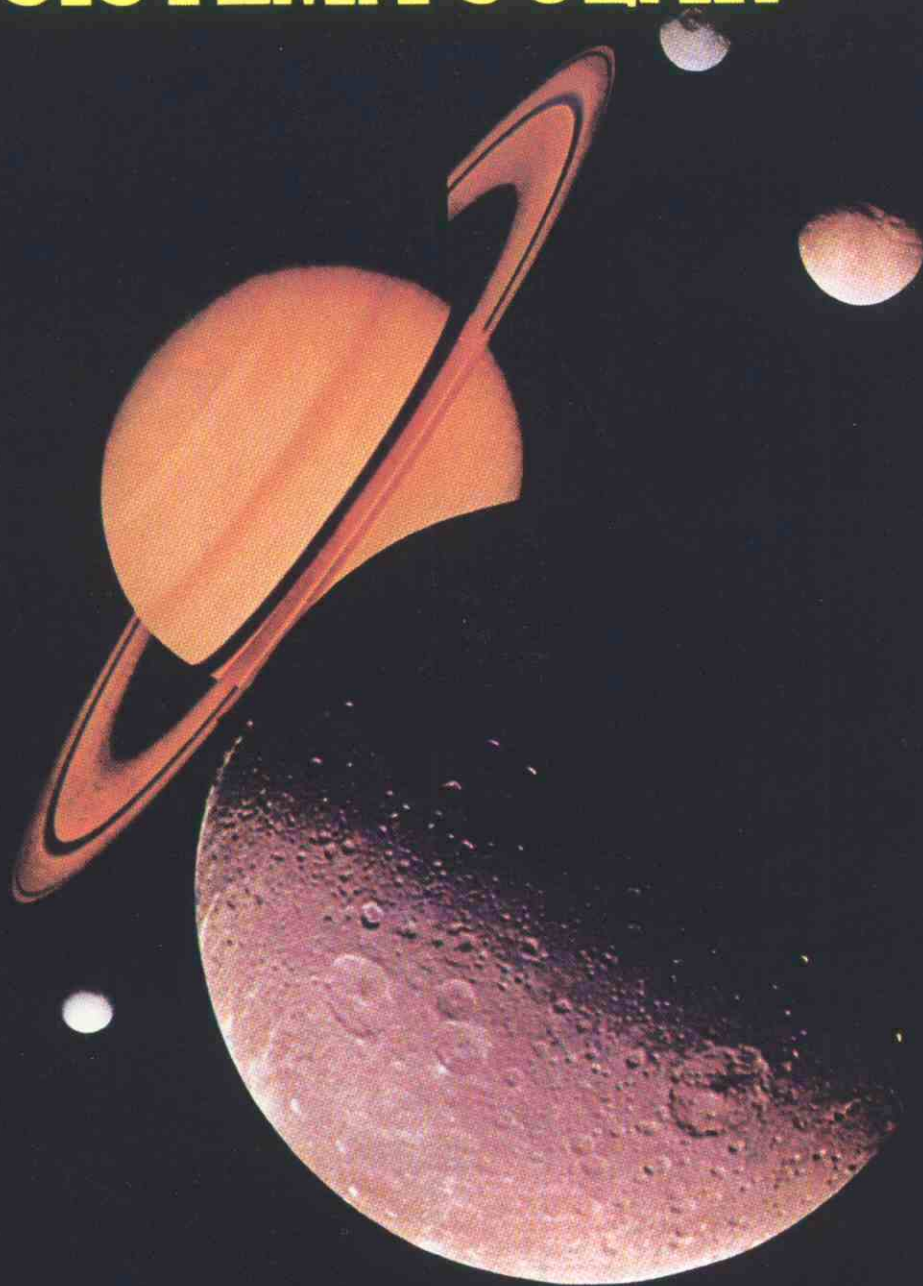
Terminemos con la misma conclusión que se estableció al principio de este trabajo: el único beneficio concreto obtenido por el hombre como consecuencia de la exploración de la Luna, ha sido el desarrollo de una nueva y sofisticada tecnología espacial.

Ahora bien, este beneficio ha compensado con creces los dieciocho años de trabajo, las sesenta y dos misiones espaciales (Tabla X) de gran complejidad y los tres billones de pesetas invertidos en la exploración de nuestro satélite. ■



Mientras despega de la superficie lunar el módulo del APOLLO XI, la Tierra aparece en el horizonte

EXPLORACION DEL SISTEMA SOLAR



JOSE MANUEL URECH RIBERA

INTRODUCCION

La historia de la exploración del Sistema Solar por medio de vehículos o sondas espaciales es relativamente corta, prácticamente dos décadas, pero ha supuesto una auténtica explosión de conocimientos. Se puede decir que la información adquirida durante siglos de observación terrestre con telescopios, se ha ampliado cientos de veces en estas dos décadas. Sin embargo, no se debe pensar que el tema esté agotado, pues ocurre como en otras áreas de investigación científica. Así, la paulatina aproximación a los planetas va defendiendo mejor algunas magnitudes globales (tamaño, composición media, temperatura, número de satélites, etc.), pero a su vez va descubriendo detalles muchas veces insospechados, que la ciencia pretende explicar.

De todas maneras, siempre hay mentes excesivamente pragmáticas que se preguntan cuál es la utilidad inmediata de estos esfuerzos de exploración del sistema solar. Aparte de las implicaciones de desarrollo tecnológico que suponen estas complicadas misiones, esta cada vez más claro que la información sobre el Sol y su medio, o sobre cualquier planeta o satélite, mejora el conocimiento de los otros, y en particular de nuestro planeta. Algunos ejemplos pueden servir de meditación:

— El magnífico equilibrio y riqueza biológica de la Tierra dependen totalmente de los efectos hasta ahora benefactores del Sol, y cualquier variación de éste nos afecta de algún modo. ¿Sería lógico cerrar los ojos a dichos conocimientos?

— Está bastante aceptado que las altísimas temperaturas en la superficie de Venus son debidas a su desequilibrio del "efecto invernadero" en el que el vapor de agua y anhídrido carbónico de la atmósfera impiden la radiación térmica de la superficie al espacio, gasificando por temperatura más agua y carbónico, siguiendo el proceso hasta que todo ha pasado a la atmósfera, llegando a crear una presión atmosférica del orden de 90 veces la de la Tierra, y una insostenible temperatura de cerca de 500°C en la superficie. Dado que Venus sólo recibe un poco más de energía solar que la Tierra, ¿Qué pasaría en nuestro planeta si el Sol brillara algo más, o la superficie y nubes terrestres oscurecieran? Esto puede ser una advertencia para nuestra civilización que ya tiene la capacidad de alterar profundamente el medio ambiente.

— En Marte existen multitud de sinuosos cauces secos probablemente formados por agua corriente en un pasado climático mucho más suave. Conocer las causas de estas variaciones extremas del

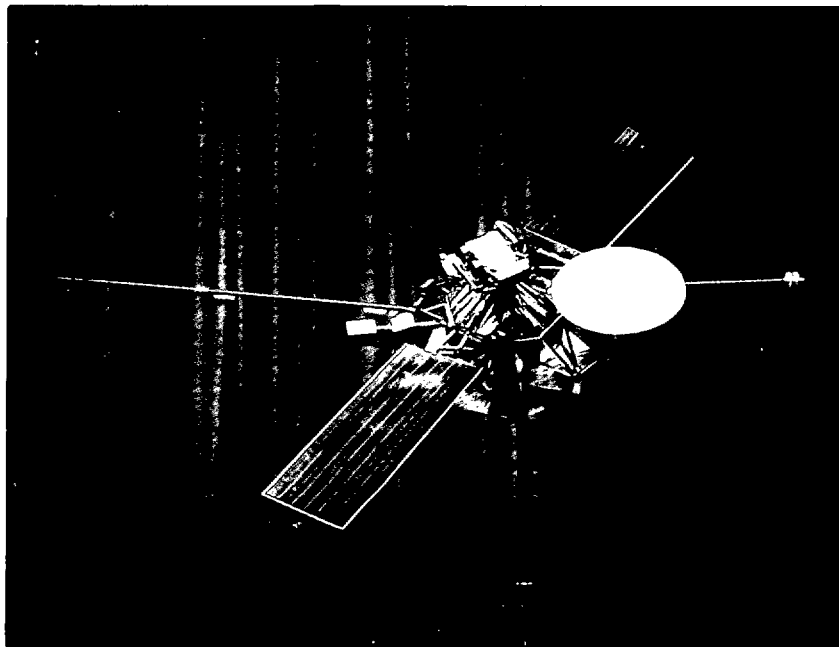
clima puede ser muy importante para prevenir similares perturbaciones del equilibrio terrestre.

CONSIDERACIONES GENERALES

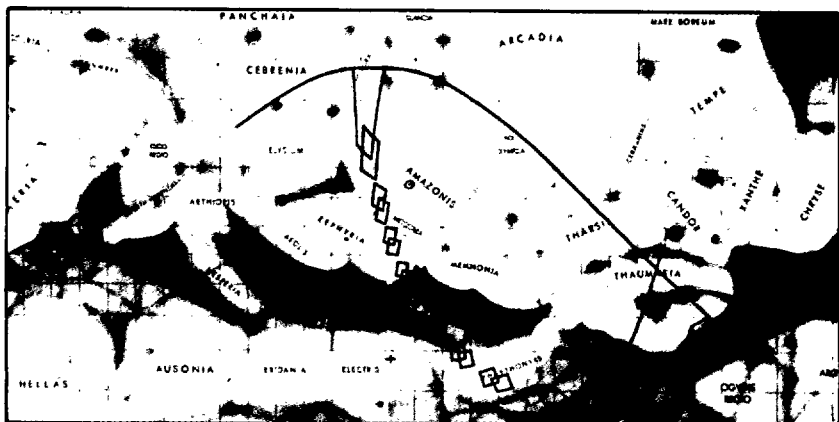
Dada la amplitud del tema y la cantidad de información acumulada en estos años, la necesaria brevedad de un artículo aconseja centrar la exposición en los objetivos básicos de la exploración, que en este caso son los planetas. Sin embargo, no se debe pasar por alto que todas estas

misiones, en su largo viaje desde la Tierra a otros planetas, han realizado gran cantidad de medidas y observaciones del medio interplanetario, de gran interés científico para el conocimiento del Sistema Solar. Además, ha habido algunas misiones no específicamente orientadas a los planetas, sino al estudio del medio, entre las que cabe destacar la serie americana "Pioneer" (del 6 al 9) y los "Helios" 1 y 2 en cooperación con la República Federal Alemana.

Mariner: Sonda del programa americano a Venus y Marte, desarrollado entre 1962 y 1971 con 9 lanzamientos



Zona de Marte cubierta fotográficamente por el Mariner 4 el 14 de julio de 1965. La proyección corresponde a 25 minutos del vuelo

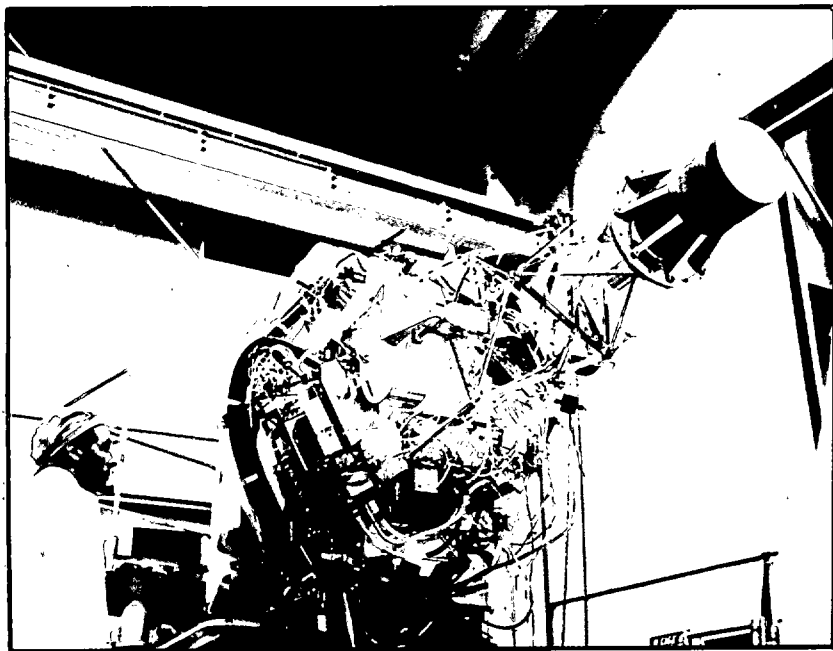


PRIMEROS INTENTOS DE EXPLORACION PLANETARIA

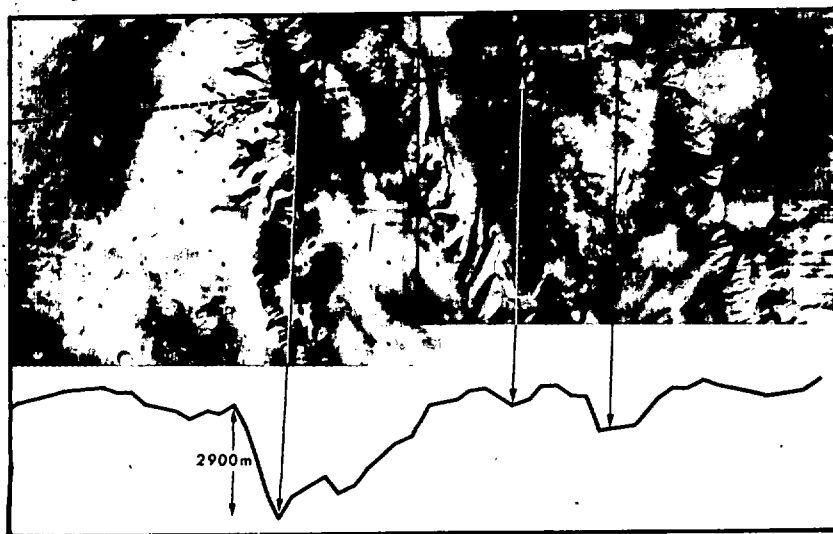
Una vez iniciada la carrera espacial con el lanzamiento por parte de la URSS del satélite "Sputnik" el 4 de octubre de 1957, el rápido desarrollo de cohetes lanzadores, los éxitos en la puesta en órbita de satélites terrestres, y las primeras sondas lunares, hacían inevitable el intentar un lanzamiento a los planetas vecinos, en particular a Venus por su mayor proximidad. Quizás, dado el ambiente de la época,

más que el interés científico pesó el espíritu de competición USA/URSS y la posibilidad de asombrar al resto de la humanidad. Esto, que ha sido casi una constante en parte de los programas espaciales, dio lugar al primer lanzamiento reconocido al planeta Venus: el "Venera 1" de la URSS el 12 de febrero de 1961, y que ya camino de Venus perdió totalmente las comunicaciones con Tierra a una distancia de 7,5 millones de kilómetros.

Montaje final del Mariner II lanzado el 27 de agosto de 1962 hacia el planeta Venus



El mosaico obtenido por el Mariner 9 permitió reconstruir esta región de Marte con un precipicio de casi 3 km. de profundidad



La próxima oportunidad de intentarlo, que para Venus se presenta cada 19 meses más o menos, fue inicialmente aprovechada por los americanos con un doble ensayo: el "Mariner 1" el 22 de julio de 1962, que fue destruido en el lanzamiento, y el "Mariner 2" el 26 de agosto, y que después de 109 días de viaje y una corrección intermedia de trayectoria, pasó a 35.000 km de Venus, descubriendo algunos datos científicos de interés, como la alta temperatura de la superficie, y la no evidencia de campo magnético, y convirtiéndose en el primer vehículo espacial explorando otro planeta. Por las mismas fechas, se detectaron tres lanzamientos fallidos de los rusos y que se supone tenían las mismas intenciones, aunque nunca fue reconocido oficialmente.

EVOLUCION POSTERIOR

Como se ve en los cuadros de misiones USA y URSS, la primera década transcurrió en la exploración de los planetas vecinos: Venus y Marte; con misiones cada vez más perfeccionadas y ambiciosas. Ya en la segunda década, además de continuar dicha exploración, se amplió por parte americana a los grandes planetas exteriores y Mercurio, siendo el apogeo final los recientes éxitos de los "Voyager 1 y 2" en Júpiter y Saturno.

Debido a las grandísimas distancias y la larga duración de los viajes (más de mil millones de km. y unos cuatro años en el caso de Saturno), la exploración planetaria ha estado siempre en los límites de la tecnología, arrastrando en parte a ésta, y naturalmente aprovechando los desarrollos paralelos en otras áreas, con el consiguiente beneficio general. Enumerar estos desarrollos sería excesivo, pero sí es interesante resaltar unos cuantos, para mejor comprender cómo en unos años se ha podido pasar de casi una aventura técnico-deportiva, a posarse suavemente en Venus y Marte, o estudiar con gran detalle a Saturno con sus anillos y satélites:

- Cohetes lanzadores más potentes y precisos han ido permitiendo sondas planetarias mejor equipadas técnica y científicamente y con capacidad de combustible para corrección de trayectorias, puesta en órbita y frenado de "aterrizaje".

- El establecimiento por parte de NASA de la red de estaciones espaciales alrededor del mundo (siendo las de Madrid de las más importantes), con grandes antenas y equipo sofisticado, asegura el contacto continuo con el vehículo, para recepción de datos y posible control, y mejor determinación de órbitas.

- El tremendo desarrollo paralelo de la microelectrónica y los ordenadores ha permitido aumentar grandemente la complejidad y autonomía de las sondas espaciales, así como la capacidad de proceso de datos en tierra (cálculo de órbitas, codificación y decodificación, tratamiento y corrección de imágenes, etc).

— La mejora de los sistemas de transmisión y recepción, así como el empleo en telemetría de códigos correctores de errores han aumentado enormemente las posibilidades de comunicación interplanetaria. Así los primeros "Mariner" a Venus y Marte (1962-65) mandaron sus datos a tierra con una velocidad de 8 bits/segundo (10 días para enviar 22 fotografías de baja calidad), mientras que los "Voyager" desde Júpiter (1977/79) enviaron miles de fotografías de alta calidad a 115200 bits/segundo.

— Los patrones de frecuencia y tiempo, y las calibraciones de los sistemas de medida de la velocidad y distancia han hecho de la navegación interplanetaria una técnica tremendamente precisa, lo cual es imprescindible para conseguir poner satélites en órbita de otros planetas, o realizar encuentros múltiples con varios de ellos.

FASES DE LA EXPLORACION

Salvo excepciones, la exploración de los planetas ha seguido una secuencia básica, aplicada también al caso lunar: 1) Vuelos de aproximación o impacto directo, de reconocimiento limitado a horas o días. 2) Puesta en órbita de observación global detallada durante varios meses. 3) Módulo de descenso suave a la superficie para observaciones específicas, acompañado de un orbitador que además de realizar sus observaciones actúa de comunicador entre el módulo superficial y tierra. 4) Esta etapa, no llevada aún a cabo en los planetas, podría ser la de ida y vuelta con recogida de muestras, o incluso a largo plazo, algún vuelo tripulado.

DESCRIPCION POR PLANETAS

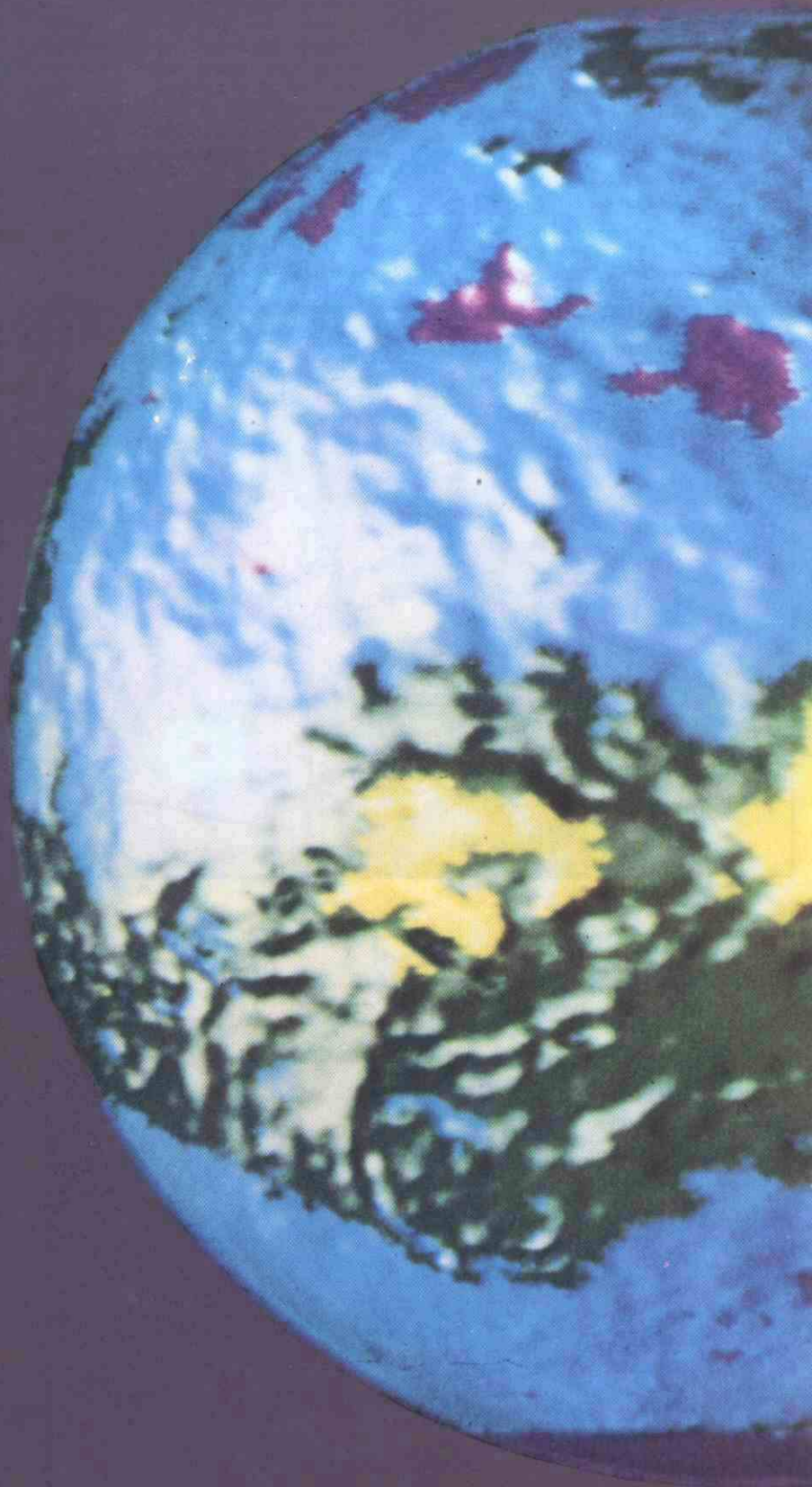
EXPLORACION DE VENUS

(Distancia media del Sol: 108 millones de kms).

U.R.S.S.

Es muy destacable la gran dedicación rusa a este planeta, y los éxitos conseguidos a pesar de la dificultad de esta empresa, dadas las condiciones adversas que poco a poco se fueron descubriendo.

Después del primer intento, el "Venera" 1 ya mencionado, los dos siguientes (uno de aproximación y otro de impacto) perdieron las comunicaciones por elevación de temperatura ya en las proximidades del planeta: La nueva serie "Venera", del 4 al 8, iniciaría ya los éxitos. Su diseño constaba de un vehículo portador, y una cápsula de descenso. El vehículo, una vez cumplida su misión durante el viaje (comunicación, carga eléctrica, solar, maniobras, y estudio del medio interplanetario) y liberada la cápsula, terminaba desintegrándose al entrar en la atmósfera de Venus. La cápsula pretendía hacer un descenso suave con la ayuda de paracaídas, midiendo los parámetros fun-



Representación interpretada en colores del planeta Venus, tomada con datos suministrados por el radar de altura de la nave Pioneer



damentales de la atmósfera (presión, temperatura, composición, viento, etc.). No obstante, los tres primeros colapsaron por exceso de presión varios kilómetros antes de tocar la superficie, comprobando duramente que la presión y temperatura en la superficie serían de cerca de 90 atmósferas y 500°C respectivamente. Además determinaron que la atmósfera era principalmente anhídrido carbónico, con trazas de nitrógeno, oxígeno y gases inertes.

Con los datos anteriores se reforzó el diseño de las cápsulas, consiguiendo los "Veneras" 7 y 8 posarse en la superficie y durante unos pocos minutos transmitir datos de ésta, midiendo una iluminación y visibilidad superficial muy débil, y el viento, que pasaba de 100 m/s a 48 km de altitud a una débil brisa menor de 1 m/s por debajo de 10 km.

Una nueva serie de "Veneras" (del 9 al 12) mucho más grandes y pesadas (5.000 kg.), continuaron la tercera etapa de la exploración con equipo más sofisticado. Además de gran cantidad de datos de interés científico, quizás lo más destacable es que por primera vez en la historia se recibieron dos fotografías panorámicas de la superficie de Venus, siempre oculta por la inmensa capa de nubes. Y en contra de lo que se esperaba, la iluminación y visibilidad eran muy aceptables (como un día nublado en la Tierra), apreciándose claramente las rocas de alrededor del vehículo.

Finalmente, Los "Venera" 13 y 14 lanzados hace unos meses, van equipados con instrumentos avanzada para, entre otras cosas, recoger y analizar muestras del suelo.

U.S.A.

El interés americano por Venus ha sido mucho menos intensivo, quizás por las poco atractivas condiciones atmosféricas del planeta detectadas en la primera misión, pero los resultados obtenidos son bastante significativos.

A parte del histórico "Mariner 2" ya mencionado como pionero de la exploración planetaria, cinco años después se repitió la experiencia con el "Mariner 5", confirmando y afinando los datos anteriores, y determinando por radio-ocultación la estructura de la alta atmósfera e ionosfera.

El "Mariner 10", cuyo destino principal era Mercurio, fue la primera misión que realizó un vuelo múltiple con "carambola" o "propulsión" gravitatoria, utilizando a Venus como paso intermedio. No obstante el carácter de objetivo secundario, a su paso por este planeta obtuvo datos científicos y gran cantidad de fotografías de la cobertura total de nubes. Estas, de color amarillo pálido en luz visible, revelaron unas estructuras más contrastadas en ultravioleta que se movían 60 veces más de prisa que la rotación del planeta (243 días terrestres), lo que se interpreta como vientos extensos de alta velocidad.

Los "Pioneer" 12 y 13, lanzados en mayo y agosto del 78, parece que van a ser por varios años los últimos lanzamientos americanos de exploración planetaria. El primero es un orbitador todavía en funcionamiento, y el segundo era un vehículo de transporte con cuatro sondas de descenso. La gran cantidad de datos obtenidos ayuda a comprender el período de formación de los planetas interiores y a modelar globalmente la atmósfera y clima, confirmando también el catastró-

cies con suaves desniveles, el 16% son zonas bajas (similar al suelo oceánico terrestre) con profundidades de hasta 2,9 kms, y el 24% son zonas altas, destacando la bautizada como "Ishtar Terra" del tamaño de Australia o Estados Unidos, y con montañas de hasta 10,8 kms. de altitud (más que el Everest en la Tierra).

EXPLORACION DE MARTE
(Distancia media del Sol: 228 millones de kms.)

quizás para recuperar el tiempo perdido, se pasó directamente a lo que hemos llamado tercera etapa de exploración, con orbitadores y sondas de descenso simultáneas. Los sofisticados vehículos "Mars" 2 y 3 de casi 5.000 Kg. de peso, llegaron a las proximidades del planeta rojo cuando ocurría la peor tormenta de arena de su historia conocida. Al no estar prevista la posible espera en órbita, las dos cápsulas de descenso tuvieron que ser liberadas a su suerte. La primera se estre-

MISIONES PLANETARIAS U.R.S.S.

NOMBRE	DESTINO	LANZ/ ENC.	COMENTARIOS
VENERA 1	VENUS	FEB 61/ --	Primer intento planetario. Fallo de comunicaciones a 7,5 millones de km. de la Tierra.
MARS 1	MARTE	NOV 62/ --	Primer intento a Marte. Fallo de comunicaciones a mitad de camino.
ZOND 2	MARTE	NOV 64/ --	Fallo a mitad de camino.
VENERA 2	VENUS	NOV 65/ FEB 66	Vuelo de aproximación, Perdió las comunicaciones al llegar al planeta.
VENERA 3	VENUS	NOV 65/ MAR 66	Vuelo de impacto. Perdió también las comunicaciones al llegar. Primer impacto en otro planeta.
VENERA 4	VENUS	JUN 67/ OCT 67	Vehículo de transporte y cápsula de descenso. Primero en penetrar la atmósfera. No llegó a la superficie.
VENERA 5	VENUS	ENE 69/ MAY 69	Similares al anterior. Transmitiendo datos físicos y químicos de la atmósfera durante el descenso en paracaídas.
VENERA 6	VENUS	ENE 69/ MAY 69	Una versión reforzada de los anteriores llegó a posarse y transmitir datos desde la superficie.
VENERA 7	VENUS	AGO 70/ DIC 70	Ambos compuestos de orbitador y cápsula de descenso. Los orbitadores hicieron su misión, pero las cápsulas, la 1. ^a se estrelló, y la segunda dejó de transmitir poco después del impacto, no obstante es el 1. ^{er} descenso en Marte.
MARS 2	MARTE	MAY 71/ NOV 71	Similar a la 7, resisitó un poco más las tremendas condiciones de la superficie. Datos de iluminación.
MARS 3	MARTE	MAY 71/ DIC 71	Supuesto orbitador, pasó de largo.
VENERA 8	VENUS	MAR 72/ JUL 72	Puesto en órbita para actuar de intercomunicador del 6 y 7. Mandó fotografías de la superficie y otros datos.
MARS 4	MARTE	JUL 73/ ENE 74	Sondas de transporte y descenso, dejó de transmitir poco antes de tocar la superficie.
MARS 5	MARTE	JUL 73/ ENE 74	Idéntica a la anterior. No logró descender, pasando de largo.
MARS 6	MARTE	AGO 73/ FEB 74	Vehículos idénticos compuestos por orbitador y cápsula de descenso. Estas sobrevivieron casi una hora, y mandaron las primeras fotografías panorámicas desde la superficie del nublado planeta.
MARS 7	MARTE	AGO 73/ FEB 74	De tipo transporte y cápsula de descenso, permanecieron casi dos horas emitiendo desde la superficie.
VENERA 9	VENUS	JUN 75/ OCT 75	Perfeccionamiento de datos sobre Venus.
VENERA 10	VENUS	JUN 75/ OCT 75	En estos momentos (feb. 82) van camino del planeta para analizar su suelo.
VENERA 11	VENUS	SEP 78/ DIC 78	
VENERA 12	VENUS	SEP 78/ DIC 78	
VENERA 13	VENUS	OCT 81/ MAR 82	
VENERA 14	VENUS	NOV 81/ MAR 82	

fico "efecto invernadero". Parece también que aparte de los componentes atmosféricos anteriormente determinados, hay una sorprendente evidencia indirecta de partículas de azufre y ácido sulfúrico formando parte de las nubes. Finalmente, el "Pioneer 12" que se le ha cambiado varias veces de órbita, ha cubierto la superficie del planeta con su altímetro-radar, obteniendo un mapa topográfico de Venus hasta ahora desconocido. La mayor parte (60%) aparece como plani-

U.R.S.S.

El gran esfuerzo ruso en este caso ha sido muy poco favorecido por la suerte. Los dos primeros intentos oficialmente reconocidos, el "Mars" 1 y el "Zond" 2 (1962 y 64) no llegaron a su objetivo, al perderse el contacto a mitad de camino después de recorrer varios millones de kilómetros, obteniendo sólo datos del espacio interplanetario.

Seis años y medio después, en 1971,

lló por un fallo en el descenso, y la segunda logró llegar a la superficie, pero a los pocos segundos dejó de transmitir definitivamente, habiendo emitido una fotografía totalmente difusa. Sin embargo, la fatalidad no fue total, pues los dos orbitadores cumplieron su misión mandando datos durante varios meses: temperatura diurnas de + 13°C y nocturnas de - 110°C, presión de 6 milibares, etc.

En 1973 se intentó realizar otro gran

esfuerzo, con cuatro lanzamientos: Los "Mars" 4 y 5 orbitadores y los 6 y 7 con cápsulas de descenso. Pero la fatalidad volvió a presentarse en esta ocasión: el "Mars" 4 no consiguió entrar en órbita, pasando de largo; el 5 que sí lo hizo, quedaba como posible intercomunicador de las cápsulas 6 y 7; la 7 no logró descender, pasando también de largo; y la 6 dejó de transmitir segundos antes de tocar la superficie. Así, lo que podía ha-

al planeta (10.000 km), mandando datos sobre la atmósfera, y un total de 21 fotografías de la superficie, y que aparecía con un aspecto bastante lunar. La experiencia se repitió en 1969 con los "Mariner" 6 y 7, y no sin dificultades se aproximaron a unos 3.300 km. de la superficie, mejorando la información física y química de la atmósfera, cuyo principal constituyente es CO₂ y mandando un total de 200 fotografías de la superficie

de estar en órbita, la tormenta empezó a amainar, y comenzó un gran espectáculo de insospechados descubrimientos. Estos no pueden ser resumidos en la brevedad de este artículo, pero se mencionarán algunos de los más significativos:

- Las más de 7.000 fotografías que permitieron realizar un mapa detallado de casi la totalidad del planeta.

- El gran cañón de una longitud que cubriría Estados Unidos de costa a costa,

MISIONES PLANETARIAS U.S.A.

NOMBRE	DESTINO	LANZ/ ENC.	COMENTARIOS
MARINER 1	VENUS	JUL. 62/ --	Fallo en lanzamiento.
MARINER 2	VENUS	AGO 62/ DIC 62	Primer encuentro con otro planeta. Medida de alta temperatura y presión en superficie. NO campo magnético.
MARINER 3	MARTE	NOV 64/ --	Fallo en lanzamiento.
MARINER 4	MARTE	NOV 64/ JUL 65	Primer encuentro con Marte. 22 fotografías de la superficie a 10.000 km. Otros datos de la atmósfera.
MARINER 5	VENUS	JUN 67/ OCT 67	Aproximación a 4.000 km. Medidas de la atmósfera.
MARINER 6	MARTE	FEB 69/ JUL 69	Vuelos de aproximación ambos, a unos 3.400 km. 76 y 126 fotografías de la superficie, incluido el casquete polar.
MARINER 7	MARTE	MAR 69/ AGO 69	Otros datos atmosféricos.
MARINER 8	MARTE	MAY 71/ --	Fallo en lanzamiento.
MARINER 9	MARTE	MAY 71/ NOV 71	Primer orbitador en otro planeta. Más de 7.000 fotografías mostrando cañones, ríos secos, volcanes, etc.
PIONEER 10	JUPITER	MAR 72/ DIC 73	Primeros exploradores de los grandes planetas exteriores.
PIONEER 11	JUPITER	ABR 73/ DIC 74	Atravesando el cinturón de asteroides, la gran magnetosfera y cinturón de radiación de Júpiter, así como el plano de los anillos de Saturno. Datos de gran interés en ambos planetas.
	SATURNO	SEP 79	Primera sonda a Mercurio, y primero en realizar la "carambola" gravitatoria.
MARINER 10	VENUS	NOV 73/ FEB 74	Más de 8.000 fotos y datos muy precisos de ambos planetas.
	MERCURIO	MAR 74	Reencuentros con Mercurio en sep. 74 y mar. 75.
VIKING 1	MARTE	AGO 75/ JUL 76	Misiones idénticas con orbitador y módulo de descenso suave.
VIKING 2	MARTE	SEP 75/ SEP 76	Magníficas fotografías y datos desde órbita y superficie. Los experimentos biológicos no consiguieron probar la existencia de vida microbiana.
VOYAGER 1	JUPITER	SEP 77/ MAR 79	Entre ambos, más de 50.000 fotografías de Júpiter y Saturno, sus satélites y anillos. Destacan los detalles de las circulaciones atmosféricas de ambos planetas, los grandes satélites helados, lo con sus volcanes en erupción, Titan con su enigmática atmósfera, y la inmensa complejidad de los anillos de Saturno. El viaje del 2.º vehículo continúa hacia Urano y Neptuno.
	SATURNO	/ NOV 80	
VOYAGER 2	JUPITER	AGO 77/ JUL 79	
	SATURNO	/ AGO 81	
	URBANO	/ ENE 86	
	NEPTUNO	/ AGO 89	
PIONNER 12	VENUS	MAY 78/ DIC 78	Orbitador aun en funcionamiento. Gran cantidad de datos. Mapa topográfico órbita a órbita con altímetro radar.
PIONEER 13	VENUS	AGO 78/ DIC 78	Transporte y cuatro sondas de descensos. Datos precisos sobre la física y química de la atmósfera.

ber sido un éxito sin precedentes quedó en un espectacular fracaso, aun cuando la misión obtuvo gran cantidad de datos de interés científico.

U.S.A.

El gran interés que siempre ha supuesto Marte para la humanidad, ha sido bastante satisfecho por la exploración americana.

En 1964, con dos lanzamientos (el 1.º fallido), se consiguió que el "Mariner" 4 fuera la primera sonda que se aproximara

que ya aparecía algo más variada, con zonas desérticas, otras caóticas, los clásicos cráteres de impacto meteorítico, y el casquete polar cubierto de blanca nieve carbónica.

Es en 1971 cuando se da otro paso gigantesco al iniciar la segunda etapa de la exploración con la puesta en órbita del Mariner 9 (el 8 falló en el lanzamiento). Su llegada, coincidente con la gran tormenta de arena que cubría totalmente al planeta, causó bastante depresión a los científicos. Sin embargo, un mes después

con profundidades de hasta 6 km y anchura de 120 km., es inmensamente mayor que el Gran Cañón del Colorado en nuestro planeta.

- Cauces secos de ríos de unos 600 km. de longitud y 6 de anchura, con sus afluentes y meandros.

- La montaña volcánica "Nix Olímpica", con 500 km. de anchura en su base.

- Las fotografías de los dos satélites Phobos y Deimos.

- La variación estacional del casquete polar.

- La evolución de algunas formaciones nubosas, la erosión por viento y la formación de dunas y un muy largo etcétera de detalles físicos y químicos.

Finalmente, el proyecto "Viking" en 1975 inició la tercera etapa de exploración, con dos vehículos compuestos de orbitador y módulo de descenso y un peso total de 2,800 kg. Contrariamente a lo que hicieron los vehículos rusos en 1971, éstos entraron en órbita y se dedicaron a explorar detalladamente durante casi un mes los posibles lugares de "aterrizaje". Sólo entonces se atrevieron a liberar los módulos de descenso. Esta sofisticada y costosa misión despertó una gran expectación, pues además de las observaciones más o menos clásicas, pretendía realizar varios experimentos de tipo bioquímico para determinar la posible existencia de vida microorgánica en la superficie del planeta vecino.

La cantidad y calidad de los datos obtenidos fue un extraordinario éxito que quedó en parte borrado al no conseguir probar la existencia de vida microbiana (sin tampoco descartarla totalmente). No obstante, las fotografías obtenidas por los dos orbitadores muestran formaciones y fenómenos variables de indudable interés, incluso detectando gran cantidad de agua permanentemente helada en las capas de los casquetes polares. Y las espectaculares panorámicas obtenidas in-situ por ambos módulos, que al haber elegido de forma conservadora los sitios más seguros para el descenso, presentan un auténtico desierto rojizo, salpicado de piedras y rocas de diferente tamaño. Quizás el futuro de la exploración permita arriesgar el descenso en zonas más significativas que un desierto, y se encuentren aún sorpresas.

EXPLORACION DE MERCURIO

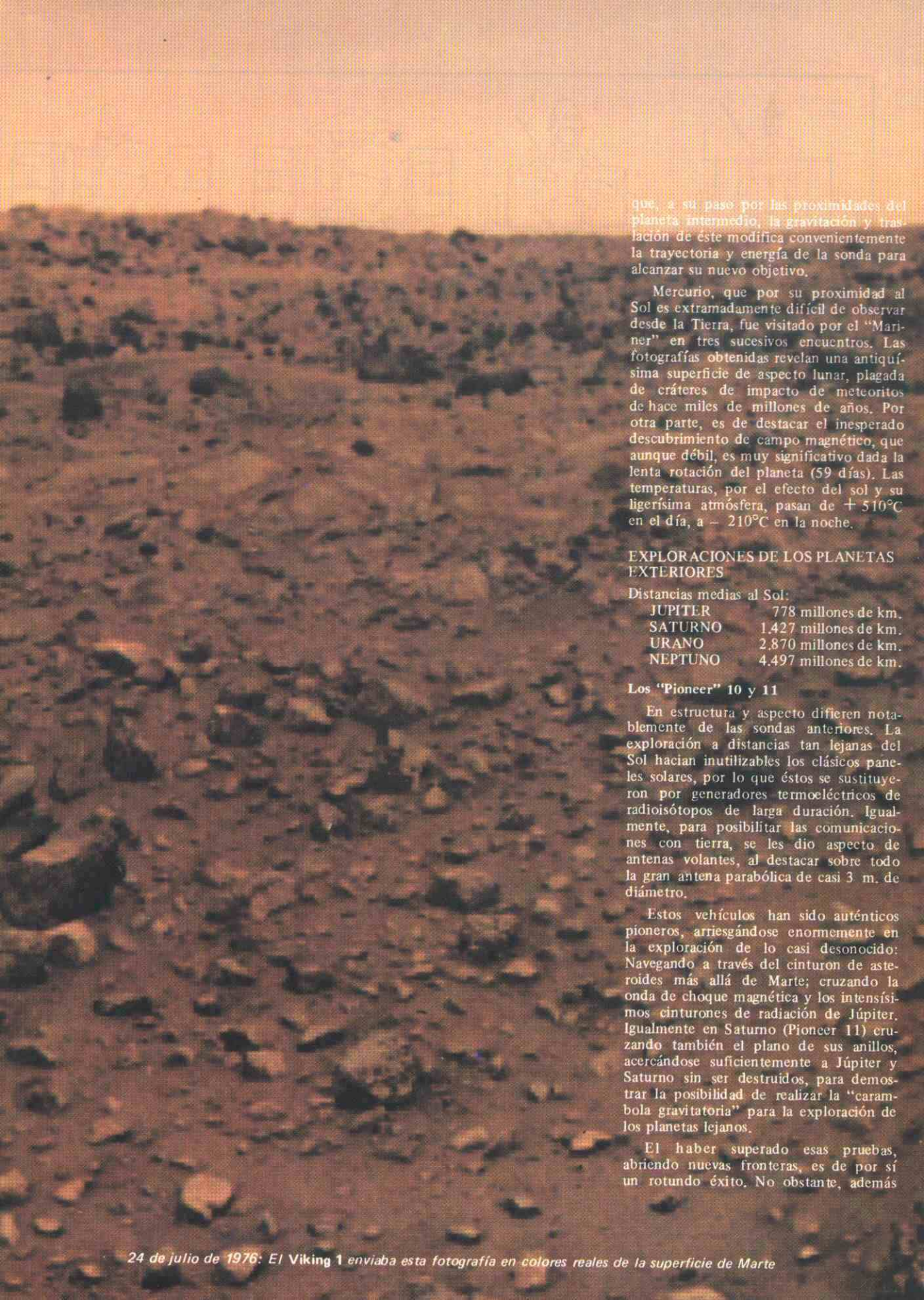
(Distancia media del Sol: 58 millones de kms.)

Como ya se ha dicho anteriormente, la U.R.S.S. se ha dedicado, que se sepa, sólo a Venus y Marte; por lo tanto, el resto de los planetas se refiere sólo a la exploración americana.

El "Mariner" 10 ya mencionado, utilizó la "carambola gravitatoria" para llegar a Mercurio. En este sistema, se calcula con precisión la trayectoria de tal manera

Secuencia que muestra el descenso sobre Marte de la sonda Viking el 4 de julio de 1976, después de orbitar el planeta desde el 19 de junio de ese mismo año





que, a su paso por las proximidades del planeta intermedio, la gravitación y traslación de éste modifica convenientemente la trayectoria y energía de la sonda para alcanzar su nuevo objetivo.

Mercurio, que por su proximidad al Sol es extramadamente difícil de observar desde la Tierra, fue visitado por el "Mariner" en tres sucesivos encuentros. Las fotografías obtenidas revelan una antiquísima superficie de aspecto lunar, plagada de cráteres de impacto de meteoritos de hace miles de millones de años. Por otra parte, es de destacar el inesperado descubrimiento de campo magnético, que aunque débil, es muy significativo dada la lenta rotación del planeta (59 días). Las temperaturas, por el efecto del sol y su ligerísima atmósfera, pasan de + 510°C en el día, a - 210°C en la noche.

EXPLORACIONES DE LOS PLANETAS EXTERIORES

Distancias medias al Sol:

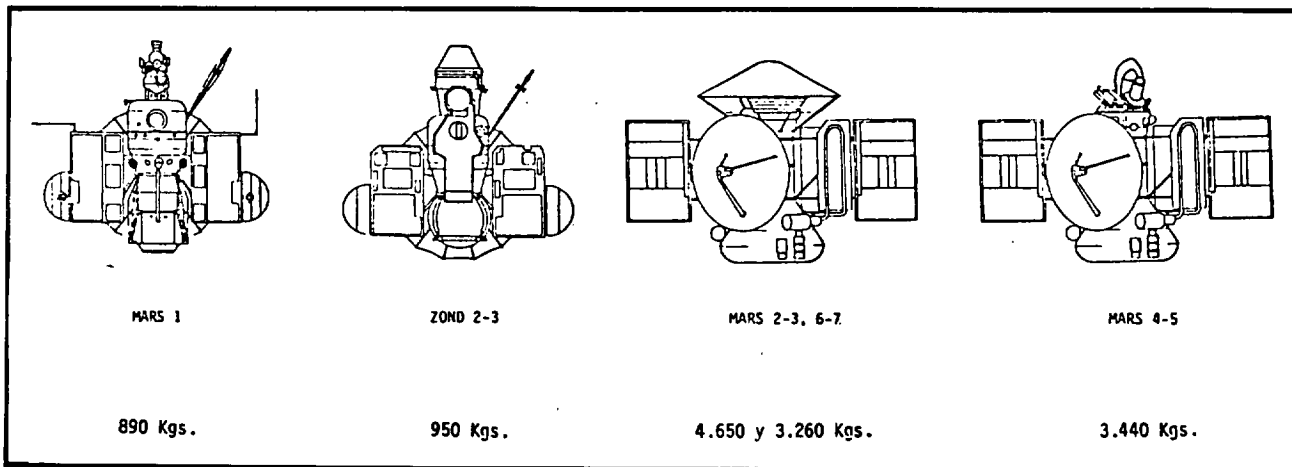
JUPITER	778 millones de km.
SATURNO	1.427 millones de km.
URANO	2.870 millones de km.
NEPTUNO	4.497 millones de km.

Los "Pioneer" 10 y 11

En estructura y aspecto difieren notablemente de las sondas anteriores. La exploración a distancias tan lejanas del Sol hacían inutilizables los clásicos paneles solares, por lo que éstos se sustituyeron por generadores termoelectrónicos de radioisótopos de larga duración. Igualmente, para posibilitar las comunicaciones con tierra, se les dio aspecto de antenas volantes, al destacar sobre todo la gran antena parabólica de casi 3 m. de diámetro.

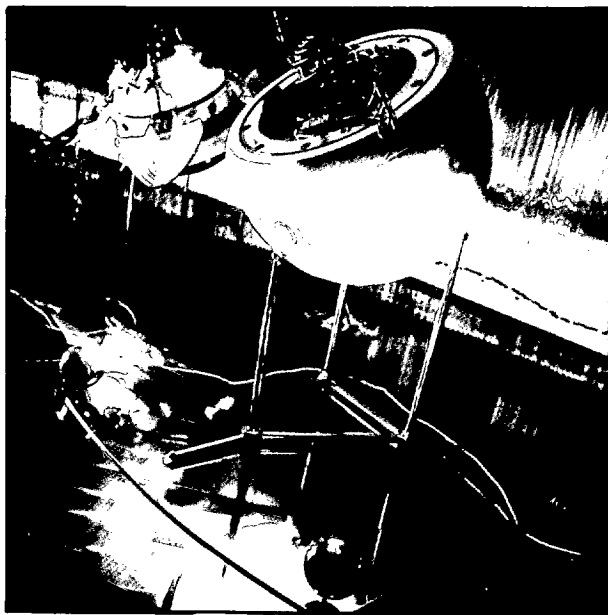
Estos vehículos han sido auténticos pioneros, arriesgándose enormemente en la exploración de lo casi desconocido: Navegando a través del cinturón de asteroides más allá de Marte; cruzando la onda de choque magnética y los intensísimos cinturones de radiación de Júpiter. Igualmente en Saturno (Pioneer 11) cruzando también el plano de sus anillos, acercándose suficientemente a Júpiter y Saturno sin ser destruidos, para demostrar la posibilidad de realizar la "carambola gravitatoria" para la exploración de los planetas lejanos.

El haber superado esas pruebas, abriendo nuevas fronteras, es de por sí un rotundo éxito. No obstante, además



Serie Venera (URSS): Programa de exploración en Venus iniciado en 1961 y todavía activo

obtuvieron gran cantidad de información científica sobre ambos planetas y el inexplorado medio interplanetario. Así fueron primicia: las fotos de Júpiter y Saturno, de los satélites y anillos (descubriendo algunos nuevos); la "Gran Mancha Roja" como posible huracán casi permanente; las coloreadas bandas como movimientos atmosféricos ascendentes y descendentes; la composición principal de hidrógeno líquido debajo de la atmósfera; el inmenso campo magnético y los intensos cinturones de radiación, mucho mayores de lo previsto; etc.



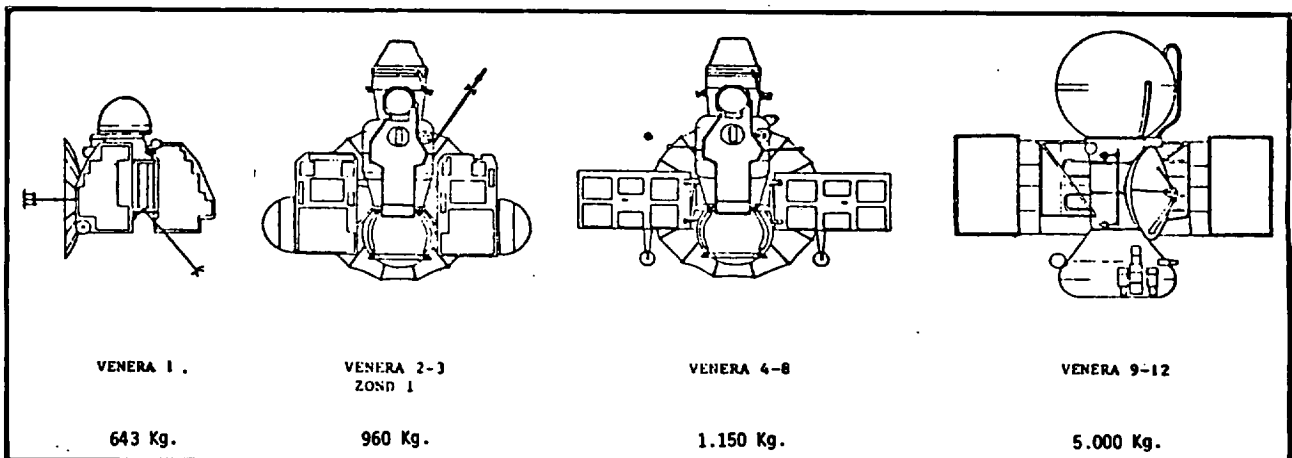
Venera 4

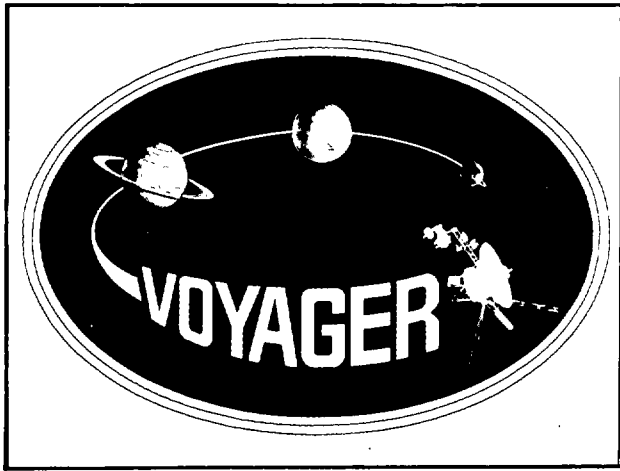
Por esta fecha el "Pioneer" 10 se encuentra a unos 4.000.000.000 kms. de la Tierra, y el 11 a 1.800.000.000 kms. y ambos comunicando todavía sus descubrimientos en su camino de escape del sistema solar.

Los "Voyager" 1 y 2

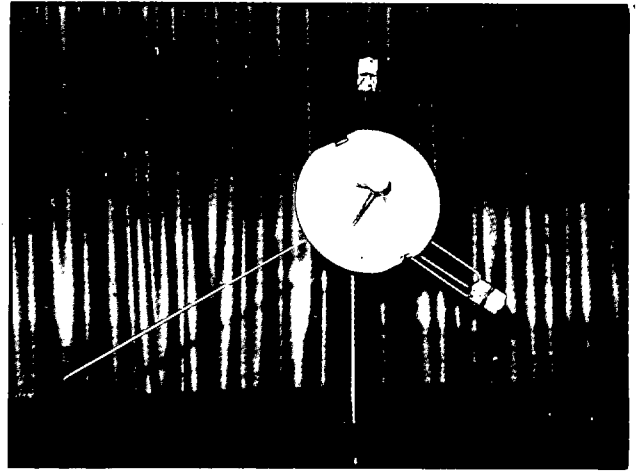
Se puede claramente afirmar que este programa ha sido el auténtico apogeo de la exploración planetaria, siendo sus objetivos Júpiter y Saturno, sus atmósferas y magnetosferas, así como los sistemas de satélites y anillos. No obstante, dado el actual

Series Mars y Zond (URSS): programa de exploración de Marte entre 1962 y 1974





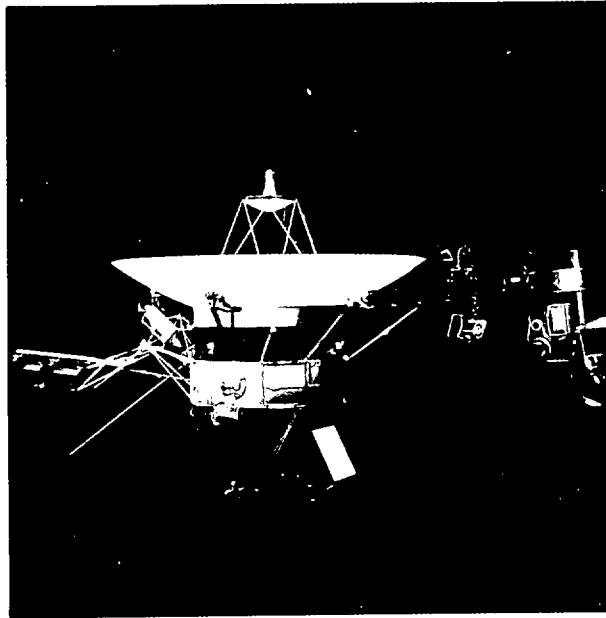
Misión Voyager: Insignia oficial para la misión a Júpiter, Saturno y Neptuno



Maqueta de nave Pioneer a los planetas exteriores, según programa con lanzamientos iniciados en 1972

alineamiento de los planetas exteriores que sólo ocurre cada 175 años, es una oportunidad única en varias generaciones de visitar también Urano y Neptuno utilizando la asistencia gravitatoria, lo cual pretende realizar el "Voyager" 2 en 1986 y 89 respectivamente.

Estos dos vehículos idénticos, lanzados en el verano de 1977, son de diseño altamente sofisticado para sobrevivir el larguísimo viaje y suministrar información científica de alta calidad y en cantidad. Están dotados de potentes computadores miniaturizados, sensores espe-

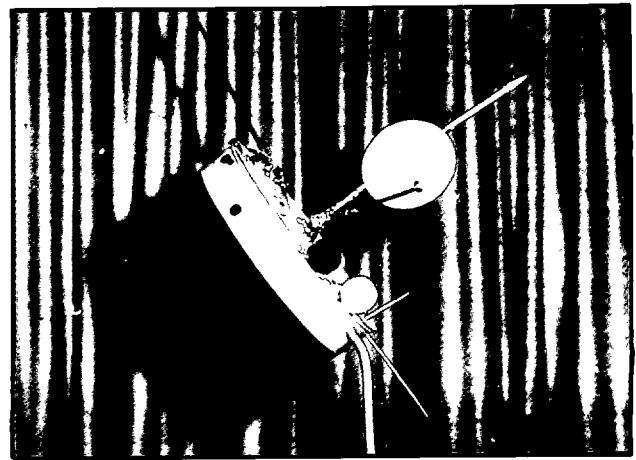
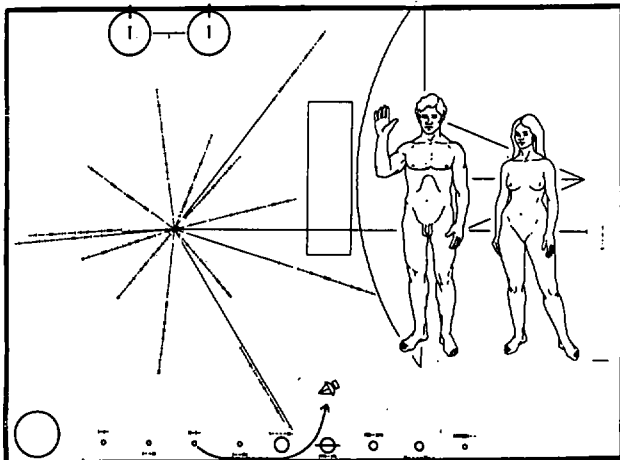


Voyager 1 a Júpiter

ciales, y equipos de registro, que les dan una gran autonomía imprescindible para poder realizar multitud de complejas maniobras y observaciones a esas distancias, ya que el tiempo de reacción desde Tierra es de varias horas. Al igual que sus antecesores, están equipados con generadores de radioisótopos y una gran antena parabólica de casi 4 m. para comunicación. Sobre esto, conviene recapacitar lo que supone el transmitir miles de fotografías y otros datos desde más de mil millones de km., cuando el transmisor de a bordo es de sólo 25 vatios (menor que la po-

Los Pioneer X y XI llevan esta placa que indica planeta de lanzamiento, localización en el Universo y figuras humanas

Maqueta de nave Pioneer lanzada a Venus en 1978. El original sigue activo



tencia de una bombilla). La mayor parte del equipo científico, incluidas las cámaras de televisión, va montado en una plataforma móvil en todas direcciones, para poder rápidamente apuntar a los diferentes objetivos sin necesidad de maniobrar el vehículo.

La inmensa cantidad de datos obtenidos, entre otros más de 50,000 fotografías, y que en gran parte están todavía en estudio, exige mencionarlos aunque sea muy brevemente:

Júpiter

- La compleja circulación atmosférica con su colorida formación de bandas nubosas paralelas al ecuador. Además de la "Gran Mancha Roja", los fenómenos turbulentos y la formación de otras muchas manchas ovales de gran estabilidad exigen estudios meteorológicos muy profundos. Es novedad también la observación de auroras polares y relámpagos eléctricos, similares aunque superiores a los de la Tierra.

- La importante evidencia fotográfica de un tenue anillo de unos 6,000 km. de ancho y 1 km. de espesor, no observado anteriormente en el planeta gigante.

- Los grandes satélites, Ganimedes, Calisto y Europa, compuestos de rocas y agua helada, muestran una gran variedad geológica, con zonas oscuras llenas de cráteres meteoríticos de gran antigüedad, y otras más renovadas y brillantes con grandes fracturas y plegamientos tectónicos cubiertas en parte por hielo o nieve limpia.

- Y el más espectacular de los satélites, Io, en el que se detectaron 8 volcanes en actividad, algunos con erupciones violentas de hasta 320 km. de altura, y que en el intervalo de 4 meses entre las observaciones del "Voyager" 1 y 2 permanecían en erupción. Esta actividad hace que la superficie esté compuesta de azufre y nieve sulfurada que le dan un colorido intensamente anaranjado y aspecto infernal.

Saturno

- La atmósfera aparece bastante similar a Júpiter, con bandas paralelas y manchas ovales, pero de contrastes más suaves. Sin embargo se han medido velocidades del viento en el ecuador de hasta 1,500 km/h (casi 5 veces mayor que en Júpiter). También se han detectado auroras polares, y registrado emisiones radioeléctricas típicas de descargas eléctricas que se suponen producidas en los anillos.

- Lo más espectacular de este planeta siempre han sido sus característicos anillos, y no podía ser menos en la exploración de los "Voyager". Estos han comprobado fotográficamente y por otros medios, que los clásicos anillos se descomponen en miles y miles de subanillos con algunas peculiaridades aun no

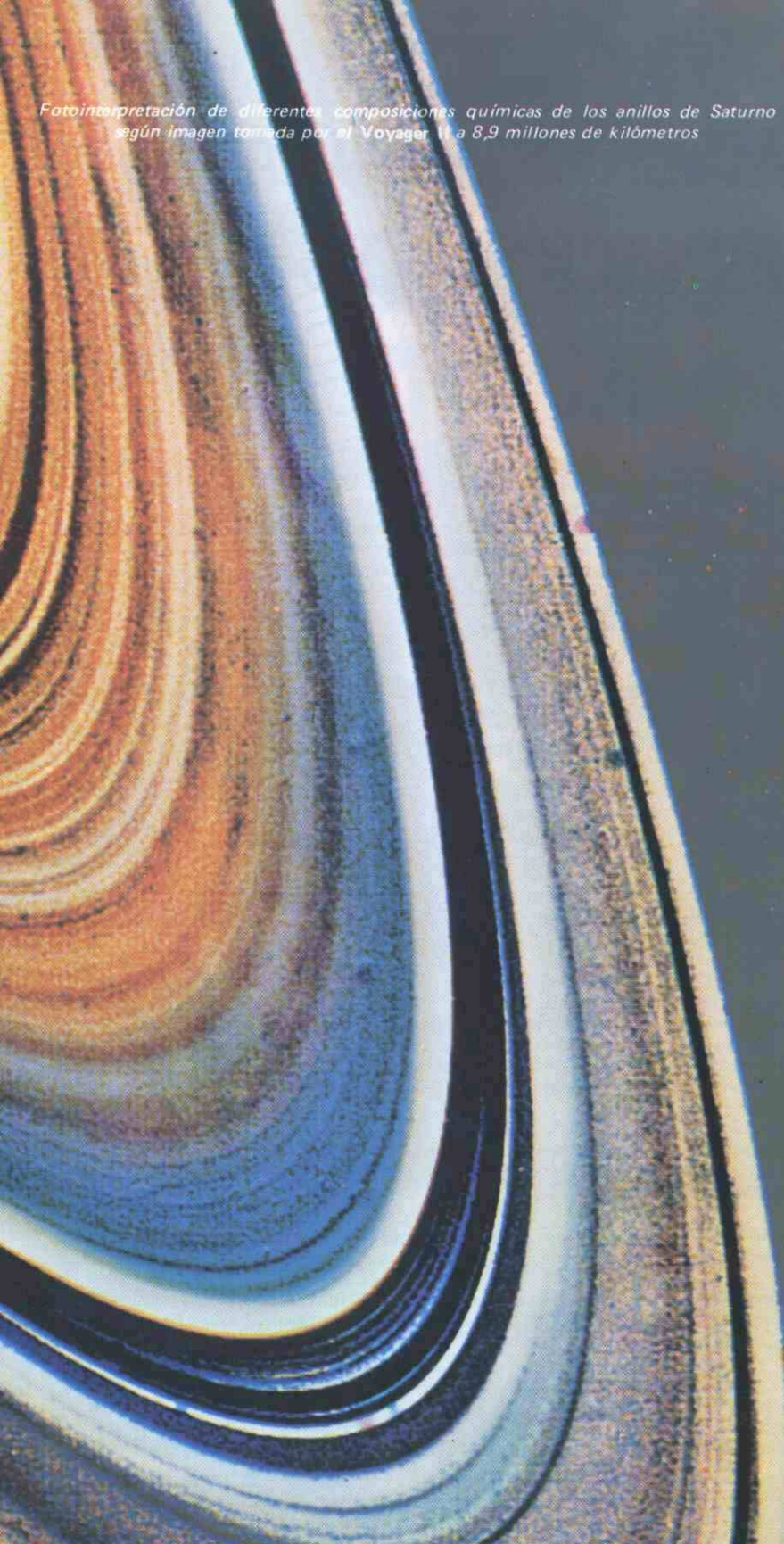
Imagen de Júpiter tomada por el Voyager II, entre el Ecuador y el Polo Sur del Planeta, viéndose la gran mancha roja

explicadas.

- El satélite Titán, que presentaba un gran interés antes de la misión, por su tamaño (5,120 km. de diámetro) y su especial atmósfera, ha sido también ex-

plorado. Se ha determinado que el componente principal de la atmósfera es el nitrógeno, como en la Tierra, y la presión en la superficie ligeramente superior a la nuestra. Además, contiene metano, otros

Fotointerpretación de diferentes composiciones químicas de los anillos de Saturno según imagen tomada por el Voyager II a 8,9 millones de kilómetros



hidrocarburos simples y cianhídrico (elemento básico en los aminoácidos). Sin embargo, el descubrimiento de la bajísima temperatura (-180°C) en su superficie, impide suponer el posible desarrollo

de moléculas orgánicas más complejas.

— El resto de los satélites explorados, de tamaño intermedio, son predominantemente hielo con algo de rocas, y su aspecto es más bien lunar por la abun-

dancia de cráteres, con la excepción de algunas fracturas y valles, debidos posiblemente a actividad sísmica.

— Finalmente, es de destacar el haber fotografiado varios pequeños satélites, en parte desconocidos anteriormente, y que tienen órbitas muy peculiares, compartidas entre ellos, algún satélite mayor, e incluso algún anillo.

PLANES FUTUROS Y COMENTARIOS FINALES

De lo anteriormente expuesto, resulta bastante evidente que en el balance de estas dos décadas de investigación planetaria, ha avanzado mucho más Estados Unidos, quizás con la salvedad rusa de Venus. Sin embargo, en cuanto a los programas futuros las cosas no son tan claras.

Los planes de la U.R.S.S. son poco conocidos, aunque se sabe que continuarán la exploración de Venus, solos y en cooperación con Francia para situar globos sonda en la atmósfera de dicho planeta. También tienen anunciado el envío de otra sonda al encuentro con el cometa Halley, que volverá a acercarse al Sol en 1986. Y quizás en algún momento sorprendan a todos con alguna misión espectacular (Ida y vuelta a Marte).

La agencia europea también va a entrar en el juego interplanetario, con una sonda al cometa Halley, y otra en órbita polar alrededor del Sol para estudiar esa inexplorada zona del sistema solar. E incluso los japoneses tienen proyectos para la visita del famoso cometa.

Sin embargo, los americanos no parecen dispuestos a continuar su línea, pues aparentemente por motivos presupuestarios han abandonado dos proyectos interplanetarios similares a los europeos, y otros han ido siendo retrasados o cancelados definitivamente. Téngase en cuenta que, desde el último lanzamiento planetario de 1978, no ha habido ni hay otro previsto hasta que en 1985 se lance el Galileo, si no se cancela antes. Este proyecto cubriría la tercera etapa en la exploración de Júpiter, con un orbitador y una cápsula de descenso. Esto es todo a medio plazo, a excepción del "Voyager" 2, que como ya se ha dicho sigue camino de encontrarse con Urano y después Neptuno.

La verdad es que sería lamentable que una época tan brillante de exploración de nuestro sistema solar se cerrara bruscamente sin motivos convincentes. Quizás sería el momento de olvidar cuestiones de prestigio, iniciando una auténtica cooperación internacional en este campo, o abordando proyectos menos costosos y espectaculares, que contarían con el apoyo general de la comunidad científica. Pero en todo caso, siempre sería mejor continuar con la prestigiosa carrera espacial, mucho más deportiva y beneficiosa, que con la costosísima y amenazadora carrera armamentista. ■

ORGANIZACIONES ESPACIALES INTERNACIONALES

De carácter Científico

COSPAR (Committee on Space Research)

Para el intercambio de los resultados científicos espaciales obtenidos por todos los países. Se trata de una entidad científica sin carácter político ni dependencia gubernamental. Depende directamente de la ONU (Internacional General de Naciones Unidas). Celebra Asambleas Plenarias habituales, en las que los científicos espaciales de todo el mundo presentan los resultados de sus experiencias e investigaciones espaciales. Las Agencias espaciales nacionales, a través de la presencia de sus actividades, lo que permite conocer el desarrollo de la investigación de un modo general. En las Asambleas se hacen recomendaciones, sin carácter preceptivo, sobre las directrices que deben regir la investigación espacial.

De carácter Económico

ESA (Agencia Espacial Europea)

Nace por la necesidad de corregir el desfase tecnológico entre Europa y los dos grandes potencias (EE.UU y URSS).

Como antecedentes inmediatos pueden citarse las siguientes conferencias y organismos surgidos después de diciembre de 1960:

- COPERS (Comisión Preparatoria Europea de Investigación Espacial), a la que asisten Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Italia, Países Bajos, Reino Unido, República Federal Alemana, Suecia y Suiza.
- ESRO (Continuadora de COPERS), nació como una organización para el desarrollo de un programa científico y de un programa tecnológico básico, ambos con carácter obligatorio para los Estados miembros, que contribuían proporcionalmente a su Producto Nacional Bruto.

Sin embargo, poco después, las aplicaciones daban un nuevo rumbo a las actividades espaciales. ESRO no podía permanecer insensible a esta nueva situación, pero sus estatutos no permitían imponer programas obligatorios de este carácter a los Estados. Así surgieron los primeros programas opcionales, un satélite de comunicaciones (OTS), un satélite meteorológico (METEOSAT) y un satélite aeronáutico (AEROSAT). A este primer lote de programas opcionales se añadieron un satélite marítimo (MAROTS), un vehículo inyector (Ariane) y un laboratorio espacial (Spacelab) como carga útil del Space Shuttle de NASA.

- ELDO (European Launcher Development Organization). Tenía como finalidad desarrollar los vehículos inyectores requeridos por ESRO (Organización Europea de Investigación Espacial) para sus misiones espaciales. Fracaso por utilizar el sistema propulsor del misil estratégico inglés "Blue Streak", desechado por el ejército británico antes de su puesta en servicio. Desaparece al crearse ESA.
- CETS (Conferencia Europea de Telecomunicaciones por satélite). Fue sugerida por el desarrollo de los satélites de comunicaciones, iniciado por EE.UU.
- CSE (Conferencia Espacial Europea) Órgano superior a los tres últimos cuyo fin consistía en la reunificación de esfuerzos para centralizarlos en una única organización. De paso a la ESA, que absorbe todas las anteriores y continúa el desarrollo de sus actividades.

INTERCOSMOS

Programa Espacial de este nombre que los países del área soviética acuerdan desarrollar en 1967. Actúa en diversos campos como son: física, meteorología, comunicaciones, biología y medicinas espaciales, y realiza misiones.

De aplicaciones

METEOSAT, fundado en 1969 por EE.UU. y que, actualmente, cuenta con un satélite en órbita. En el servicio de comunicaciones, se han establecido sistemas de comunicaciones por satélite en Indonesia o la India, para Europa y América.

BUTELSAT, que agrupa a los PTT europeos y que explotará los satélites de comunicaciones de servicio fijo, desarrollados por ESA.

INTERSPUTNIK, réplica de los países del ámbito soviético del INTELSAT.

INMARSAT, creado en 1979, participan tanto los EE.UU. como la URSS para explotar las comunicaciones de servicio marítimo.

GAPE (Global Atmospheric Research Programme), observación global meteorológica simultánea mediante satélites de los EE.UU., de ESA (Meteosat), de Japón y de la URSS. Aún no se ha llegado a la institucionalización, aunque los estados miembros tratan de realizarla a escala regional europea con la organización METSAT.

De carácter Político

Comité para los usos pacíficos del espacio (ONU) del que dependen dos subcomités, el de Asuntos Científicos y Técnicos y el de Asuntos Jurídicos, para atender problemas políticos que requieren planteamientos y soluciones de carácter global. Como ejemplo se relacionan algunos que son objeto de discusión en la actualidad:

- Soberanía sobre la órbita aeroestacionaria.
- Transmisión de televisión directa por satélite.
- Problemas que deben regir la teledetección.
- Seguridad internacional de potencial militar.
- Utilización de energía nuclear en el espacio.

De carácter Industrial

EUROSPACE, la industria ha tratado de ejercer una influencia política en los gobiernos europeos para que aceptaran un programa espacial ambicioso que tendría como consecuencia un desarrollo espectacular de la industria europea. Los intentos de influencia de esta sociedad no han tenido éxito, pero la entidad persiste y es un foro de discusión de temas de política industrial y de preparación de propuestas, recomendaciones e información básica para el desarrollo de las actividades espaciales europeas.

MESH, **COSMOS** y **STAR**, consorcios en los que participa la industria nacional, aseguran una participación geográfica generalizada según la regla del retorno industrial geográfico de ESRO y ESA y el principio de la competitividad para la asignación de contratos.

EUROSAT, sociedad de carácter multinacional, con la participación de industrias y entidades financieras, y la finalidad de suministrar un apoyo a las actividades de ESRO, principalmente en la operación de sistemas de aplicación y en su comercialización. Sin embargo su actividad se ha mantenido a un nivel muy limitado.

ARIANESPACE, suministra servicios de lanzamientos espaciales con los vehículos inyectores Ariane. La sociedad se ha creado en un momento muy oportuno, por el cambio de la filosofía de la inyección en órbita en los EE.UU., que obligará a establecer una nueva política en el suministro de servicios de inyección en órbita y de tarifas, lo que unido al período de vuelos de ensayo, impone una reducción de actividad americana que favorece a Arianespace. A finales de 1981 tenía pedidos en firme por valor de 500 millones de dólares y, lo que es muy significativo, incluyendo clientes de los EE.UU. (un satélite Arabsat de la Liga Árabe, dos satélites GSTARS de la General Telephone Electronics, un satélite Westar, seis de la Western Union y dos satélites SPCC de la Southern Pacific Communications, de los EE.UU. y al menos tres de los satélites INTELSAT V/VA) y negociaciones en curso con otras compañías americanas, con Canadá, con Brasil y con la NATO permitiendo esperar resultados favorables.

De carácter Aficionado o Profesional

Las asociaciones de aficionados a la Astronáutica y al Espacio han proliferado en los países desde que el espacio fue materia de interés para soñadores y futuristas. Estas actividades, de carácter privado, conducirían a la creación de un organismo internacional, la IAF (Internacional Astronautical Federation), que agrupa a las asociaciones nacionales, en septiembre de 1980.

En sus primeros tiempos era una asociación de aficionados, mientras que en la actualidad domina el profesionalismo. La IAF publica la documentación de los Congresos, que constituye una excelente fuente de información espacial, con un claro predominio actual de la tecnología, complementando las publicaciones de las asambleas de COSPAR, dedicadas a la ciencia y complementando entre las dos una auténtica historia de la ciencia y tecnología del espacio.

EUROPA Y EL ESPACIO LA E.S.A.



1. UN POCO DE HISTORIA

El esfuerzo de Europa en el campo espacial no es reciente. En el año 1962, es decir sólo 5 años después del lanzamiento del primer satélite "el Sputnik", varios países europeos decidieron la creación de la COPERS, Comisión Internacional encargada a su vez de la creación de una Organización Europea de Investigación Espacial; de esta forma nació la ESRO (CERS en francés) cuyo objetivo principal era el proyecto y realización de satélites destinados a efectuar experiencias, exclusivamente científicas, en el espacio.

Por la misma época se creó en paralelo la ELDO (CECLES en francés) cuya misión era el desarrollo y puesta a punto de los lanzadores necesarios para poner en órbita los satélites europeos. Los resultados obtenidos por la ELDO podrían calificarse, caritativamente, como de poco brillantes por lo que los Gobiernos Europeos participantes decidieron su liquidación.

Al mismo tiempo, hacia 1973, los Gobiernos Europeos que participaban en ESRO decidieron extender sus actividades a la realización de satélites de aplicación (Telecomunicaciones, Observación de la Tierra, etc.) para los cuales era necesario disponer de lanzadores europeos ya que por razones de concurrencia no estaba asegurado el "suministro" de lanzadores USA como era el caso para los satélites científicos sin un interés comercial directo.

Todas estas circunstancias y otras consideraciones de orden político contribuyeron a la decisión de crear una Agencia Espacial Europea (ESA o ASE) que continuando los programas ESRO debería de ser capaz de realizar un lanza-satélites europeo: así nació la ESA en 1975 (fig. 1).

2. LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (ESA)

La Agencia Espacial Europea está constituida por 11 países miembros, más dos países miembros asociados y un país participante a ciertos programas, que, paradójicamente, no es europeo.

En la figura 2, están indicados dichos países que soportan en común el esfuerzo de Europa en el campo espacial.

El órgano más importante y responsable de las grandes decisiones de la Agencia (aprobación de presupuestos, programas, reglamentos, etc...) es el Consejo, integrado por los Delegados de los países miembros y que se reúne varias veces por año. El Consejo está asistido por otros comités subalternos encargados de los problemas financieros, de política industrial y de los diferentes programas en par-

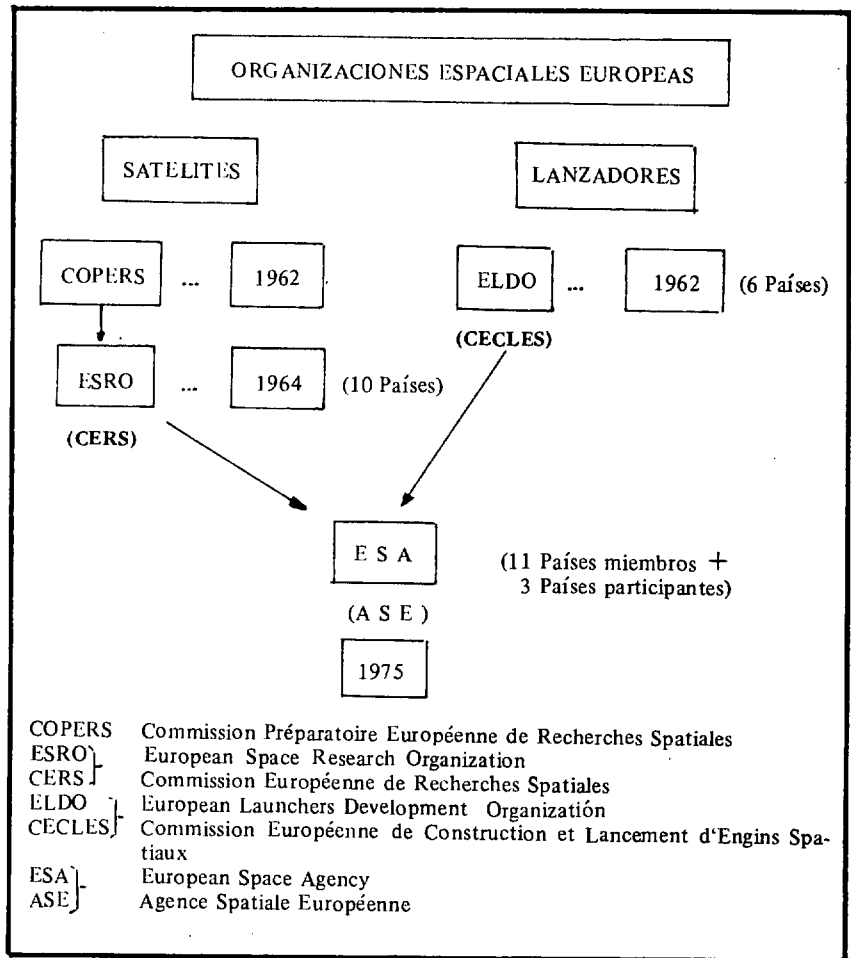


Fig. 1: Formación de la ESA

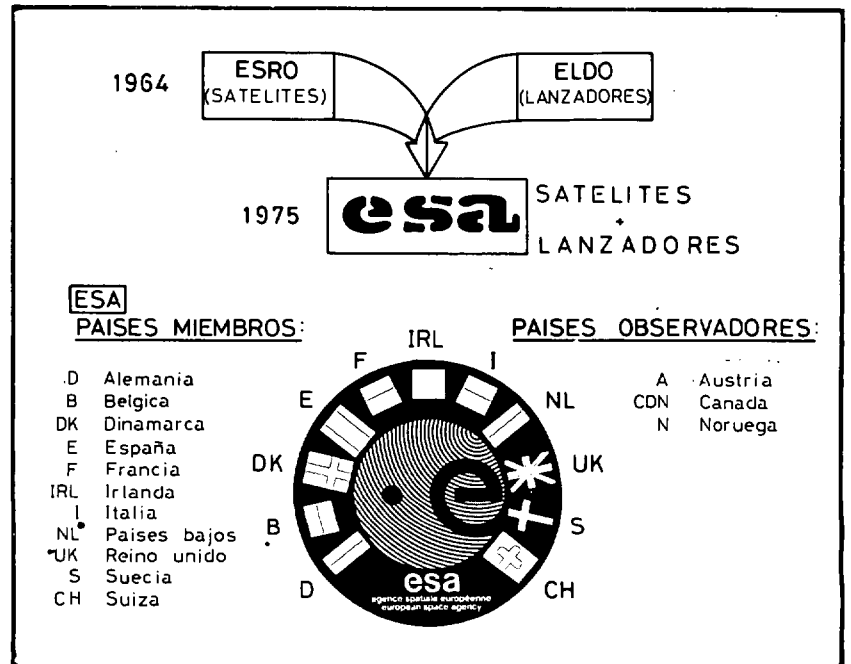
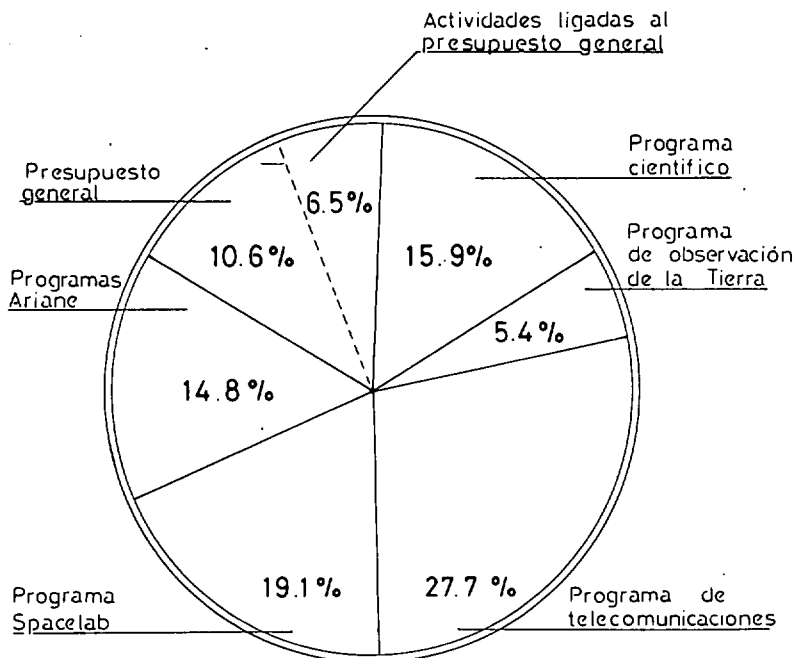


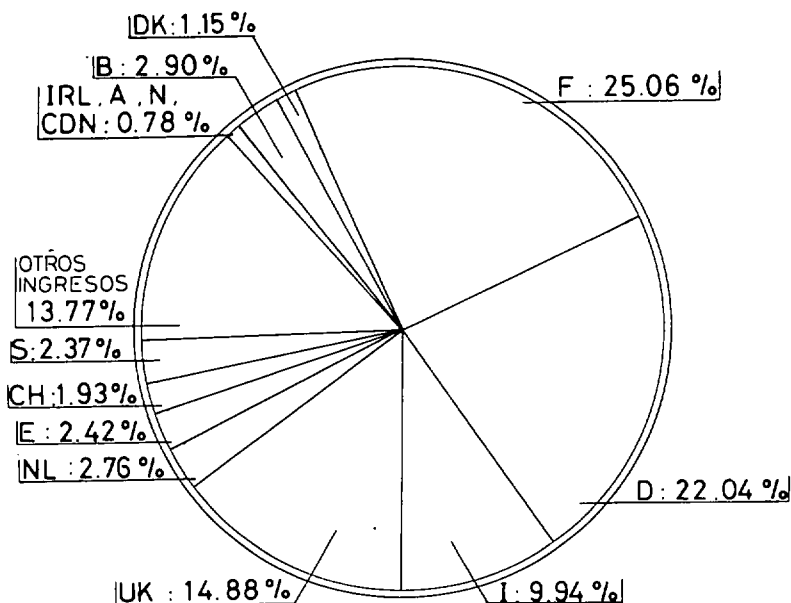
Fig. 2: Países miembros

PRESUPUESTO PARA 1981

APROXIMADAMENTE 850 M\$



DISTRIBUCION POR PROGRAMAS



CONTRIBUCION POR PAIS

Figuras 3 y 4

ticular. Conviene señalar para una mayor claridad que durante sus primeros años la ESRO, que como hemos dicho se transformó en ESA sin discontinuidad, tenía un único programa de satélites científicos y por consiguiente una participación financiera de cada país según un baremo único que fijaba por ejemplo un 25 por ciento del presupuesto a cargo de Alemania, un 13 por ciento a cargo de Italia, etc... en función del producto nacional bruto de cada miembro.

Sin embargo, al decidirse la realización de programas de Comunicaciones, Observación Terrestre, etc... y para satisfacer los deseos muy dispares de cada país, se adoptó el principio de "programas a la carta", ciertamente complicado, pero que permite a cada país emplear sus medios financieros en el programa que, por varias razones, le interesa más. Por ejemplo, España participa en el programa científico con más del 5 por ciento, mientras que su participación en el programa de satélites de comunicaciones marítimas es inferior al 1 por ciento del presupuesto correspondiente.

Hecha esta aclaración señalemos que el presupuesto total de la Agencia ha ido creciendo de año en año y actualmente es de más de 800 millones de dólares por año; este total y su distribución por programas es como decimos variable, pero las cifras de 1981 indicadas en la figura 3 constituyen una buena ilustración.

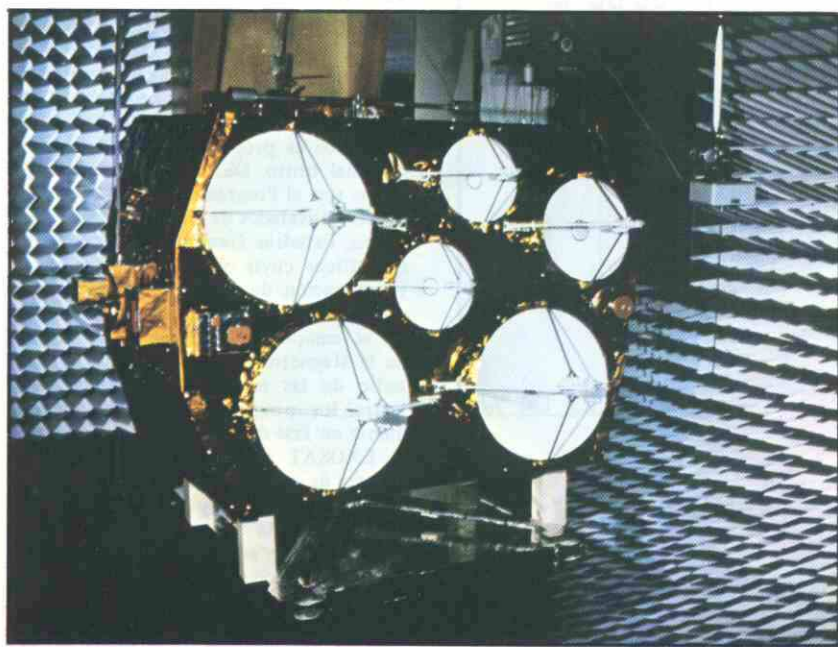
En cuanto a la participación financiera de cada país miembro ya hemos dicho varía según los programas, pero la repartición indicada en la figura 4 proporciona una buena idea del esfuerzo financiero de cada país tomando como base su participación al conjunto de programas de la Agencia.

3. PROGRAMAS DE LA E.S.A.

Entre los programas de la Agencia se encuentran los llamados programas **Obligatorios** cuya financiación por los países miembros es proporcional a su producto nacional bruto. Dichos programas obligatorios son el Programa de Base que incluye las actividades de Investigación Tecnológica, Estudios Generales y los Satélites Científicos cuyo objetivo es el proyecto y realización de satélites o sondas espaciales destinados a realizar experiencias en el campo de la Astronomía, estudio de la Magnetosfera y de la Ionosfera, estudio de las relaciones Sol/Tierra, etc... Entre los programas científicos actualmente en fase de desarrollo se encuentran el EXOSAT satélite de observación de fuentes de rayos X (lanzamiento previsto en 1982), el Telescopio Espacial (en cooperación con la NASA) con un diámetro de 2,4 m. que superará los resultados de los mejores telescopios terrestres en un factor de 100 (lanzamiento previsto en 1985) y GIOTTO que deberá estudiar en 1986 la composición de la estela del cometa Halley y que ha sido bautizado con el nombre del pintor florentino autor en



COS-B: Primer observatorio espacial europeo, utilizado para estudiar radiaciones Gamma



ECS: Satélite europeo de comunicaciones

1301 del fresco "La Adoración de los Reyes Magos", en donde estaba representado el cometa Halley "protagonista" de la misión. Citemos por último el satélite

HIPPARCOS que pretende medir con una precisión nunca conseguida (error medio del orden de 0,002 segundos de arco) los parámetros de posición y desplazamiento de unas 100.000 estrellas.

Para la segunda categoría de programas, los programas **facultativos**, los países miembros contribuyen en la proporción que desean; hay que precisar, sin embargo, que la participación de cada país está fundada en todos los casos en el principio del llamado "justo retorno" según el cual las industrias nacionales de cada país deben de recibir contratos de la ESA por un importe proporcional a la contribución del país a dicho programa. Cuatro grandes familias de programas facultativos son desarrollados por la ESA:

— Programa de Telecomunicaciones que comprende el ECS satélite de comunicaciones europeo cuyos lanzamientos están previstos en 1982 y 1983. El **MARECS** satélite destinado a asegurar las comunicaciones marítimas y cuya 1.^a unidad fue colocada en órbita por el lanzador ARIANE en diciembre de 1981 y en fin el **L-SAT** gran satélite de comunicaciones, con una masa al despegue del orden de 2,4 toneladas, que deberá ser capaz de satisfacer los múltiples requisitos necesarios en las futuras misiones de telecomunicaciones.

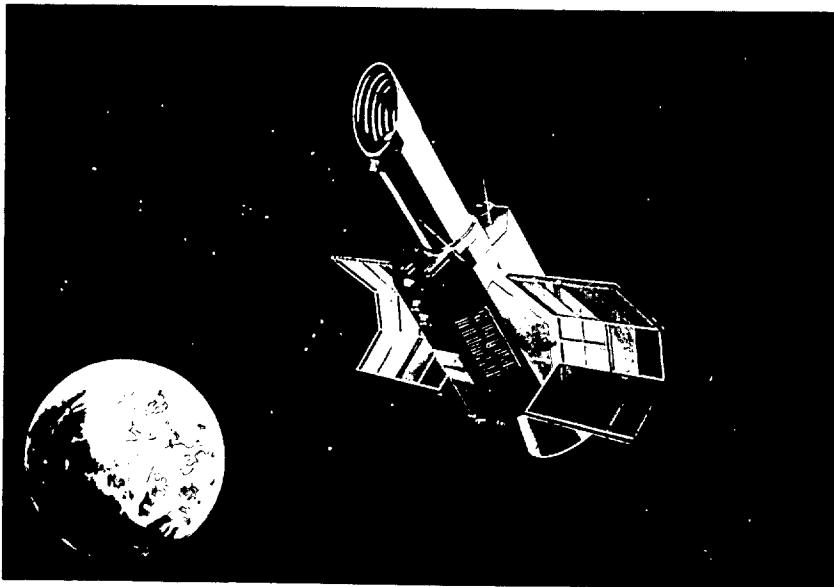
— Programa ARIANE sin duda el más conocido entre el gran público; tiene como objetivo que Europa disponga de un lanzador capaz de cubrir sus propias necesidades en el aspecto de lanzamientos. El ARIANE es un lanzador de tres escalones, tiene una altura de 47 metros y un peso total al despegue de 210 toneladas. Utiliza en sus dos primeros escalones como combustible UDMH (dimetil hidracina asimétrica) y como oxidante N_2O_4 . El tercer escalón utiliza como combustible hidrógeno y oxígeno líquidos.

Los cuatro motores del primer escalón le proporcionan un empuje total de 240 toneladas y es capaz en la versión actual de colocar en órbita baja satélites de 4.800 Kg. y en órbita geostacionaria de unos 950 Kg., posibilidades ya muy importantes, semejantes a las del lanzador USA Atlas Centauro. Ya se han realizado los cuatro lanzamientos correspondientes a la fase de calificación (tres tiros con éxito y un fallo en el segundo lanzamiento) y las previsiones para su utilización son muy esperanzadoras. Se prevé un mercado de 30 a 40 unidades ARIANE en los próximos ocho años, y es interesante señalar que entre los lanzamientos previstos por ARIANE en los próximos años están incluidos no sólo los de la ESA y de otros programas nacionales europeos, sino también tres satélites de comunicaciones INTELSAT V.

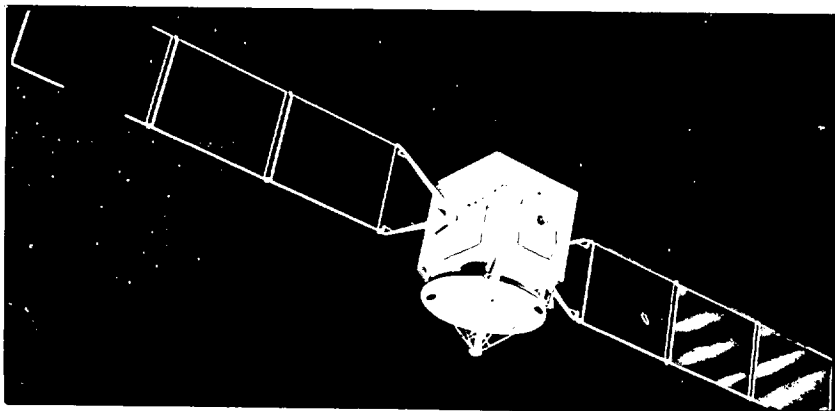
El coste del programa de desarrollo y



El lanzador Europeo ARIANE: Un programa para independizar a Europa en la explotación del espacio.



IUE: Explorador Internacional del Ultravioleta



▲ MARECS: Satélite de comunicaciones marítimas

calificación ha sido de unos 1.000 millones de dólares, y el precio medio de cada lanzador operacional es del orden de 40 millones de dólares. Otras versiones más potentes de ARIANE están actualmente en fase de estudio.

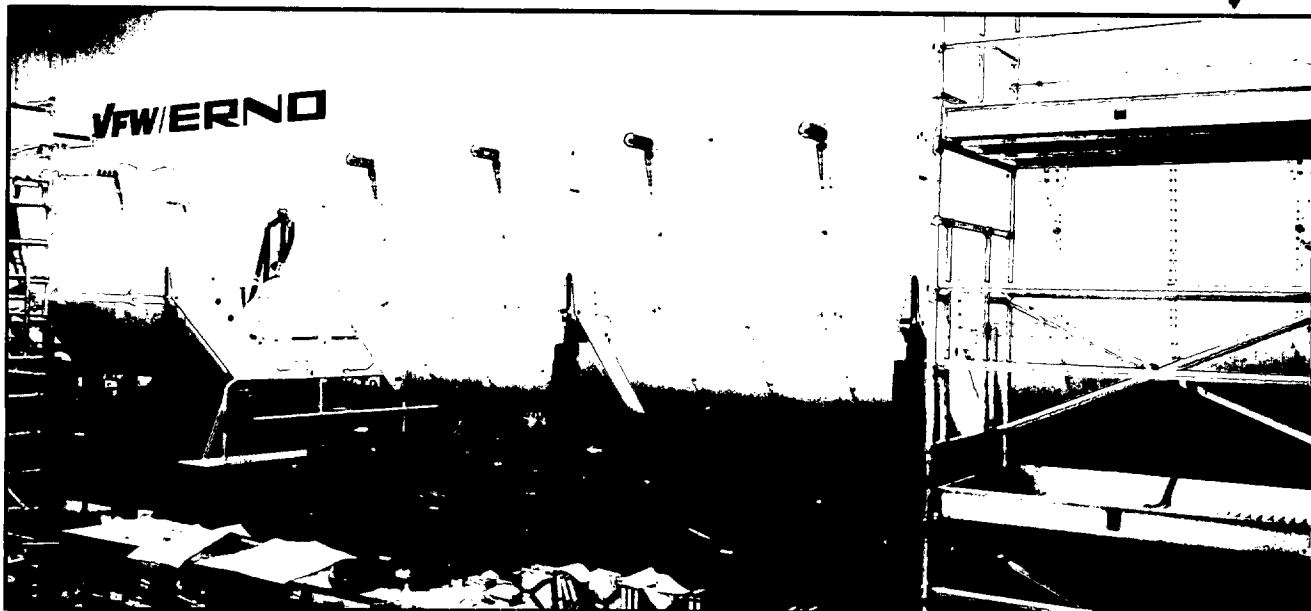
— Programa SPACELAB, programa equivalente en cuanto a costos al programa ARIANE, y también más conocido que los programas científicos ESA, que permitirá, utilizando la nave americana ORBITER, colocar en órbita un laboratorio espacial de configuración cilíndrica de 15 metros de largo, 5 metros de diámetro y unas 15 toneladas de peso, donde físicos, astrónomos, geólogos y otros, científicos podrán según la expresión popular "trabajar en mangas de camisa" sin necesitar un duro entrenamiento como el actualmente impuesto a los astronautas. Este laboratorio cuya 1.^a unidad ha sido ya enviada a Estados Unidos servirá al mismo tiempo de plataforma de observación, de laboratorio de investigación, de banco de ensayos y hasta como de mini-fábrica donde puedan fabricarse productos de muy alta calidad (imposibles de obtener en la superficie terrestre) aprovechando el estado de ingravidez.

— Programas de observación de la Tierra principalmente los satélites METEOSAT capaces de transmitir cada 30 minutos una imagen del disco terrestre correspondiente a su cobertura, y a los satélites de teledetección actualmente en fase de preparación.

4. ESTABLECIMIENTOS Y EFECTIVOS DE LA E.S.A.

Para la realización de sus programas, que hemos tratado de resumir en el párrafo anterior, la Agencia cuenta con unos efectivos del orden de 1.400 personas que provienen de los diferentes países

Spacelab 1: Unidad de vuelo y segmentos de carga ▼



Norte de Africa, Portugal, España, Francia, Gran Bretaña y Países Bajos: fotografía nocturna desde satélite

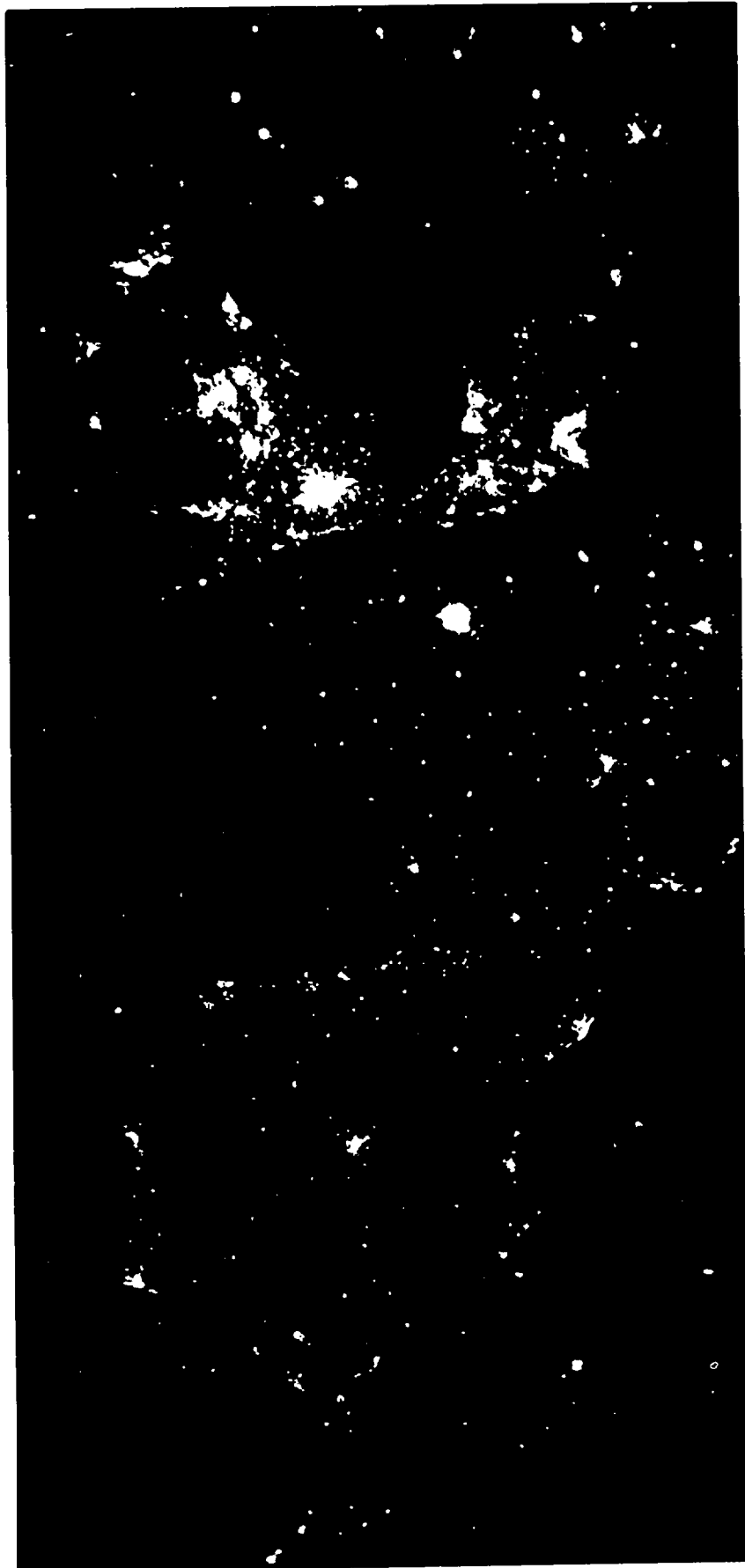
Miembros. Los idiomas oficiales de trabajo son el francés y el inglés y el personal de la ESA está distribuido entre los cuatro establecimientos principales de la forma siguiente:

La Sede, situada en París, cuenta con unas 280 personas que, con el Director General nombrado por el Consejo, constituyen el cuartel general de la Organización incluida la Dirección de la Administración y los servicios anexos necesarios a las reuniones del Consejo de los diferentes Comités.

El ESTEC, centro de investigación y tecnología, situado en Noordwijk (Países Bajos) aloja a unas 800 personas. Es responsable del estudio y desarrollo de los ensayos de los vehículos espaciales así como de los trabajos de investigación aplicada.

El ESOC, Centro de Operaciones localizado en Darmstadt (Alemania), cuenta con un efectivo de 250 personas y es responsable de las operaciones de satélites y de las instalaciones en tierra, como las estaciones de telemetría o seguimiento de Michelstadt (Alemania), Redu (Bélgica), Villafranca del Castillo (España), Kourou (Guayana Francesa) y Carnarvon (Australia).

El ESRIN, situado en Frascati, cerca de Roma cuenta con 60 personas. Su misión es la explotación del sistema de documentación automatizado (IRS) con un fichero de más de 18 millones de referencias y la colecta, tratamiento y difusión de las imágenes obtenidas por los satélites de teledetección.



5. RESULTADOS MAS SIGNIFICATIVOS

Desde 1968, año del primer satélite de la ESRO, el IRIS, 12 satélites científicos, 4 satélites de aplicaciones (meteorología y telecomunicaciones) y 3 lanzadores ARIANE han sido realizados y lanzados con éxito. Las industrias espaciales de los países miembros han sido desarrolladas, casi podría decirse que creadas, mediante los contratos que por un valor superior a los 3.000 millones de dólares les han sido pasados por la Agencia en estos años para la realización de sus programas, tanto de desarrollo y construcción de satélites y lanzadores, como de investigación tecnológica. Con ello se cumple uno de los objetivos de la ESA que es desarrollar la competencia de la industria europea en este campo. Más de 300 firmas europeas de mayor o menor importancia participan a este esfuerzo en particular las grandes firmas aeronáuticas y electrónicas que han creado importantes departamentos con vocación específicamente espacial. Puede considerarse que unas 10.000 personas trabajan en Europa dedicadas a estas actividades.

La utilidad de los satélites de comunicaciones, meteorología, recursos naturales, etc. parece evidente; menos fácil pero no menos importante es apreciar la utilidad y justificación de los gastos ligados a los satélites científicos, pero es obvio que únicamente el aumento de los conocimientos científicos y los grandes resultados obtenidos últimamente con la investigación tecnológica han permitido los avances espectaculares de los últimos años, aunque a veces sean difíciles de cuantificar.

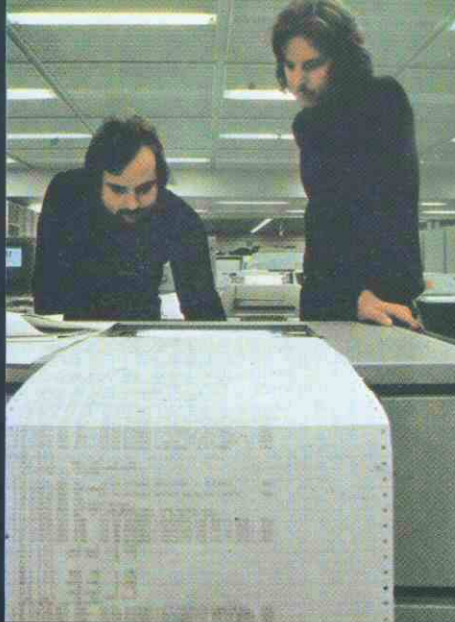
6. PARTICIPACION ESPAÑOLA

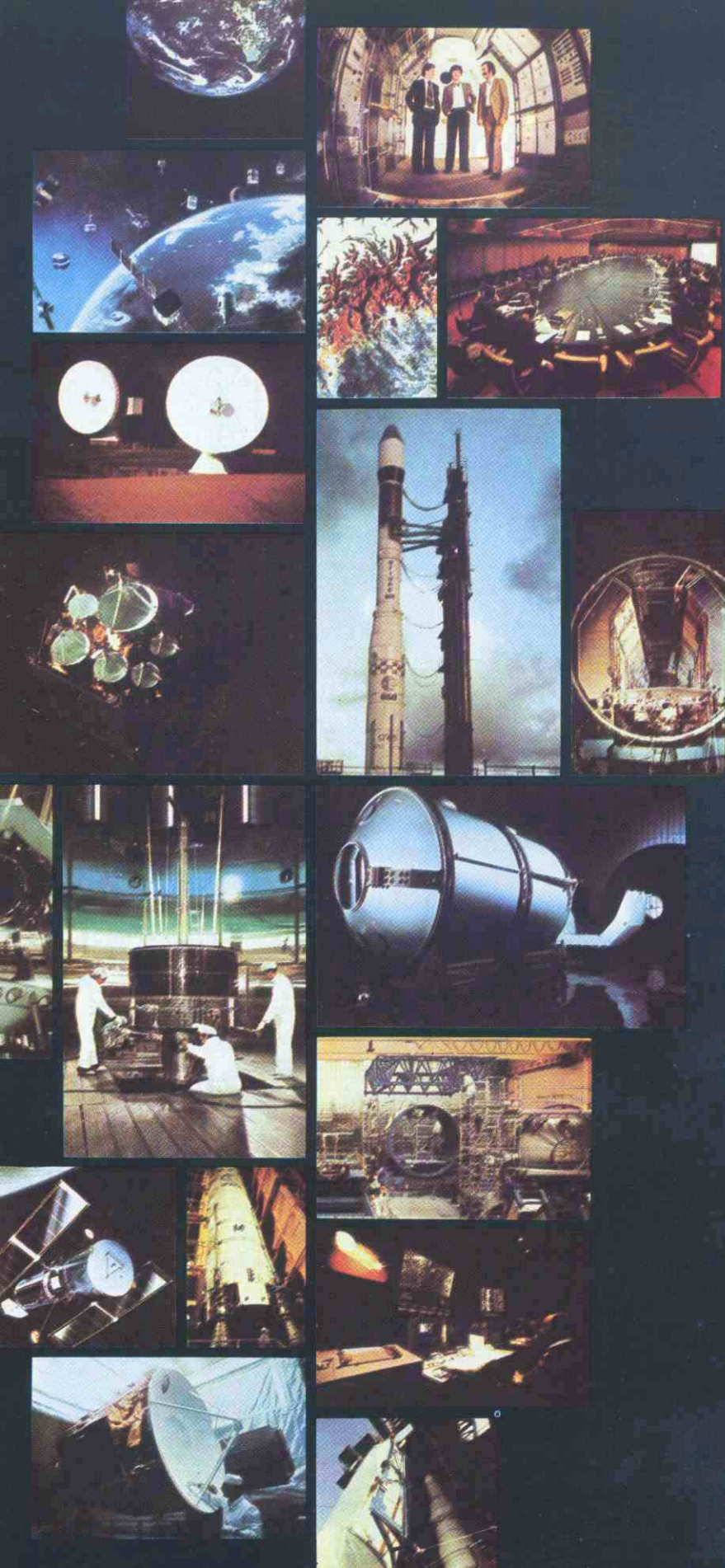
En cuanto a la contribución al presupuesto de la Agencia España participa como ya hemos dicho al programa obligatorio con arreglo a su producto nacional bruto lo que representa alrededor del 5 por ciento de los gastos de este programa.

Su participación a los otros programas facultativos es mucho más modesta a excepción de los dos importantes programas ARIANE y SPACELAB donde su participación es del orden del 2 y 2,8 por ciento respectivamente. Como ya se indicó anteriormente la contribución "media" de España al conjunto de actividades puede estimarse en un 2,5 por ciento.

La industria española ha colaborado de forma eficaz a estos programas y proporcionalmente a la participación de España a los mismos. SENER, Construcciones Aeronáuticas y el INTA se han mostrado las más activas, y han obtenido en conjunto más del 80 por ciento de los 80 millones de dólares atribuidos a la industria española, gracias principalmente a su participación en los programas ARIANE y SPACELAB.

Por último señalemos además de los





aspectos financiero e industrial el aspecto humano, es decir, la participación de españoles a los efectivos de la Agencia. Aunque su número es ciertamente inferior al que teóricamente le corresponde (alrededor de 30 personas) señalemos que, como en el caso de las Industrias, la participación ha sido y es más que significativa. Citemos como ejemplos, no únicos, de españoles participando al esfuerzo europeo al Sr. García Castañer que desempeña en el ESOC el puesto de alta responsabilidad de Director de Operaciones y al Sr. Ripoll que dirige la estación de Villafranca del Castillo.

7. CONCLUSIONES

El esfuerzo espacial europeo puede calificarse ya de veterano e importante. En este breve artículo, hemos indicado únicamente la participación de los países a través de la Agencia Espacial Europea. No hay que olvidar sin embargo que algunos de estos países desarrollan, en paralelo, otros programas espaciales que, aunque más modesto en cuanto a su soporte financiero, contribuyen sustancialmente al esfuerzo global de Europa.

Podría uno preguntarse si los gastos que representan el esfuerzo de Europa son, como a primera vista parece, excesivos. De hecho es bien conocido que el espacio es caro. Citemos como ejemplo que el costo de un satélite científico como EXOSAT es del orden de 18.000 millones de pesetas, gastos de lanzamiento incluidos. Sin embargo, como en tantos otros casos, todo es relativo. El esfuerzo de Europa, aunque importante, yo lo calificaría de "tacaño" comparado con el esfuerzo de Estados Unidos. Para justificar tan dura calificación he aquí algunas cifras:

Los países miembros de la ESA gastan anualmente (incluidos los programas nacionales) alrededor del 0,4 por mil de su Producto Nacional Bruto (PNB) en actividades espaciales. Los Estados Unidos, con un PNB inferior al de los 11 países miembros de la ESA, dedica cada año un 3,5 por mil de este PNB al espacio, lo que representa un esfuerzo ocho veces mayor en valor absoluto. Si esta misma comparación se establece en los años del programa Apolo para el aterrizaje del hombre en la Luna se llega a un esfuerzo USA 25 veces superior al de Europa.

Todo ello no hace más que revalorar los resultados obtenidos por Europa, resultados que hace sólo algunos años se hubieran considerado como utópicos: así el que una potente organización mundial como INTELSAT donde participan desde EE.UU. hasta el Vaticano decida utilizar ARIANE para poner en órbita los satélites de comunicaciones INTELSAT V es una clara prueba del progreso realizado por la tecnología europea, así como la confianza que ha sabido ganarse en el resto del mundo, y permite, si estos esfuerzos no son disminuidos, mirar al futuro espacial europeo con cierto optimismo. ■

últimas noticias:

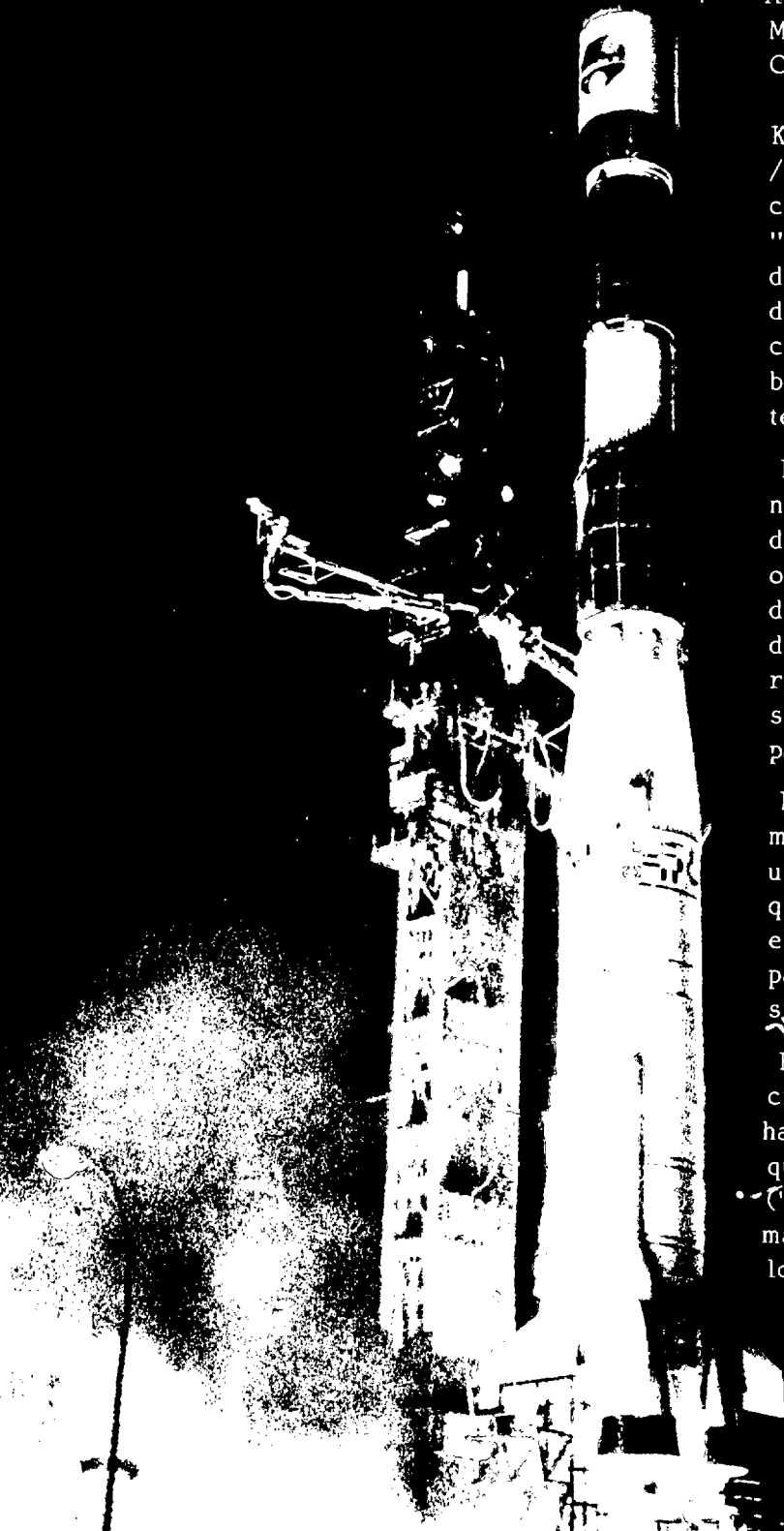
ARIANE: FRACASO DEL PRIMER LANZAMIENTO COMERCIAL.

Kouru. Guayana Francesa. 10/09/82.-El primer vuelo comercial del cohete espacial europeo "Ariane" fracasó en la madrugada de hoy, pocos minutos después de ser lanzado al espacio, como consecuencia de un fallo en la turbo bomba del tercer piso del cohete.

Este fallo compromete el porvenir comercial inmediato del lanzador, que en Europa se veía con optimismo justificado por el hecho de que el primer vuelo operacional de la Lanzadera Espacial norteamericana, el competidor más peligroso para el "Ariane", está previsto para el próximo mes de Noviembre.

Este cohete se encontraba en el momento de producirse la anomalía a una altura de 180 Kms., punto en el que registró una baja de presión en el motor de su tercer piso, que se paralizó 14 minutos después de haber sido lanzado al espacio.

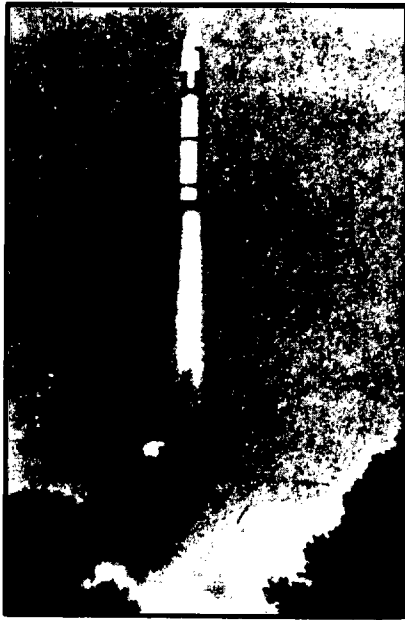
Este es el segundo fracaso sobre cinco lanzamientos programados hasta la actualidad y los satélites que debían ser puestos en órbita ("Marecs-b", de telecomunicaciones marítimas, y el "Sirio 2", de meteorología) se dan por perdidos.



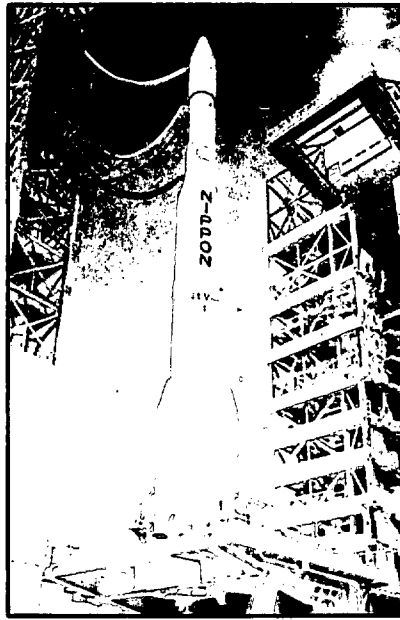
"SEGUNDAS FILAS" DE LA ASTRONAUTICA



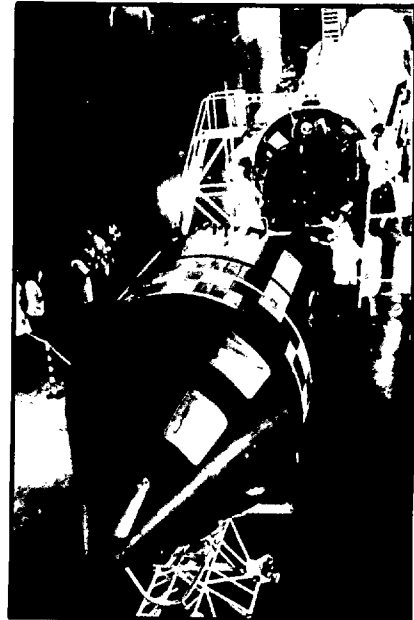
ALFREDO FLORENSA DE MEDINA



Lanzamiento de prueba del satélite chino CSS-X 4 ICBM en mayo de 1980



Lanzador japonés N-1, igual al Thor USA, para el satélite tecnológico Kiku



Colaboración URSS-India: Segundo Sputnik indio (Bhaskara, 1971)

Incuestionablemente cara y compleja, la carrera espacial ha sido hasta el momento privativa de escasos países con grandes recursos económicos y técnicos. Sin embargo USA, URSS y la incipiente Europa de la ESA no están solos. Algunos (más o menos modestos) competidores también desarrollan sus programas espaciales. No sólo una cuestión de orgullo, sino de incuestionable utilidad, ha llevado a un buen número de países y aun a compañías privadas a intentar la pequeña aventura en el espacio. El interés de la ciencia y la aplicación de tecnologías no conoce fronteras, por eso las más de las veces esa presencia en el mundo exterior de una nación se limita a un sencillo satélite... pero ahí están. Esta es la historia de todas esas "terceras potencias".

Ni jurídica ni moralmente hay limitaciones en el espacio para ningún país. Política, economía y técnica son otra cosa. No obstante, todo aquel que quiera puede utilizar el cosmos libremente, ateniéndose a las normas internacionales. Incluso en el campo de las telecomunicaciones diferentes acuerdos internacionales prevén la no saturación del espacio, para que puedan acceder a él países

que no desarrollarán sus tecnologías hasta dentro de algunos años.

Lo cierto es que, en pos de las grandes potencias, algunas naciones con recursos importantes se aprestan para iniciar su carrera espacial.

Una astronáutica potente en su conjunto, formando un bloque geográfico, que no político ni técnico, la componen naciones de Asia, "tercer continente" en la carrera del espacio. Chinos, japoneses e indios son los artífices de este logro.

LA GRAN MURALLA BALÍSTICA

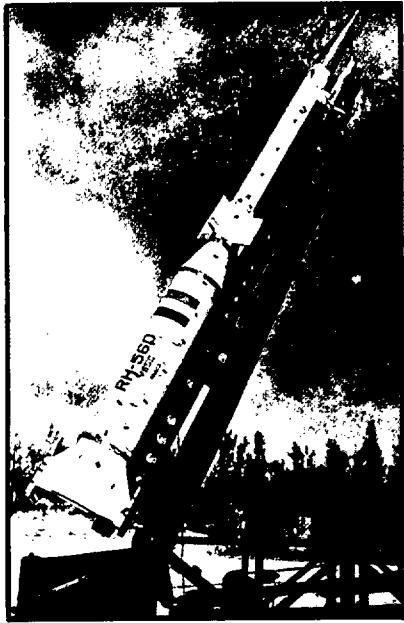
No es de extrañar que la considerada tercera potencia del mundo, la República Popular China, quisiera desarrollar su programa espacial. La tradicional idiosincrasia le ha conferido a su programa dos características típicas de cualquier nación comunista: utilidad ante todo militar y enorme discreción en su desarrollo.

La carrera comenzó en 1960, tres años antes de la ruptura con el estalinismo de Moscú, con la construcción en el desierto del Gobi, en la Mongolia Interior, de la base de lanzamientos para pruebas de cohetes balísticos de "Viento del Este".

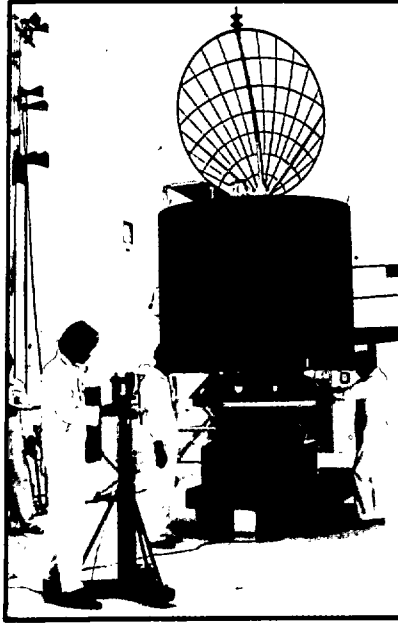
Contaron los chinos con una gama de cohetes, derivados de las V-II alemanas que les fueron entregados por los soviéticos. A partir de esta tecnología y a la par que se desarrollaba el programa nuclear -naturalmente muy ligado a la balística- los ingenieros chinos, preparados en las universidades americanas, rusas y británicas, lograron desarrollar una compleja familia de cohetes denominados CSS de corto, medio y gran alcance, desde los que saldrían directamente lanzadores espaciales.

Desde los modelos de alcance medido CSS-2 se desarrollaron en los últimos años 60 un misil intercontinental (LRICBM), llamado CSS-3 y el lanzador espacial Long March 1, que durante 1970 puso en órbita los satélites China I y II.

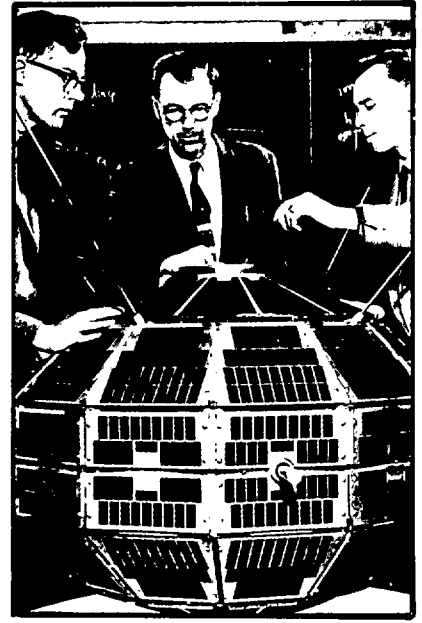
Posteriormente, de estos misiles se derivó el CSS-X4, llamado por los chinos PB-1, que como misil militar intercontinental podía alcanzar 11.000 kilómetros con cabeza termonuclear. Esa misma nave, básicamente, fue empleada para lanzar seis de los ocho satélites puestos en órbita por los chinos entre el 75 y el 78. En el 79 al parecer perdieron



Cohete indio de dos etapas Rohini 560, desarrollado con tecnología propia



Satélite indonesio Palapa 2, para comunicaciones locales, sometido a control



Satélite canadiense Alouette para medir actividad solar y rayos cósmicos (1962)

tres lanzadores seguidos de este tipo, que portaban satélites.

Posteriormente han continuado las pruebas militares de misiles, pero también de lanzadores espaciales, ensamblados y preparados en Shangai y trasladados por tren hasta la base de lanzamientos. Actualmente se trabaja sobre el CSL-X3, con tres fases de propulsión líquida. El plan chino es lanzar satélites en órbita geoestacionaria y eventualmente un hombre al espacio.

EL IMPERIO DE LA ASTRONAUTICA NACIENTE

Con mucho menor interés militar, los japoneses han desarrollado la más potente astronáutica tras la de los países líderes.

Limitados por los acuerdos de rendición de la guerra, sólo en 1955 empezaron a desarrollar pruebas con pequeños cohetes sonda en el centro Akita, bajo la dirección del padre de la astronáutica nipona, el doctor Itokawa, de la Universidad de Tokio. Veinte años después el Japón disponía de dos grandes centros de lanzamiento pertenecientes cada uno a un organismo diferente: así el Instituto para el Espacio y las Ciencias Aeronáuticas se dedica a los aspectos científicos desde la base de Kagoshima, mientras que el NASDA, Agencia Nacional de Desarrollo del Espacio, se ocupa de los

aspectos de aplicación y comerciales de la carrera.

En Kagoshima desde 1963 se desarrollaron cohetes de combustible sólido, especialmente los de tipo Lambda. Tras cuatro intentos infructuosos entre el 66 y el 69, el tipo 4S-5 logró poner en órbita un satélite de 24 kilos entre los 337 y los 5.141 kilómetros el 11 de febrero del 70. El aparato se llamó Oshumi. Posteriormente se han lanzado uno por año, primero con lanzadores de cuatro fases y luego de tres mejorados.

Para los ochenta los M-35 Kai 1 y 2 servirán para misiones interplanetarias como son enviar sondas a Venus y al cometa Halley.

Por su parte el NASDA, patrocinado por el gobierno y la industria privada, busca desde su base de Tanegashima, la explotación pacífica del cosmos.

Sus primeros esfuerzos fueron para lograr un lanzador de combustible líquido que pudiera colocar satélites en órbita geoestacionaria. Se desarrollaron cohetes llamados Q y N-1 de diferentes fases, con motores japoneses y americanos combinados. El primer N-1 puso en órbita el 9 de septiembre de 1975 el satélite Kiku de 83 kilos. En febrero del 77 el Kiku 2 de 130 kilos.

Tanegashima es el tercer punto

mundial de lanzamiento de geoestacionarios y en ella se trabaja actualmente en los N-II que podrán llevar cargas de 350 kilos.

Japón ha multiplicado en diez años sus presupuestos por siete, pasando de 6.000 millones de pesetas en 1970 a 43.000 en 1979.

COSMOS EN VIAS DE DESARROLLO

India cuenta con el tercer programa espacial asiático, y es todo un ejemplo de nación en desarrollo que ha sabido apreciar las ventajas de los satélites para sus necesidades. El ISRO, Organización India de Investigación del Espacio, ha desarrollado desde 1972 una serie de trabajos e investigaciones en el centro Espacial Vikra, Sarabhai (científico padre de la astronáutica india), con una estación ecuatorial de lanzamiento en Thumba, al oeste del país. Allí se han desarrollado cohetes sonda nacionales y el lanzador de satélites SLV-3.

Una de las características de estos auténticos centros para la paz en el espacio, es que cuentan con un control de Naciones Unidas y son empleados por numerosos países para estudios mediante sondas, incluidas las superpotencias.

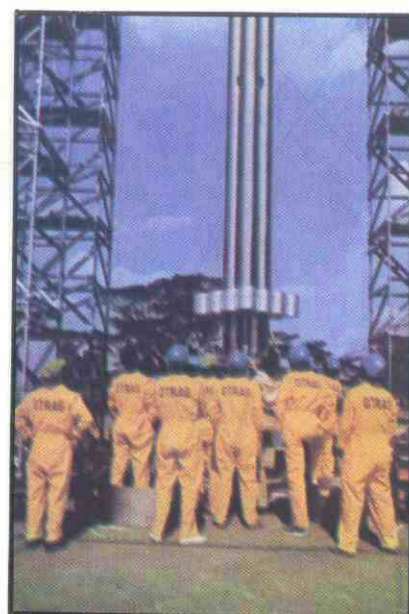
El centro de Satélite de ISRO, desarrolla su propia tecnología y allí



Ariel 2: Segundo satélite científico británico lanzado por EE.UU.



Cohete francés Diamant B-P4.2 en su rampa del Centro Guayana



Ingenieros de OTRAG supervisando el rápido proceso de montaje de un cohete

fue construido el primero, llamado Aryabhata, lanzado en 1975 por un Cosmos soviético, dentro de un programa conjunto continuado. También los indios han empleado el lanzador Ariane, en colaboración con ESA.

Su lanzador SLV-3 se prepara para poner en órbitas lejanas al menos 40 kilos de peso. La primera fase, que falló parcialmente, se realizó en el 79, mientras que el 18 de julio del 80 se puso en órbita el satélite RS-1. Una versión reforzada del lanzador se utilizará para lograr órbitas polares.

CUANDO EUROPA NO ES LA ESA

También Europa ha desarrollado sus programas espaciales. Pero no nos referimos a la ESA. Particularmente algunos países cuentan con sus propios medios sofisticados, lo que basó precisamente el nacimiento de la Agencia.

Francia es un caso especialmente notable (no en balde carga con gran parte del peso de la organización continental). Cuenta con un complejo programa de satélites; así el FR-1 estudia magnetosfera e ionosfera, mientras que SRET I y II analizan radiaciones. Diademe I y II, Starlette y Castor desarrollan estudios geodésicos. En astronomía trabaja el Tournesol, Aura, Signe III y

Sigma y en meteorología, los galos han sido pioneros con los Eole y los Meteosat, luego adoptados por ESA.

Tras dejar su base de operaciones en Argelia, el centro principal de la astronáutica francesa está en Kourou, Guayana, base empleada por el Ariane, pero también por los Diamant A en 1965, B en 1970 y BP4 en 1975, lanzadores galos que pusieron diferentes satélites en órbita.

Inglaterra también ha desarrollado importantes proyectos militares, contando con satélites importantes como el Ariel y un lanzador, el Black Arrow del Ministerio de Tecnología, aunque este proyecto se canceló en 1971.

Italia ha lanzado sus satélites San Marcos, desarrollados desde mediados de los sesenta bajo el auspicio del Centro de Investigación Espacial de la Universidad de Roma. Cuenta con el primer punto de lanzamiento móvil y civil, situado en una plataforma llamada San Marcos, acompañada de otra de mando y seguimiento-Santa Rita-situadas ambas en la bahía de Formosa, en las costas de Kenia. Desde allí se hacen vuelos no solo italianos. Como anécdota comentar que en 1970 se lanzó el Explorer 42, primer satélite de la NASA que salió de una plataforma no estadounidense.

Los alemanes cuentan con sus satélites Azur, Dial y Aeros; Holanda

prepara el de investigación infrarroja Iras y cuenta con el astronómico ANS, Canadá ha desarrollado el Anik y Suecia prepara el Viking. (Ver España en otros trabajos de este mismo monográfico.)

El campo de los satélites es la mayor tentación por su utilidad y mayor facilidad de desarrollo o adquisición para la mayoría de las naciones, y son muchos los países que desean contar con sus programas.

Un buen negocio para quienes pueden ofrecer en el mercado satélites y lanzadores, especialmente bien entendido por los franceses.

Uno de los más redondos programas comerciales que podremos quizás contemplar hasta finales de siglo, será la venta de satélites regionales y nacionales por parte de los galos a Hispanoamérica. Aunque algunas naciones, como Argentina, desarrollan su programa propio de pequeños cohetes, Brasil, México, Colombia, Venezuela, Chile-Perú y la propia nación de El Plata comprarán tecnología espacial francesa por 15.000 millones de dólares en los próximos años.

OTRAG, EL COHETE AL ALCANCE DE TODOS

Pero en este campo comercial existe gran preocupación por parte de las potencias que pueden ser ven-

dedoras de tecnología: negocio y control político pueden escapárseles de las manos con la aparición de una compañía privada. OTRAG garantiza los mismos resultados a casi la mitad de precio.

El proyecto de esta compañía privada alemana prevé diferentes lanzadores desarrollados por el ingeniero Kaiser, que ha logrado abaratar costes de una forma impresionante.

Se comenta que España pudiera estar interesada en la idea desarrollada por la compañía cuyo nombre viene a ser algo así como "Transporte Orbital y Cohetes S.A." y que,

necesitada de una base en la zona ecuatorial, firmó un acuerdo con el gobierno de Zaire en 1975. Instaló su base en una meseta cerca del río Luvia, con un aeropuerto y rodeada de una extensión similar a la de Portugal, bajo su dominio directo. Allí se desarrolló el primer cohete de OTRAG con un sistema comentado, pero no experimentado hasta entonces, de muchos motores en racimo.

Se realizaron tres lanzamientos entre mayo del 77 y junio del 78. Se alcanzaron diferentes alturas, aunque el último lanzador, que debía llegar a los cien kilómetros, fa-

lló. En 1979 debía probarse un cohete de dos etapas, pero presiones políticas hicieron dejar en abril el territorio congoleño a la compañía, con cuatro tipos de naves en proyecto y una fase de pruebas que consideraban suficiente y satisfactoria.

Actualmente los cuarenta ingenieros de OTRAG trabajan a 600 kilómetros al sur de Trípoli en la Libia de Gadaffi (mayor preocupación internacional aún). A primeros de marzo pasado nuevamente pusieron en el aire un cohete, realizándose las últimas pruebas previstas el próximo año, para entrar en una fase comercial que garantiza 12 viajes anuales.



Lanzamiento del cohete UK-6 (Ariel 6) para investigaciones astrofísicas en campos de alta energía. La puesta en órbita fue realizada por NASA desde Wallops Island.

PROBLEMAS JURIDICOS DEL ESPACIO ULTRATERRESTRE

LUIS TAPIA SALINAS

Ya en abril de 1957, es decir: unos meses antes de que los problemas del espacio fueran llevados a la ONU y con anterioridad a la fecha (4 de octubre del mismo año) del lanzamiento del "Sputnik I" por la Unión Soviética que habría de convertirse en el primer satélite artificial de la Tierra, el que esto escribe había planteado en España (1) una serie de cuestiones que pertenecientes a esa nueva actividad incidían o podían incidir en el futuro y con fuerza en el campo del Derecho.

En la que pudiéramos denominar etapa previa a la fecha señalada, que prescindiendo de los antecedentes más o menos veraces y algunos concebidos con cierto sentido humorístico pertenecen al mundo de la his-

toria de la astronáutica, las actividades técnicas se suceden con tal rapidez a partir de los V-1 y V-2 seguidos de los "Wasserfall", "Enzian", "Schmetterling", "X-4", "Henschel 293", etc. en un primer avance, y posteriormente de los: "Neptune", "Corporal", "Matador", "Repstone", "Terrier", "Sparrow", "Viking", "Nike", "Vanguard", hasta el citado "Sputnik I" que abre definitivamente las puertas al sistema de satélites, completado seguidamente por vehículos dedicados a la exploración profunda del también llamado espacio exterior.

Es lógico y natural que las cuestiones jurídicas que iban apareciendo tuvieran un carácter eminentemente internacional, puesto que aun apareciendo apenas dos países en esa actividad, sus consecuencias afectaban a la totalidad de los existentes e incluso a todos los habitantes de nuestro planeta y por ello y con independencia de que numero-

sos Organismos y Entidades trabajaron y promovieron estudios, se llegó rápidamente a la conclusión de la necesidad de que nuestra primera Organización internacional, las Naciones Unidas, tomara cartas en el asunto, lo que sucedió como consecuencia de su Resolución núm. 1.348 (1958) derivada del Informe de la Primera Comisión, en la que se proponía el establecimiento de una "Comisión especial sobre la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos" integrada en principio por 18 países (entre los que no figuraba España).

Desde entonces el camino estaba ya trazado y los numerosos estudios, trabajos, resoluciones y recomendaciones promovidos tanto por la ONU, como por otras Entidades públicas y privadas (Unión Internacional de Comunicaciones, Organización Meteorológica Mundial, Comité de Investigaciones del Espacio, Eurospace, Asociación de Derecho

(1) V. "La Técnica y el Derecho ante la Astronáutica", por Luis Tapia, en Revista de Ingeniería Aeronáutica, Madrid, marzo-abril 1957.

Internacional, Instituto de Derecho Internacional, Instituto Hispano-Luso Americano de Derecho Internacional entre otras de aquellos primeros tiempos), prepararon la feliz llegada al primer Convenio internacional sobre el espacio que con los nombres más conocidos y familiares de "Tratado del Espacio" o "Carta Magna sobre el Espacio" se denomina exactamente: "Tratado sobre los principios y utilización que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, la Luna y demás cuerpos celestes" firmado el 10 de octubre de 1967 y del que son parte 80 Estados, entre ellos España (2).

A partir de este momento y conforme la técnica va desarrollándose y da origen a la aparición y necesidad de resolver ciertos problemas jurídicos, se van estudiando, firmando y aplicando, nuevos Convenios que forman nuestro actual Derecho positivo vigente sobre el espacio regulando las relaciones internacionales y así debemos citar:

- "Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre", de 3 de diciembre de 1968 (son parte más de 70 Estados, entre ellos no figura España, recientemente instada a su adhesión).

- "Convenio sobre responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales", de 1 de septiembre de 1972 (son parte más de 60 Estados, entre ellos España).

- Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre", de 15 de septiembre de 1976 (son parte cerca de 30 Estados, entre ellos España), y

- "Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes", aprobado por la Asamblea General de la ONU el 5 de diciembre de 1979 y sin entrar en vigor por no haberse

(2) Un estudio detallado de las conclusiones, recomendaciones y resoluciones de las distintas Entidades gubernamentales y privadas durante la época a la que nos hemos referido, puede leerse en la obra del autor de este artículo denominada "Textos Internacionales sobre el espacio", "International Texts in Space" (se trata de una publicación bilingüe) editada por la Sección de Derecho Aeronáutico y del Espacio del Instituto Franciscano de Victoria, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid 1966 (600 páginas).

llegado al número de ratificaciones preciso, pero cuya necesidad es bien evidente por desarrollar muchos de los principios contenidos en el citado "Tratado del Espacio".

Es evidente que con los anteriores Textos internacionales se han solucionado muchos de los problemas jurídicos que se plantearon con motivo de lo que se denominó "Carrera del Espacio" y que resulta imposible analizar, ni casi mencionar, en la brevedad impuesta en este artículo, pero no podemos dejar de recordar que en el "Tratado del Espacio" aparecen los principios generales que en gran medida son fuentes y antecedentes, tanto de los elaborados posteriormente, como de aquellos que hoy día subsisten. Como síntesis apretada de su contenido podríamos mencionar entre otros: la libertad de la exploración y utilización del espacio ultraterrestre (3); el interés y provecho común a favor de todos los países sin discriminación alguna; la conformidad a los principios del Derecho internacional y de las Naciones Unidas; la inapropiabilidad del espacio y de los cuerpos celestes; la prohibición de colocar en órbita alrededor de la Tierra ni emplazar en los cuerpos celestes ningún objeto portador de armas nucleares ni de ningún otro tipo de destrucción en masa; la utilización de la Luna y demás cuerpos celestes exclusivamente con fines pacíficos; la ayuda a los astronautas; principios sobre la responsabilidad causada desde el espacio o como consecuencia de actividades espaciales y un buen número de principios relativos a información, lanzamientos, cooperación internacional, etc. (4).

(3) Es importante conocer cómo la Organización de las Naciones ha resuelto la cuestión terminológica que al nuevo Derecho o Normas se le presentaba al pretenderse obtener una denominación adecuada entre las propuestas de: cósmico, interplanetario, exterior, epiatmosférico, espacio superior, intergaláctico, extratmosférico, universal, etc. Las expresiones adoptadas han sido distintas para las diferentes lenguas, según la tradición, la gramática y la propia semántica, y así se denomina: *outer space*, en inglés, *extra-atmosphérique*, en francés y *ultraterrestre* en español.

(4) Ya se comprenderá la necesidad de Convenios, Acuerdos e incluso Resoluciones de la ONU que resuelvan los indicados principios algunos de los cuales, por cierto, han sido ya en parte considerados en los Tratados que hemos mencionado, aunque de una forma muy general.

Mucho es lo que verdaderamente se ha avanzado, pero en la actualidad el progreso se hace más lento y aparecen sobre la mesa una serie de problemas que aparte de contener siempre cuestiones internacionales, en las que aparece constantemente la cuestión de la soberanía de los Estados, poseen un marcado carácter económico, puesto que a la exploración del espacio, fase inicial, ha venido a sumarse su explotación por medio de su utilización para unos países (los activos) o de permitir esa utilización para otros (los pasivos) con un claro o encubierto ánimo de lucro.

Así puede deducirse de las cuestiones que en estos últimos tiempos se están considerando por el Comité del Espacio de la ONU a través de sus dos "Subcomisiones" jurídica y técnica, para la utilización del espacio ultraterrestre con fines pacíficos, como una y otra se denominan.

Muy recientemente, el que esto escribe tuvo ocasión de formar parte de la Comisión que representaba a España en la Reunión de la Subcomisión Jurídica mencionada, celebrada en Ginebra del 16 de marzo al 10 de abril de 1981 (5) y en su consecuencia apreciar de una forma directa cuáles eran y siguen siendo los actuales problemas espaciales pendientes. Sin embargo, tan sólo podemos dedicar unas líneas a los principales, para una primera información del lector y para su constancia en este número especial de la Revista.

- Consecuencias jurídicas de la teleobservación de la tierra desde el espacio. Actividad ésta que, aunque ya desde hace años se viene realizando en el campo de la práctica, al carecer de regulación jurídica dé origen a situaciones conflictivas y que posee un aspecto de carácter económico en la detección, información y explotación de los llamados recursos naturales de los países y del mar libre y otra de carácter militar e informativo dirigido a controlar los medios de defensa y ataque de un país. Se ha estimado que pudiera

(5) En virtud de un ligero incremento de los países que formaban el Comité, se dio entrada a España por primera vez en ambas Subcomisiones, formando parte como Asesor el que suscribe, como consecuencia del nombramiento por el Ministerio de Asuntos Exteriores y a propuesta del Patronato de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio.

no ser difícil el llegar a la solución de exigirse la previa conformidad entre los Estados tele-observadores y los teleobservados, pero existe un grave escollo en lo que se refiere a la difusión de los datos obtenidos, con lo que ciertos países piensan que se hace un bien a la humanidad al advertirla de serios peligros (epidemias, incendios, ciclones, temporales, importantes deterioros, etc.) o bien contribuir a su bienestar (detección de bancos de pesca, existencia subterránea de minerales, estado de las grandes cosechas).

La postura de los Estados Unidos se inclina hacia la libertad de información, siendo totalmente contraria la de la Unión Soviética, que ve un atentado a la soberanía de los Estados. Otros países como Colombia propugnan soluciones intermedias sobre la base de permitirse la difusión de los datos obtenidos con la llamada "teleobservación macroscópica" y prohibirse la denominada "teleobservación microscópica", en virtud de que los datos de la primera sin grandes detalles, pueden interesar a todos, en tanto que la segunda, por representar una información más precisa y detallada, no debe difundirse e incluso no debiera obtenerse (aunque resulta muy difícil de impedir) sin autorización del Estado interesado. También merece la pena señalar el proyecto de México, apollado por varios países, en el que la autorización o prohibición se fundamenta principalmente en la existencia o no de la protección del medio ambiente o información útil para prevenir y controlar fenómenos perjudiciales para el mismo.

Otras cuestiones de tipo jurídico pendientes tales como: la calificación de "información analizada"; responsabilidad del Estado; necesidad de mutuo acuerdo entre el Estado "activo" y el "pasivo", información a la ONU; Derecho internacional o espacial aplicable; solución de controversias, etc., hacen suponer que será difícil llegar a soluciones a corto plazo.

— **Utilización de satélites artificiales para las transmisiones directas de televisión.** Asunto de extraordinaria carga política, desde el momento que el televidente puede establecer conexión directa con el satélite emisor sin la intervención de ningún control técnico intermediario del país a que pertenece. Este mero

enunciado ya hace suponer con facilidad la oposición entre los dos bloques de Estados bien diferenciados por el concepto que de la libertad poseen y de aquí los grandes debates a que se da lugar que hacen suponer la imposibilidad de obtenerse un Convenio sobre esta cuestión, que podría ser sustituido por una Recomendación de la ONU. Se cuenta, eso sí, con un gran número de proyectos o principios presentados por distintos países y por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, a cuya Organización varios Estados quieren remitir el problema. Todas estas diversas opiniones son causa de que no se haya podido tomar un Texto como base de discusión, debatiéndose tan sólo principios.

Los problemas de autorización a los programas emitidos; la eliminación de información política, la publicidad sin beneficio más que para el Estado emisor; responsabilidad por daños morales causados; cuestiones de propiedad intelectual; control del Estado a sus emisoras que realizan la difusión en directo; la posible intervención de Empresas multinacionales; el cumplimiento de los principios de libertad de expresión e información; la dificultad de control por parte de los Estados federales; e incluso dudas, de si se trata en verdad de un problema espacial, ya que sólo lo es el medio de transmisión, son las cuestiones difíciles de resolver que se oponen a una solución.

— **Utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre.** Problema más bien de carácter técnico pero incluido en la Agenda de la Subcomisión jurídica principalmente para intentar su regulación y para determinar el carácter de la responsabilidad por los cuantiosos daños que podrían producirse, por lo que se han tenido muy en cuenta los debates e informes de la Subcomisión técnica. Las propuestas de Canadá son básicas y aceptables para un grupo de países y están basados en el deber de información previa a la Secretaría General de la ONU para la necesaria divulgación; notificación previa del regreso a la Tierra de cualquier objeto espacial que contenga una fuente de energía nuclear, para la adopción de las adecuadas medidas de seguridad, a las que deberán cooperar los Estados que se encuentren preparados para ello; asistencia a los países afectados

por la posible desintegración o caída de restos de estos objetos; niveles de exposición a las radiaciones y garantías sobre ellos en el diseño y construcción. Sin embargo, la propuesta sueca apenas roza la cuestión de la responsabilidad, sobre la que se muestran más interesados los países latinos, debatiéndose la necesidad o no de normas especiales.

— **Cuestiones relativas a la definición o delimitación del espacio ultraterrestre y a los problemas relacionados con la órbita geostacionaria.** Estos dos puntos presentados en Ginebra no consiguieron un tratamiento a fondo y nos atrevemos a opinar que los motivos fueron totalmente opuestos. El primero, por sobradamente conocido y reiterado desde los comienzos del llamado Derecho espacial, que nunca logró (en gran parte por falta de una base técnica) resolverlo, desviándose últimamente la cuestión desde una limitación concreta casi imposible de señalar, hacia una diferenciación basada en la fundación y actividad. La actual utilización del vehículo "Shuttle" o "Columbia" que puede actuar en los dos medios espaciales (atmosférico y ultraterrestre) ha venido a complicar más la cuestión. El segundo, por la novedad que representa el planteamiento (aunque la cuestión exista desde hace tiempo) ante los Organismos internacionales, de pretendidos derechos de los Estados subyacentes en relación con la órbita geostacionaria ecuatorial, muy difícil de argumentar jurídicamente y apoyar en Convenios ya existentes, y que desea basar en motivos de seguridad, soberanía y condición de recursos naturales que en su opinión tiene la utilización y explotación del espacio.

En el momento de escribir estas páginas, hace un mes que se ha celebrado una nueva reunión en Ginebra (cuyo resultado no se ha hecho público todavía) y estamos a cuatro meses de la celebración en Viena (se ha convocado para agosto) de la II Conferencia Internacional sobre el espacio ultraterrestre, por lo que lo anteriormente expuesto puede haber variado, aunque, dados los debates y posiciones, no se esperan grandes resultados, sino tan sólo acuerdos de intenciones o compromisos. De cualquier forma la exposición habrá servido para reflejar unos antecedentes importantes y de ilustración. ■

PROGRAMA ESPACIAL NACIONAL



Las actividades operativas de la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE) comenzaron en 1966. Durante este año y el siguiente se desarrollaron actividades básicas: formación de personal, adquisición de material científico y técnico, instalación de un campo de lanzamiento de cohetes de sondeo, El Arenosillo (Mazagón-Huelva) y lanzamiento de 14 cohetes de sondeo meteorológico, con lo que se iniciaba el programa espacial nacional.

Al mismo tiempo, se desarrollaba un programa para su presentación al Gobierno que, siguiendo las directrices establecidas en la Ley de creación de la CONIE, estaba dirigido a unos objetivos científicos, incluyendo los desarrollos tecnológicos necesarios. El Gobierno devolvió el programa dando las directrices de que se modificara, aumentando su contenido tecnológico y reduciendo en consecuencia los trabajos científicos.

El nuevo programa presentado, que incluía como desarrollos tecnológicos fundamentales un pequeño satélite, un cohete de sondeo y equipamiento tecnológico, se aprobó con un presupuesto de 100 millones Ptas/año y una duración de 6 años a partir de 1968.

Al final de estos 6 años no se inició inmediatamente otro programa. La CONIE redactó un segundo programa en 1974, que presentó al Gobierno en 1975. Su contenido era más ambicioso que el primero y su redacción era fruto de la experiencia adquirida por la CONIE después de haber puesto en órbita un satélite, lanzar más de 300 cohetes de sondeo en El Arenosillo, realizar numerosos trabajos científicos y técnicos y participar activamente en el programa europeo de ESRO.

El segundo programa fue aprobado por el Gobierno, pero con una fórmula de financiación (1.870 millones de pesetas en 5 años) que no ha sido aplicable. En consecuencia, no sólo no se ha podido realizar el segundo programa, sino que la CONIE, a partir de 1975, ha visto reducida progresivamente su capacidad de ejecución y se ha visto obligada a la aprobación de su programa año a año, adaptándolo a los recursos disponibles. Esta circunstancia ha afectado sensiblemente a la planificación del trabajo en los últimos años.

En este artículo se trata de presentar un resumen de las actividades desarrolladas desde la creación de la CONIE. Para sintetizar esta presentación y dar una visión global más clara que una enumeración cronológica de trabajos, se exponen sucesivamente los siguientes temas:

– Entidades nacionales que han participado en el programa. (Cuadro núm. 1)

CUADRO NUMERO 1

Entidades nacionales que han participado en el programa

La Ley de creación de la CONIE asigna al Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) la función de centro tecnológico de la CONIE, la cual ha tratado de hacer accesible el programa a la participación del mayor número posible de centros científicos y técnicos del país. De hecho han participado o participan los siguientes:

- Servicio Meteorológico Nacional – Instituto Nacional de Meteorología.
- Junta de Energía Nuclear.
- Centro de Investigaciones Físicas Torres Quevedo.
- Instituto de Electrónica de Comunicaciones.
- Instituto de Física de Materiales
- Observatorio del Ebro.
- Observatorio Astronómico Nacional.
- Observatorio del Teide.
- Instituto de Astrofísica de Canarias.
- Instituto de Astrofísica de Andalucía.
- Universidad Complutense.
- Universidad Politécnica de Madrid.
- Universidad de Barcelona.
- Universidad Autónoma de Barcelona.
- Universidad Politécnica de Barcelona.
- Universidad de Zaragoza.
- Instituto Geográfico Nacional.
- Instituto de Investigaciones Pesqueras (y numerosos centros usuarios de teledetección).

La industria espacial nacional también ha participado en el desarrollo del programa, tanto en diseño y fabricación como en la realización de estudios tecnológicos. Sin embargo, dada la modestia del programa, no ha tenido el efecto deseable de producir una elevación sustancial del nivel tecnológico industrial. Esta idea, perseguida con el desarrollo del primer satélite nacional, no ha tenido la continuidad adecuada con el desarrollo de satélites de generaciones sucesivas por la escasez de fondos de la CONIE. No obstante, la industria ha conseguido este efecto, aunque sólo sectorialmente, por su participación en el programa europeo.

Las firmas que han tenido una participación más activa en el programa nacional son: CASA, SENER, SEA y ERT.

- Colaboración internacional.
- Medios espaciales empleados.
- Programa realizado y en desarrollo.
- Otras actividades. (Cuadro núm. 4)

Colaboración internacional

LA CONIE ha tratado de desarrollar proyectos de cooperación con otras agencias espaciales o centros de otros países. Estas colaboraciones tienen consecuencias muy beneficiosas en los aspectos científico y técnico, y ofrecen la oportunidad de obtener ventajas como:

- Tener acceso a medios no disponibles (por ejemplo, inyección del satélite nacional en órbita por NASA).
- Elevar la importancia de los proyectos (por ejemplo, proyecto cooperativo ionosférico CONIE/NASA/CNES que, con la aportación de cohetes por NASA

y CNES, ha permitido ampliar el número de experiencias y lanzamientos).

– Recibir contribución en material (por ejemplo, proyecto cooperativo meteorológico CONIE/NASA, en el que la CONIE ha obtenido equipo del campo de lanzamiento y la aportación por NASA del 50% de los cohetes).

En el cuadro núm. 2 se presenta una relación de las entidades con las que se han desarrollado proyectos cooperativos o colaboraciones, y da una idea de la amplitud de la colaboración internacional.

Medios espaciales empleados.

Las actividades espaciales requieren el empleo de medios de tierra y espaciales, dentro de una amplia gama de complejidad y coste que prácticamente determina las limitaciones de las agencias espaciales.

El Arenosillo: Antenas que permiten el seguimiento autónomo de los cohetes lanzados en este campo

cuadro núm. 3 se exponen las actividades de la CONIE respecto a disponibilidad y utilización de medios.

Programa realizado y en desarrollo.

Dada la amplitud de especialidades de la Ciencia y de la Tecnología del Espacio y las limitaciones de recursos asignados a la CONIE, desde el primer momento se planteó el problema de la filosofía a aplicar para la distribución de los fondos entre especialidades.

En el aspecto científico la respuesta era más simple, puesto que en cualquier programa requería la disponibilidad de unos medios técnicos básicos (laboratorios, instalaciones de ensayos, Estación de lanzamiento de cohetes de sondeo) y en el tecnológico podía centrarse en el desarrollo de cohetes de sondeo y de un satélite que, aunque fuera modesto, obligaba a enfrentarse con todas las tecnologías típicamente espaciales.

Así se configuró esencialmente el programa tecnológico, que se completaría con estudios y desarrollos adicionales en la medida posible.

Sin embargo, en el aspecto científico, la definición del contenido del programa era mucho más complicada. Ninguna disciplina o especialidad científica es, a priori, más importante que otra, ni se consideró razonable que la CONIE pudiera definir prioridades científicas. Como no existían grupos científicos en el país con experiencia espacial, la CONIE tampoco podía confiar más en un grupo que en otro respecto a la efectividad de su actuación como grupo espacial.

Ante estas indeterminaciones la CONIE se enfrentaba a un dilema:

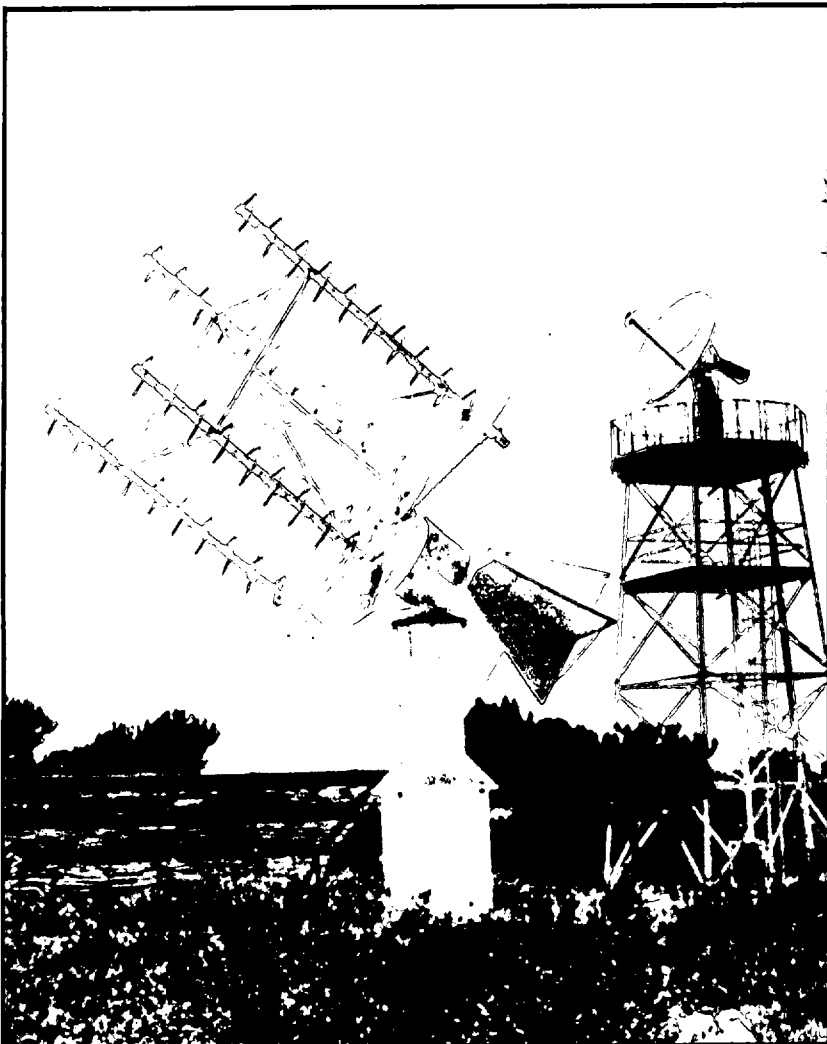
- Aceptar numerosas especialidades y en consecuencia definir un programa con numerosos trabajos, necesariamente poco profundos.

- Elegir una o dos especialidades y dedicar todo el esfuerzo a profundizar en su investigación.

La CONIE prefirió la primera opción, con objeto de dar igual oportunidad a las especialidades científicas y los grupos científicos existentes. Así podía esperarse que al cabo de cierto tiempo se produjera una selección natural en la que destacaran los grupos y especialidades más eficaces.

Esta situación explica el hecho de que el programa científico haya sido de gran extensión en cuanto a las especialidades consideradas, que han sido las siguientes:

- Atmósfera neutra
- Ionosfera



- CUADRO NUMERO 2

- NASA - EE.UU.
- CNES - Francia
- CNRS - Francia
- DFVIR - RFA
- Max Planck Institut - RFA
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - Italia
- Universidad de Lieja - Bélgica
- Institut d'Astronomie Spatiale Bélgica
- Observatorio de Ginebra - Suiza
- Universidad de Saskatchewan Canadá
- Universidad de Sussex - UK
- Dublin Institute for Advanced Studies - Irlanda
- ESRO - ESA

- Globos.
- Cohetes de sondeo.
- Satélites - Vehículos inyectores (VI).
- Sondas espaciales - VI
- Naves tripuladas - VI

Este orden hay que entenderlo en términos generales. La agencia más modesta puede utilizar medios de tierra, pero no los medios que se requieren para la inyección en órbita o el soporte de misiones interplanetarias o de misiones tripuladas.

La capacidad completa de todo el espectro solamente la tienen los EE.UU. y la URSS, pero el acceso a cualquier nivel es posible: Astronautas de países del ámbito soviético han sido tripulantes de naves rusas y el proyecto Spacelab hace accesible el vuelo de los europeos en el Shuttle-Spacelab.

La CONIE ha tratado de tener acceso a los medios que quedaban inevitablemente fuera de sus posibilidades. En el

Los medios se relacionan a continuación, siguiendo un orden aproximado de complejidad y coste:

- Instalaciones de tierra.

CUADRO NUMERO 3

Instalaciones de Tierra

Comprenden los siguientes elementos:

Medios de lanzamiento

- La CONIE ha instalado una estación de lanzamiento de cohetes de sondeo: El Arenosillo.
- La CONIE no dispone de medios de lanzamiento de globos estratosféricos, pero ha utilizado las instalaciones de Palestine (E.E.U.U.), Gap y Aire-sur l'Adour (Francia) y la instalación de vuelos transmediterráneos (proyecto cooperativo CONIE/CNR/CNES, con lanzamiento en Sicilia y recuperación en España).
- La CONIE no dispone de medios de lanzamiento de vehículos inyectoros, pero en el único caso requerido (INTASAT) ha utilizado los medios de NASA mediante un proyecto cooperativo CONIE/NASA.
- La participación de España en ESA hace accesible a nuestro país los medios de ESA (Centro Espacial de Guayana y vehículo inyector Ariane).

Estaciones de seguimiento, teledatada y telemando

- Se dispone de una estación propia: Estación espacial de Maspalomas (Gran Canaria) para la adquisición de datos de satélites de teledetección, actualmente dedicado al satélite Nimbus-7, bajo contrato de ESA.
- Para la recepción del satélite nacional INTASAT, se instalaron medios de recepción durante la vida del satélite (1974-1976) en El Arenosillo y en el Observatorio del Ebro.
- La Estación Espacial de Madrid (Robledo I, Robledo II, Fresnedillas y Cebreros) da soporte a las misiones de NASA, pero sus instalaciones son accesibles cuando no están comprometidas en alguna misión, y de hecho se han utilizado ampliamente para trabajos de Radioastronomía del programa de la CONIE.
- La Estación Espacial de Villafranca del Castillo (ESA) se utiliza para observaciones y control del satélite IUE (International Ultraviolet Explorer) y control del satélite MARECS. Su utilización para IUE es accesible a los científicos españoles, como para los de otros Estados de ESA.

Instrumentación científica de aplicación espacial

La iniciación de las actividades de la CONIE planteó la dificultad de la falta de experiencia espacial de los grupos científicos del país. Con objeto de promocionar la actividad espacial y de satisfacer los deseos iniciales de los científicos, la CONIE ha adquirido el equipo científico que se relaciona a continuación:

- Sonda ionosférica - Instalado en el Observatorio del Ebro.
- Espectrofotómetro Barbier, para medidas de luminiscencia nocturna - Instalado en el Observatorio del Teide.
- Cámaras balísticas, para observación de satélites geodésicos, instaladas en la Universidad Complutense (Madrid).
- Equipo de medida y registro de micropulsaciones del campo geomagnético, instalado en el IGN.

Además, en El Arenosillo se dispone del siguiente equipo científico :

- Sonda ionosférica.
- Sonda de ozono Dobson.
- Sistema de medida de absorción.
- Radiómetro ultravioleta.

Globos

Aunque no se dispone de medios propios para la operación, no hay dificultades de acceso, y la CONIE participa en el proyecto cooperativo CONIE/CNR/CNES de vuelos de globos transmediterráneos (Odisea), que se lanzan en Milo, Sicilia, y se recuperan en España.

El CNR aporta la base de Milo y una estación de telemedida y telemando.

El CNES aporta el equipo tecnológico de las barquillas y la operación de lanzamiento, así como el equipo de dos estaciones en España.

La CONIE facilita la instalación de dos estaciones, una en Palma y otra en El Arenosillo, determina la órden de descenso con paracaídas y realiza la recuperación.

Dentro de este proyecto se han realizado 16 vuelos, con pleno éxito, con globos de hasta 850.000 m³, barquillas hasta 1.500 kg. y tiempos de vuelo entre 15 y 24 horas.

Cohetes de sondeo

En la estación de lanzamiento El Arenosillo se han lanzado, desde la iniciación de las actividades de la CONIE, unos 500 cohetes de los siguientes tipos:

Superloki, Skua I, II, IV, Petrel, Centauro, Nike-Cajun, Nike-Apache, Skylark, Black Brant VC, INTA-255, INTA-300.

Los dos últimos mencionados se han desarrollado dentro del programa de la CONIE y un nuevo modelo, el INTA-100, está en fase de desarrollo.

Excepcionalmente se han utilizado otras instalaciones de lanzamiento: la de Cerdeña, para el lanzamiento de dos cohetes Skylark con carga útil de eyección de estela de trimetilaluminio, en cooperación con ESA (que ha aportado los cohetes), y la Kiruna (Suecia) para el lanzamiento de un cohete Skua IV con carga útil de instrumentación ionosférica como participación española en una campaña internacional.

La relación mencionada muestra que el lanzamiento de cohetes de sondeo es una actividad normal del programa.

Satélites

- Solamente se ha desarrollado un satélite en el programa de la CONIE, el INTASAT, de carácter científico. La inyección en órbita la realizó la NASA con un vehículo inyector Delta, en el Pacific Missile Range, mediante un proyecto cooperativo CONIE/NASA. El satélite ha operado perfectamente durante los dos años de vida activa previstos y cumplidos.
- Los científicos españoles han tenido acceso a la utilización de satélites hasta el nivel de aportación de experiencias (ESRO, ESA, NASA). Sin embargo su participación se ha limitado a explotación de datos del satélite TD-1 de ESRO y a observaciones con el satélite IUE de NASA/ESA/NRC desde la estación de Villafranca del Castillo. Estos trabajos han permitido el desarrollo de investigación astrofísica en el ultravioleta.
- Actualmente un equipo científico español de la Universidad de Barcelona participa activamente en los trabajos preparatorios (estudio de programas de observación del satélite y observaciones estelares desde tierra) previos al lanzamiento del satélite astrométrico Hipparcos de ESA.

Sondas espaciales

No se ha realizado ninguna actividad del programa que haya requerido la utilización de sondas.

Naves tripuladas

- La CONIE, después de un proceso de selección, presentó candidatos para especialistas de carga útil para misiones de Spacelab. En la primera oportunidad ofrecida por ESA a los Estados miembros se han seleccionado tres candidatos europeos de RFA, Holanda y Suiza.
- En la primera misión de Spacelab (ESA/NASA) se integrará una experiencia española, "Columnas líquidas en ingravidez", aceptada por ESA, que desarrolla la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos dentro del programa de CONIE.
- La segunda misión de Spacelab es de NASA, que ha ofrecido la oportunidad de participar con experiencias a los científicos europeos. El Grupo Científico de Astrofísica de la CONIE ha presentado una propuesta que no ha sido aceptada. La selección para toda Europa se ha limitado a tres experiencias inglesas de astrofísica.
- El programa de microgravedad de ESA, iniciado en 1982, se desarrollará esencialmente en misiones de Spacelab. Para este programa hay dos experiencias españolas aceptadas por ESA, aún pendientes de financiación: una de ETSIA en la misma línea de física de fluidos que la que volara en la primera misión de Spacelab y otra de carácter biológico, presentada por CSIC que requiere el empleo de un módulo biológico, Biorack, que se desarrollará como elemento del programa.
- La CONIE ha obtenido de NASA, mediante un proyecto cooperativo, muestras lunares procedentes de las misiones Apolo XI y XII, que han sido analizadas por la Junta de Energía Nuclear.

Como resumen de esta revisión se llega a la conclusión de que el programa nacional cubre el amplio espectro de utilización de medios, con la única excepción, hasta ahora, de las sondas espaciales.

- Astrofísica
- Radioastronomía
- Radiación cósmica
- Geofísica y Geodesia
- Teledetección
- Otros trabajos

Los trabajos realizados para cada una de estas especialidades se resumen a continuación (hasta fin de 1981).

Atmósfera neutra

1. Sondeos de viento y temperatura con cohetes de sondeo meteorológicos hasta 70 km. de altitud.

Ha sido un proyecto cooperativo CONIE/NASA de carácter permanente entre 1966 y 1980, basado en el lanza-

miento de cohetes Superloki y Skua I en El Arenosillo y lanzamientos por la NASA en Wallops Island.

La NASA ha aportado el 50% de los cohetes lanzados en El Arenosillo y equipo de lanzamiento y seguimiento. Se han utilizado termistores para la medida de temperatura y seguimiento con radar de paracaídas metalizados o de *chaff* desde el cohete, para la determinación del perfil de viento.

Los resultados obtenidos en España se han remitido a NASA, al Centro Mundial de Datos A y a la Universidad Libre de Berlín. En consecuencia, estos datos se han integrado con los de otros países para el estudio de la evolución atmosférica global.

2. Determinación de características atmosféricas hasta 100 km. de altitud.

Se incluyen los siguientes proyectos:

- **Experiencia de granadas acústicas:** proyecto cooperativo CONIE/NASA, consistente en el lanzamiento de cuatro cohetes Nike-Cajun con carga útil de eyección de granadas y recepción del sonido de las explosiones en tierra con un sistema de micrófonos de alta sensibilidad. De los datos de propagación se obtienen las magnitudes atmosféricas entre 70 Km. y 100 Km. de altitud.

- Eyección de *chaff* a 100 km. de altitud: Se han utilizado cohetes Skua II y un *chaff* especialmente liviano desarrollado por el Max Planck Institut.

3. Mareas mesosféricas.

Proyecto cooperativo CONIE/Servicio Meteorológico Nacional, consistente en el lanzamiento de 32 cohetes Skua II en

CUADRO NUMERO 4

Otras actividades

1. Columnas líquidas en ingravidez (ETS Ingenieros Aeronáuticos).

Se trata de una experiencia propuesta para la primera misión del Spacelab (septiembre 1983). ESA ha aprobado la integración de la experiencia.

Se ha desarrollado una extensa investigación teórica y experimental.

2. Análisis de muestras terrestres (Junta de Energía Nuclear).

Comprende los siguientes trabajos:

- Determinación de edades geológicas de meteoritos por espectrometría de masas.
- Análisis de muestras lunares por el método de activación de neutrones.

La CONIE ha obtenido de la NASA muestras lunares de las misiones Apolo XI y XII, que ha puesto a disposición de la JEN para el análisis.

3. Desarrollo de programas de cálculo orbital (INTA).

Se considera el programa tecnológico que comprende dos elementos fundamentales:

- Instalaciones espaciales y operación.
- Desarrollo de proyectos y estudios tecnológicos.

Instalaciones espaciales y operación (INTA)

1. Estación de lanzamiento de cohetes de sondeo El Arenosillo.

Dispone de rampas de lanzamiento, medios de seguimiento, de teledetector, de comunicaciones, de medidas meteorológicas y servicios.

El equipo científico de la estación comprende: sondeador ionosférico, sondeador de ozono Dobson, sistema de medidas de absorción y radiómetro ultravioleta.

Desde 1966 se han lanzado unos 500 cohetes de los siguientes tipos:

Superloki, Skua I, II y IV, Petrel, Centaure, NIK E-Cajun, Nike-Apache, Skylark, Block Brant VC, INTA-255 e INTA-300.

2. Instalaciones tecnológicas (INTA)

- Laboratorio de ensayos ambientales: Cámaras ambientales, equipo de vibraciones, equipo de ensayo de choque, equipo de ensayo de aceleración (centrifugadora) y equipo de equilibrado dinámico.

cuatro días, con eyección de *chaff* a 100 km de altitud. A pesar de la frecuencia de los lanzamientos no se han detectado oscilaciones en el descenso del *chaff* que permitieran identificar las marcas mesosféricas.

4. Desarrollo de una carga útil meteorológica.

Se desarrolla una carga útil para medida de temperatura, con termistor, y de viento, utilizando un paracaídas metalizado que se sigue con radar.

Este proyecto se complementa con el desarrollo del cohete de sondeo INTA-100.

Ambos proyectos están muy avanzados y con ellos se trata de evitar la adquisición de material de sondeos sinópticos en el extranjero.

5. Estudio del ozono.

Se desarrollan las siguientes actividades:

– Sondeos desde tierra con sondeador Dobson.

– Sondeos con globos equipados con ozonosondas.

– Experiencia EOLO: Esta experiencia se ha volado con globo transmediterráneo en dos ocasiones. Consiste en la recogida de muestras de aire, a una altitud de unos 40 km, y determinación del contenido de ozono mediante elementos testigo.

6. Estudio de la anomalía invernal.

El proyecto consiste en el lanzamiento de cohetes Superloki cuando se presentan calentamientos súbitos de la alta atmósfera, para medidas de vientos y

temperaturas.

7. Evolución de oxígeno atómico mesosférico.

Se ha realizado el lanzamiento de 5 cohetes Skua II en una noche para el Institut d'Aeronomie Spatiale de Belgique.

Ionosfera

1. Sondeos; ionosféricos de la tierra. Se trata de una actividad permanente mediante:

– Sondeador ionosférico instalado en el Observatorio del Ebro.

– Sondeador ionosférico instalado en El Arenosillo (la reducción de datos la realiza el Observatorio del Ebro).

2. Estudio del mecanismo de formación de la capa esporádica E.

Esta investigación ha comprendido:

- Laboratorios de Calibración, Instrumentos y Electrónica.
- Laboratorio de Óptica y Radiaciones.
- Laboratorio de propulsores sólidos.
- Bancos de ensayos de combustión de motores cohete de propulsante sólido.
- Planta solar (instalada en El Arenosillo).

Desarrollo de proyectos y estudios tecnológicos

1. Cohetes de sondeo (INTA).

- Cohete INTA-255 (150 km, de apogeo con 25 kg. de carga útil). Proyecto terminado.
- Cohete INTA-300 (300 km, de apogeo con 45 kg. de carga útil). Se han lanzado cuatro prototipos.
- Cohete INTA-100. Proyecto en desarrollo.

2. Satélite (INTA/Industria).

Solamente se ha realizado el satélite INTASAT.

3. Desarrollo de transmisor/receptor para satélite, en banda S y tecnología microstrip (SESA).

Se han realizado los prototipos de transmisor y receptor.

4. Estudios tecnológicos realizados dentro del programa de la CONIE:

- Estudios teóricos y experimentales de interacción de capa límite en alta velocidad aplicación a reentrada y a vehículos inyectores (INTA).
- Impulsores de hidracina – descomposición catalítica y térmica (INTA).
- Espectros de fluorescencia de gases (INTA).
- Determinación de temperaturas del satélite INTASAT a partir de datos orbitales (CASA).
- Programa de calculador para el estudio de sistemas de control (CASA).
- Estudio del sistema de obturador térmico on/off para control de temperatura de satélite (CASA).
- Estudio de aplicación del obturador on/off al satélite ECS (CASA).
- Estudio de un sistema de control de actitud semiactivo magnético para satélite (CASA).
- Estudio de estructuras quasi-lineales para soporte de experimentos en satélite (SENER).
- Estudio paramétrico de estaciones (SENER).
- Estudio de sistemas criogénicos (SENER)
- Estudio de un sistema de transmisión y proceso de datos en base decimal (ETS Ingenieros de Telecomunicación).
- Obtención y caracterización de películas delgadas, detectores y conversores de radiación (Instituto de Física de Materiales).

- Estudio teórico (Observatorio del Ebro).

- Lanzamiento de cohetes Skylark en Cerdeña, con eyección de TMA (proyecto cooperativo con ESRO).

- Lanzamiento de cohetes Nike-Cajun y Skua en El Arenosillo, con eyección de TMA/TEA.

Estos lanzamientos están comprendidos en el proyecto cooperativo que figura a continuación.

3. Estudio de características ionosféricas.

Se trata de un proyecto cooperativo CONIE/NASA/CNES que ha tenido una gran amplitud, con el lanzamiento de cohetes Nike-Cajun, Nike-Apache, Centauro y Skua en El Arenosillo. Todas las cargas útiles (excepto una de NASA) han sido nacionales y han comprendido las siguientes experiencias: sonda de densidad de iones, eyección de sodio, explosión del TNT, espectrómetro de masas, experiencia de Seddon, sondas de Langmuir, eyección de *chaff*, magnetómetro y experiencia de rotación Faraday.

4. Baliza ionosférica (INTA).

Ha sido la experiencia integrada en el satélite nacional INTASAT. El objetivo científico es la obtención del contenido total de electrones mediante el método de rotación Faraday. La reducción y análisis de datos ha sido realizada por INTA y por el Observatorio del Ebro.

5. Estudio de la capa D (Grupo Científico CONIE).

Trabajo iniciado con el lanzamiento de un cohete Skua IV en Kiruna con una sonda de capacidad, como participación española en una campaña internacional.

6. Campaña internacional de anomalía invernal en El Arenosillo.

En mes y medio se lanzaron 49 cohetes de los siguientes tipos: Skylark, Nike-Apache, Petrel, Skua II y IV y Superloki. Las cargas útiles integraron las siguientes experiencias: espectrómetro de masas, sonda de capacidad, sensores de presión y temperatura, eyección de *chaff* y eyección de nube de litio.

7. Programa cooperativo CONIE/Universidad de Sussex.

Ha consistido en el lanzamiento de cohetes Petrel con carga útil de inyección impulsiva de plasma en la ionosfera. Se ha utilizado el soporte en tierra del INTA (medidas de VLF), del IROE de Italia (medidas de LF) y del Observatorio de San Fernando (medida de campo magnético).

Astrofísica

1. Luminiscencia nocturna (Observatorio de Izaña).

Observaciones con espectrofotómetro Barbier adquirido por la CONIE.

2. Luminiscencia nocturna mediante cohetes (Instituto de Astrofísica de Canarias/Instituto de Astrofísica de Andalucía).

Se ha realizado el estudio de modelos teóricos. Se desarrollan fotómetros para cohetes y se ha efectuado el primer lanzamiento con un cohete Petrel en El Arenosillo.

3. Fotografía de la granulación fotosférica solar (Observatorio Astronómico Nacional).

Experiencia integrada en una barquilla estabilizada del Instituto de Astrofísica de la Universidad de Lieja.

Se han realizado dos lanzamientos en Palestine (EE.UU.).

4. Explotación de datos de satélites astronómicos.

Se agrupan en este concepto numerosos trabajos de investigación en el ultravioleta, utilizando datos de los satélites TD-1 (ESA) e IUE (NASA/ESA/NRC), en los que han intervenido varios grupos científicos.

5. Contribución al programa Hipparcos (Universidad de Barcelona).

El trabajo consiste en la preparación de datos básicos, mediante observaciones de estrellas y selección de programas de observación del satélite, previos a la eyección del satélite astrométrico Hipparcos de ESA.

6. Lanzamiento de dos cohetes Skylark con cargas útiles de astrofísica.

Se han lanzado dos cohetes con cargas útiles estabilizadas para el DFVLR y el Max Planck Institut con las siguientes experiencias:

- Espectroscopia del cometa Kohoutek.
- Ocultación de la nebulosa del Cangrejo.

Radioastronomía.

La existencia de las instalaciones de la Estación Espacial de Madrid (NASA/INTA) ha facilitado medios excepcionales para las observaciones, lo que justifica el interés de numerosos científicos, que han desarrollado los siguientes trabajos, algunos de varios años de duración:

- Ocultación de radiofuentes por la Luna (Universidad de Barcelona).
- Centelleo interplanetario (Universidad de Barcelona).

- Observación de radiofuentes en restos de supernovas (Universidad de Barcelona).

- Cooperación de la Universidad de Zaragoza y el JPL, que ha comprendido los siguientes temas:

- Espectroscopia interestelar en mirondas.
- Observación de galaxias espirales.
- Investigación del medio interestelar mediante el estudio del anillo de Barnard.

- Radioastronomía de los planetas Júpiter y Saturno (Universidad de Zaragoza)

- Radioastronomía de galaxias (Universidad de Zaragoza).

- Estudio de la emisión de cometas en banda X (Observatorio Astronómico Nacional).

- Observaciones de la estructura de cuasares por interferometría de muy larga base (Universidad Politécnica de Barcelona).

Radiación cósmica

1. Estudio de la radiación cósmica primaria (Universidad de Valencia, Universidad Autónoma de Barcelona, Grupo Científico CONIE).

Se trata de una línea de investigación que ha originado numerosos trabajos de diversos grupos científicos, basados en la exposición de empilamientos de emulsiones nucleares y detectores plásticos a la radiación cósmica mediante globos.

Se han realizado lanzamiento de Gap y en Aire-sur l'Adour (Francia) y de globos transmediterráneos en Milo (Sicilia), con recuperación en España.

Se ha realizado un trabajo extenso de identificación de trazas y análisis de datos.

2. Detector de radiación gamma de energía superior a 50 Mev (INTA).

Esta experiencia se ha desarrollado en colaboración con el Imperial College de Londres, como alternativa para el satélite INTASAT.

3. Estudio de la composición de elementos ligeros de la radiación cósmica solar y galáctica utilizando detectores semiconductores (Grupo Científico CONIE).

Trabajo en desarrollo

Geofísica y Geodesia

1. Registro, análisis y clasificación de las micropulsaciones del campo magnético (Instituto Geográfico Nacional).

La CONIE ha adquirido equipo de detección y registro que ha puesto a disposición del IGN para la realización del trabajo.

2. Observación de satélites geodésicos (Universidad Complutense).

La CONIE ha adquirido tres cámaras balísticas IGN (Francia) que ha puesto a disposición de la Universidad para efectuar las observaciones.

Teledetección

1. Adquisición de sensores de avión.

Se han adquirido un sensor Linescan en VK y un sensor multispectral M25 en EE.UU.

2. Adquisición de equipo de procesado de datos.

3. Campaña de teledetección CONIE/CNES.

Proyecto cooperativo con avión español y sensor multispectral de CNES.

4. Campañas de teledetección.

Se realizan las campañas utilizando cámaras Hasselblad y sensores Linescan y M25 a requerimiento de los usuarios.

Se trata de una actividad permanente en la que se utiliza un avión del Ejército del Aire.

5. Estudio de factibilidad de un sensor pasivo de microondas (Instituto de Electrónica de Comunicaciones).

Este proyecto se ha desarrollado hasta la realización de un modelo de laboratorio.

6. Aplicación de la radiación infrarroja al estudio de Pratenses (INTA-ETS Ingenieros de Montes).

Se ha realizado un estudio teórico y experimental complementado con observaciones desde avión.

7. Adaptación de la Estación de Maspalomas.

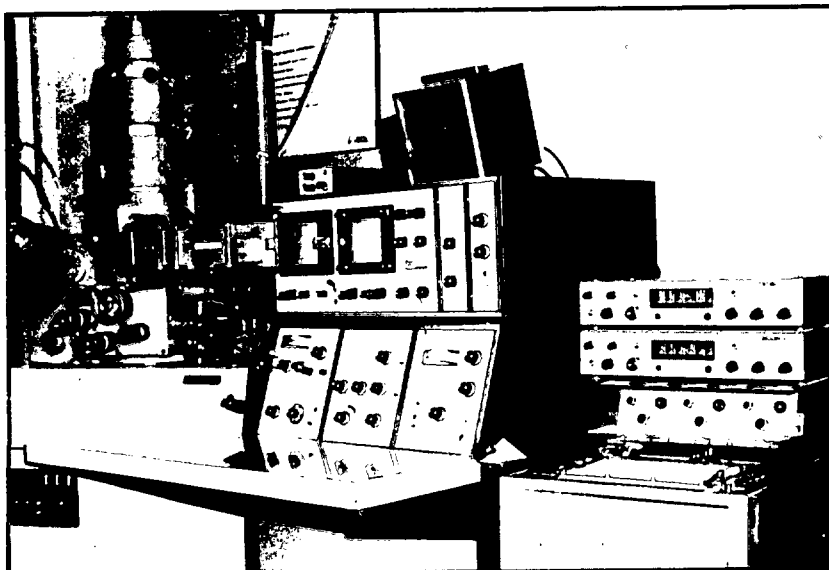
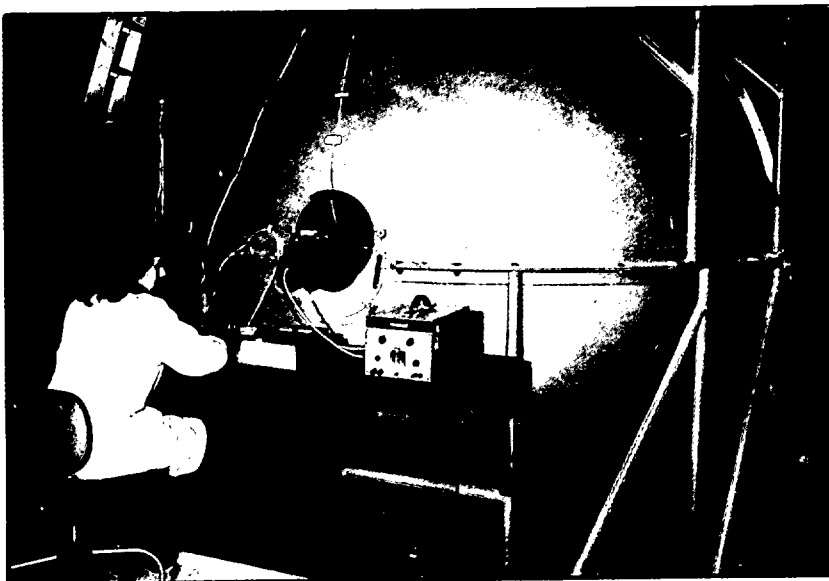
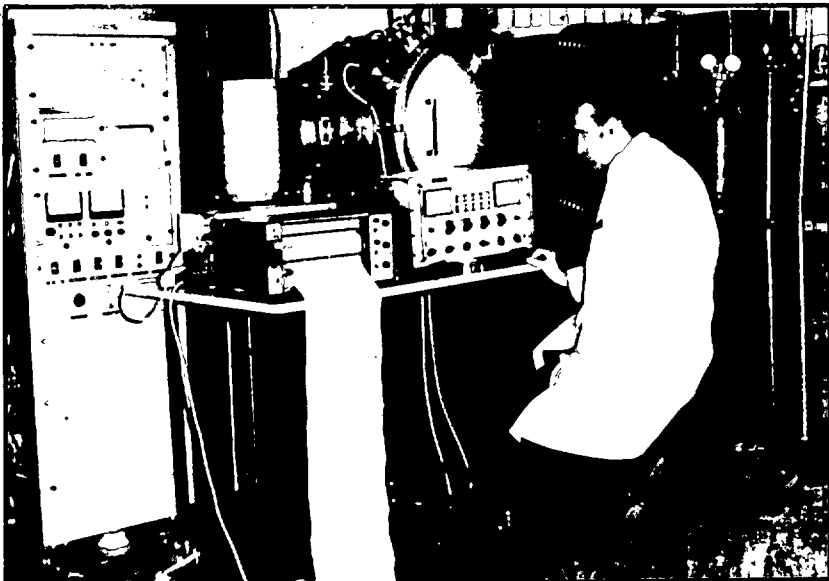
Sobre la infraestructura existente de la Estación abandonada por NASA se ha instalado el equipo necesario para la recepción de datos de satélites de teledetección.

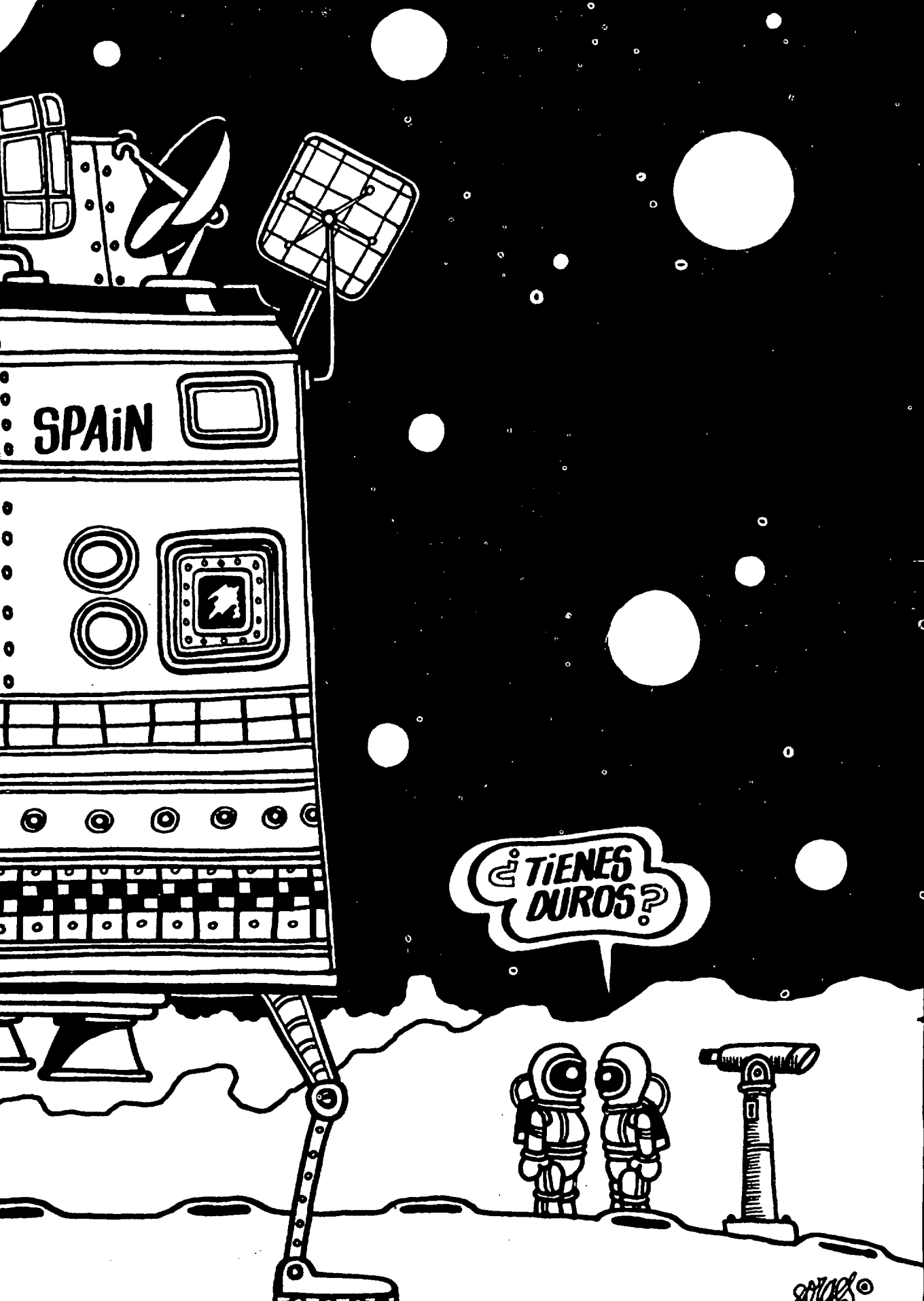
La operación de la estación está a cargo del INTA, que en la actualidad se dedica a la adquisición de datos del satélite Nimbus-7, bajo contrato ESA.

8. NPOC (Punto de contacto nacional) de Earthnet (red de ESA para recepción de datos de satélites de teledetección).

Se trata de un servicio con carácter permanente de suministro de datos, cintas e imágenes, de satélites de teledetección, a los usuarios.

El INTA juega, a través de su personal y equipos técnicos, un papel destacado en nuestro programa espacial





SPAIN

¿TIENES DUROS?

SAYOL ©

BANCOS DE DATOS

El acceso al inmenso caudal de información sobre el espacio y actividades espaciales acumulado a lo largo del tiempo y en constante incremento, presenta una aparente dificultad "a priori" por la dispersión de organismos interestatales, nacionales, públicos y privados, que concurren en la investigación y desarrollo de actividades espaciales; sin embargo, esta dificultad se ve reducida por la interconexión de los bancos de datos y las facilidades de acceso que, gobiernos, empresas o particulares, pueden tener a distintos niveles, directamente o a través de las terminales que, en el caso concreto de España, gestiona el INTA, como concesionario estatal de la explotación y difusión de los más importantes bancos de datos mundiales.

Esta es la relación de los bancos de datos accesibles en el mundo occidental, conteniendo información, tanto de países de este área, como del bloque oriental.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, LANGLEY RESEARCH CENTER, HAMPTON, VA.
NASA SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION FACILITY, BALTIMORE/WASHINGTON INTERNATIONAL AIRPORT.

ADVISORY GROUP FOR AEROSPACE RESEARCH AND DEVELOPMENT, NEUILLY-SUR-SEINE (FRANCE).

NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICE, SPRINGFIELD, VA.

DIRECTORATE OF AEROSPACE STUDIES, KIRTLAND AFB, N. MEX.

NAVAL WEAPONS LAB. DAHLGREN, VA. TECHNICAL INFORMATION DIV.

TRANSOCIATES LTD, LONDON (ENGLAND).

ASSOCIATION OF SPECIAL LIBRARIES AND INFORMATION BUREAUX, LONDON (ENGLAND).

OFFICE FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION, LONDON (ENGLAND).

KINGSTON-UPON-HULL CITY LIBRARIES, HULL (ENGLAND).

COMMITTEE ON SCIENCE AND ASTRONAUTICS / U.S. HOUSE /

JET PROPULSION LAB. CALIF. INST. OF TECH., PASADENA.

OKLAHOMA STATE UNIV., STILLWATER.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, MANNED SPACECRAFT CENTER, HOUSTON, TEX.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, WASHINGTON, D.C.

AMERICAN MACHINE AND FOUNDRY, BIRMINGHAM, ALA.

INDIANA UNIV., BLOOMINGTON.

BATTELLE MEMORIAL INST., COLUMBUS, OHIO.

AERONAUTICAL SYSTEMS DIV. WRIGHT-PATTERSON AFB, OHIO.

DEFENSE MAPPING AGENCY AEROSPACE CENTER, ST. LOUIS, MO.

EUROPEAN SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY CENTER, NOORDWIJK (NETHERLANDS).

UNITED TECHNOLOGIES RESEARCH CENTER, EAST HARTFORD, CONN.

EUROPEAN SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY CENTER, TONLOUS (FRANCE).

ARMY FOREIGN SCIENCE AND TECHNOLOGY CENTER, CHARLOTTE, N.C.

KANSAS UNIV. CENTER FOR RESEARCH, INC. LAWRENCE, KAN. TECHNOLOGY CENTER.

SOUTHEASTERN STATE COLL., DURANT, OKLA. TECHNOLOGY USE STUDIES CENTER.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION, GODDARD SPACE FLIGHT CENTER, GREENBELT, MD.

NORTH CAROLINA SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH CENTER, RICHMOND, N.C.

ARMY FOREIGN SCIENCE AND TECHNOLOGY CENTER, WASHINGTON, D.C.

NASA SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION OFFICE, WASHINGTON, D.C.

SCIENTIFIC AND TECHNICAL AEROSPACE REPORTS (STAR).

Superintendent of Documents
United States Government
Printing Office
Washington, D.C. 20402, U.S.A.

TERMINAL 11

INT

INTERNATIONAL AEROSPACE ABSTRACTS (IAA)

Available from: AIAA
750 Third Avenue
New York, N.Y. 10017, U.S.A.

ENGINEERING INDEX INC. 345 East 47th Street, New York, N.Y. 10017, U.S.A.
NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICE, Springfield, Virginia 22151, U.S.A.

INSPEC Institution of Electrical Engineers, 2, Bedford House,
1, King's College Road,
Herts, SG5 1RS,
Great Britain

AMERICAN SOCIETY FOR METALS, Metals Park, Ohio 44073, U.S.A.

DATA COURIER, INC. 620 South Fifth St. Louisville, Ky. 40202, U.S.A.

EUROPEAN SPACE AGENCY, rue de la Colonie, 11,
Case Postale 2100, F-67037 Strasbourg, France

ESRIN
Via Galileo Galilei
00044 FRASCATI (Roma), Italy.

INFORMASCIENCE, Centre National de la Recherche Scientifique,
26, rue Boyer
75971 Paris - Cedex 20
FRANCE

ENIS, Division of Publication
International Atomic Energy Agency
A - 1400 Vienna, Austria.

ASTRONAUTICS INFORMATION/LITERATURE SEARCH, 4800 Oak Grove Drive, Pasadena, Calif.

ASTRONAUTICS INFORMATION/OPEN LITERATURE SURVEY, 4800 Oak Grove Drive, Pasadena, Calif.

BATTELLE TECHNICAL REVIEW, 505 King Avenue, Columbus 1, Ohio.

Index Of NASA Technical Publications, 1520 H Street, N.W. Washington 25, D.C.

INSTITUTE OF THE AEROSPACE SCIENCES, Pacific Ocean Library, Checklist,
7660 Beverly Blvd., LOS ANGELES, Calif.

INSTITUTE OF THE AEROSPACE SCIENCES, P.A.L. International Periodical Accession List,
7660 Beverly Blvd., LOS ANGELES, Calif.

INTERNATIONAL AEROSPACE ABSTRACTS, 2 E. 63rd Street, New York 21, N.Y.

SOVIET ABSTRACTS: Biology, Chemistry and Physics, Office of Technical Services, Washington 25, D.C.

SOVIET SCIENCE IN TRANSLATION, 227 W. 17th Street, New York 11, N.Y.

ADVISORY GROUP FOR AERONAUTICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT (AGARD), 64 Rue de Varenne, Paris 7e,
FRANCE.

AERONAUTICAL SYSTEMS DIVISION (ASD).

AEROSPACE INDUSTRIES ASSOCIATION OF AMERICA, 610 Shoreham Building, Washington 6, D.C.

INFORMATION DIVISION, Library of Congress, Washington 25, D.C.

AMERICAN ROCKET CO. 22634 Goddard Road, Taylor, Mich.

AEROSPACE SERVICES TECHNICAL INFORMATION AGENCY (ASTIA), Arlington Hall Station, Arlington 12, VA.

ROCKET MISSILE RADIATION ANALYSIS CENTER, Institute of Science and Technology, The University of Michigan,
P.O.
Box 628, Ann Arbor, Mich.

INSTITUTION OF AERONAUTICAL LITERATURE, Slotweg 145, Amsterdam W., The Netherlands.

LIBRARY LABORATORY, UNIVERSITY OF ARIZONA, Tucson, Ariz.

MAAT LABORATORY, University of Stuttgart, Stuttgart, Germany.

INSTITUTION DE L'INFORMATION AEROSPATIALE, Paris, France.

TECHNISCH-DOCUMENTATIE EN INFORMATIE CENTRUM VOOR DE RUIMTEVAART, Delft, The Netherlands.

INSTITUT FÜR LUFTFAHRDOKUMENTATION UND INFORMATION, Bonn, Germany.

INSTITUT FÜR LUFTFAHRDOKUMENTATION UND INFORMATION, Bonn, Germany.

CONTRIBUCION DE LA INDUSTRIA AEROESPACIAL Y DEL INTA



El desarrollo de actividades espaciales en España ha planteado un reto a la industria aeroespacial y al INTA: enfrentarse a la necesidad de programar, concebir, diseñar, desarrollar, ensayar, fabricar y operar medios espaciales.

Este amplio espectro de requerimientos no se ha planteado progresivamente, sino de una forma irregular, lo que ha obligado a reaccionar a la industria aeroespacial y al INTA ante los acontecimientos a medida que se presentaban.

Se pueden identificar, en efecto, tres acontecimientos espaciales bien diferenciados:

- I. 1960: Se inicia la cooperación INTA/NASA en la instalación y operación de estaciones espaciales.
- II. 1960: Se celebra una conferencia internacional europea en Ginebra en la que diez países europeos (entre ellos España) acuerdan la creación de una Organización Europea de Investigación del Espacio. Es el principio de un programa europeo.
- III. 1963: Se crea por Ley la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE), que iniciaría su programa espacial en 1965.

En otros artículos de este número se tratan aisladamente algunos temas como las actividades de las estaciones INTA/NASA y el programa nacional, por lo que se considera oportuno presentar la situación global, para reflejar los condicionamientos impuestos por cada uno de los acontecimientos.

I. ESTACIONES INTA/NASA

La cooperación se inició con la estación de Maspalomas (Gran Canaria), para soporte de la misión tripulada Mercury.

En el transcurso de los años la estación de Maspalomas se trasladaría a otro emplazamiento y sería clausurada a la terminación del programa Apollo, y en las proximidades de Madrid se crearían las instalaciones de Robledo 1 y 2, Cebrosos y Fresnedillas, que constituirían la Estación espacial de Madrid.

La actuación del INTA ha sido excelente, como demuestra el hecho de que desde hace muchos años la totalidad del personal es español, quedando bajo su responsabilidad el soporte en tierra de las misiones más avanzadas de NASA, incluyendo las de naves tripuladas y las de exploración planetaria. La consecuencia ha sido la creación en el país de un potencial técnico humano del nivel más elevado, el requerido por la NASA.

Esta circunstancia ha permitido al INTA hacer frente a necesidades similares que se han presentado posteriormente:

- La Agencia Espacial Europea ha establecido una estación espacial en España, en Villafranca del Castillo, en las proximidades de Madrid, para el soporte en tierra del satélite IUE (Internacional Ultraviolet Explorer) de NASA, ESA y el Consejo Nacional de la Investigación británica, y del satélite MARECS. La Agencia no sólo ha encontrado un Director español, sino que ha contratado al INTA la operación de la estación.
- La delegación de España en ESA, de conformidad con ella, ha adaptado la infraestructura existente de la estación de Maspalomas para la adquisición de datos de satélites de teledetección, para su integración en la red europea de estaciones de teledetección (Earthnet).
- El INTA se ha hecho cargo de la operación de la estación y también ha podido disponer del personal adecuado.
- ESA ha contratado la utilización de la estación para la adquisición de datos del satélite Nimbus-7.

II. PROGRAMA EUROPEO

El acuerdo de Ginebra condujo a la creación de una Comisión Preparatoria Europea de Investigación Espacial (COPERS) que, al mismo tiempo que preparaba las bases para la constitución de la Organización Europea de Investigación del Espacio (ESRO), iniciaba un programa basado en el lanzamiento de cohetes de sondeo científicos y en el desarrollo de satélites científicos modestos (ESRO I y ESRO II). Posteriormente ESRO se transformaría en la Agencia Espacial Europea (ESA).

En consecuencia, desde el primer momento de las actividades europeas comunitarias la industria aeroespacial y el INTA se enfrentaron a la necesidad de responder a los requerimientos del programa europeo.

No se trataba de una opción, sino de una auténtica obligación. Como consecuencia de la regla de retorno geográfico, cada país debe recibir un retorno industrial, es decir, una participación en los contratos, proporcional a su contribución. La contribución a su vez está impuesta por los estatutos, proporcionalmente al Producto Nacional Bruto de cada Estado miembro.

La participación de España en este programa ha planteado, y plantea día a día, unas necesidades de repuesta de la

industria aeroespacial con unas características muy específicas.

- El programa se inició con un carácter científico y un nivel relativamente humilde: cohetes de sondeo, satélites modestos y un programa de tecnología básica. Sin embargo, el nivel ha aumentado progresivamente hacia misiones más ambiciosas y más complejas, eliminando los cohetes de sondeo y los satélites modestos e incluyendo en el programa satélites de gran complejidad como EXOSAT e HIPPARCOS, misiones interplanetarias como ISPM (International Solar Polar Mission), cometarias como Giotto y colaboración en programas avanzados de NASA como en el satélite IUE y ST (Space Telescope).

En consecuencia, la industria se ve obligada a trabajar al nivel tecnológico más elevado y, sin tener tiempo para adquirir una tecnología, se le exige trabajar con otra más avanzada.

- El programa europeo iniciado con objetivos científicos y carácter obligatorio ha seguido la evolución natural de las actividades espaciales. Al principio el espacio era objeto de investigación, pero en la década de los 60 se inició una clara utilización del espacio para fines de aplicación (Telecomunicaciones de servicio fijo y móvil, Navegación, Meteorología, Teledetección, Procesado en el espacio). ESRO no podía ignorar esta evolución ni podía imponer a los Estados miembros programas que no fueran científicos. Surgieron así los programas opcionales, entre los que además de los sistemas de aplicación se incluyeron el vehículo inyector Ariane, necesario para la inyección en órbita geostacionaria de los satélites de aplicación, y el laboratorio espacial tripulado Spacelab, carga útil privilegiada del Space Shuttle de NASA.

Esta circunstancia amplía aún más el espectro de tecnología a utilizar por la industria y abre la puerta a otro sector, el de explotación o el sector de servicios.

Como consecuencia de esta demanda tecnológica agobiante se presentaba un riesgo evidente. Dado que se requiere el desarrollo del material necesario para misiones completas, desde el equipo de soporte en tierra hasta el equipo más sofisticado a bordo, y que en la ejecución de estos trabajos deben participar las industrias de los países más y menos avanzados, bajo condiciones de competitividad y de atribución de trabajos atendiendo a la regla del retorno industrial, se podía esperar una discriminación que con-

CUADRO N.º 1

Sistemas de a bordo

- Elementos estructurales y sistemas de control térmico de naves espaciales.
- Estructuras y mecanismos (elementos extensibles, mecanismos de antenas, etc.) para naves espaciales.
- Elementos estructurales para el vehículo inyector Ariane.
- Integración de cargas útiles de cohetes de sondeo.

Sistemas de tierra

- Sistemas mecánicos de tierra para naves espaciales.
- Diseño de integración de estaciones de tierra.
- Construcción de instalaciones de lanzamiento.
- Diseño y construcción del centro de ensayos de baterías para el ESTEC.

Servicios de soporte

- Operación de estaciones de tierra y centros de control.
- Desarrollo de software (control térmico, análisis de vibraciones, determinación de órbitas).

CUADRO N.º 2

Diseño, desarrollo y fabricación

- Equipo de soporte mecánico de tierra para los satélites TD-1, OTS, MAROTS, MARECS y para el Spacelab.
- Equipo de soporte eléctrico de tierra para el satélite TD-1 y para el Spacelab.
- Subsistemas de antenas VHF para TTC de los satélites OTS, MAROTS, MARECS y ECS.
- Subsistemas de antenas en banda C para TTC.
- Subsistema de iluminación para el Spacelab.
- Elementos de satélites (por ejemplo, unidades carga-descarga y dispositivo para medida de rotación del satélite ESRO-IV).
- Elementos del satélite L-SAT (antenas, dispositivos pirotécnicos, módulos del sistema de potencia).

Investigación tecnológica

Los trabajos realizados incluyen diversos dominios, entre los que se destacan:

- Investigación experimental sobre la desgasificación de materiales de aplicación espacial (mediante envejecimiento acelerado).
- Estudios, desarrollo y calificación de tubos plegables y elementos extensibles.
- Estudios de reactores catalíticos de hidracina.

Operación

- Operación de la Estación Espacial de Villafranca del Castillo de ESA.
- Operación de la Estación Espacial de Maspalomas. Se trata de una instalación nacional para la adquisición de datos de satélites de teledetección. ESA ha contratado el servicio de la estación para la adquisición de datos del satélite Nimbus-7.

dujera a que los países más avanzados desarrollaran el trabajo de mayor nivel técnico y que los menos avanzados desarrollarán el trabajo de menor categoría y en consecuencia de menor interés para hacer progresar el nivel tecnológico.

El aspecto competitivo se resolvió con la creación de consorcios industriales en los que, junto a las grandes empresas de la RFA, Francia o UK, se agrupaban las industrias de otros países más modestos.

Era natural que en la propuesta de un consorcio para una misión espacial la distribución del trabajo entre las industrias tratase de atribuir a cada industria el producto más adecuado a su capacidad y a su especialización.

Esta situación, en los primeros momentos de las actividades europeas, dada la inexistencia de un desarrollo espacial previo en España, condujo inevitablemente a la atribución de trabajos menos nobles a la industria nacional. Sin embargo, la industria ha realizado un esfuerzo considerable para ganar nivel técnico y acreditar su calidad en trabajos de especialidades progresivamente más y más avanzadas en el ambiente de demanda creciente de nivel técnico que requiere el programa europeo.

Este esfuerzo ha conducido a conseguir una credibilidad de la industria a nivel europeo. En un estudio realizado recientemente por ESA (ESA SP 1012) (cuadro n.º 1) se define los dominios de especialización para España (INTA e industrias).

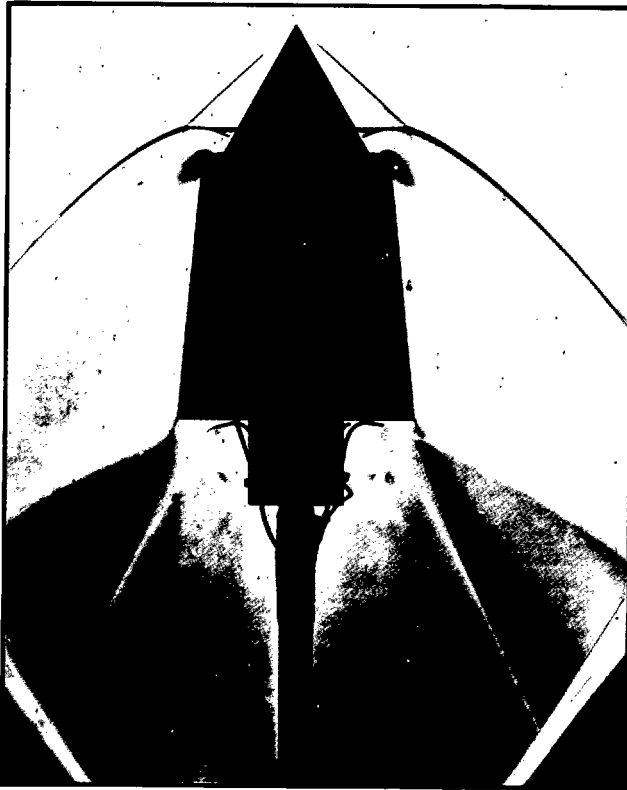
La relación no es exhaustiva, pero pone de manifiesto el inconveniente del programa europeo, que conduce inexorablemente a una discriminación de las firmas, basada en la eficacia de sus prestaciones. Esta situación, que desde el punto de vista industrial es eficiente, y que para las grandes potencias industriales representa una limitación, para los países más modestos conduce a que solamente se desarrollen unos sectores específicos de tecnología espacial, quedando en consecuencia un vacío sectorial de tecnología. La deficiencia se ha tratado de paliar con el desarrollo de un programa nacional.

III. PROGRAMA NACIONAL

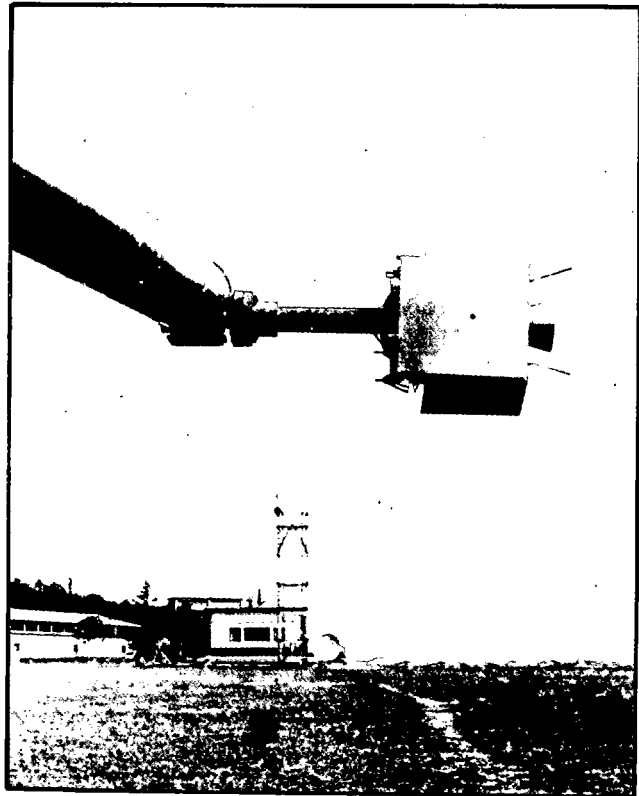
El programa nacional espacial ha sido demasiado modesto y no ha podido dar a la industria el apoyo necesario para complementar sus actividades europeas a un nivel adecuado.

El programa nacional planteaba una situación muy diferente al europeo porque:

- El espectro de tecnología es más amplio, puesto que no se presentan limitaciones sectoriales, pero al mismo



Ensayo en túnel supersónico de una cabeza de cohete



Ensayos de antenas en el satélite europeo OTS

tiempo los requerimientos son más reducidos, tanto a nivel técnico como en urgencia de respuesta.

- Idealmente debería constituir una actividad paralela y complementaria del programa europeo.

De hecho, el desarrollo del programa nacional ha llegado hasta el elemento ideal para cubrir el espectro más amplio de tecnología, un satélite nacional (INTASAT, inyectado en órbita en 1974). Sin embargo este logro, sancionado por su excelente resultado, que debería haber constituido un primer jalón en el programa nacional y continuado con el desarrollo progresivo de satélites en los que se pudieran integrar las nuevas tecnologías, no ha podido tener la continuidad deseada, debido a los escasos y decrecientes recursos destinados al programa nacional. En consecuencia éste, que ha podido prestar una ayuda eficaz a los grupos científicos del país, no ha alcanzado el nivel necesario para prestar la ayuda necesaria a la industria.

Contribución del INTA y de la industria al programa europeo

En el desarrollo del programa europeo solamente tres entidades nacionales han mantenido una actividad permanente, el INTA y las firmas CASA y SENER.

Los volúmenes de contratación obtenidos desde 1972 a final de 1979 han

sido los siguientes:

SENER	17,8 MUC
CASA	16,3 MUC
INTA	8,7 MUC

Otras entidades han participado esporádicamente y en actividades en muchos casos marginalmente espaciales, siendo sus volúmenes de contratación en el mismo periodo inferiores a 1 MUC. Entre estas entidades se citan: ENISA, CTNE, Agromán, Duro, Amerintec, Elesur, Palomero, JEN, ETSIA, Hidroeléctrica Española y Universidad Autónoma de Madrid.

A continuación se resumen las actividades de las tres entidades que responden permanentemente al programa europeo.

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)

El INTA, por su carácter multidisciplinario, ha desarrollado su labor cubriendo un espectro amplio de tecnología, tanto en actividades de diseño, desarrollo y fabricación, como de investigación tecnológica y de operación.

En el cuadro n.º 2 se relacionan los trabajos más significativos realizados.

Construcciones Aeronáuticas, S.A. (CASA)

La participación de CASA en ESA se ha concretado en cuatro áreas bien diferenciadas: cargas útiles para cohetes de

sondeo, estructuras y control térmico para satélites, estructuras y control térmico para Ariane y para Spacelab y contratos de desarrollo tecnológico que a su vez han permitido contratos en nuevas áreas de participación.

A continuación se describe muy sucintamente lo realizado en las cuatro áreas anteriormente citadas.

La realización de cargas útiles para cohetes de sondeo fue el primer trabajo hecho por CASA para ESRO. Estos trabajos fueron muy útiles porque comprendían problemas estructurales, de control térmico, eléctricos de cableado, electrónicos, montajes, integración, ensayos, etc. y además fueron muy diferentes entre sí en tecnología, por la diversidad de cargas útiles y de tipos de cohetes que se emplearon. Se realizaron un total de unas 40 cargas útiles para cohetes Arcas, Centauro, Nike, Skylark, etc., facilitando CASA en todas ellas asistencia técnica a los científicos en las campañas de lanzamiento. La eficacia alcanzada en este campo lo demuestra el hecho de que CASA llegó a ser contratista principal para la realización de cargas útiles hasta que ESRO abandonó esta actividad.

En cuanto al área de estructuras y control térmico para satélites, CASA ha realizado las 3 estructuras del satélite HEOS A2 que fue lanzado en el año 1972, las 5 estructuras y control térmico del satélite COS-B que fue lanzado en

1975 y los paneles solares y mecanismos de orientación del satélite EXOSAT que será lanzado a finales del presente año. En este caso es digno de destacar que se ha pasado por razones tecnológicas (tanto estructurales como de peso y térmicas) de estructuras en aleaciones ligeras y compuestos en fibra de vidrio a estructuras en compuestos de fibra de carbono.

La tercera área de actividad ha sido

la participación en los programas ARIANE y Laboratorio espacial.

CASA, ha tenido una participación más relevante, que comprende la responsabilidad total (diseño, cálculo estructural y térmico, fabricación y ensayos) de las estructuras entredepósitos y delanteras del primer escalón, así como las cajas de conmutación de salvaguardia para el Ariane I, II y III y consolas para el

campo de lanzamiento. Con responsabilidad limitada a la fabricación, CASA realizó también la caja de equipos, elemento primordial del lanzador porque sirve de soporte al satélite, a la cubierta protectora y a los equipos de control y mando, así como todas las válvulas correctoras del efecto POGO, que tienen importancia capital en la fase de lanzamiento.

Finalmente se resume la participación en programas de desarrollo tecnológico. En este campo CASA está trabajando con gran interés y con éxito notable, confirmando que es la forma más eficaz y alentadora para crear tecnología.

CASA, ha realizado una instalación en ESTEC para el ensayo automático de baterías de uso espacial y adquisición de datos en tiempo real. También ha realizado un obturador que puede permitir una regulación térmica de satélites, así como un estudio paramétrico para la reducción de masa en los mismos. Últimamente CASA está concentrada en dos contratos que ya han comenzado a producir capacidad de tecnología propia. Uno de ellos corresponde al estudio y diseño de un gran reflector de alta estabilidad desarrollado en fibra de carbono con dimensiones totales de 3400 x 2280 mm. Este estudio, ya muy avanzado, ha permitido un avance en línea internacional en el diseño, cálculo y ensayos de compuestos de fibra de carbono que promete aplicaciones futuras, y ha servido para obtener un contrato de ESA para la realización de dos antenas del satélite L-SAT (en dura competencia con las industrias espaciales europeas), lo que permitiría en un futuro próximo trabajar en esta área en una actividad tan prometedora como los satélites de comunicaciones. El segundo contrato corresponde al estudio y desarrollo de una antena de apertura sintética que tiene aplicación en los satélites de teledetección. El avance y bondad de los estudios realizados ha permitido obtener, con una ventaja técnica apreciable sobre otros competidores europeos, un contrato para realizar una antena para la medida y análisis de vientos que será utilizada en el satélite de teledetección ERS-1 y competir directamente, en condiciones técnicas globales muy favorables, para obtener la antena de apertura sintética del mismo satélite.

SENER

Esta firma ha realizado un gran esfuerzo para participar en el programa europeo al nivel más elevado y de hecho ha pasado en pocos años de proveedor a contratista y del desarrollo de equipos simples al de material de vuelo sofisticado. Se trata de una empresa que diseña, integra y ensaya todos sus productos y, en consecuencia, cubre todas las fases de la tecnología espacial.

Las actividades de SENNER han cubierto tres áreas bien definidas, según se inserta en el Cuadro n.º 3. ■

CUADRO N.º 3

Equipos, sistemas y estudios para la operación de vehículos lanzadores y cargas útiles en tierra

En este sector se incluyen:

Cohetes de sondeo.

Diseño e instalación de la torre de lanzamiento del cohete Skylark en el FSRANGE, estación de lanzamiento de cohetes de sondeo de FSRO situada en Kiruna (Suecia).

Vehículo inyector Ariane.

En relación con este programa ha realizado los siguientes trabajos:

- Diseño e instalación de la plataforma de lanzamiento en el CSG, situado en Kourou (Guayana francesa).
- Estudio de vibraciones del vehículo.
- Diseño de instalación de la torre umbilical.
- Diseño e instalación de los brazos umbilicales.

- Equipos de soporte mecánico en tierra.

Esta actividad ha comprendido:

- Diseño básico del equipo para los satélites: COS-B, OTS y ECS.
- Diseño y realización del equipo para el satélite GEOS.
- Diseño, desarrollo e instalación del equipo para el Spacelab (en colaboración con el INTA).

Equipo de vuelo

La firma se ha especializado en mecanismos y estructuras extensibles (retractables de satélites y vehículos espaciales) incluyendo la electrónica y pirotecnia asociadas, dominio en el que ha alcanzado un merecido prestigio. Dentro de este dominio se mencionan los siguientes trabajos, que comprenden diseño y realización:

- Antenas desplegadas del satélite de exploración de la magnetosfera ISEE-B.
- Mástil desplegable para la nave europea de la misión ISPM (International Solar Polar Mission).
- Mecanismo de enfoque de la cámara para objetos débiles (FOC) del Space Telescope de NASA (cooperación ESA-NASA).
- Sistema de barrido oscilante OSMA.

Estudios y análisis de sistemas e instalaciones de aplicación general espacial.

En esta actividad se incluyen trabajos diversos como:

- Desarrollo de proyectos básicos de sistemas de vuelo (satélite TD-1).
- Estudio de instalaciones de tierra (centro de proceso de datos de la plataforma aérea para teledetección ERAF, centro de control del satélite Aerosat).
- Participación en la construcción de la Estación Espacial de Villafranca del Castillo de ESA.

A large satellite dish antenna structure, likely the Madrid Radio Telescope, is shown from a low angle looking up. The dish is a complex metal lattice structure that curves away from the viewer towards the right. The sky is a clear, bright blue. The title text is overlaid on the top left of the image.

ESTACIONES ESPACIALES EN ESPAÑA

MANUEL CORRAL BACIERO

La instalación y operación de estaciones espaciales en España comienza en 1960, a través de la cooperación INTA-NASA con la estación espacial de Gran Canaria, la cooperación INTA-CNES (Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia), con la estación de las Palmas y el acuerdo con la Organización Europea de Investigación del Espacio para el emplazamiento de una estación en Villafranca del Castillo.

Actualmente, las instalaciones de seguimiento de vehículos espaciales en activo son:

- Estación Espacial de Madrid (INTA-NA-SA), formada por los complejos de Robledo I, Robledo II y Fresnedillas-Navalagamella.
- Estación Espacial de Villafranca del Castillo (ESA-INTA).
- Estación Espacial de Maspalomas (INTA-ESA).

ESTACION ESPACIAL DE MADRID

Fue construida y funciona al amparo de acuerdos bilaterales de cooperación científica firmados el 29 de enero de 1964 y el 11 de octubre de 1965 entre España y EE.UU. para la investigación del Espacio.

De las cuatro instalaciones (Robledo I, Robledo II, Fresnedillas y Cebreros) con que contaba, mantiene en la actualidad las tres primeras, debido a la desactivación de Cebreros el 30 de noviembre de 1981, por la política de reducción de gastos aplicada por la administración Reagan a los programas espaciales.

Cada una de las tres instalaciones está concebida como unidad operativa independiente y autosuficiente y dispone de los elementos necesarios (antena, equipos electrónicos, servicios auxiliares, etc.) para funcionar con autonomía.

Señalemos aquí que los 300 operarios altamente especializados de la Estación Espacial de Madrid son españoles pertenecientes al INTA, habiendo sustituido paulatinamente y con resultados totalmente positivos al personal americano que ope-

raba las instalaciones al principio. Esta sustitución se produjo con carácter total en 1969, Cebreros; 1970, Robledo I; 1972, Fresnedillas; 1973, Robledo II.

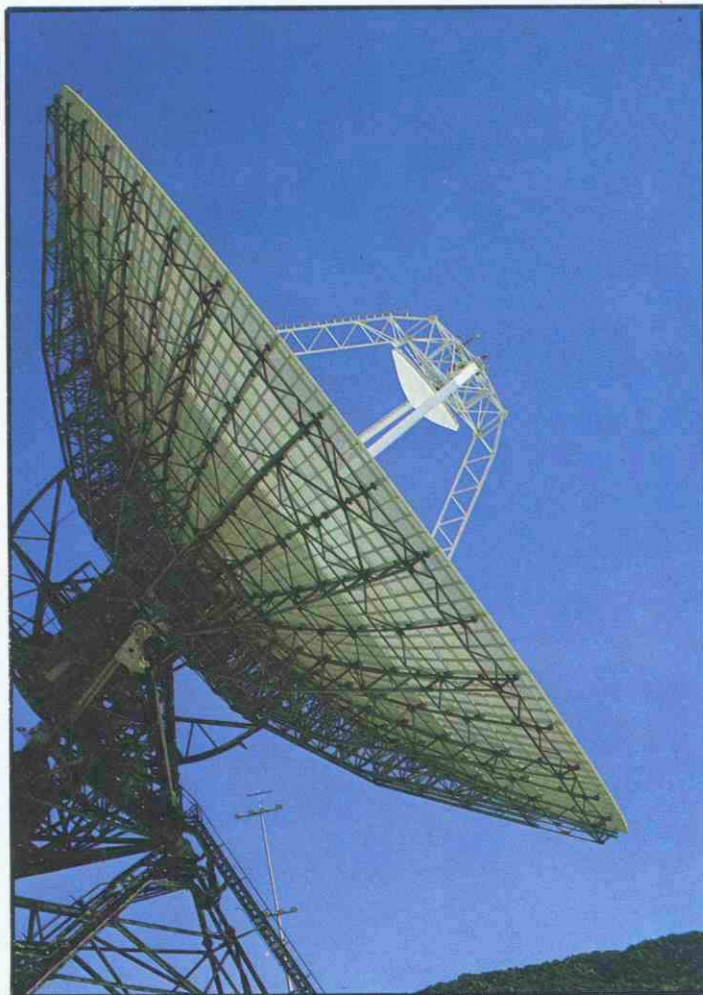
INSTALACIONES DE ROBLEDO I (DSS-61)

Robledo I, la más antigua de las instalaciones de la Estación Espacial de Madrid, está integrada en la Red del Espacio Lejano (DSN). Entró en servicio en julio

Actualmente, después de varias modificaciones, posee una sala de control combinada con la Instalación de Robledo II (DSS-63) y una antena de 34 mts. para las bandas S y X.

Robledo I consta de cinco edificios (operaciones, central eléctrica, auxiliar de la antena, laboratorio de calibración y reparaciones y cafetería).

En marzo de 1970, NASA transfirió al INTA la responsabilidad de su funcionamiento y conservación.



Robledo: Antena de 34 mts. para seguimiento de naves en el espacio lejano. Proyectos lunares y planetarios

INSTALACION DE FRESNEDILLAS-NAVALAGAMELLA (STDN-Madrid)

Entró en servicio en el año 1967 y fue construida al mismo tiempo que las estaciones correspondientes de Australia y California, para asegurar el contacto directo e ininterrumpido con los astronautas durante las misiones lunares, a pesar de la rotación de la Tierra.

Está dotada, entre otras, de una antena de 34 metros de diámetro que puede trabajar simultáneamente en las proximidades de los 2 GHz y de los 400 MHz gracias a su subreflector dicróico (transparente a ciertas frecuencias). Los reamplificadores son del tipo MAJER y paramétrico y funcionan en doble canal cada uno de ellos, para la captación de señales en la modalidad de diversidad. Su característica fundamental es la gran capacidad de su canal de información que le permite recepción de datos a una velocidad del orden de los 5 megabits por segundo, pudiendo mantener simultáneamente un canal de televisión en color directo con las naves espaciales.

Debido a la multiplicidad de misiones espaciales en las que participa, esta instalación está dotada de equipo muy variado para poder adaptarse a las necesidades de los distintos vehículos espaciales que se comunican a través de ella.

de 1965, con el tiempo justo para participar en la recepción de las históricas fotografías de Marte transmitidas por el Mariner 4, las primeras que el hombre obtenía de cerca de otro planeta.

La Instalación de Fresnedillas está integrada en la red STDN de la NASA y viene realizando un papel primordial en todos los vuelos tripulados (Apollo, Skylab, Apollo-Soyuz) habiendo sido durante cientos de horas el principal contacto de los astronautas con la Tierra.

INSTALACION DE ROBLEDO II (DSS-63)

Se empezó a construir a mediados de 1970, dentro del mismo recinto de Robledo I. El situar juntas ambas Instalaciones permite compartir el uso de ciertos servicios, reduciéndose así el coste inicial de las obras y el de su posterior funcionamiento. Su entrada en servicio tuvo lugar en septiembre de 1973.

Utiliza una gigantesca antena parabólica de 64 metros de diámetro, 7.000 toneladas de peso total y de altura equivalente a un edificio de 21 pisos, que puede girar y orientarse hacia cualquier punto del espacio.

La construcción de esta Instalación llevó consigo importantes ampliaciones en edificios y equipos. Se acondicionó una gran sala de control para alojar modernos receptores y transmisores en banda S y computadores y equipos analógicos y digitales; además, se amplió la central eléctrica hasta 4.850 kilovatios y se construyeron modernos laboratorios, un transmisor más potente, etc.

Esta nueva Instalación de la red DSN aumentó extraordinariamente las posibilidades actuales de comunicación con vehículos espaciales, permitiendo recibir mayor información por unidad de tiempo y mantener comunicación con dichos vehículos a distancias de miles de millones de kilómetros de la Tierra.

A fin de comprender la distribución de misiones entre las instalaciones de la Estación Espacial de Madrid, señalemos las características de las redes DSN y STDN, utilizadas por NASA para la adquisición de datos y seguimientos de naves espaciales.

La DSN (Deep Space Network o Red del Espacio Lejano) utilizada para la exploración científica de la Luna, los planetas y el espacio interplanetario, funciona bajo la dirección técnica del Laboratorio de Propulsión a Reacción JPL. Tiene estaciones en los Estados Unidos (Goldstone, California), Australia (Camberra) y España (Instalaciones de Robledo I y de Robledo II). La estratégica situación de estas estaciones permite el seguimiento

and Data Network o Red de Seguimiento y Adquisición de Datos de Vuelos Espaciales), utilizada básicamente para vuelos tripulados, satélites terrestres y sondas lunares, funciona bajo la dirección del Centro de Vuelos Espaciales Goddard (GSFC) y consta de 16 estaciones repartidas por toda la Tierra, entre ellas, la Instalación de Fresnedillas, Navalagameilla. Su centro de control está en Greenbelt (Maryland). Ha participado en apoyo de los proyectos tripulados Mercury, Gemini, Apolo, Skylab, Apolo-Soyuz y un gran número de satélites científicos y de aplicación terrestre.

A lo largo de sus 17 años de existencia la Estación de Madrid ha sido pieza esencial en todos los programas espaciales de la NASA.

Desde su inauguración, las estaciones de la red DSN han estado presentes en el seguimiento y control de las misiones a la Luna; LUNAR ORBITER, SURVEYOR, APOLLO y a los Planetas del Sistema Solar: PIONEER, MARINER, VIKING, HELIOS y la estación de la red STDN ha cubierto un papel primordial en los vuelos APOLO, APOLO-SOYUZ, SKYLAB y SPACE SHUTTLE, entre los más destacados.

En un cuadro aparte se recogen las misiones en que ha participado la Estación Espacial de Madrid entre 1977 y 1980, y en la actualidad cubre a través de Robledo I y II el seguimiento de las naves correspondientes a los programas VOYAGER I (destinado a abandonar el Sistema solar) y II (camino de Urano 1986 y Neptuno 1989), PIONEER X y XII (ambos saldrán del Sistema solar permitiendo ver hasta dónde llega la influencia del sol), XII (orbitando en Venus), HELIOS (espacio interplanetario) y VIKING (Marte). A través de la instalación de Fresnedillas (STDN), sigue:

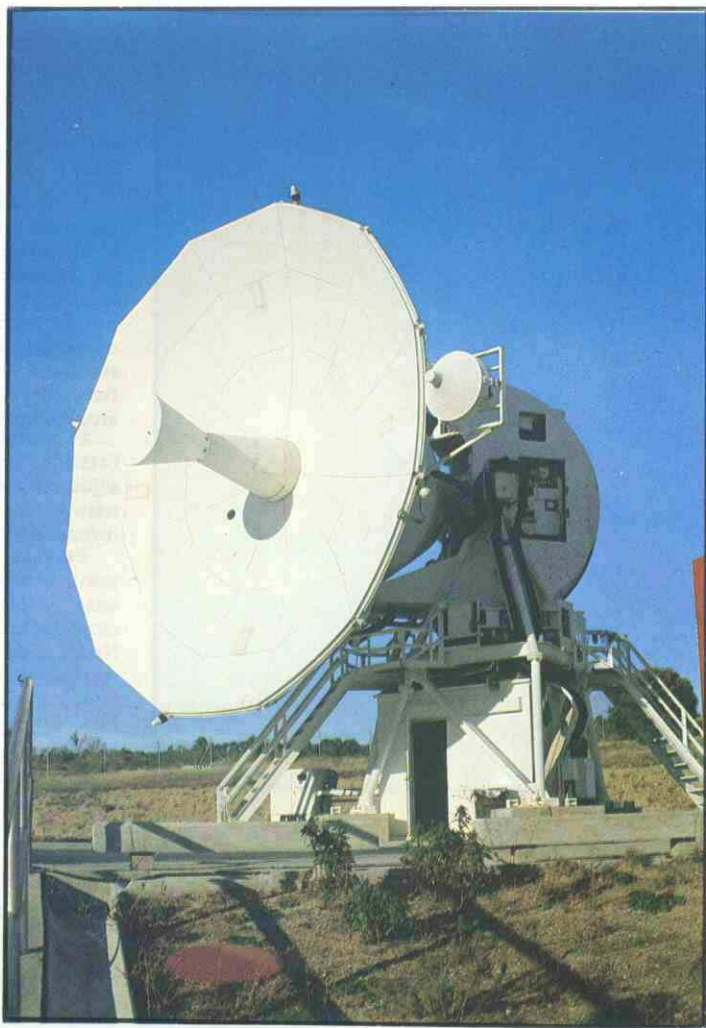
DINAMIC EXPLORER 1 y 2:

Estudios de la atmósfera terrestre.
INTERNATIONAL SUN EARTH EXPLORER 1, 2 y 3:

Estudios de la interrelación Sol/Tierra en aspectos distintos a la luz y el calor.

ininterrumpido de vehículos espaciales lejanos, a pesar de la rotación de la Tierra. Su centro está en Pasadena (California). Ha intervenido en los proyectos Ranger, Lunar Orbiter, Surveyor, Mariner, Pioneer, Helios y Viking.

La red STDN (Spaceflight Tracking



Fresnedillas: Antena de la red STDN para control de vuelos tripulados, satélites terrestres y sondas lunares

ESTACION ESPACIAL DE MADRID

— MISIONES —

	1977	1978	1979	1980
DSN	Pioneer VI			
Robledo I	Pioneer VII			
Robledo II				
Cebreros	Pioneer VIII			
	Pioneer IX			
	Pioneer X	—	—	—
	Pioneer XI	—	—	—
		Pioneer XII	—	—
		Pioneer XIII	—	—
	Helios I	—	—	—
	Helios II	—	—	—
	Viking I	—	—	—
	Viking II	—	—	—
	Voyager I	—	—	—
	Voyager II	—	—	—
STDN (Fresnedillas)	ISEE 1	—	—	—
	ISEE 2	—	—	—
		ISEE 3	—	—
	LANDSAT 1	—	—	—
	LANDSAT 2	—	—	—
		LANDSAT 3	—	—
	GEOS 3	—	—	—
	OSO 8	—	—	—
	AE 2	—	—	—
	ALSEP	—	—	—
		SKYLAB	—	—
		SEASAT	—	—
		HCMM	—	—
		NIMBUS 7	—	—
			MAGSAT	—
			HEAD 3	—
			SAGE	—
				SMM

LANDSAT 2 y 3

Solamente el control de estos satélites de recursos terrestres.

NIMBUS 7:

o Control del estado de vida y órdenes a este satélite meteorológico.

SAGE:

o Satélite para el estudio de la capa de ozono que recubre la atmósfera terrestre.

SNE:

Para estudios de la variación de la magnetosfera solar.

SMM:

Para estudios del Sol en su fase de actividad máxima.

STS:

Seguimiento de los vuelos del programa Space Shuttle.

ESTACION DE VILAFRANCA DEL CASTILLO

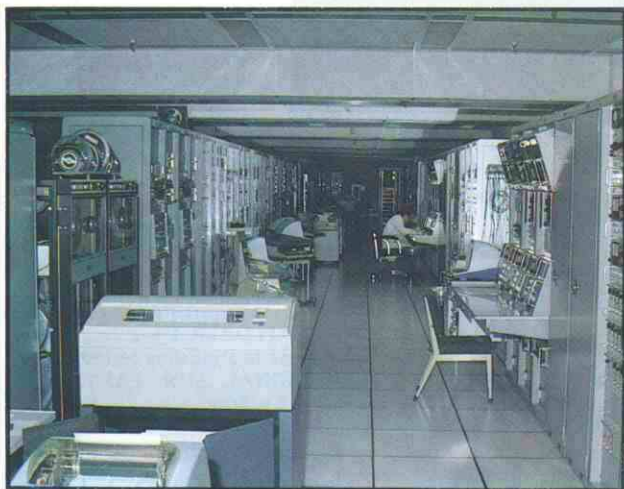
Es la más moderna de las estaciones espaciales en suelo español, propiedad de la Agencia Espacial Europea (ESA/AEE). Su existencia es fruto de un acuerdo firmado el 2 de agosto de 1974 entre España y ESA sobre el establecimiento y operación de una estación de control de satélites geoestacionarios, siendo Villafraña del Castillo el lugar elegido para la instalación.

El mantenimiento y explotación de la Estación fue sacado a concurso por ESA adjudicándosele al INTA mediante contrato bianual actualmente prorrogado por tiempo indefinido.

Para la administración, operación y mantenimiento, la Estación cuenta con unas 70 personas, la mayoría españolas, contratadas a través del INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial), por la Agencia y la Dirección corre a cargo de la Agencia, que tiene destacados 6 miembros. En este momento el Director es un español.

La misión fundamental de la estación

Fotografías inferiores: A la izquierda, la sala de operaciones del Complejo de Robledo. A la derecha, la consola de control de Fresnedillas, centros neurálgicos de la Estación Espacial de Madrid.



es el seguimiento y control de satélites geoestacionarios con dependencia directa del Departamento de Operaciones del Centro Europeo de Operaciones del Espacio (ESOC) con sede en Darmstadt (Alemania), responsable del control de todos los satélites artificiales de la Agencia.

La inauguración oficial tuvo lugar el 12 de mayo de 1978 por Sus Majestades los Reyes de España. El primer satélite, y por ahora más importante proyecto que se ha controlado desde la misma, es el IUE, Explorador Internacional del Ultravioleta, que fue lanzado desde Cabo Cañaveral el 26 de enero de 1978. Es un proyecto de cooperación entre NASA (Agencia Espacial Norteamericana), AEE (Agencia Espacial Europea) y SRC (Consejo de Investigaciones Científicas del Reino Unido). El objetivo de esta misión es tener un telescopio para investigación astrofísica situado fuera de la atmósfera que pueda recoger la energía ultravioleta radiada por objetos estelares.

El primer espectro obtenido fue el de la estrella α Auriga (Capella) y desde entonces, la Estación ha obtenido, procesado y archivado más de 7.000 imágenes espectrales de más de 1.500 objetos celestes entre los que se pueden contar cometas, planetas, estrellas, galaxias, nebulosas, medio interestelar, novas, supernovas, cúasares, etc.

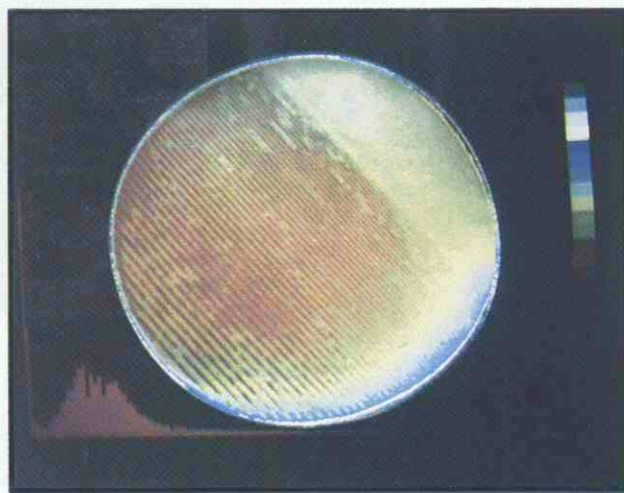
Desde esta Estación también se han mandado más de tres millones de telemandos, habiendo maniobrado el satélite más de 30.000 veces.

Los responsables de la estación nos han resumido la importancia del programa IUE para los investigadores:

"Más de 400 astrónomos de 20 países distintos han hecho uso del IUE a través de la Estación y el interés de la comunidad científica europea es muy grande, como lo demuestra el hecho de que el primer año tuvimos 52 peticiones



Villafranca del Castillo: Arriba, el Centro de Control general de la estación. Abajo izquierda, el Centro de Control del satélite IUE y, a la derecha, espectro ultravioleta de una estrella caliente obtenido por el satélite IUE y mostrado tal como se recibe en los monitores de la estación de Villafranca de la Agencia Espacial Europea



de observación, pasando a unas 150 el segundo, 166 el tercero y 186 el cuarto. Si tuvieran que aceptarse todas las peticiones, se requeriría cuatro veces más tiempo del que tenemos, ya que ESA sólo dispone del satélite 8 horas en días alternos para obtener datos (las 16 restantes están a disposición de NASA, y el SRC dispone de ocho alternando con ESA. Solo en dos observatorios del mundo pueden obtenerse imágenes procedentes de radiación ultravioleta: en Villafranca (VILSPA) y en Goddard SFC, y los dos siguiendo al satélite IUE. Además, en Villafranca no hay problemas de nubes y malas condiciones de observación ya que el telescopio está a 36.000 km de la tierra, donde no hay atmósfera. También se le asegura al astrónomo que podrá ver el hemisferio norte y el hemisferio sur celestes: ningún observatorio terrestre puede cumplir esta condición, lo que hace que podamos observar todos los objetos celestes si exceptuamos el Sol. Más de 260 artículos han sido publicados con datos obtenidos del IUE, el 50% de los cuales han sido obtenidos en Villafranca, comprendiendo estudios de objetos extragalácticos como cuásares, galaxias, medio intergaláctico, estrellas calientes y frías, enanas, púlsares, medio interestelar, el sistema solar, exceptuando el Sol y Mercurio, pudiendo destacar el hecho de haber observado cuatro supernovas y otros tantos cometas. Con ello se han mejorado los conocimientos del Universo sustancialmente.

Para el proyecto OTS, satélite de investigación para el desarrollo de las comunicaciones, Villafranca cuenta con una antena de 3 mts. desde donde se efectúan medidas de distancia y un equipo para estudiar la propagación de señales en banda KV. La Estación participó también en el proyecto GARP (Global Atmospheric Research Program) en el año 1979, siguiendo el satélite GOES-I. Este proyecto pretende estudiar globalmente la atmósfera de la Tierra. Para ello se contaba con cinco satélites meteorológicos geoestacionarios (tres americanos, uno europeo y uno japonés) que tomaban una fotografía de la Tierra cada media hora (en luz visible y en infrarrojo), así como múltiples plataformas para la adquisición de datos meteorológicos. Todos los datos eran recogidos y procesados en grandes centros como el ESOC en Darmstadt. Se espera que estos datos permitan, en un futuro próximo, mejorar el conocimiento de la meteorología para conseguir predicciones de varios días con precisión.

Otro proyecto de gran importancia para la Estación es el lanzado con éxito por el cuarto Ariane el 20 de diciembre de 1981 (MARECS), satélite que dará gran calidad de comunicaciones de todo tipo entre barcos y la costa, así como entre los barcos. Con este satélite se pretende también hacer experimentos de detección de desastres marítimos, búsqueda y rescate, aprovechando que desde la posición privilegiada del mismo es posible



ver todo lo que sucede en un océano como el Atlántico. También se está poniendo a punto otro experimento (PRO-SAT) con este satélite, en el que España tiene un gran interés, que consistirá en

probar la capacidad del mismo para comunicar estaciones fijas de Tierra, como centros de control, con todo tipo de estaciones móviles, tales como aeronaves, barcos o camiones.



De izquierda a derecha y de arriba a abajo:

Fresnedillas, consola de comunicaciones en video desde satélites

Villafranca, Antenas para el satélite IUE de ESA. A la izquierda la de Banda S y a la derecha la de VHF

Villafranca, Antenas de satélites MARECS, GOES e IUE

Villafranca, Centro de proceso de datos para explotación y manejo de toda la información recibida desde los satélites que opera este Centro de la Agencia Espacial Europea



Finalmente, está previsto que la Estación participe como enlace principal en el seguimiento del proyecto EXOSAT para la detección de fuentes de Rayos X celestes, que volará a finales de 1982.

ELEMENTOS DE UNA INSTALACION

- Edificios en los que se alojan los equipos eléctrico, electrónico e hidráulico necesarios para un seguimiento espacial de gran precisión y sistemas que proporcionan calefacción, ventilación, alumbrado, agua, protección contra incendios y energía a los equipos y sistemas utilizados (computadores, receptores especiales, sistemas analógicos y digitales, transmisores en banda S, televisión en blanco y negro y en color, subpatrones de tiempos, amplificadores MASER, equipos de comunicaciones, etc.) y del personal encargado de operar, calibrar y mantener dichos equipos.

Se incluyen, además, laboratorios, cafetería, dormitorios, oficinas y planta de energía.

- Una antena orientable de 26, 34 ó 64 metros de diámetro capaz de seguir automáticamente vehículos espaciales y recibir sus señales desde cientos de millones de kilómetros, debido a su extraordinaria ganancia, que equivale a aumentar un millón de veces la potencia del transmisor. Estas antenas pueden orientarse a cualquier punto del espacio con precisión de milésimas de grado, a pesar de su enorme peso y dimensiones.

- Uno o dos amplificadores MASER de gran ganancia, que procesan datos con más pureza que cualquiera de los existentes actualmente y requieren una temperatura de 269° bajo cero, es decir, sólo 4° más alta que la de cero absoluto, a la cual el volumen de un gas se haría cero.

- Varios receptores ultrasensibles capaces de extraer información de velocidad radial y distancia a vehículos espaciales y recibir los datos científicos, fotografías, televisión, etc. que éstos envían con posibilidades de comunicación oral y por imágenes con las naves.

- Equipos generadores y sincronizadores de tiempo cuya exactitud es tal, que adelantarían o retrasarían menos de un minuto en 200.000 años de funcionamiento.

- Impresoras ultrarrápidas capaces de leer datos de ingeniería e imprimirlos a 80.000 caracteres por minuto.

- Una logística que, por ejemplo, en Fresnedillas supone un almacén con 25.000 artículos, por valor de 3,2 millones de dólares catalogados y disponibles por un sistema informático conectado entre todas las estaciones de las redes STDN y SDN del mundo.

- Una plantilla de técnicos altamente especializados capaces de utilizar, calibrar, reparar y mantener cualquier equipo de la instalación, comunicarse con las centrales de la red por líneas de voz y proporcionar una gran seguridad de funcionamiento en sus actividades conjuntas con el centro de operaciones y otras estaciones de ultramar.

LAS FUNCIONES BASICAS DE UNA INSTALACION, EN CONTACTO CON UN VEHICULO ESPACIAL SON:

- Seguimiento- Mantener contacto con el vehículo espacial para producir datos radio-métricos a través de los cuales se pueden calcular la posición, velocidad y trayectoria del vehículo y hacer las correcciones necesarias para cambiar su rumbo en pleno vuelo.

- Telemida-Recibir la información transmitida por vehículos sobre el estado de los sistemas de a bordo, datos científicos obtenidos, estado de los astronautas -en vuelos tripulados- transmisiones de televisión, etc.

- Telemando- Transmitir, cuando es necesario, señales de mando a los vehículos espaciales para modificar su trayectoria, variar su orientación, poner en funcionamiento cámaras fotográficas, conectar o desconectar determinados equipos, iniciar, parar o modificar programas de actividades almacenadas en la memoria de a bordo etc.

En el caso particular de vuelos tripulados, reviste especial interés el mantener comunicación con los astronautas, conservando con ellos y enviándoles instrucciones a través de la instalación correspondiente en forma análoga a como puede hablarse con un piloto de avión desde la torre de control de un aeropuerto. Además, como función accesoria y dadas sus especiales características, estas instalaciones se pueden emplear para estudios de radioastronomía.

MASPALOMAS

Esta pequeña estación de propiedad española situada en Gran Canaria fue desactivada por NASA, siendo parcialmente reactivada por la CONIE en 1980

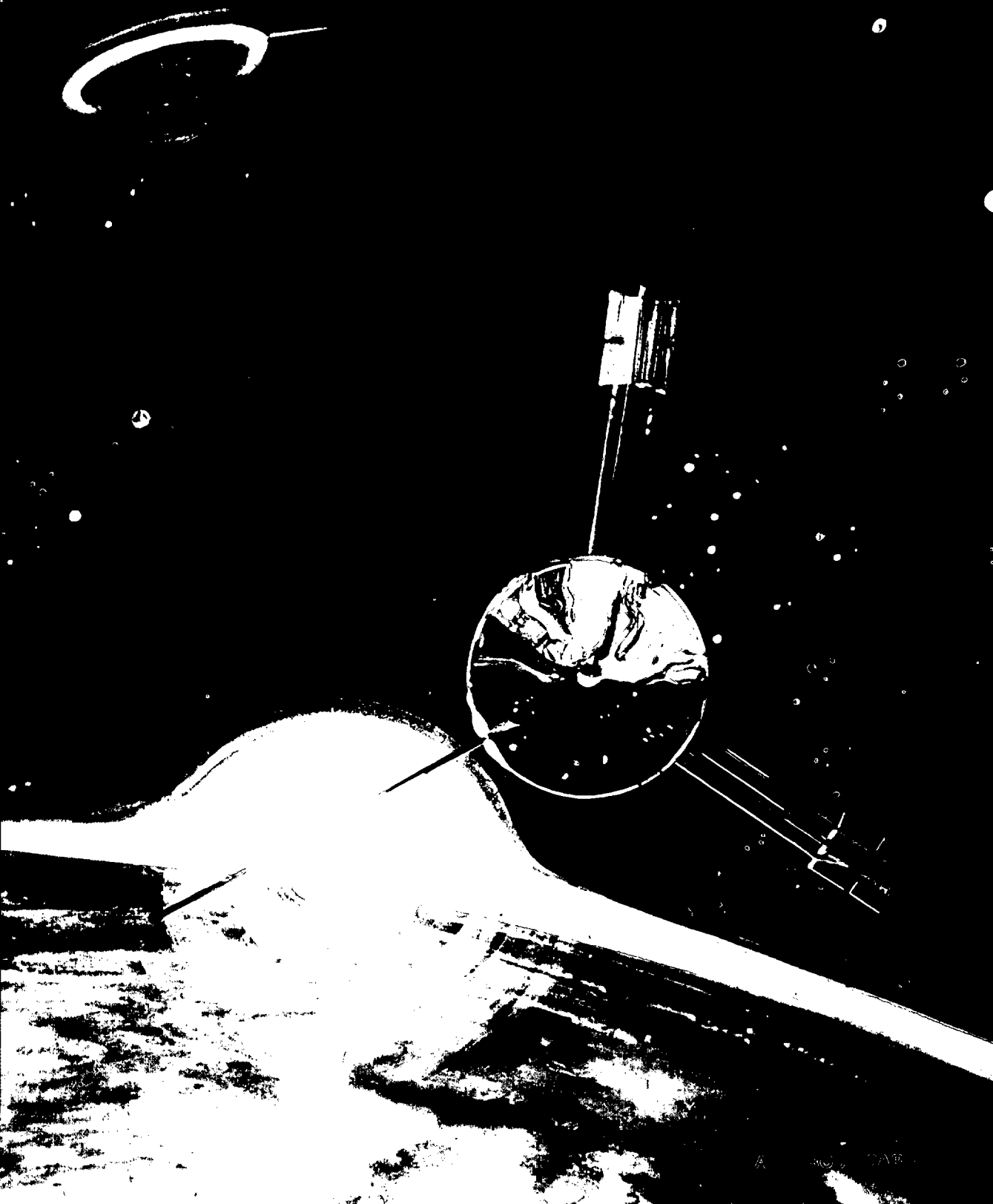
con objeto de ponerla a disposición de ESA para recogida de datos procedentes del satélite científico norteamericano NIMBUS-7, manteniendo en la actualidad una pequeña plantilla de 6 personas. ■



¡ANDA,
PUES ES
VERDAD
QUE EL
ESPACIO ES
FINITO!

hablo

MAS ALLA DEL AÑO 2.000



1.º INTRODUCCION

Como en toda actividad de prospectiva, acertar en lo que pueda acontecer más allá del año 2000 en el campo de la investigación y uso del espacio es más cuestión de suerte que de análisis; pero dice el refrán que la suerte es de los audaces, y por tanto, voy a permitirme el don de la profecía bien a sabiendas que mucho de lo que voy a decir me avergonzará, si vivo todavía, el año 2000, y no digamos a mis descendientes el 2100.

Para atacar con un cierto estilo rigorista el problema, hagamos unas ciertas predicciones de cuáles serán las condiciones de contorno en la época inmediata al fin de siglo. Estas serán, usando la tecnología espacial:

a) Comunicaciones y navegación

b) Análisis de recursos terrestres (agrícolas, hidrológicos, mineros) y medida de la contaminación. Oceanografía y meteorología.

c) Producción industrial: Nuevos materiales y productos, generación de energía.

d) Defensa: Control y vigilancia, accesibilidad de puntos muy lejanos.

e) Investigación y desarrollo: Estudio del sistema solar y del universo en general, estudio del planeta Tierra desde el espacio.

Todo ello presupone dos logros fundamentales:

1. **Accesibilidad** al espacio, de forma sistemática e incluso preprogramada, como son los horarios de trenes actuales.

2. **Permanencia** en el espacio de tripulaciones o máquinas automáticas que hagan tareas de soporte y mantenimiento de los equipos allí instalados.

2.º LA OCUPACION DEL ESPACIO PROXIMO

Con el desarrollo de las grandes

Página anterior: Llegará a ser cotidiana esta imagen de un ingenio espacial abandonando a alta velocidad nuestro Sistema Solar



Fig. 1

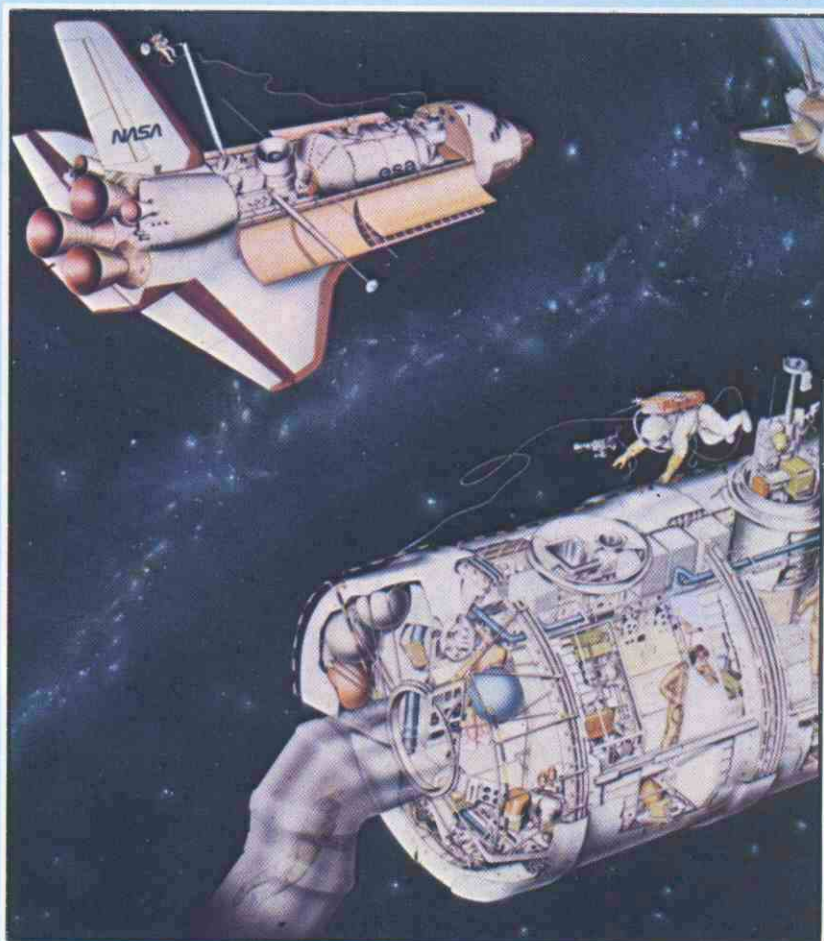


Fig. 3

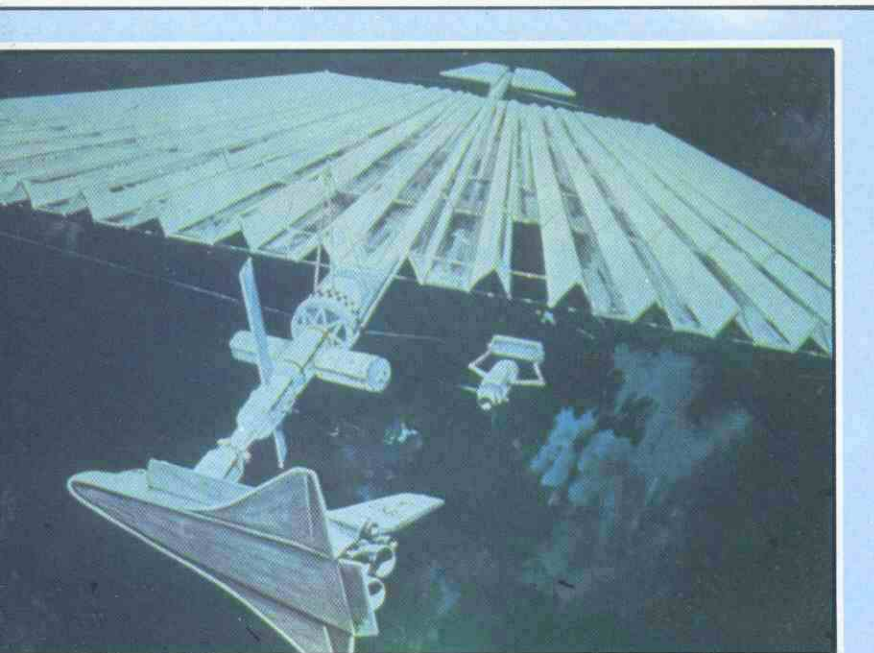


Fig. 2

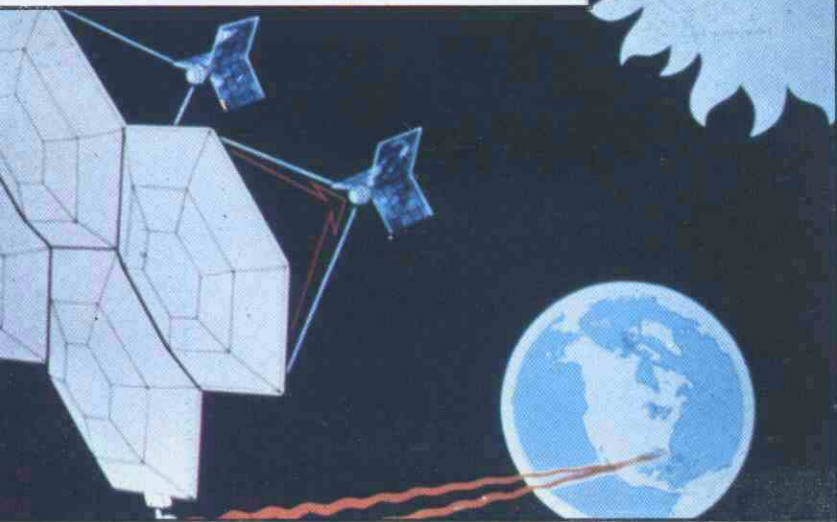


Fig. 4

estructuras soporte de aplicaciones múltiples (fig. 1), se abre el camino para el establecimiento de grandes plataformas, de dimensiones hasta poco tiempo inimaginables, en órbita geostacionaria (GEO), siendo dichas plataformas montadas en GEO, o montadas en órbita baja (LEO), para luego ser transportadas de LEO a GEO.

Estas grandes estructuras (fig. 2) que se integrarían a través del uso extensivo de derivados avanzados de la lanzadera espacial, constituirán el almacén, lugar de reposo y centro avanzado para los trabajos a realizar en órbita alrededor de la Tierra. La figura 3 es una imagen, previa al año 2000, de cómo pueden empezar a implementarse estas estaciones espaciales a base del uso de módulos del Laboratorio Espacial Europeo (Spacelab), cuya primera unidad de vuelo se ha entregado recientemente a la NASA.

Las plataformas orbitales tendrán capacidad para albergar, en los albores del siglo XXI centenares, sino millares, de personas, y sus aplicaciones no serán exclusivamente industriales o militares, sino que tendrán una vertiente turística, con viajes organizados desde la Tierra, e incluso una vertiente médica para aquellas personas a las que beneficie una gravedad inferior a la de la Tierra.

La capacidad de construir grandes estaciones, lo que presupone unos medios de transporte espacial adecuados, lleva inevitablemente a especular sobre estructuras en órbita realmente grandes, masas de decenas de miles de toneladas y dimensiones en Kms. tales como las centrales espaciales de generación de energía (fig. 4), o las estaciones residenciales autosuficientes, pequeños planetas en miniatura con capacidad para miles de personas.

3.º LA INDUSTRIALIZACION DEL ESPACIO

Para llegar a fabricar los enormes sistemas enunciados, hay que procurar ser energéticamente eficientes, o nunca llegaremos al término. Eso obliga a pensar en utilizar la Luna y los asteroides como fuentes de materias primas, para evitar el sumidero gravitatorio terrestre, al que hay que añadir el efecto de fricción de la atmósfera. Es pues lógico pensar que en el siglo XXI se utilizará la

Luna como base de operaciones, aprovechando la posibilidad de levantar de su superficie cualquier tipo de material en **vuelo horizontal**. La figura 5 da una idea de cómo sería uno de los múltiples aceleradores magnéticos lineales, que aprovechando la ausencia de atmósfera en la Luna, y su relativamente baja velocidad de escape, permitiría eyectar material lunar de forma tangente a su superficie, y enviarlo a cualquiera de los puntos de liberación en equilibrio en el sistema Tierra-Luna.

Por el mismo sistema de aceleradores lineales, quizás alimentados por células solares (figuras 6 y 7) se podría utilizar el propio material de un meteorito o asteroide para propulsarlo a órbita próxima a la Tierra y allí extraer sus minerales para fabricar las estaciones espaciales. Indudablemente se perdería a una gran parte de la masa inicial del meteorito, al usarla como masa de reacción, pero lo que quedara podría hacer interesante el esfuerzo.

Esto mismo sería posible para, por ejemplo, aportar agua a los anillos de Saturno, a base de mover los bloques de hielo grandes que los constituyen en parte, y fundiéndolos parcialmente y usando el hidrógeno y el oxígeno obtenido del agua resultante, llevarlos a caer en Marte, por ejemplo, y aumentar de forma espectacular el contenido de vapor de agua de su hoy débil atmósfera. Es evidentemente una quimera hoy, pero más quimera era elevarse por la atmósfera hace un par de siglos y al poco los Montgolfier iniciaron la era aerostática, que precedió a la aeronáutica, la cual, y desde hace años, mueve más cargas sobre el Atlántico que todas las flotas mercantes reunidas.

Aplicando el mismo baremo, me es casi ridículo pensar en llevar hielo a Marte, quizás lo que se lleve es todo el satélite Titán a un punto diametralmente opuesto en la órbita terrestre, o por qué no al propio Marte y acondicionarlo para la vida humana.

En definitiva, en el espacio estarán las grandes centrales generadoras de energía, con mayor capacidad para radiar calor al espacio y evitar pues un crecimiento espectacular en el aumento de entropías en la Tierra, y con ellas los centros fabriles, estando las minas de materias primas en los asteroides, satélites y pla-

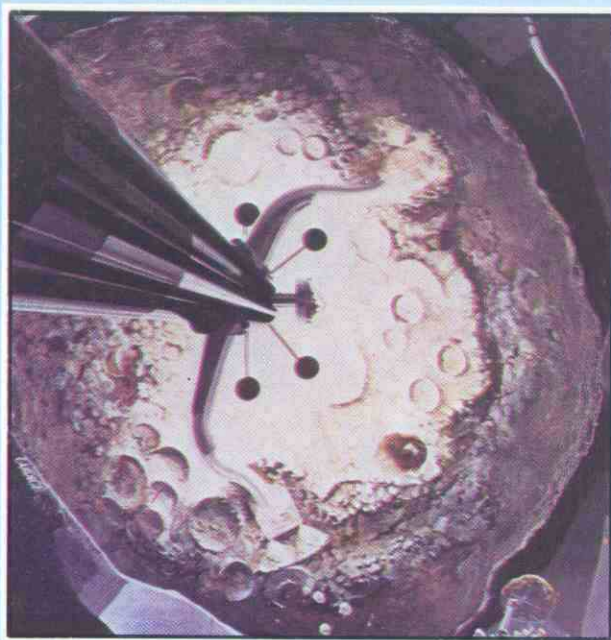
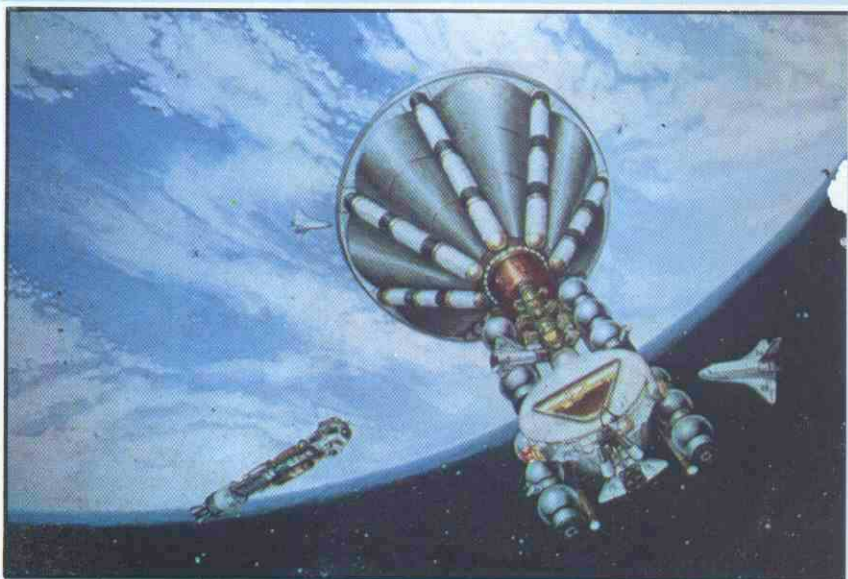


Fig. 6



Fig.



Fi.

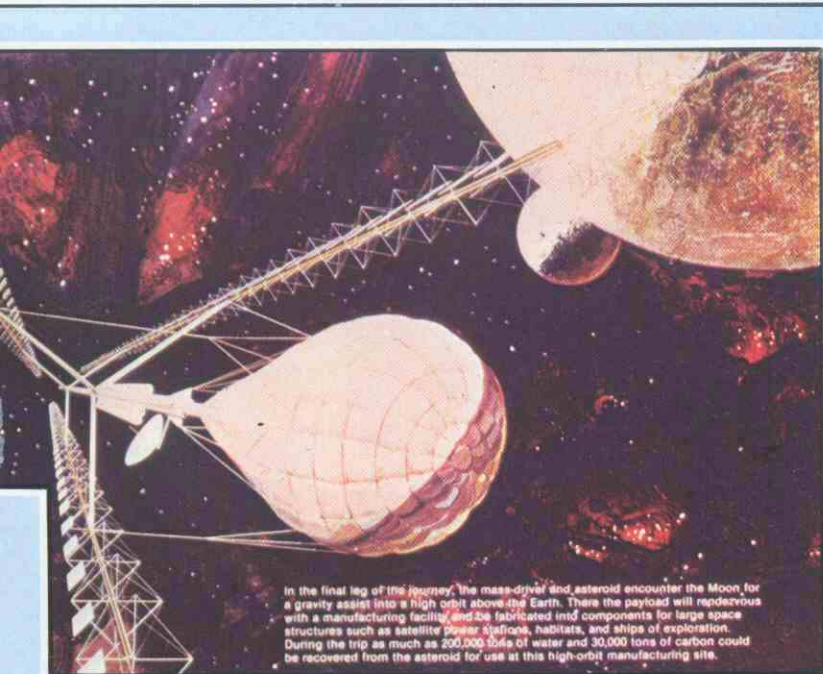


Fig. 7



Fig. 8

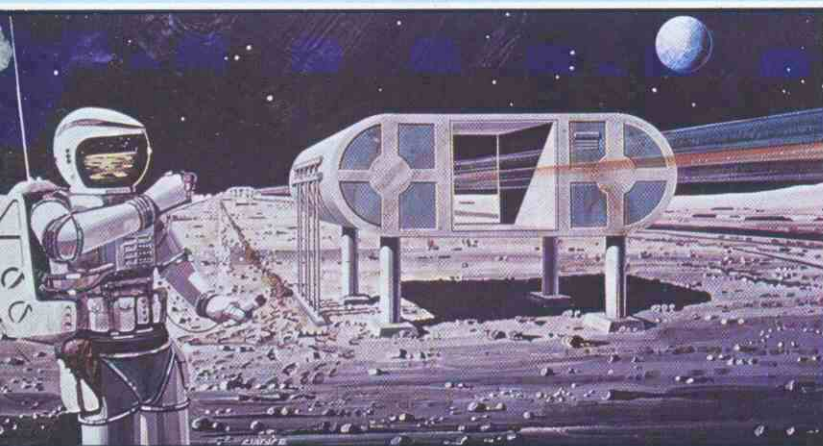


Fig. 5

netoides del Sistema Solar. La Tierra quedaría como centro urbano y parque natural, aunque no es del todo imposible que a la larga fuera sólo un parque natural y centro agrícola, con la humanidad viviendo fuera de la Tierra en su mayor parte, en habitáculos artificiales, y por tanto susceptibles de tener unas condiciones de habitabilidad muy variadas, con distintos niveles gravitatorios y distintos contenidos de oxígeno en las atmósferas y por lo tanto dando una capacidad de elección hoy casi imposible en la Tierra, donde sólo a base de vivir en las montañas se puede variar substancialmente la presión atmosférica y el contenido de oxígeno.

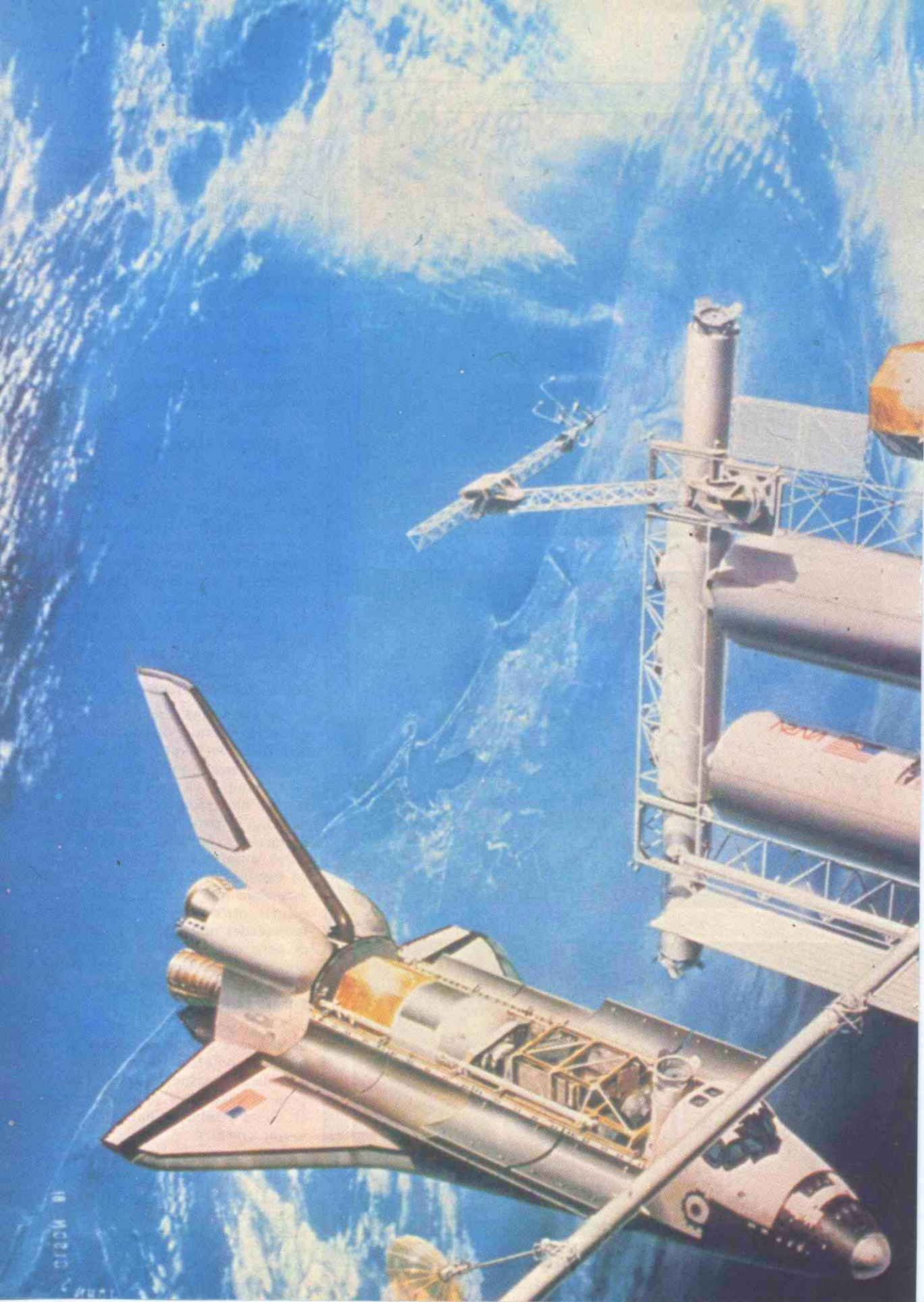
4.º MUCHO MAS ALLA-DEL AÑO 2000

Mientras exista una frontera, y el espacio va a dar frontera para rato, la humanidad, o al menos la parte aventurera de ella, querrá ir más allá, y más allá sólo quiere decir fuera de nuestro Sistema Solar. Los grandes telescopios espaciales (fig. 8) fuera de la atmósfera terrestre nos permitirán identificar y localizar otros sistemas planetarios próximos susceptibles de sustentar la vida humana, y hacia ellos nos dirigiremos.

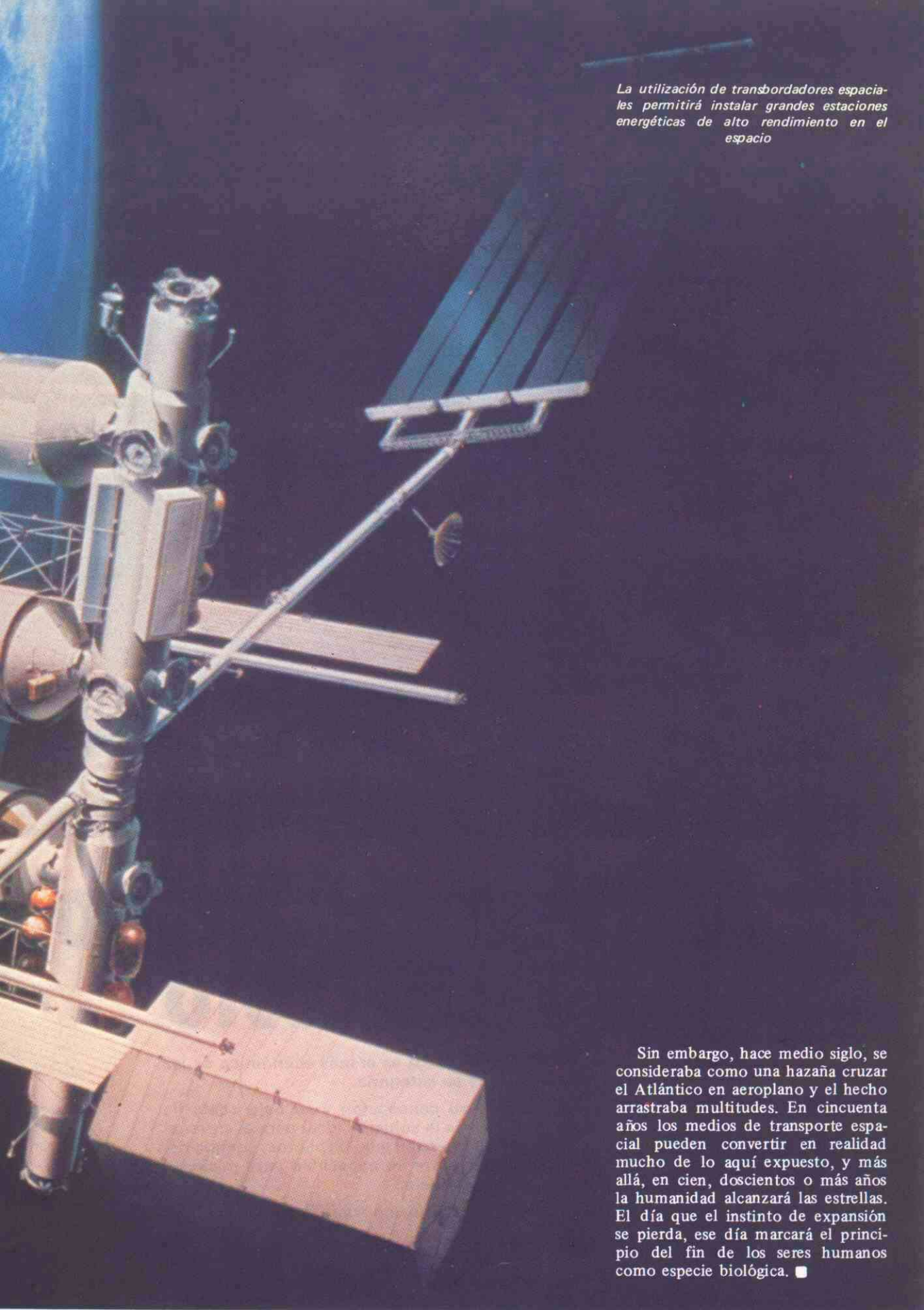
De qué forma seremos capaces de salvar las enormes distancias que son distintivas de nuestra zona de la galaxia se escapa incluso a la imaginación, aunque ya un pequeño grupo estudió un concepto llamado "Dédalo" (fig. 9) para ir, a velocidades sublumínicas, hasta el próximo Centauro, a base de un sistema propulsivo basado en la fusión nuclear. Pero está claro que explorar y más tarde ocupar otros sistemas planetarios a velocidades inferiores a las de la luz, es peor que hablar de explorar los océanos de la Tierra en bote de remos, y esto se hizo, por ejemplo, por las razas polinésicas.

No es posible, en las pocas líneas dedicadas a este tema, especular sobre la hipotética naturaleza de un sistema de transporte superlumínico, pero sí es posible decir algo sobre él: Si es posible, se hará y antes de lo que creemos.

Cuando en esta época nuestras sondas interplanetarias cruzan los anillos de Saturno (fig. 10) casi lo hacen a escondidas, por la poca atención de la opinión pública al hecho.



NASA
CHALLENGER



La utilización de transbordadores espaciales permitirá instalar grandes estaciones energéticas de alto rendimiento en el espacio

Sin embargo, hace medio siglo, se consideraba como una hazaña cruzar el Atlántico en aeroplano y el hecho arrastraba multitudes. En cincuenta años los medios de transporte espacial pueden convertir en realidad mucho de lo aquí expuesto, y más allá, en cien, doscientos o más años la humanidad alcanzará las estrellas. El día que el instinto de expansión se pierda, ese día marcará el principio del fin de los seres humanos como especie biológica. ■



UTILIZACION DEL ESPACIO PARA FINES MILITARES

INTRODUCCION

De los 1.009 satélites puestos en órbita por los Estados Unidos hasta el 31 de diciembre de 1981, 638, es decir, bastante más de la mitad, fueron lanzados por el Departamento de Defensa con fines militares. Y de los 1.675 satélites rusos puestos en órbita durante el mismo período, puede estimarse que unos 1.200 también estaban orientados a su aplicación militar.

Estas cifras no necesitan comentarios. Hablan por sí solas de la gran importancia que ambas potencias conceden a la utilización del espacio para fines militares. Y en el momento presente, en que la NASA está sufriendo fuertes recortes en su presupuesto, que le obligan a posponer o cancelar proyectos de gran interés científico, es significativo que el proyecto más caro, el Space Shuttle, siga adelante sin graves problemas presupuestarios, gracias precisamente a las muchas posibilidades que ofrece para poner en órbita satélites militares.

Pero al hablar de satélites militares puede pensar el lector que se trata de satélites ofensivos provistos de su correspondiente armamento. Y esto, salvo alguna rara excepción, no es el caso. Para evitar una carrera de armamentos en el espacio ya en 1967 se firmó un acuerdo internacional por el que las principales potencias se comprometían a no poner en órbita terrestre, ni a instalar en la Luna, ni en ningún otro cuerpo celeste, armas nucleares, ni cualquier otra arma de destrucción masiva.

La utilización del espacio por las Fuerzas Armadas se ha concentrado principalmente en los campos siguientes:

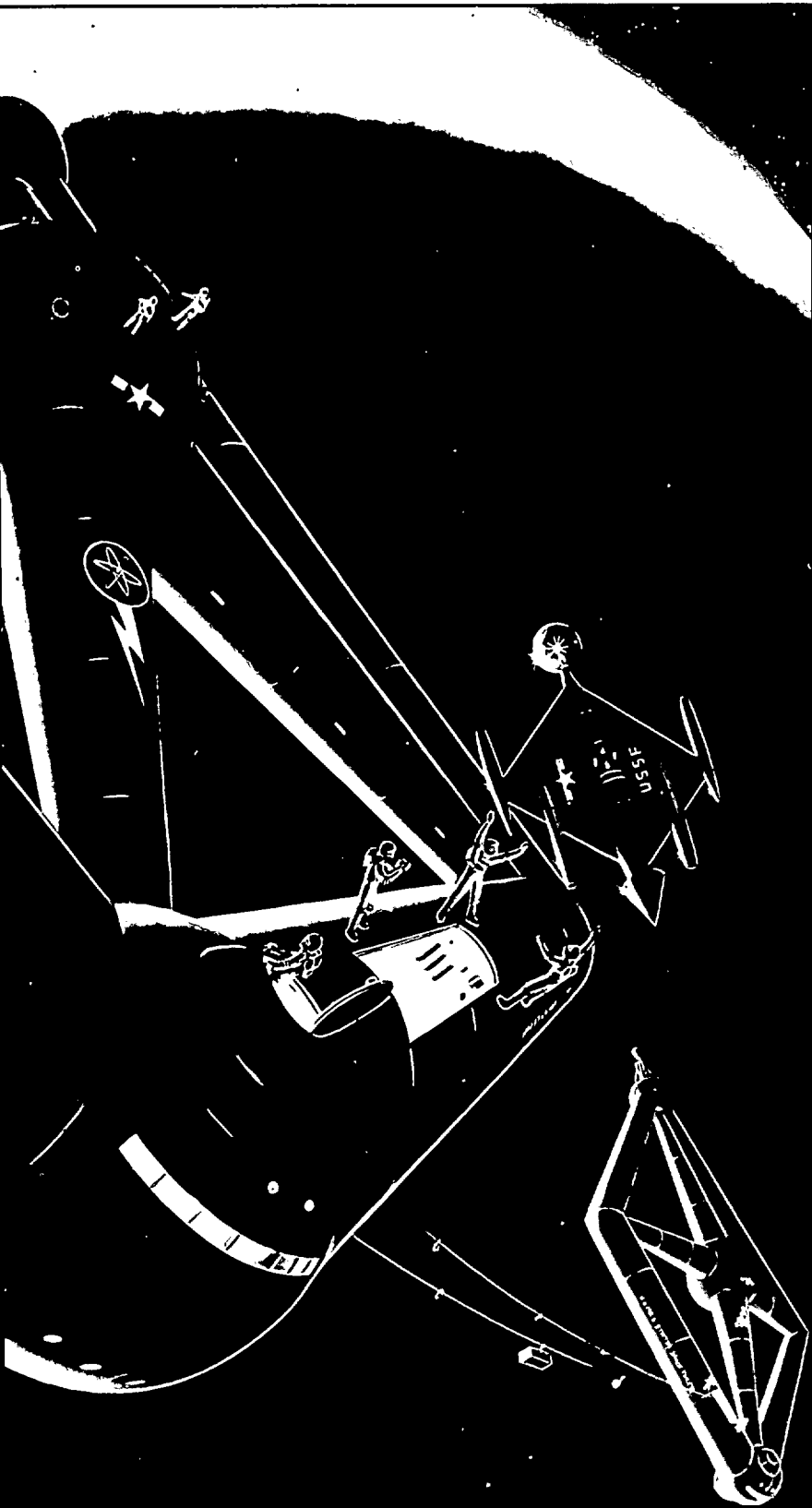
- Reconocimiento fotográfico
- Vigilancia de los océanos
- Detección de lanzamientos de misiles
- Escucha radioeléctrica
- Comunicaciones por satélites
- Ayuda a la navegación
- Satélites de interceptación
- Satélites meteorológicos militares.

RECONOCIMIENTO FOTOGRAFICO

En el año 1959, es decir, un año después del lanzamiento del primer satélite norteamericano, se pone en marcha en este país el programa "Discoverer", destinado a experimentar y poner a punto las complicadas técnicas que exige un satélite de reconocimiento fotográfico. Durante los 3 años que duró el programa se efectuaron un total de 38 lanzamientos, de los cuales tan sólo 13 tuvieron pleno éxito.



Página anterior: Concepción artística del satélite militar de reconocimiento óptico (SAMRO) francés de la fuerza de disuasión de dicho país



Concepción artística de plataforma espacial base en Venus. Junto a la plataforma principal vemos cohetes de exploración

Por parte rusa hay evidencia de que en 1962 se trabaja activamente en la puesta a punto de un satélite de este tipo. En este año se lanzan los Cosmos 4, 7, 9 y 10, de unos 4.750 kg. de peso, que se recuperan a los 3 ó 4 días.

Hacia mediados de la década de los 60 ambas potencias disponen de satélites de reconocimiento, que han superado la fase de experimentación y pueden considerarse totalmente operativos. Desde entonces, los lanzamientos se suceden de forma regular e ininterrumpida hasta el momento actual. Es una de las actividades militares en el espacio que más éxito ha tenido. De forma aproximada puede estimarse que se han puesto en órbita más de 600 satélites de reconocimiento.

Estos satélites han hecho imposible que una potencia prepare un ataque por sorpresa, han evitado con ello escaladas innecesarias en momentos de tensión internacional y han contribuido a evitar una tercera guerra mundial.

Los satélites de reconocimiento van provistos de grandes cámaras fotográficas, que pesan varias toneladas. Tiene distancias focales de hasta 10 metros, para conseguir fotografías de alta resolución. Según se ha publicado, un satélite de este tipo, desde 160 km. de altura, puede llegar a conseguir imágenes con una resolución de 15 cm. Es decir, podría fotografiar una formación de soldados y contar uno por uno cuántos hay en ella.

Estos satélites se sitúan siempre en órbitas bajas, con un perigeo entre 150 y 250 km. La existencia de la atmósfera y el frenado que produce en los satélites limita la altura mínima de órbita. Y se emplean órbitas polares, o por lo menos de gran inclinación, para que el satélite sobrevuele y pueda observar toda, o casi toda, la superficie terrestre.

La información recogida a bordo puede enviarse a tierra por dos procedimientos. El primero consiste sencillamente en recuperar el satélite, o una parte de él, y recuperar así el papel fotográfico impresionado, procediendo después en tierra a su revelado e interpretación. Con este procedimiento se consiguen las fotografías de mejor calidad y resolución; pero la vida útil de los satélites termina cuando agotan sus existencias de papel fotográfico. Además, desde que el satélite toma las primeras fotografías hasta que dispone de ellas, puede transcurrir un tiempo excesivo. En la práctica se reduce algo este retraso proveyendo al satélite de varias cápsulas recuperables, que puede ir lanzando y enviando a tierra con parte del papel impresionado.

El segundo procedimiento es transmitir por radio las fotografías obtenidas. La información se recibe así con gran rapidez y la vida útil del satélite, al no estar limitada por las existencias de papel fotográfico, puede ser más larga. Pero la calidad y resolución de las fotografías es

inferior. En la práctica se emplean ambos procedimientos.

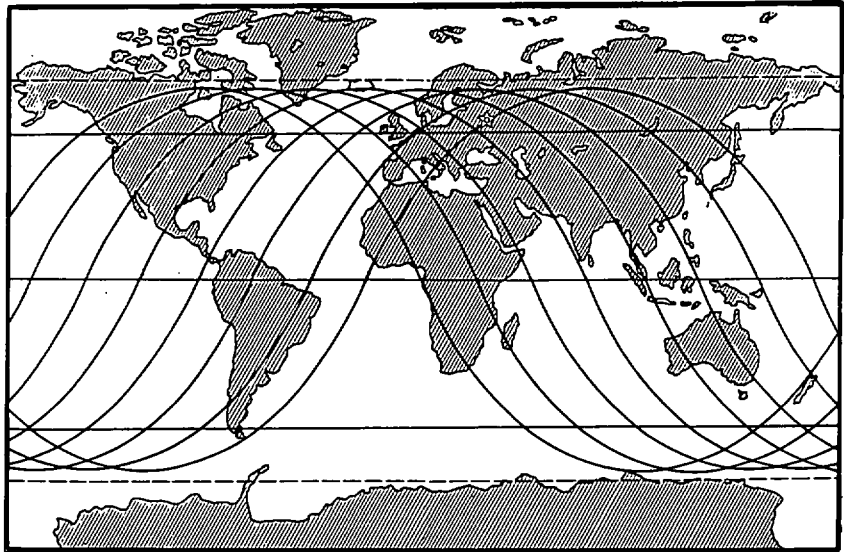
Rusia viene lanzando unos 30 satélites de reconocimiento fotográfico por año. Son satélites grandes, de unos 6.000 kg. de peso, que permanecen en órbita unos 13 días, al cabo de los cuales se separa una parte del satélite, que se recupera dentro del territorio ruso. En algunos casos la permanencia en órbita se prolonga hasta 30 días. Los lanzamientos se escalonan de forma que casi siempre hay alguno en órbita y a veces dos. Estos satélites, como casi todos los militares y algunos civiles, quedan englobados en la denominación general de "Cosmos".

Por parte de los Estados Unidos se emplean satélites todavía mayores. El tipo básico actual es el "Big Bird", que tiene 15 m. de longitud 3 m. de diámetro y pesa unos 11.000 kg. La información recogida puede enviarla, bien transmitiéndola por radio, o bien desprendiendo alguna de las 6 cápsulas recuperables de que dispone. Se vienen a lanzar dos satélites "Big Bird" por año, que permanecen en órbita alrededor de 6 meses. También deben citarse los satélites del tipo "KH-11", de dimensiones y peso análogos a los anteriores, pero que transmiten la información sólo por radio en forma digital. Hasta principios de 1982 sólo se habían lanzado 4, pero parece que tienen gran porvenir y que acabarán sustituyendo a los "Big Bird".

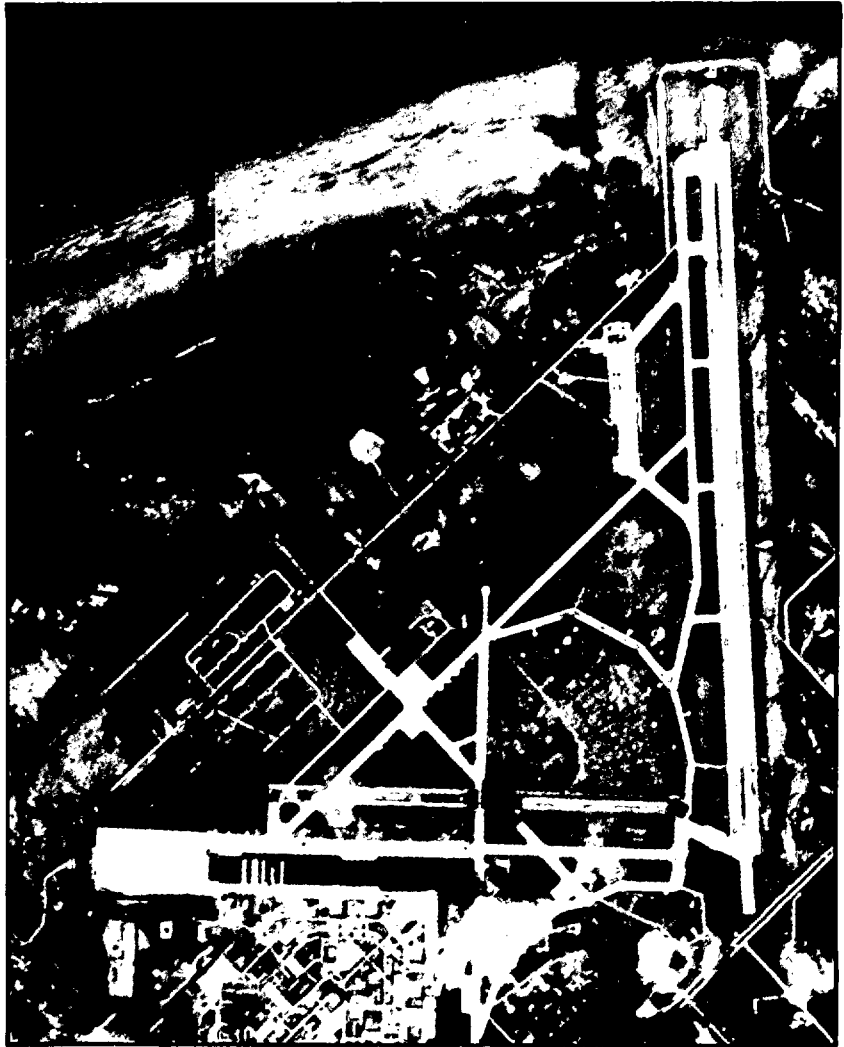
VIGILANCIA DE LOS OCEANOS

Tanto para Estados Unidos como para Rusia es de gran importancia conocer en cada momento la situación y movimientos de las flotas del presunto enemigo. Y los satélites pueden prestar una eficaz ayuda para conseguirlo. Pero el problema se plantea de forma distinta a ambas potencias. Los Estados Unidos disponen de bases militares en muchos puntos del globo y ello les permite utilizar ampliamente aviones en la vigilancia de los océanos, cosa que queda bastante limitada en el caso de Rusia. Por ello, no es de extrañar que Rusia haya hecho un esfuerzo mayor en el desarrollo de satélites especialmente preparados para este fin.

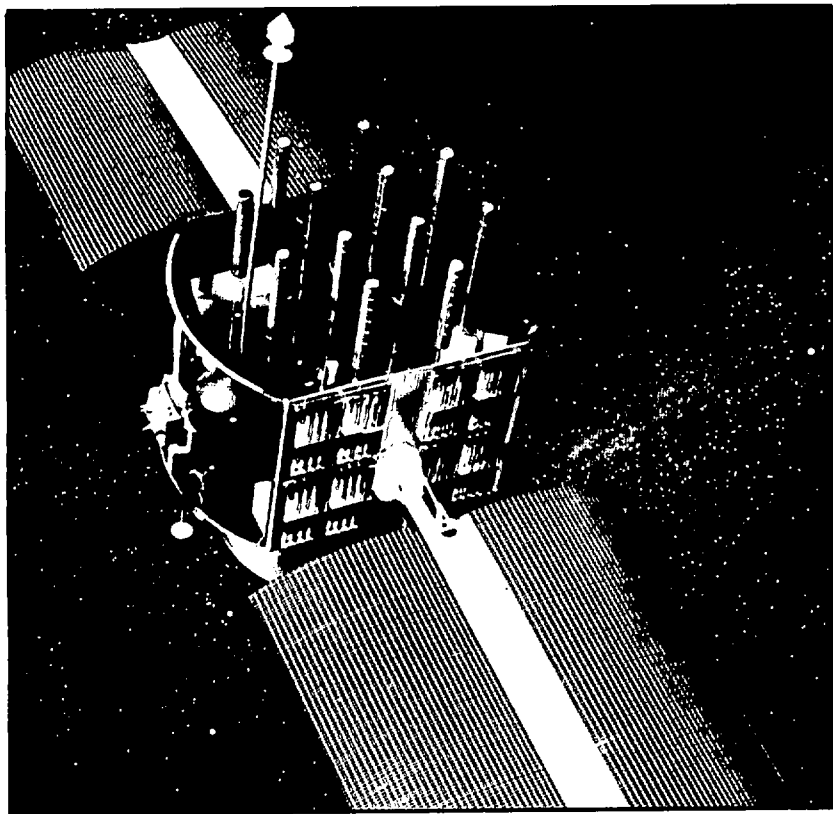
Técnicamente el sistema de obtener fotografías y enviar a tierra el papel impresionado es claramente adecuado, por la extensión de los océanos a vigilar y por la movilidad de los objetivos. El sistema se mejora si la transmisión de las fotografías se hace por radio. Pero el procedimiento más eficaz es instalar a bordo un equipo de radar, a pesar de las muchas dificultades técnicas que ello encierra. Para conseguir una resolución aceptable, hay que emplear radares con un transmisor potente y una antena de grandes dimensiones. La mucha potencia del transmisor significa mucho consumo de energía eléctrica y el tener que recurrir a generadores nucleares para producirla. Resultado de todo ello es que los



Órbita típica de los satélites soviéticos de reconocimiento fotográfico



Fotografía obtenida por el Skylab desde 425 kms. de altura. Su resolución es de unos 10 mts.



Satélite de navegación tipo GPS o NAVSTAR

satélites equipados con radar resultan grandes, pesados y costosos.

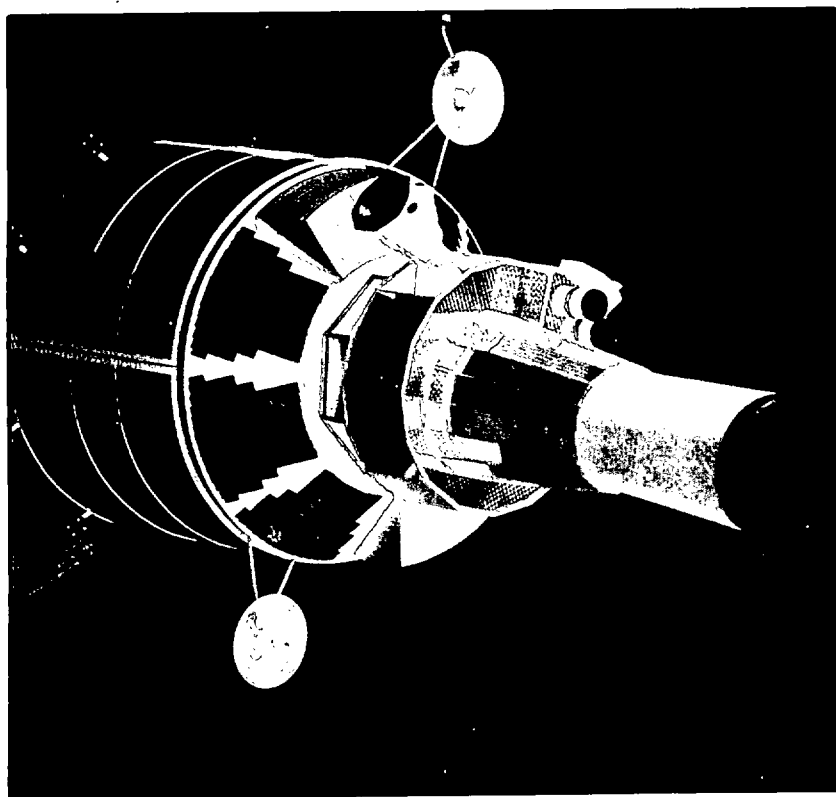
Rusia utiliza habitualmente este tipo de satélites, alternándolos con otros más simples, que se limitan a recibir las múltiples señales radioeléctricas que emite un barco de guerra, detectando así su presencia y su situación aproximada. En conjunto, viene a lanzar unos dos satélites por año. En los que llevan reactor nuclear, cuando la vida útil del satélite ha terminado (al cabo de un par de meses), se separa una parte de él, con el reactor nuclear incluido, y se sitúa en una órbita más alta (de unos 1.000 km) para evitar que caiga prematuramente a tierra y contamine su superficie con el material radioactivo del reactor (Uranio 235), cosa que por avería ocurrió en enero de 1978 con el Cosmos 954, que cayó sobre Canadá y tuvo amplia repercusión en toda la prensa mundial.

Los Estados Unidos tienen un programa combinado de satélites y aviones de reconocimiento. Utilizan satélites del tipo NOSS (Navy Ocean Surveillance Satellite). Hasta la fecha han lanzado 3 (en 1976, 1977 y 1980). En realidad, cada uno es un conjunto de 4 satélites volando en formación, que captan las señales radiadas por los barcos y, combinando las señales recibidas por los 4 satélites, pueden fijar la posición del barco por métodos interferométricos con gran precisión.

DETECCION DE LANZAMIENTOS DE MISILES

Un satélite en órbita geoestacionaria situado sobre el Océano Índico es capaz de mantener una vigilancia ininterrumpida sobre todos los campos y rampas de lanzamiento de satélites y de misiles situados tanto en Rusia como en China. Cualquier lanzamiento se puede detectar rápidamente desde el satélite (situado a 36.000 km. de altura) por la enorme cantidad de radiación infrarroja, que inevitablemente producen los potentes motores cohetes del vehículo lanzador. Y el satélite no sólo puede detectar el lanzamiento de misiles, sino también dar una primera estimación del área en que hará impacto, permitiendo con ello distinguir muy pronto si se trata de un ataque real, o de un simple lanzamiento experimental. En caso de ataque por sorpresa, la rápida detección del mismo permitiría tomar ciertas medidas de supervivencia y de represalia, antes de que el misil o los misiles llegasen a sus objetivos.

Los satélites destinados a esta misión van provistos de un telescopio de rayos infrarrojos. Como elemento auxiliar de confirmación, para evitar falsas alarmas producidas por fenómenos naturales (erupciones volcánicas, incendios forestales, reflejos del Sol en ciertas nubes...) llevan una cámara de televisión, que permite ver la estela que deja el misil mientras funcionan sus motores.



Satélite de alerta avanzada utilizado por los EE.UU. Puede apreciarse el telescopio de rayos infrarrojos

Por parte norteamericana se iniciaron los primeros ensayos con el programa MIDAS (1960-1961), que no satisfizo por las dificultades técnicas que presentaba y por su poca fiabilidad ante las falsas alarmas. Tras varios años de experimentación en laboratorio, estudiando el tipo adecuado de sensores, se consiguió por fin un satélite operativo, el IMEWS (Integrated Missile Early Warning Satellite), en 1970. Normalmente hay siempre dos satélites, por lo menos, en órbita geoestacionaria. Uno se sitúa sobre el Océano Índico, como citamos al principio, y otro sobre el Continente Americano, para detectar lanzamientos de misiles desde submarinos en el Océano Atlántico o en el Pacífico.

Rusia dispone también de este tipo de satélites. Viene a lanzar de 2 a 3 por año. Los sitúa siempre en órbitas de gran excentricidad (unos 600 km. de perigeo y 40.000 de apogeo), alta inclinación (63°) y 12 horas de periodo. Con ello consigue mantener todo el territorio de los EE.UU. en continua observación.

ESCUCHA RADIOELECTRICA

Ambas potencias utilizan satélites especiales, que sitúan a unos 600 km. de altura, para escuchar las emisiones radioeléctricas del presunto enemigo y así conocer el emplazamiento y características de los correspondientes transmisores. Si se intenta hacer esta misma función con estaciones receptoras terrestres situadas fuera de las fronteras del país en cuestión, se tropiezan con el hecho de que las ondas radioeléctricas por encima de unos 30 MHz sólo se propagan en rayo directo —como los rayos luminosos— y así resulta imposible recibir las señales de emisores situados dentro del país, lejos de sus fronteras.

Esta limitación no existe para los satélites, que pueden sobrevolar cualquier punto de la superficie terrestre.

Especialmente importante es la escucha de los radares de la defensa y de los sistemas de comunicaciones militares. Con la escucha de los primeros puede conocerse su situación, su cobertura, sus ángulos muertos, y las características necesarias de frecuencia de trabajo, potencia del transmisor, tipo de impulsos, etc., para llegado el caso poder interferirlos y neutralizarlos.

Rusia viene a poner en órbita unos 6 satélites de este tipo por año. Los Estados Unidos suelen aprovechar los lanzamientos de los grandes satélites tipo "Big Bird" antes citados para lanzar como polizón, dentro del mismo cohete, otro satélite "Ferret" (escucha radioeléctrica).

COMUNICACIONES

o El empleo de satélites en el campo de las comunicaciones ha tenido un enorme desarrollo, tanto en el ámbito civil como en el militar. Las exigencias que debe cumplir un satélite militar son bastante más severa que las de un satélite civil. Las señales transmitidas por un satélite militar deben estar codificadas para que, si el enemigo llega a escucharlas, no pueda entender su contenido. Las antenas de a bordo y el sistema receptor deben estar especialmente proyectados para imposibilitar, o al menos dificultar, cualquier intento de interferencia por parte del enemigo. Los equipos de tierra, especialmente si tienen que ir montados en barcos, aviones o dar servicio a pequeñas unidades terrestres, deben ser relativamente pequeños y sencillos, lo que

obliga a transmitir con mucha potencia desde el satélite. Y, por último, en caso de conflicto armado, hay que tener previsto que estos satélites, como cualquier otro, pueden ser atacados por el enemigo, y por ello deben construirse adecuadamente para aumentar sus posibilidades de supervivencia en caso de ataque.

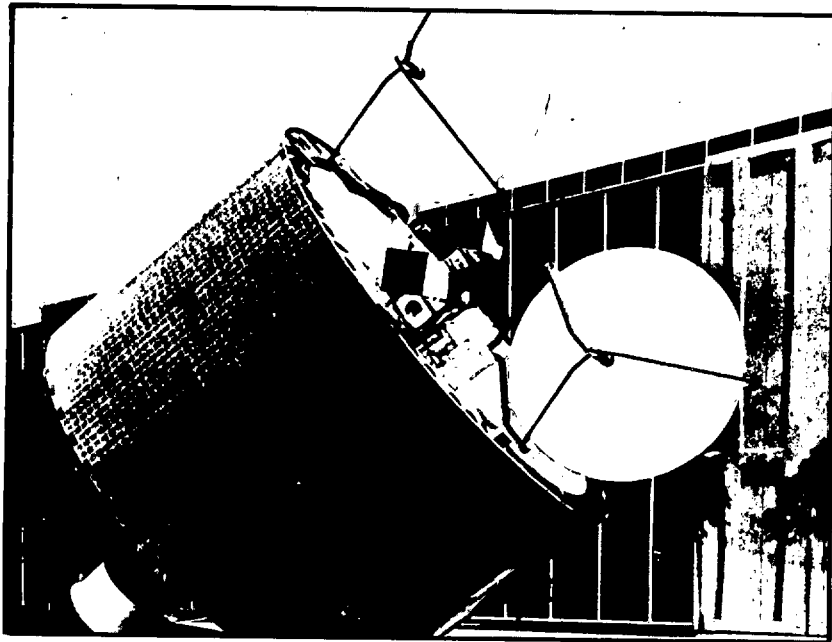
En los Estados Unidos se han definido tres tipos de servicio a desempeñar por satélites. Estos son:

a) Enlaces permanentes de gran capacidad entre puntos fijos distantes. Este servicio se cumple con 4 satélites tipo DSCS-II (Defense Satellite Communications System) en órbita geoestacionaria, capaces de suministrar cada uno hasta 1.300 enlaces telefónicos. Pronto entrarán en servicio los DSCS-III, con mayor capacidad e importantes avances técnicos.

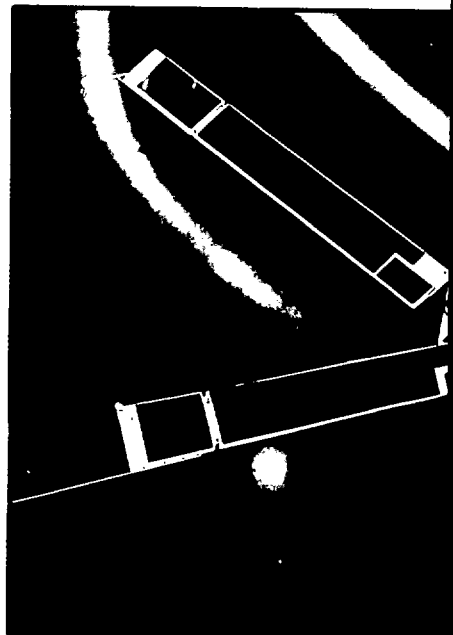
b) Usuarios móviles, con equipos de moderada capacidad. Se utilizan para este servicio 4 satélites tipo FLTSATCOM (Fleet Satellite Communications System) en órbita geoestacionaria. Van provistos de grandes antenas parabólicas de 5 metros de diámetro. Trabajan en la banda de 225 a 400 MHz.

c) Mando y control de las fuerzas nucleares estratégicas de tierra, mar y aire. Este servicio es poco exigente en cuanto a capacidad de las comunicaciones (pocos mensajes, cortos y por teletipo); pero es exigente al máximo en cuanto a posibles fallos en estas comunicaciones, bien sea por deficiencias propias o por la acción del enemigo. El sistema utilizado, el AFSATCOM (Air Force Satellite Communications System), no tiene satélites dedicados exclusivamente a este servicio, sino que emplea repetidores montados

Satélite de comunicaciones tipo DSCS-II



S-66: Satélite ionosférico capaz de en



como "inquilinos" en otros satélites militares, con objeto de multiplicar su número, conseguir gran redundancia, y aumentar así la seguridad de funcionamiento del sistema.

Por parte de Rusia se han identificado dos sistemas de satélites para comunicaciones militares y otros que son de uso compartido civil y militar.

El primero, que podemos llamar sistema táctico, está formado por unos 100 satélites pequeños (de unos 40 kg. de peso cada uno), situados en órbitas circulares, a unos 1.500 km. de altura. Se lanzan de 8 en 8 con un mismo cohete lanzador. Su distribución en el espacio es irregular y aleatoria, ya que no van provistos de medios para introducir correcciones en su órbita. Hasta enero de 1982, Rusia había puesto en órbita 232 satélites de este tipo, de los cuales ya no están en servicio la mayor parte.

El segundo sistema, para comunicaciones entre puntos fijos distantes, está formado por 8 satélites, tipo Molniya 1, de unos 1.000 kg. de peso, situados en órbitas muy excéntricas (unos 450 km. de perigeo y 40.000 km. de apogeo), de alta inclinación (63°), 12 horas de período y espaciados entre sí 45°. La vida útil de cada satélite viene a ser unos 2 años. Hasta el 1-1-1982 se habían lanzado 51 satélites Molniya 1.

Por último, debemos citar a los satélites NATO. Actualmente está en servicio la serie NATO III, constituida por 3 satélites en órbita geoestacionaria, que se lanzaron en 1976, 1977 y 1978, respectivamente. Dan servicio a los países de la Alianza. Funcionalmente son compatibles con los DSCS-II de los EE.UU.

AYUDA A LA NAVEGACION

De los sistemas de ayudas a la navegación actualmente en servicio no hay ninguno que cumpla todas las condiciones deseables para usos militares. Estas son básicamente: que permita al usuario determinar su posición de forma rápida, ininterrumpida, en cualquier punto de la tierra y con error de pocos metros, que el usuario no tenga que radiar señales, para no descubrir su presencia, y que el sistema sea imposible, o al menos muy difícil, de ser perturbado o interferido por el enemigo. Pero en un futuro próximo será posible conseguir un sistema a base de satélites que cumplan todas estas condiciones.

Actualmente tienen los Estados Unidos dos sistemas de ayudas a la navegación por medio de satélites. Uno, el TRANSIT, que lleva en servicio desde el año 1964. Y otro, el GPS o NAVSTAR, que está en fase de experimentación en vuelo.

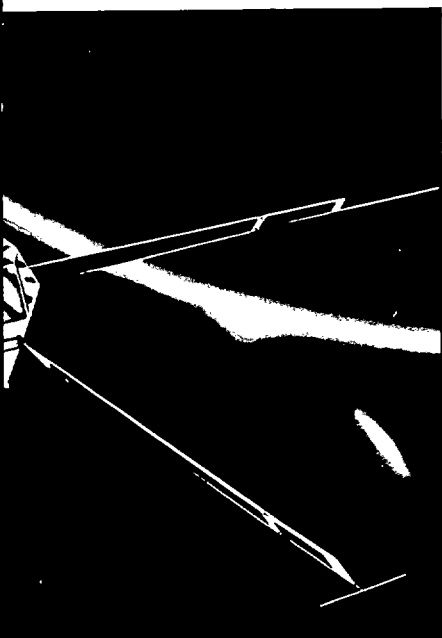
El sistema TRANSIT consta de 4 o más satélites (actualmente hay 7 en servicio) en órbita polar, circular, a unos 1.100 km. de altura. El usuario puede determinar su posición cuando alguno de estos satélites pasa por encima del horizonte (cosa que ocurre cada dos horas aproximadamente en latitudes medias), midiendo la frecuencia de las señales recibidas y su variación; es decir, el efecto Doppler, durante el paso del satélite. El receptor hace automáticamente los cálculos necesarios y da directamente la longitud y latitud geográficas del lugar en que se encuentra. El sistema TRANSIT, especialmente concebido para soporte a los submarinos Polaris, es muy útil en general para cualquier clase de barco, que con

equipo adecuado puede fijar su posición con error inferior a 100 metros. En cambio, no es adecuado para aviones porque el servicio que da es poco frecuente y lento.

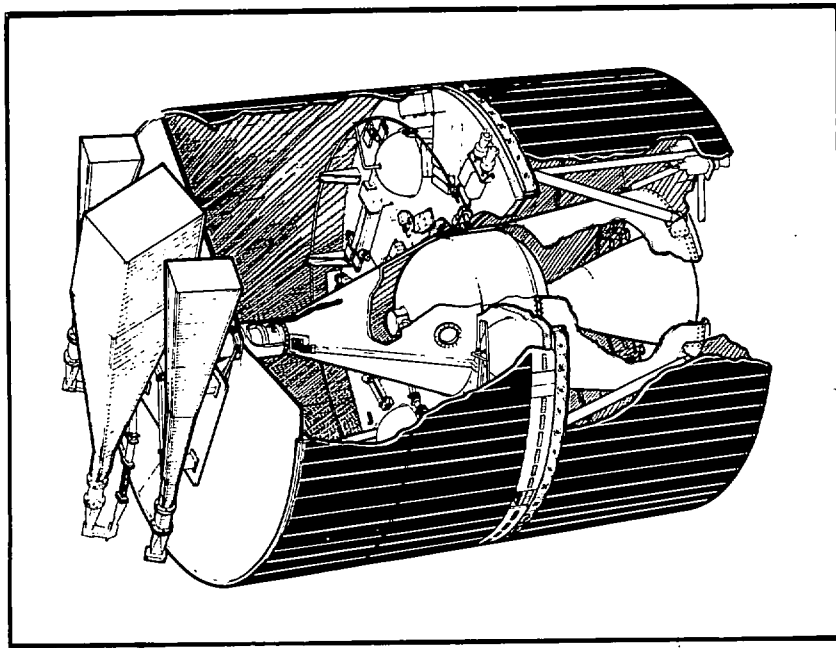
El sistema GPS o NAVSTAR, cuando entre en servicio normal hacia el año 1987, estará constituido por 18 satélites, en órbita circular, a 19.300 km. de altura, 63° de inclinación y 12 horas de período. En estos momentos hay 6 satélites en órbita y se está procediendo a comprobar experimentalmente las posibilidades de este sistema, que son extraordinarias. Para fijar su posición el usuario recibe las señales procedentes de 4 satélites del sistema y mide el tiempo que han tardado en llegar desde cada satélite hasta él. Con estos datos, el equipo de tierra calcula directamente la longitud, latitud y altura en que se encuentra. Los 18 satélites se van a distribuir en el espacio de forma que siempre haya 4, por lo menos, visibles desde cualquier punto de la tierra. La precisión esperada, que ya se está confirmando, es mejor de 10 m. Los satélites tienen que llevar a bordo relojes atómicos para cumplir las enormes exigencias de precisión en tiempo y frecuencias que necesita el sistema. Cuando el sistema esté operativo puede representar una verdadera revolución por las grandes posibilidades que ofrece.

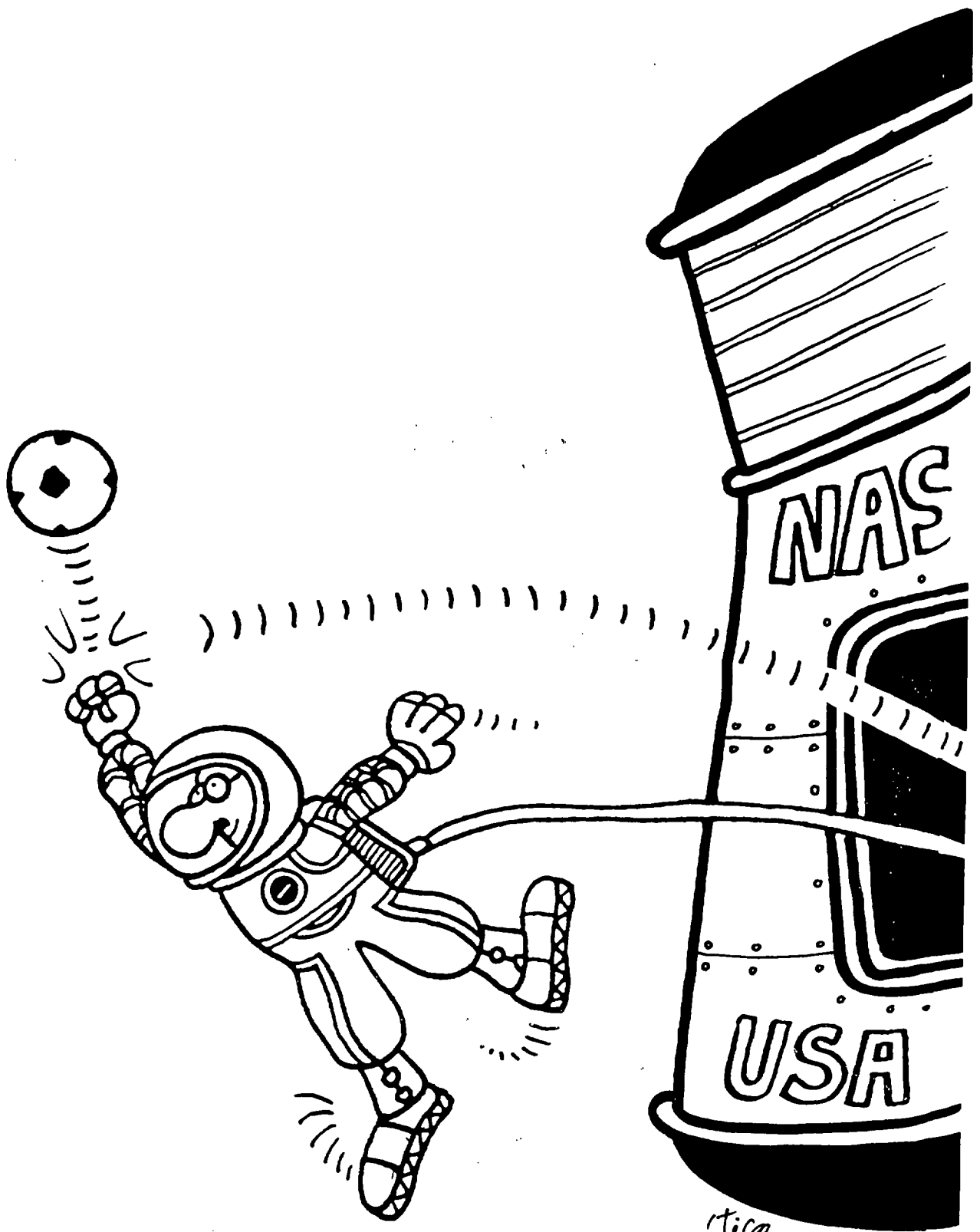
Citemos para terminar que también Rusia tiene en servicio desde 1971 una red de satélites para ayuda a la navegación. Actualmente consta de 12 satélites en órbita circulares, a 1.000 km. de altura, 83° de inclinación y con sus nodos espaciados 30° entre sí para dar buena cobertura. El sistema es parecido al TRANSIT y se basa también en la medida del efecto Doppler. ■

óser a una estación terrestre



Satélite de comunicaciones NATO III

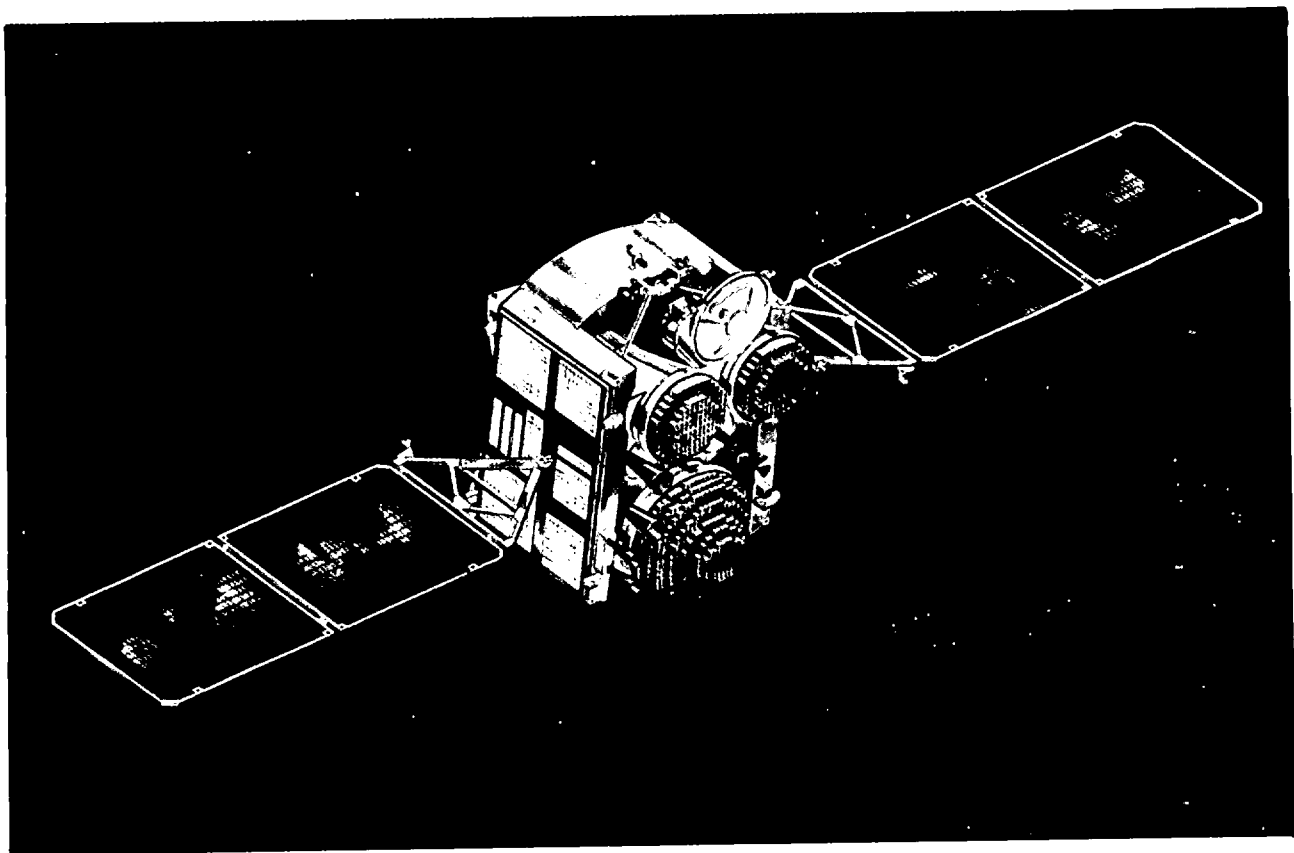




Para la
"Revista de Aeronáutica
y Astronáutica" con
un abrazo
M. J. J. J.

LA GUERRA INMEDIATA EN EL ESPACIO

JOSE SANCHEZ MENDEZ



El primer satélite DSCS III, del Sistema de Comunicaciones de la Defensa, operable desde 1982 para incrementar la capacidad del sistema DSCS II

La conquista del espacio proporciona una novísima dimensión a la guerra moderna, por lo que cabe preguntarse si es posible que en la presente década o en la próxima pudiera desarrollarse una guerra en el espacio o desde el espacio. No me refiero a una guerra de ciencia-ficción, sino a una guerra real en la que puedan utilizarse los sofisticados equipos y sistemas de armas es-

paciales existentes o próximos a entrar en servicio en un futuro inmediato, excluyendo a los misiles balísticos intercontinentales tanto ICBM como SLBM, pues, aunque utilizan el espacio, son lanzados desde la superficie terrestre.

Actualmente existen dos posibilidades de cómo podría desarrollarse una guerra inmediata en el espacio.

La primera sería una batalla aeroespacial con el fin de destruir o neutralizar los vehículos espaciales existentes, tales como satélites tripulados o no de reconocimiento de imágenes, inteligencia electrónica, alerta previa, de interceptación, geodésicos, de comunicaciones, meteorológicos, etc. o plataformas como las salyut soviética o el space shuttle norteamericano. La segunda sería utilizar dichos vehículos

espaciales para proyectar o lanzar armas contra objetivos situados en la superficie terrestre, y por lo tanto daría lugar a una acción antiespacial con armas y sistemas desde dicha superficie.

GUERRA EN EL ESPACIO

La vulnerabilidad de un satélite o plataforma situado en el espacio está definida por los siguientes elementos básicos: posibilidad de detección, mayor o menor facilidad en la predicción de sus posiciones futuras, capacidad del interceptador y la sensibilidad de la estación espacial ante los efectos del arma empleada.

— **Posibilidad de detección de la plataforma.** La detección es función de cuatro variables: capacidad de radiación de la plataforma, reflexión de la misma, tamaño y distancia. La **capacidad de radiación** depende de la intensidad de la radiación infrarroja emitida por la envoltura exterior. La **reflexión** es captada por los sistemas ópticos y por los radáricos. El láser es el detector luminoso más prometedor, exigiendo una iluminación y un seguimiento muy precisos porque el haz es muy estrecho. El radar actual es altamente fiable en la localización y en el seguimiento de plataformas espaciales, con posibilidades de resolución de dimensiones de 5 metros, 30 centímetros por segundo de desplazamiento o 0,005 grados medidos hasta un ángulo de 10° sobre el horizonte. Hoy día el radar SPANDAR de banda F que utiliza la NASA puede detectar y seguir un objeto de 1 metro cuadrado de superficie a 1.200 kilómetros. Si bien el tamaño de una plataforma espacial estará en función de la misión a desarrollar, al menos la forma debe tenerse presente al ser diseñada, de manera que pueda ofrecer a las estaciones radar enemigas el lado más pequeño.

— **Predicción de las posiciones futuras.** Una vez que la estación espacial ha sido detectada y localizada, la predicción de sus posteriores posiciones depende exclusivamente de la precisión de los sistemas de seguimiento, normalmente basados en el radar y en la radiación

SISTEMA ANTISATELITE NORTEAMERICANO

Fueron los EE.UU. los primeros en investigar un sistema destinado a destruir en el espacio cualquier ingenio considerado como una amenaza. En 1963 un misil THOR, lanzado desde la isla Johnston en el Pacífico, interceptó y destruyó un cohete norteamericano AGENA D, previamente puesto en órbita. La intención del experimento era buscar un arma que pudiera neutralizar o destruir la amenaza soviética que suponía entonces la bomba nuclear de fraccionamiento orbital (FOBS).

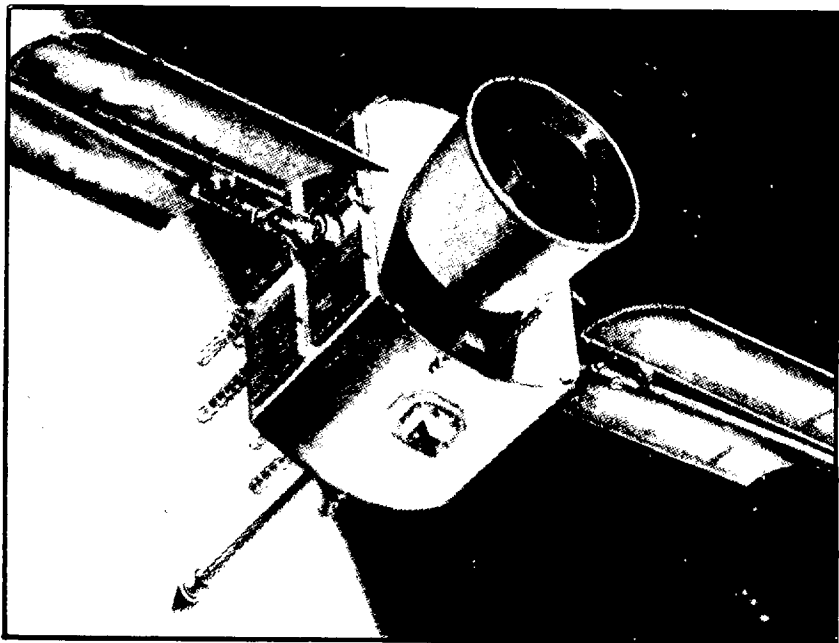
El actual programa antisatélite (ASAT) estadounidense se basa en dos sistemas de interceptación bien diferenciados y está dirigido por la USAF.

El primero está siendo desarrollado por la Vought Corporation y consiste en un misil de 6 metros de longitud y entre 1.500 a 2.000 kilos de peso que sería disparado desde un caza F-15 "Eagle" en vuelo. El arma consta de dos etapas, la primera fase la forma un cohete SRAM modificado y la segunda un cohete THIOKOL ALTAIR III de combustible sólido de 6.000 libras de empuje. La cabeza de guerra es un interceptador pequeño de 33 cm x 36 cm, constituido por tubos dispuestos en corona en los que se alojan pequeños cohetes que le sirven como propulsión. En el interior de dicha corona se encuentra el dispositivo autodirector infrarrojo, el calculador y la plataforma de navegación inercial, estando la guía terminal del vuelo asegurada por cuatro pequeños cohetes suplementarios. La destrucción del ingenio espacial es por impacto directo. Ya se han efectuado los primeros vuelos de prueba del misil y hasta la fecha se han invertido más de 50 millones de dólares.

El segundo sistema funciona de la misma forma que el soviético. Consiste en un satélite de interceptación de 680 kilos de peso que, tras su puesta en órbita sería dirigido inicialmente por radar y con la guía terminal por infrarrojos. El coste del programa es alrededor de 300 millones de dólares.

Para las pruebas y ejercicios de puesta a punto de ambos sistemas se utiliza un satélite de prácticas y de calibración, estando previsto el lanzamiento de un total de 8 satélites de este tipo. Hasta 1981 la cantidad invertida en el ASAT estadounidense supera los mil millones de dólares.

Independientemente de dichos sistemas, el programa Space Shuttle proporcionará a los EE.UU. una plataforma de identificación e interceptación extraordinaria, que le permitirá incluso la captura de ingenios espaciales hostiles.



Satélite NAVSTAR, que permite dar la posición exacta a cualquier móvil

SISTEMA ANTISATELITE SOVIETICO

La investigación antisatélite comenzó en 1964 con la constitución de un organismo de defensa espacial y las primeras pruebas en el espacio se iniciaron en 1968. A las 24 horas del lanzamiento del COSMOS 248, el 19 de octubre de 1968, fue puesto en órbita el COSMOS 249. Este último adelantó al primero a gran velocidad y explotó a pocos metros del mismo pero sin destruirlo. Una segunda interceptación fue realizada por el COSMOS 258 en noviembre de 1968.

Hasta 1971 se realizaron 7 ejercicios de interceptación antisatélite pero en el último lanzamiento se varió la táctica. El COSMOS 404 interceptó al COSMOS 400 a escasa velocidad y sin producir explosión alguna.

En 1976 la URSS volvió a reanudar sus experimentos con una segunda serie de satélites de interceptación realizando un total de nueve lanzamientos hasta 1978. En esta fase pusieron en práctica una nueva táctica: ahora el interceptor se elevaba rápidamente desde una órbita inferior, y una nueva técnica, la altitud de interceptación había pasado de 450 a 1.000 kilómetros. De esta forma todos los satélites que operasen a esas altitudes podrían ser destruidos, excepto los de comunicación y alerta previa que orbitan a 36.000 kilómetros. Posteriormente en 1980 y en 1981 dos nuevas pruebas con satélites interceptadores han servido para perfeccionar el programa ASAT soviético, cuya última experiencia fue realizada el 19 de junio de 1982.

Dicho programa utiliza tres técnicas distintas de interceptación. La primera consiste en que el satélite interceptor lanzado en *órbita excéntrica* se aproxima a su blanco a gran velocidad, en el perigeo de su órbita. En la segunda el interceptor maniobra en una *órbita circular* y próxima a la de su objetivo, pero aproximándose a baja velocidad. La tercera técnica se diferencia de las anteriores en que el interceptor sólo necesita una órbita para alcanzar el blanco, siendo la más peligrosa para éste, ya que el interceptor lanzado en una órbita inferior, recibe un orden y *por elevación rápida*, asciende de inmediato contra su objetivo.

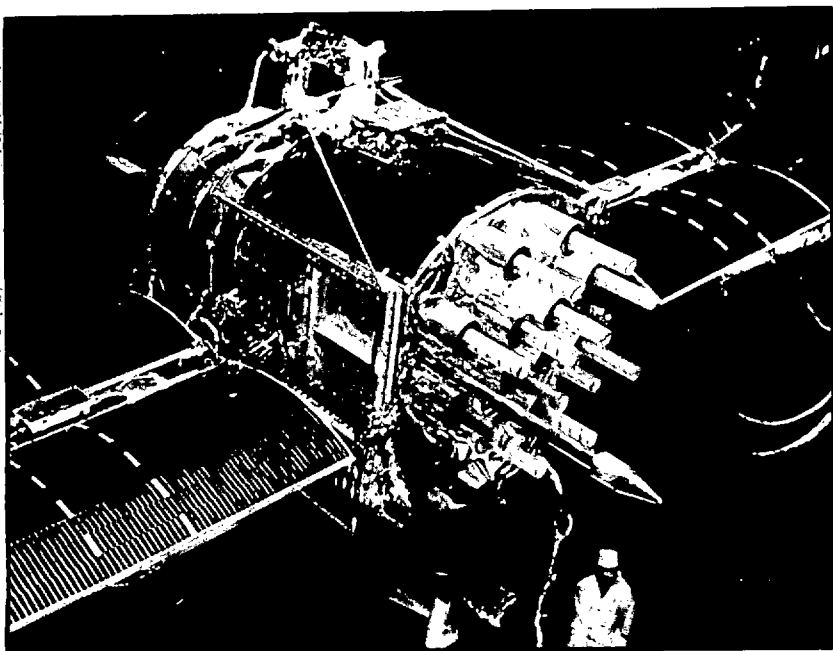
El programa ASAT soviético está basado en la guía radárica, pero hay evidencias de que se está trabajando en una guía electroóptica que mejore la actual capacidad del sistema.

Además de este programa se sabe que las naves Salyut servirán también para estas misiones, estando siendo modificadas para poder llevar misiles infrarrojos que disparan desde escotillas laterales.

infrarroja, pero en todas ellas un ordenador relaciona el azimut y los ángulos de elevación del sensor con los datos de la distancia de la estación espacial para obtener la posición futura de la misma y su velocidad. La posición puede ser calculada con toda precisión, a menos que la estación modifique su órbita. Los sistemas infrarrojos pueden ser utilizados para corregir los errores angulares de las estaciones radar, que normalmente son superiores a medio grado, y cuando se emplean ambos sistemas de forma combinada, la primera posición de una estación espacial puede calcularse con un error de muy pocos kilómetros y si la estación no modifica su órbita, al cabo de un pequeño número de órbitas las posiciones futuras se pueden predecir con errores inferiores a cien metros.

—**Interceptación por un sistema de armas.** La interceptación está en función del efecto y precisión del sistema de armas. Hemos visto que la primera posición de una estación se puede predecir con un error de muy pocas millas y como los errores en situar en una órbita exacta a un interceptor es también pequeño, el error total resultante será inferior a 10 kilómetros.

— **La interceptación balística sin guía terminal,** solamente puede poner a un misil interceptor en un momento y en un punto dados del espacio. Este tipo de interceptadores no pueden ser considerados, ya que carecen de capacidad de maniobra suficiente. Sin embargo, cuando el **interceptor dispone de guía terminal,** puede ser lanzado o puesto en órbita de manera que alcance un punto de interceptación previamente calculado y, alcanzado éste, maniobrar con sus propios sensores para localizar y perseguir la estación espacial detectada. Normalmente la localización inicial se hace a 100 kilómetros, aunque la capacidad de seguimiento sea el doble y, puesto que la velocidad de una estación espacial en órbita es de 8 kilómetros por segundo, si la interceptación es frontal solamente habría 6 segundos para corregir el rumbo de ataque, puesto que la velocidad de encuen-



Revisión de NAVSTAR en un centro de la U. S. Air Force

tro sería de 16 kilómetros por segundo. Dicho periodo de tiempo aumenta si la interceptación se hace de cola.

Un **interceptor controlado** desde tierra (teledirigido) también puede alcanzar un punto en el espacio en un momento dado, pero debe ser dirigido contra el objetivo por un radar terrestre. En este caso se incrementa grandemente el consumo de combustible cuando se efectúan interceptaciones de cola, además de introducirse problemas vectoriales para finalizar la interceptación.

Si la interceptación se realiza por un **vehículo espacial tripulado**, las ventajas de la maniobrabilidad se pierden por el mayor peso de este tipo de vehículos al consumir grandes cantidades de combustible tanto para maniobrar como para reducir la distancia con el blanco. Sin embargo éste puede maniobrar para evitar el ataque, lo cual hace la interceptación extremadamente difícil. En este caso la limitación es la gran cantidad de combustible necesario.

Puesto que el **interceptor con**

guía terminal es el más preciso, es aconsejable que los interceptadores a utilizar sean de este tipo. A esta conclusión han llegado tanto los EE.UU. como la URSS, y así en sus respectivos programas antisatélites (ASAT) utilizan vehículos con guía terminal.

— **Sensibilidad de la estación espacial a los efectos de las armas.** Hay en la actualidad —en mayor o menor grado de desarrollo y aplicación— cinco tipos de armas con posibilidad de empleo en el espacio: misiles infrarrojos, de efecto de perdigonada, nucleares, laser y haces de partículas.

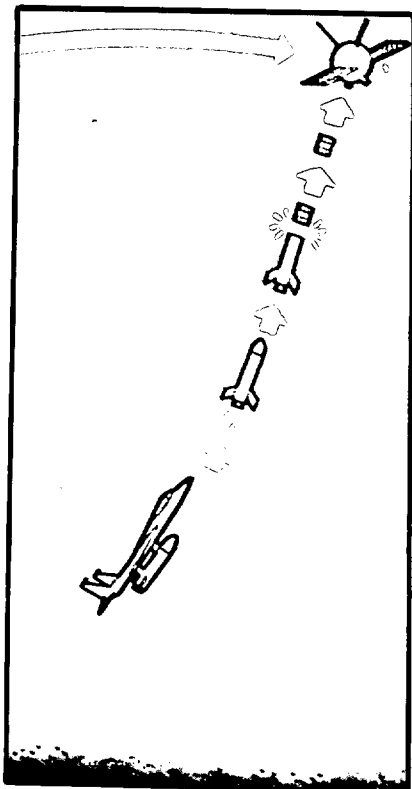
Conocidos como son los misiles infrarrojos, sobra toda explicación sobre los mismos, pero cabe señalar que tanto soviéticos como norteamericanos los tienen incluidos en sus arsenales antisatélites.

Hay dos tipos de armas con gran porvenir en el espacio y son las nucleares y las **de efecto de perdigonada**. El máximo radio de acción de estas últimas es de unos pocos kiló-

metros y de decenas de kilómetros para las nucleares. Puesto que el radio letal es muy grande para las armas nucleares es lógico que la mayor parte de los interceptadores puedan ser diseñados para su utilización. La protección de la envoltura es la única defensa posible, pero dicho revestimiento exterior significa aumento de peso y por tanto reducción de la capacidad de maniobra, lo que se traduce en una menor capacidad de evasión del radio letal de las armas. De cualquier forma, aunque el blindaje fuera eficaz a las armas de efecto de perdigonada, una explosión nuclear próxima la destruiría con toda seguridad.

— **Las armas láser, en el espacio (SBL).** En marzo de 1978, un cañón accionado por gas Denteriumflorid lanzó un rayo laser de una energía de 100 kilowatios contra un misil anticarro TOW destruyéndolo en pleno vuelo. La prueba, realizada en las cercanías de San Juan de Capistrano en California, pertenecía a un programa de la compañía TRWS, bajo los auspicios de la Marina norteamer-

SRAM / ALTAIR: Sistema de misil antisatélite que se lanza desde un avión F-15, según muestra el dibujo de la izquierda.



ricana. Dicho experimento ha dado paso a diversos programas basados en el Laser de Alta Energía (HEL), tanto en los EE.UU. como en la URSS, destinados al desarrollo de armas basadas en el espacio (SBL).

Los tres sistemas de aplicación: el gas dinámico laser, el laser químico y el laser de descargas eléctricas han permitido alcanzar potencias muy superiores y de menores longitudes de onda, lo que ha facilitado un mejor acoplamiento del haz a los objetivos y el poder utilizar espejos más pequeños y ligeros. Nuevos equipos HEL y de muy corta longitud de onda, como los "excimers" y el laser de electrones libres están en plena aplicación para su uso militar.

La Fuerza Aérea de los EE.UU. está desarrollando un programa de Armas Laser Espaciales (SBL) cuyo principal exponente es el proyecto "Airborne Laser Laboratory" (ALL), consistente en un laboratorio laser HEL instalado en un avión NKC-135 modificado, que está siendo experimentado en el medio aero-

espacial e inicialmente será utilizado contra objetivos aéreos. El ALL es uno de los proyectos de armas laser más importantes del Departamento de Defensa de los EE.UU. que ha confiado a la Agencia DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) la coordinación de los tres departamentos militares en este campo, habiéndose invertido hasta 1981 más de 2.000 millones de dólares en el estudio y desarrollo de las armas laser para su utilización en el espacio.

La Unión Soviética está preparando en sus instalaciones de Sary Shagan, próximas a la frontera china, una serie de programas de armas laser. El presupuesto de estos programas HEL se estima es de tres o cinco veces el norteamericano, esperándose que a mediados de esta década haya puesto a punto sistemas de armas laser en sus vehículos espaciales. El programa HEL soviético comenzó en 1960 e incluye el gas dinámico laser, el químico y el de descargas eléctricas.

Tanto el Space Shuttle norteamer-

icano y sus sucesores, como el futuro vehículo espacial soviético que será lanzado por un cohete impulsor similar al americano serán las plataformas idóneas de este tipo de armas SBL.

Frente a la amenaza de las armas laser hay en avanzado estado diversas investigaciones y estudios como son los realizados sobre protección de las placas solares y ópticas. La protección de las placas solares es hoy día muy difícil, por lo que están siendo sustituidas por generadores isotópicos en los vehículos espaciales militares. La protección de las placas ópticas está asegurada por sistemas de pantallas que se cierran tan pronto como se detecta una agresión laser.

— **Armas de Haces de Partículas (PBW).** Los Haces de Partículas han constituido un instrumento esencial para la investigación de los científicos desde los años 30 y han sido el origen de la mayor parte de los conocimientos sobre la estructura del átomo y de sus partículas constituyentes. Para crear un haz semejante

En el centro vemos su instalación y a la derecha una sección de sus sistemas.



se hacen girar electrones de carga negativa, protones de carga positiva o núcleos de átomos cargados, junto a hileras magnéticas sucesivas —son los denominados aceleradores— aumentando la velocidad cada vez que se pasa una hilera magnética y consiguientemente produciendo mayor energía. La diferencia esencial entre el haz de un acelerador de investigación y el haz de un sistema de armas es la enorme potencia que precisa este último. Entre las posibles fuentes de energía están los reactores nucleares y las explosiones atómicas controladas.

En este sentido se han detectado varias veces, la última en el verano del presente año, pruebas nucleares subterráneas con toda seguridad destinadas a dichos fines, en el centro soviético de investigaciones de SEMIPALATINSK, toda vez que han sido descubiertos en dicha zona gigantescos condensadores de capacidad eléctrica fija, relacionados con la necesidad de enormes impulsos eléctricos que se necesitan para accionar las armas PBW. La URSS aventaja probablemente a los EE.UU. en este campo al haber dedicado un esfuerzo superior a la investigación sobre Sistemas de Haces de Partículas, trabajos que comenzó nada menos que a mediados de los años 50.

Bajo el nombre codificado de "Chair Heritage" la Marina estadounidense está desarrollando un programa destinado a la aplicación de las armas PBW en portaviones y otros grandes buques contra los actuales misiles de crucero, como punto de partida para su posterior desarrollo y empleo en el espacio.

Los científicos del Instituto Tecnológico de Massachussetts estiman la pronta posibilidad de que se obtenga un haz concentrado de partículas a partir de los modernos aceleradores existentes y su transformación en "un rayo de la muerte" eficaz, aunque opinan que se tardará en solucionar el problema que supone la rápida degradación que sufre el haz a la salida del acelerador, especialmente en el campo magnético terrestre. Sin embargo los científicos

DEFENSA ELECTRONICA DE UNA ESTACION ESPACIAL

La supervivencia de una plataforma inercial depende en gran manera de su capacidad electrónica para reducir su vulnerabilidad a las acciones ofensivas enemigas. *Contra la detección* la mejor técnica es un sistema de aviso de que una estación radar está rastreando y buscando la estación espacial. El alertador debe discriminar si el radar es amigo o no, informar de donde proviene la amenaza y advertir a la tripulación de un posible ataque. En esta fase no deben utilizarse las contramedidas.

Contra la predicción de sus posiciones futuras, la estación espacial, desde el primer momento que tenga información sobre un ataque inminente o de que ha sido lanzado un misil interceptador, debe iniciar una maniobra de evasión, lanzar señuelos electrónicos, tales como "chaff", bengalas o equipos de embrollo radar o virar para ofrecer a los sistemas radar terrestres el escudo absorbente de la radiación radar. Todo ello forzaría a las estaciones radar terrestres a tener que calcular nuevamente la posición presente de la plataforma determinar otra vez su posición futura y corregir el punto de interceptación.

Cambiando solamente 2 grados en azimut, la posición de la estación con respecto al punto de interceptación previsto variará 80 kilómetros, necesitando para ello unos 5 minutos. Si el cambio es de 3 grados, la posición variará 120 kilómetros, lo que permitiría a la estación situarse fuera del alcance de detección nominal del interceptador. Si al mismo tiempo se lanzan paquetes de "chaff" combinado con el de bengalas infrarrojas, daría lugar a la presentación de ecos múltiples, tanto a los radares terrestres como a los interceptadores. Los materiales absorbentes de la radiación radar si se emplean con el lanzamiento de señuelos electrónicos pueden incluso ocultar la plataforma espacial al rastreo y búsqueda de una estación radar terrestre. El embrollo electrónico si es solamente efectuado por la estación espacial, puede facilitar a los radares terrestres el localizar su posición mediante una simple triangulación, pero si al mismo tiempo se utilizan equipos lanzables de embrollo radar disparados desde la propia plataforma, se confundiría con toda seguridad a las estaciones terrestres.

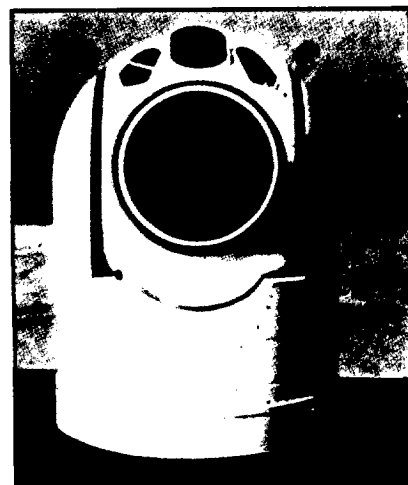
Contra la interceptación, si las acciones de las ECM fueron efectivas durante las fases de lanzamiento y del guiado inicial, el interceptador no estará en posición cuando su guía terminal pudiera ser efectiva. De nuevo el alertador de amenaza será la clave de la supervivencia, porque el radar del interceptador será detectado antes de que pueda bloquearse en la estación. Ante el aviso de que se aproxima un interceptador, la estación podría comenzar una maniobra de evasión o lanzar "chaff", bengalas u otros señuelos electrónicos y si el aviso incluye la dirección de la amenaza tendría que ofrecer su escudo absorbente de la radiación hacia la estación radar enemiga.

El uso del embrollo radar debe combinarse con los de embrollo electrónico lanzables desde la estación para evitar la localización y confundir al interceptador.

soviéticos se muestran más optimistas en el desarrollo de un sistema PBW como arma anti-misil balístico, capaz de lanzar las partículas cargadas que interceptarán los misiles intercontinentales y penetrar su carga útil para causar su destrucción antes de que alcance su objetivo. En este sentido el General de la Fuerza Aérea norteamericana George J. Keegan, que se retiró como Jefe del Servicio de Inteligencia de la USAF, ha advertido repetidamente que la URSS podrá desplegar armas PBW en el espacio en la presente década.

Hay que resaltar por último que los EE.UU. están desarrollando un

Telescopio de Sistema Laser



LA TRIADA LASER ESPACIAL

El Departamento de Defensa de los EE.UU. dirige actualmente un programa conocido como "La Triada Laser Espacial", que pretende el desarrollo de tres tecnologías claves necesarias para la puesta a punto en la presente década de armas láser en el espacio.

La primera se aplica en el proyecto TALON GOLD y utiliza láser de baja potencia para mejorar la localización, capacidad de la puntería de precisión y de seguimiento de las armas de alta energía láser. El TALON GOLD será experimentado en el espacio a bordo del Space Shuttle, realizándose las pruebas contra aviones que vuelan a gran altitud y contra ingenios espaciales en órbita, lo cual facilitará la puesta a punto del sistema de control de fuego. Con la experiencia obtenida del programa de seguimiento con radar láser realizada por los Laboratorios MIT LINCOLN, TALON GOLD combina estas técnicas con plataformas de referencia inercial, sensores y sistemas de alineamiento de alta precisión con el fin de facilitar a los sistemas de armas láser posibilidades casi perfectas en localización, puntería y seguimiento.

La segunda tecnología se utiliza en el proyecto ALPHA que inicialmente se está desarrollando en pruebas en tierra. Se centra en el diseño y fabricación de armas láser capaces de generar haces de altísima potencia, basándose en el láser químico de alta eficacia infrarrojo.

El tercer elemento de la triada es el LODE (Large Optics Demonstration Experiment) e integra la tecnología de grandes espejos, seguimiento de precisión y estabilización del haz luminoso en un sofisticado sistema electro-óptico. Actualmente se está trabajando en la fabricación de grandes espejos de reducido peso para ser transportados al espacio, probablemente en diversos segmentos, por el Space Shuttle desde donde se dirigirá y controlará el haz sobre diversos blancos terrestres y aeroespaciales situados a miles de kilómetros.

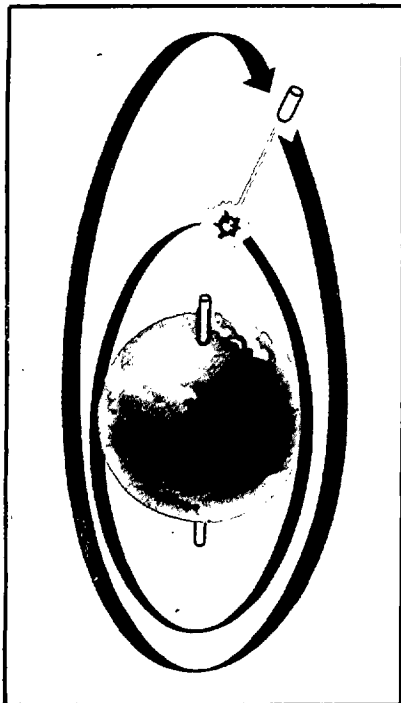
Con los desarrollos de los vehículos SDLV (Shuttle Derivation Launch Vehicle), vehículo espacial que transportará una carga militar tres veces mayor que la de la Lanzadera Espacial y del HLLV (Heavy Lift Launch Vehicle) mucho más potente aún, podrán situarse en órbita terrestre cualquiera de estos novísimos sistemas de armas láser, que, necesariamente hasta su perfeccionamiento, serán en un principio algo voluminosos y pesados.

denominación alguna, poniendo en servicio un nuevo sistema denominado de Bombardeo Orbital Fraccionado, más conocido por las siglas americanas FOBS (Fractional Orbit Bombardment Satellites). Al menos 18 satélites fueron puestos en órbita, no habiéndose lanzado ningún otro con posterioridad a 1981. Se cree que entre los silos de misiles soviéticos de Tyuratam hay algunos que podrían estar ocupados por vehículos FOBS, bien en reserva o en alerta inmediata. Se considera que fueron desarrollados principalmente como un arma contra objetivos estadounidenses, aunque hoy día para los estrategas norteamericanos han perdido parte de su valor como amenaza, ya que difícilmente podrían lanzarse, incluso en grupo, y dar una órbita para colocarse en la posición adecuada con el fin de iniciar la reentrada en la atmósfera terrestre sin que fuesen detectados por los sistemas de vigilancia espacial norteamericanos.

El empleo de sistemas de armas laser, SBL, basados en el espacio, si se emplean contra objetivos situados en la superficie terrestre pueden ser afectados por la presencia de las grandes masas nubosas, las tormentas por ejemplo, y por los aerosoles debido a su composición de energía luminosa. Sin embargo, a pesar de que el empleo endoatmosférico de los SBL pueda resultar hoy día menos eficaz, serán enormemente destructores contra objetivos como buques, aeronaves y misiles en vuelo, amén de otros que podemos considerar como "blandos", tales como son las refineries y los grandes depósitos de combustible.

Las armas de haces de partículas, PBW, no se verán afectadas por los fenómenos atmosféricos ni por los aerosoles, lo cual las convierte en las más idóneas para su empleo desde plataformas espaciales, tipo Space Shuttle o las derivadas de los Salyut, en un ataque contra la superficie de la Tierra. Muchos científicos creen que las ventajas de las armas espaciales laser y las de los haces de partículas conducirán a su desarrollo conjunto en un único sistema de armas.

Esquema de disparo de laser



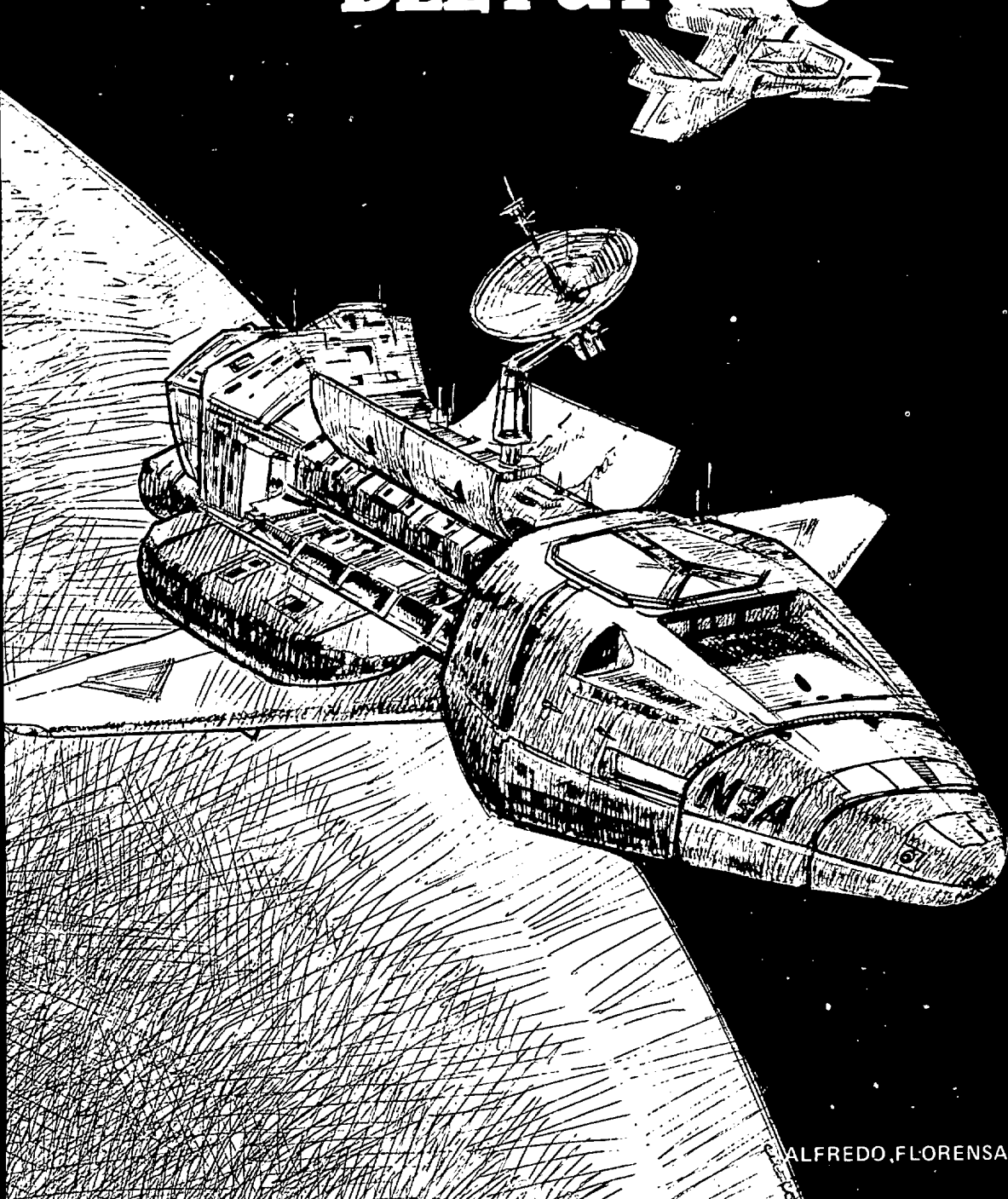
arma capaz de neutralizar un vehículo espacial enemigo, sin destruirlo, mediante un haz de partículas que producirían electricidad estática a bordo y descargas por arco, que dañarían los dispositivos electrónicos, lo que permitiría la captura del vehículo.

GUERRA DESDE EL ESPACIO

Existen en la actualidad tres posibilidades de atacar desde plataformas espaciales en órbita terrestre objetivos situados en la superficie de nuestro planeta. Una es con armas nucleares, otra con armas laser y la tercera con haces de partículas.

Las plataformas o estaciones espaciales portadoras de armas nucleares fueron puestas en órbita por la Unión Soviética, bien bajo denominación genérica "COSMOS" o sin

ESPACIO: EL CAMPO DE BATALLA DEL FUTURO



La nave avanza. Totalmente erizada de antenas y equipos de escucha, extraños aparatos y complejas secciones, su alargada forma superrealista va protegida por un campo magnético. Mientras, el ordenador central automatiza todas las operaciones de navegación y las cámaras de vacío donde se sitúan los cañones electrónicos son revisadas por pequeños autómatas. Los escasos hombres de la tripulación descansan tranquilamente o se dedican a tareas de revisión, dando las órdenes oportunas a su sección de ROBOTS. A una velocidad de crucero de 150.000 kilómetros por minuto, la nave es un dulce paraíso de tranquilidad en una misión rutinaria de patrulla.

Pero, de repente, suena la alarma. Orden de combate para toda la nave: una anomalía ha sido detectada en algún punto del cuadrante de Alfa de Centauro, debiéndose personar con la mayor rapidez posible la patrulla militar de vigilancia en el lugar. El crucero espacial fuerza a tope sus máquinas, mientras que el comandante da las órdenes oportunas al computador para iniciar la más delicada de las operaciones: acelerar la nave hasta lograr una descomposición molecular que le permitirá llegar instantáneamente al punto detectado por la estación de control y vigilancia de Plutón. Asegurados en sus posiciones hombres y máquinas sienten la fuerza de la aceleración que les lleva a convertirse en un rayo de luz que escapa, a 300.000 kilómetros por segundo, hacia el destino encomendado...

Realmente dejar escapar la imaginación es fácil. Estamos seguros de que cualquiera que termine de leer las líneas precedentes podrá mejorar el relato, propio de Isaac Asimov o de la taquillera "Guerra de las Galaxias". Lo cierto es que la guerra en el espacio, en lo que a la ficción corresponde, parece estar de moda y si no que se lo pregunten al intrépido teniente Pedrito de la serie televisiva "Erase una vez el espacio". Para quienes son aficionados a los cuestionamientos de la cosmonáutica y han seguido de cerca su evolución, no dejan de ser unas divertidas fantasías, donde el atractivo del misterio que encierra el espacio para el hombre, se mezcla con una especie de filosofía gótica y mística. No sabemos por qué extraño misterio la concepción cinematográfica del espacio futuro

tiene algo de leyenda de Excalibur, pero con rayos láser.

La imaginación es, por tanto, libre, puesto que si hay algo cómodo es el especular con el futuro como juego. Pero debemos preguntarnos si parte de todas esas fantasías son simples elucubraciones o pueden tener algo de verdad: ¿Habrà futura guerra en el espacio?, ¿cómo se desarrollará?

LIMITACION...DE MOMENTO

Como queda señalado en otras páginas por cualificados especialistas, el espacio es un lugar para la ciencia y el desarrollo, pero también para la guerra.

No es de extrañar, porque el cosmos ofrece condiciones muy correctas y grandes ventajas para muchas de las operaciones militares y ha resultado una importante superación de la estrategia aérea en observación y comunicaciones. Hemos de ver si en el futuro lo será también en el ataque.

En realidad la propia carrera espacial es hija de Marte, puesto que fueron experiencias misilísticas las que dieron lugar a la astronáutica, que ha sido el más importante esfuerzo científico realizado fuera de tiempo de guerra. Tampoco es un secreto que las organizaciones que desarrollan la investigación espacial lo son de carácter militar, no sólo en el claro caso soviético, sino en el de la NASA, con importante control del Pentágono (la NASA nació para aunar las experiencias que por separado realizaban en cohetes los tres Ejércitos). Hasta las compañías privadas que han desarrollado naves astronáuticas (otras por ejemplo) han tenido unos intereses militares, puesto que han puesto al alcance de países sin tecnología propia, lanzadores perfectamente utilizables para el ataque, en vez de para la investigación.

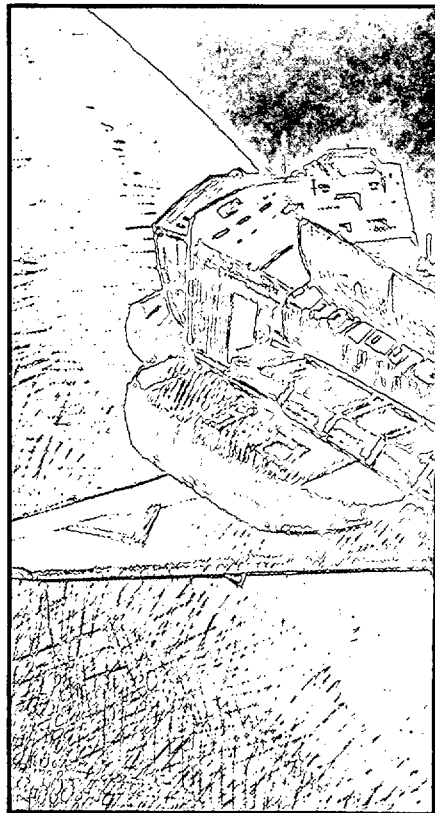
De momento la normativa jurídica y la propia técnica ponen cota al desarrollo de una escalada bélica en el exterior de nuestra atmósfera. Como se sabe, el cosmos está sujeto a una legislación muy parecida a la establecida hasta 1991 para la Antártida, esto es, está limitada totalmente la utilización militar, aunque las experiencias científicas pueden desarrollarlas miembros de las FAS. Desde luego, está prohibida la presencia de armas nucleares en prue-

bas o almacenadas y todas aquellas otras que estén destinadas al ataque o destrucción. ¿Pero, quién hace caso al Derecho Internacional?

Más bien es de suponer que si la carrera militar no se ha desarrollado más en el espacio ha sido por razones técnicas, que las dos superpotencias se aprestan a subsanar como sea.

GUERRA DE SUSPICACIAS

Hasta ahora la mayor utilización ha sido, como se constata en otro trabajo de este número, mediante



satélites que han facilitado a los altos mandos comunicaciones seguras, observaciones fiables y también seguras y sistemas de alerta temprana. La guerra abierta no llegaría aún hoy al espacio, donde no están las armas operativas, sino los chivatos, ojos y oídos que las mueven. La fuerza destructiva sigue estando en los misiles, que al atravesar en su mortífero viaje intercontinental -si algún día los realizan- el espacio sólo "en tránsito" no están sujetos a los acuerdos y consideraciones sobre el cosmos.

Según los especialistas es precisa-

mente el material que hay en el espacio una de las mayores seguridades para la paz, en la tensa espera de conflicto nuclear, porque el ataque a un satélite de comunicaciones y sobre todo de alerta, por parte de satélites de la otra potencia sería el gran aviso de que la guerra había comenzado y todos empezarían a lanzarse proyectiles intercontinentales sin la menor contemplación.

Hoy la guerra del cosmos es de suspicacias, de constantes recelos, puesto que los americanos ven con preocupación los tan comentados "satélites asesinos" soviéticos, mien-



tras que éstos temen a la Lanzadera Espacial, especie de "carro de la basura" que puede retirar de la circulación a cualquier satélite enemigo.

Pero el presente en materia de tecnología militar es un ayer lejano. El futuro es el parámetro de trabajo.

¿ATAQUE EXTERNO O AGRESIÓN TERRAQUEA?

Es un interesante tema para la reflexión el pensar en la posibilidad de una guerra abierta en el espacio. ¿Es factible?

Este tipo de contienda supondría un paso adelante, uno más, en la carrera y en la historia del armamento. Cabe preguntarse si la guerra exterior no excede las dimensiones "planetarias" a las que se ven limitados los supuestos contendientes. De las guerras entre tribus, se pasó a la de las "polis", luego a la de los "imperios" (lo que hoy llamaríamos "un conflicto muy localizado"—sólo en la zoha de Oriente Medio habrían chocado tres imperios hace 2.500 años—). Después la historia nos deparó las guerras continentales y con nuestro siglo nació el tremendo término de Guerra Mundial. Hoy por hoy lo sería realmente. Pero ya no hay más tierra por la que luchar casi. Debemos entonces pensar que el cosmos será la evolución natural en ese conflicto por la posesión del poder sobre la mayor parte de territorio posible.

La guerra en el espacio, según la entiende la ciencia ficción, que es el terreno en el que debemos movernos en este trabajo, no concuerda con la anterior deducción. Se tiene en la literatura fantástica una imagen idílica de Tierra formando una federación en paz en un solo Estado (en ocasiones confederado con otros planetas), cuyo único fin militar en el espacio es defenderse de la agresión exterior. De ahí vendrían las estaciones lunares de defensa o todo un gran cinturón mecánico en torno a nuestro planeta. Pero esto no lo cree nadie en un momento en que, como veremos más adelante las superpotencias de hoy, URSS y USA, pueden ya desarrollar máquinas espaciales temerosas y sin embargo aún no tenemos ningún mensaje claro de vida exterior que nos lleve a un caso como el imaginado en la entrada de esta crónica. (A propósito de esto ¿no han pensado más de una vez que los llamados OVNIS pueden muy bien ser naves terrestres secretas en fase de pruebas?.)

LA ESCALADA HA COMENZADO

Visto lo anterior, sólo queda pensar que la guerra en el espacio próximo se desarrolle más bien "hacia dentro", esto es, hacia enemigos situados en la propia Tierra.

Es difícil relacionar el actual estado de cosas con las fantásticas armas que todos nos imaginamos o

vemos en el cine, pero indudablemente hay unos eslabones intermedios, como en toda evolución tecnológica, que de forma rudimentaria ya hoy nos ponen en la pista del futuro de guerra-ficción.

También quedan explicados en otro trabajo incluido en este número los aspectos de una guerra inmediata en el espacio. Sólo mencionaremos aquí los aspectos que ya están cotidianamente en los periódicos y nos recuerdan, aun siendo realidades inmediatas, al mundo de las películas.

El coronel Gorev señalaba el pasado año a la agencia oficial Novosti, de la Unión Soviética, cómo "la Administración norteamericana, poseída por la obsesión militarista de alcanzar la supremacía sobre la URSS, desea extender la carrera armamentística al espacio cósmico; como manifestó el señor Graham, exdirector de la inteligencia de la Defensa, el teatro de operaciones de una futura guerra global sería el espacio, por lo que habrá que pasar a preparar un potencial nuclear idóneo".

Acusa el militar soviético a la Administración Reagan, citando cuidadosamente a periódicos norteamericanos, de proponerse conseguir un importante aumento de las asignaciones para el material bélico espacial, elevando los presupuestos para el 82 de siete a diez mil millones de dólares.

¿En qué se invertiría el dinero? Esta es la respuesta para los medios oficiales rusos: lugar preminente para la Shuttle que portará armas nucleares láser. Se prepara un sistema cósmico de múltiples usos para asestar golpes al enemigo (los rusos) en el espacio y en la tierra. El control de todas las operaciones espaciales estará en un centro de construcción en la base de Paterson, Colorado, con 400 millones de dólares de costo.

Naturalmente, para el coronel Gorev, la URSS sólo manda naves científicas al espacio...

"COLUMBIA" : UN "CAZA" EN POTENCIA

Por su parte los militares soviéticos que tanto desconfían de la Lanzadera, estudian una versión rusa de la misma, pero sobre todo desarrollan su estación Sayuz que básica-

mente es y será una base militar en el espacio. Vendrá a complementar su ya desarrollado "Sistema de Bombardeo desde Orbita Fraccionada" consistente en un satélite con cargas nucleares que puede guiarse cómodamente desde la estación contra cualquier objetivo en tierra y que podría atacar a USA por las zonas donde no tienen instalados sus sistemas de defensa, enfocados siempre hacia la URSS y China.

También desarrollan estaciones de batalla con armas láser. En este terreno, así como en el del cañón de partículas, se piensa que más o menos los conocimientos e investigaciones van en paralelo por parte de las dos potencias aun cuando hay grandes problemas de puntería y dominio de trayectoria en los cañones desarrollados, así como de energía. Más adelante insistiremos en el tema.

La supuesta necesidad de alterar el pasado mes de marzo el punto de aterrizaje de la Columbia, que lo hizo en una base militar de alta seguridad, vendría dada precisamente por la presencia en la nave de una de estas armas que inmediatamente fue transportada a un laboratorio espacial en la propia base.

LA CLAVE SE LLAMA LASER

Pero esto es presente. Ha llegado la hora de analizar ese parámetro futuro del que hemos hablado y que ya está en la mente y el tablero de dibujo naturalmente supersecreto de algún centro. ¿Qué buscan los científicos militares del espacio?. Indudablemente lo imposible, porque haciendo un diletantismo, esos hombres que trabajan más que nadie con elementos reales, fundan sus hipótesis en la imaginación, la fantasía y la ficción. Si quieren saber qué es lo que investigan las potencias, léanse un *comic* de Flash Gordon y no irán descaminados.

Es el rayo de la muerte de las historietas de este personaje lo que, ni más ni menos, pretenden lograr rusos y americanos con el láser, acróstico que corresponde a las siglas inglesas de "amplificación de la luz a través de emisiones estimuladas de radiación", empleado ya en la medicina y la industria y luego para guiar proyectiles de artillería en un proyecto desarrollado por Marietta. Recuérdese que también se ha dicho que los rusos lo habían

empleado ya en satélites, aunque esta información no parezca veraz.

A partir de esta primera tecnología a desarrollar y hasta el pasado año, USA había invertido 50.000 millones de dólares en investigación militar. El primer fruto serán las estaciones espaciales, que, con un costo de 3.000 millones de dólares, estarán listas para 1986 y que serán transportadas en pequeñas secciones por la Columbia hasta su emplazamiento, donde se montarán, siendo soldadas por astronautas a los que ya se ha dotado de un aparato de rayos que funciona con este fin en el vacío del espacio.

Toda una respuesta americana al proyecto militar soviético de estaciones artilleras láser con casi 20 observadores militares en esta década y 120 en los años 90. Estos ingenios podrán contar, según especulan los americanos, con un modelo de lanzador de rayos que alcanzará objetivos a 40.000 kilómetros, aunque los soviéticos se enfrentan al problema de la fuente de energía de estas armas. Necesitarían para un disparo desarrollar tanta que podría mantener encendidas todas las luces de Estados Unidos durante unos segundos. En USA 24 compañías y universidades trabajan en el láser militar y se llevan gastados más de 1.300 millones de dólares en este programa, mientras que los rusos han gastado 5.000.

La técnica más sofisticada para las estaciones de combate esta hoy en los láser de rayos X, que emplean la energía de una pequeña detonación nuclear y todo ello en un equipo realmente reducido. Probablemente es el que ha investigado la Columbia en marzo.

Paralelamente se desarrollan ya los filtros y blindajes que permitan una protección efectiva contra los ataques de rayos y magnéticos

En este campo de las armas defendidas contra el ataque, destacar el proyecto de "satélites oscuros" que permanecerán invisibles al radar a la espera de entrar en acción, desarrollando su energía propia con generadores nucleares. Se podrían colocar en tal número que sería difícil terminar con ellos.

ESTRATEGIA EN EL ESPACIO

¿Cómo sería la guerra en el espacio una vez desarrollados estos y

otros complejos equipos y naves?. Desde luego factores como el vacío, diferencias térmicas, falta de aire, reducción de peso, variaciones de niveles orbitales y otras, hacen peculiar el "campo de batalla". Para los expertos esta guerra se parecería "razonablemente" a la guerra naval, aun cuando no tendría sentido hablar de "arriba" y "abajo" y las bases estarían en movimiento. Con estas condiciones estos podrían ser más o menos los principios de acción:

- Las bases de operaciones serían grandes plataformas espaciales con medios rápidos y efectivos de propulsión, que entre otras cosas permitieran la corrección necesaria tras el empleo de las armas a bordo. Su dotación bélica podría ser así: armas de artillería, encerradas en envases herméticos especiales para las condiciones de temperatura y gravedad, que subsanaran los problemas de lubricación.

- Nubes de polvo metálico que engañen a las cabezas detectoras de los misiles enemigos y espejos parabólicos que concentren y guíen la luz solar a voluntad.

- Satélites de escolta con armas ligeras y cohetes de ataque; desechos metálicos que actúen para obstaculizar el avance de naves enemigas; cargas teleguiadas; bombas term nucleares con escudo antitérmico y propulsión para emplearse en ataques a tierra.

- Las grandes naves se acompañarían de escuadrillas de "caza", parecidas a las cápsulas espaciales, con armamento ligero y propulsión propia para interceptación de otras naves y misiles y para el ataque a la base y medios de comunicación contrarios, así como ataques a tierra y aprovisionamiento de la base propia, en órbita fija.

Por supuesto, es vital el dominio en materia de grandes computadores que permitan una rápida y automática posibilidad de control y cálculo de los movimientos en batalla.

Hasta aquí lo previsible. Cuánto tiempo tardaremos en verlo, es cuestionable, pero parece indiscutible que algún día llegará. Si los viejos personajes del *comic* y los escritores de ciencia ficción levantan la cabeza, saldrían corriendo: la guerra ficción será demasiado dura... y peligrosa. ■

DESARROLLO DE LA MEDICINA AERROESPACIAL



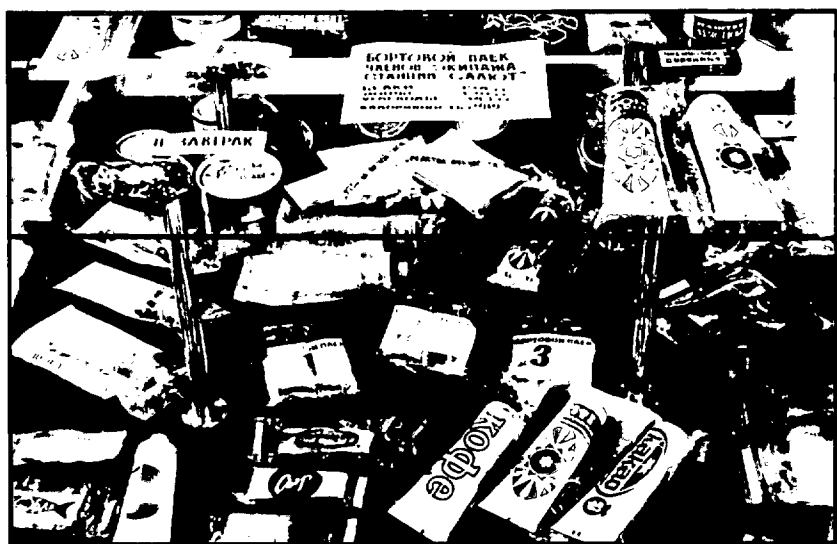
JUAN CARLOS SALINAS SANCHEZ

El hombre ha pretendido, desde lejanas épocas, conquistar lo que por razones de su propia limitación le era inaccesible. Leyendas, teorías y experiencias han copado los tratados de historia de datos y proezas, con ilustres nombres que van unidos a la historia de la Aviación. Roger Bacon, los hermanos Montgolfier, Pilatre de Rozier, Blanchard, Farman, Bleriot, Voisin, Wright, Beaumont, y un largo etcétera de inmortales, que, en nuestro tiempo, se ha visto culminada con los de Gagarin, Glen, Armstrong, Collins o Aldrin, por citar los más significativos de la Era Espacial, y de la que difícilmente podemos vislumbrar su futuro, no ya a largo plazo, sino incluso a corto con experiencias que nos asombran día a día y metas de difícil comprensión.

El avance tecnológico obliga a realizar enormes esfuerzos para mantener la integridad del organismo en un medio hostil y bien diferente de aquel en el que trabajamos habitualmente. Tenemos referencias de que en aquellas épicas etapas de la naciente Aerostación empezaron a ocurrir las primeras incidencias, en forma de problemas de hipoxia y bajas temperaturas. Las limitaciones del organismo hubo que combatir las con posterioridad a que ocurrieran estos indeseables efectos.

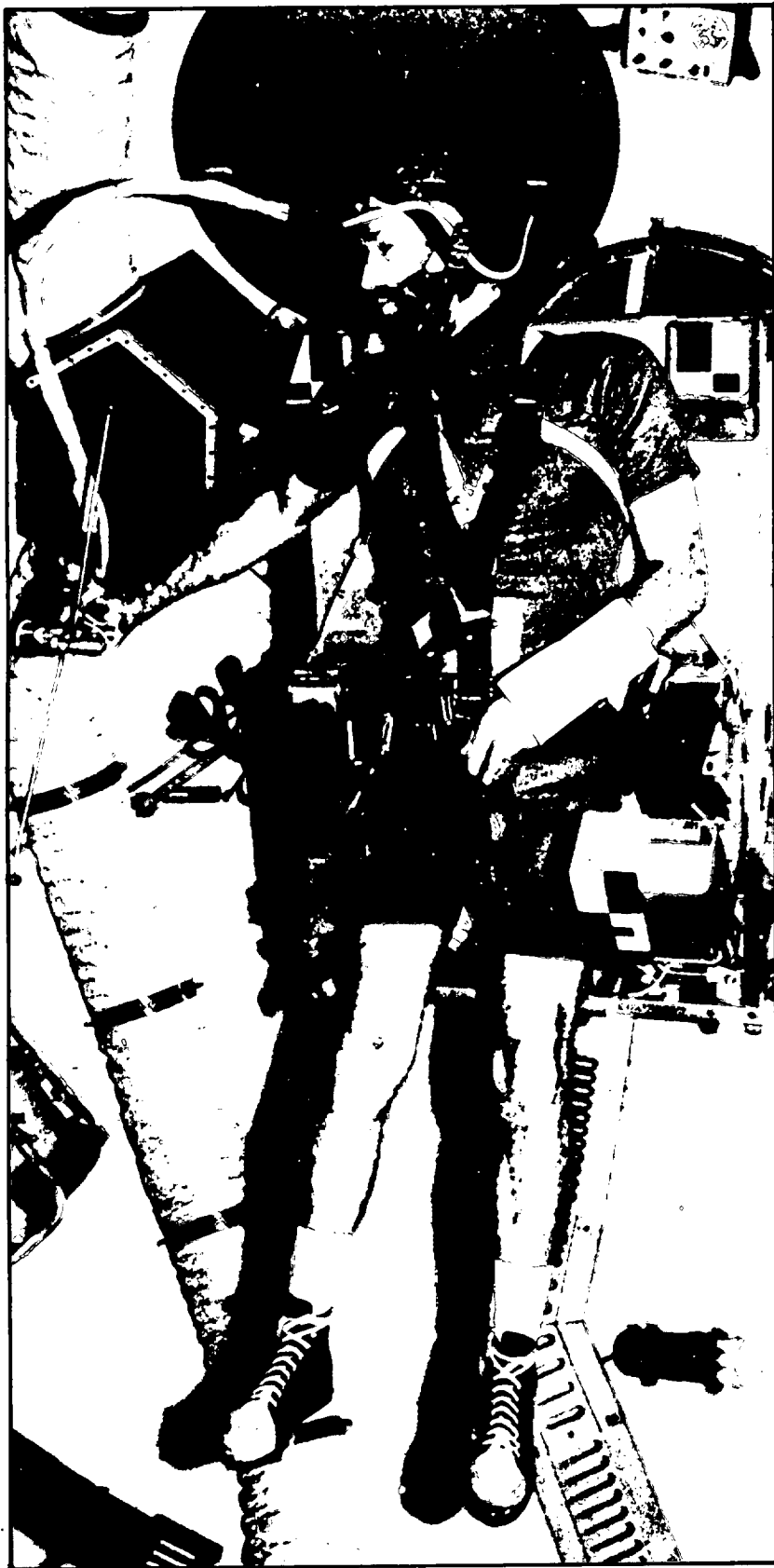
En la época del avión se sumaron nuevos problemas, como las aceleraciones, barotraumatismos, ritmos circadianos, radiaciones o fatiga de vuelo. Realmente, fue entonces cuando se creó una auténtica preocupación por resolver, mediante una medicina especializada, los requerimientos que la tecnología imponía por el desarrollo de sus programas. La Medicina Aeronáutica era un hecho incuestionable, paralelo a la ingeniería Aeronáutica.

El desarrollo y el progreso cambió la terminología Aeronáutica por la Aeroespacial y, con el cambio nominal, varió la filosofía. No sólo era preciso resolver los problemas de la hostilidad del medio que nos rodea: había que prevenir las situaciones nuevas, en un ambiente poco menos



Página anterior: Centro de Preparación de Cosmonautas Yuri Gagarin (URSS). Simulación de operaciones a bordo a cargo de los astronautas Gubarev y Grechno

Auténticas "dietas de astronautas". De arriba, a abajo: comidas para el Apolo-7, Ciudad de las Estrellas (Moscú) y Saliut-6



Astronauta del Skylab en dispositivo experimental de maniobras para el interior de la Estación Espacial en órbita terrestre

que desconocido, fuera de nuestra atmósfera.

La Medicina Aeroespacial trata de investigar y prevenir la nueva patología. Dejó de ser puramente asistencial para ser profiláctica, sin olvidar lo primero, pero decididamente futurista e investigadora.

Ante este nuevo reto, el espacio, las investigaciones se multiplicaron, y, como dijo el Profesor Fernández Cruz, "Nunca hasta ahora se había estudiado en todos sus detalles este ambiente en el que normalmente vivimos, para mirar de conseguir otro igual y transportable dentro de una cosmonave".

El los resumió en agentes físicos, químicos, biológicos y psíquicos, apuntando entonces la posibilidad de tenerlos resueltos en su mayoría, o en vías de solución.

En 1946 tenemos las primeras referencias de estudios sobre las grandes aceleraciones. Fue el Dr. Stapp quien experimentó (con bruscas aceleraciones y deceleraciones, de 80 G a 125 G) las reacciones del organismo. Stephen Gray estudió el aceleramiento de las hojas embrionarias de siembras jóvenes de trigo, someténdolas a campos de 500 G, en 1950. Y en 1959 en Holloman, Nuevo Méjico, se hicieron las primeras experiencias con pilotos sometidos a aceleraciones de 2 G durante 24 horas y comprobando sus alteraciones específicas.

Otro de los problemas mas espectaculares fue la situación de ingravidez a que los pilotos se deberían someter durante los vuelos y la adaptación a este nuevo medio durante largos períodos. Fue la escuela de Medicina Aeronáutica de Randolph Field, en Texas, quien realizó los primeros experimentos en 1948. Se observaron las graves alteraciones cardiacas, pulmonares, digestivas, dificultad de micción de orina, aumento de producción de la misma, alteraciones sanguíneas, y, a largo plazo, alteraciones atroficas de la masa muscular y descalcificación ósea, debidas fundamentalmente a la menor resistencia que ofrece el medio para realizar un movimiento y al desuso del aparato óseo, que ofrece el soporte de nuestros movimientos. El entrenamiento, y un denodado programa de profilaxis, resolvieron gran parte de estos efectos indeseables, y dejó de ser problema insoslayable para los viajes espaciales. Sin

embargo, las recientes investigaciones tienden, como línea fundamental, a conseguir un hábitat de gravedad similar a la que tenemos en nuestro ambiente.

El problema de los largos viajes espaciales implicaba un estudio completo de las normas de supervivencia de los astronautas. Dentro de una pequeña cápsula, a miles de kilómetros de la Tierra, tienen que realizar todas sus funciones fisiológicas y metabólicas en un reducido espacio. Había que habilitar los aparatos necesarios para transporte de víveres y agua, lo que ya implicaba una limitación importante, y hubo de buscarse el medio del aprovechamiento de toda fuente productora de alimento útil para el astronauta; todo ello sin merma de cubrir las necesidades de mínima seguridad, de suficiente aporte alimenticio e hídrico.

Tenemos datos bibliográficos de Von Braun, Clamnn, Becker, Simon, Armstrong, que estudian el intercambio gaseoso a diferentes gradientes de presión. El profesor Myers de la Universidad de Texas (-Bibliografía tomada del Prof. Merayo Magdalena-), presentó el primer proyecto de creación de un sistema ecológico cerrado, a través de unas algas, e independiente del medio externo para su subsistencia. Este sistema incluye un circuito cerrado entre oxígeno, alimentos y eliminación de excretas. Fue estudiado satisfactoriamente por Tisher, aunque por ahora es irrealizable a gran escala como único medio de alimentación. No obstante, la dificultad se ha superado y estas experiencias han servido de apoyo, en gran medida, a la resolución del problema de la alimentación de los astronautas y a la depuración y aprovechamiento porcentual de sus excretas.

Los problemas con que se enfrentaron los investigadores y médicos aeroespaciales ante la situación de un problema nuevo, no fueron del todo resueltos debido a que si bien acondicionaron el hábitat, casi perfecto, para la supervivencia más allá de las fronteras conocidas, les quedaban por resolver aquellas circunstancias imprevisibles que en potencia podrían traer consigo los astronautas a la vuelta de su viaje espacial. Esta problemática se acrecentó con la llegada del primer hombre a la Luna. ¿Qué forma de vida microscópica, si la hubiera, podrían



De arriba a abajo: Entrenamiento en condiciones límite; superando pruebas de resistencia y un refugio para la Luna



Hombres y mujeres al espacio. Las fotos superiores son de entrenamientos del Soyuz. En la inferior, técnicas femeninas para misiones del Space Shuttle

trasladar de nuestro satélite al planeta?

¿Podrían traer algún tipo de enfermedad desconocida?

¿Cabía la posibilidad de que, ante la inmensidad del proyecto culminado, y siendo protagonistas del mismo, se modificara psicológicamente su personalidad?

Estas incógnitas, antes quiméricas, son del dominio público y se han resuelto gracias al tesón y perseverancia del investigador médico aeroespacial.

En la actualidad se buscan otras metas, nuevos retos a lo que parece imposible.

Los programas de naves tripuladas a Marte, donde la gravedad es superior a la de la Tierra y de donde no se posee un banco de datos de información suficiente, no son obstáculo para que el programa esté en marcha, y nuevamente recapitemos sobre nuestras posibilidades y, por qué no, osadía por llegar hasta donde no ha llegado nadie y volver en las mismas condiciones con que se partió.

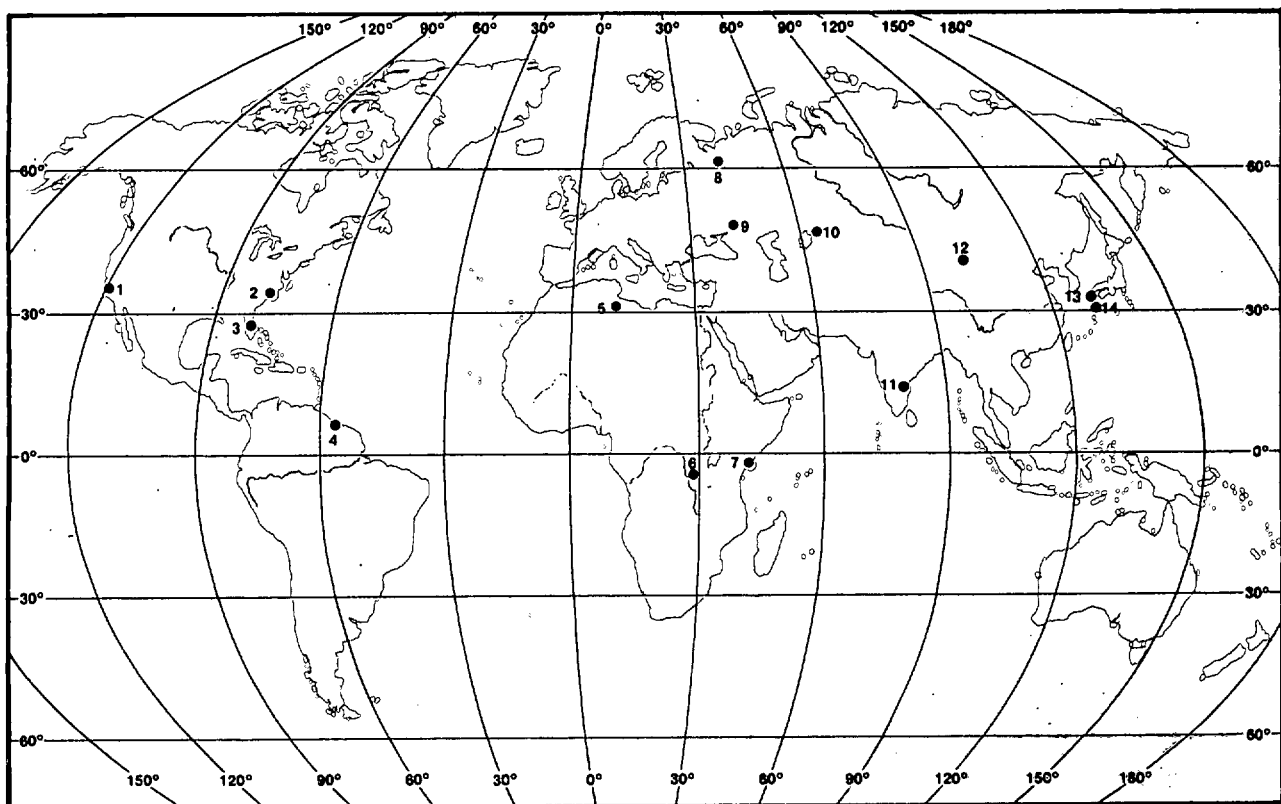
El desarrollo incluye colaboración y quizá sea esta enseñanza el mayor descubrimiento científico que la Era Espacial ha aportado al hombre. Cada día que pasa somos conscientes de que es necesario una superespecialización en cualquier campo científico. En cada proyecto han de intervenir cada vez más técnicos y más especializados.

Volar en avión cada vez tiene menos limitaciones, e incluso el traslado de enfermos graves se realiza en aeronaves. El piloto se siente más seguro y se conserva mejor, pese a las condiciones adversas en que debe volar en muchas ocasiones.

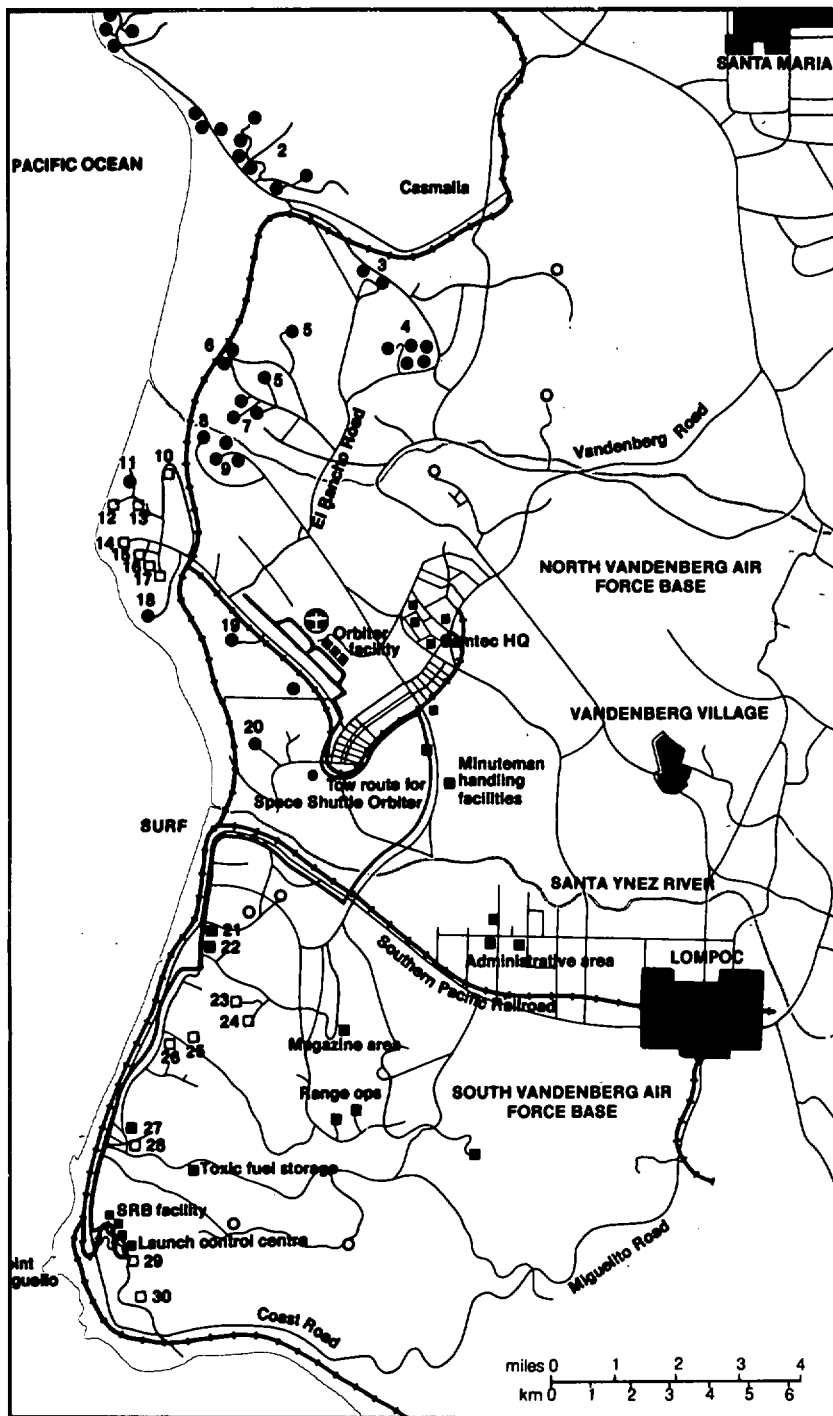
Todo ello es fruto de la investigación y la colaboración de todos los estamentos aeronáuticos. Colaborar con el médico aeroespacial es para el piloto una garantía de mejorar su seguridad en vuelo y una perseverancia en sus aptitudes para mantenerse en la forma que requiere la profesión. Constancia, entrenamiento y confianza, son términos que, lejos de olvidarse, deben prevalecer en la comunicación piloto-médico, y de su acercamiento y vida en común depende, en gran parte, la obtención del fruto deseado: **AUMENTAR LA SEGURIDAD EN VUELO.** ■

CENTROS de LANZAMIENTO

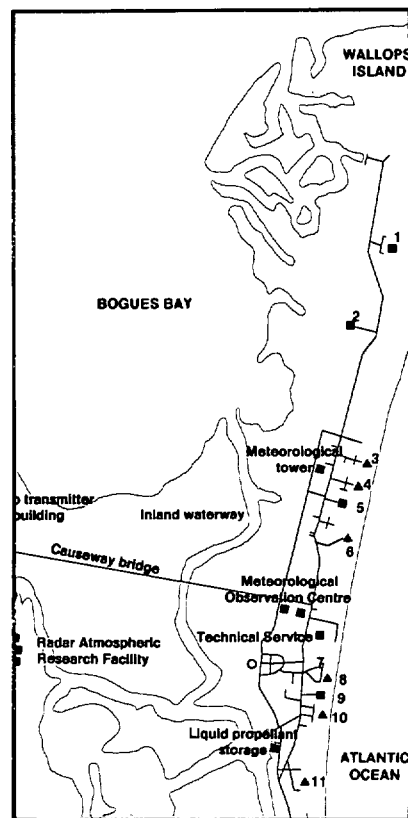
M. C. B.



1.- Base Aérea de Vandenberg (EE.UU.). 2.- Isla de Wallops (EE.UU.). 3.- Centro Espacial Kennedy (EE.UU.). 4.- Centro Espacial de Guayana (Francia/ESA). 5.- OTRAG-Libia. 6.- OTRAG-Zaire. 7.- Plataforma San Marco (Italia). 8.- Cosmódromo del Norte (URSS). 9.- Estación de Volgogrado (URSS). 10.- Cosmódromo de Baikonur (URSS). 11.- Sriharikota (India). 12.- Centro "Shuang-Ch'eng-tzu" (China). 13.- Osaki (Japón). 14.- Kagoshima (Japón).



- 22 Complejo de lanzamiento "Point Arguello"-B (Cohetes-sonda)
- 23 SLC-3W (Thor-Agena, Atlas F-Agena D)
- 24 SLC-3E (Atlas-Agena, Atlas F); en modificación
- 25 SLC-4W (Atlas-Agena, Titan III B-Agena D)
- 26 SLC-4E (Atlas-Agena, Titan III D)
- 27 PLC-C (Cohetes sonda), inactivo
- 28 SLC-5 (Scout)
- 29 SLC-6 LE-1 (Space Shuttle (STS), diseñado originalmente para el Titan III M/MOL)
- 30 SLC-6 LE-2 (Segundo campo para el STS, aún sin construir).



ISLA DE WALLOPS

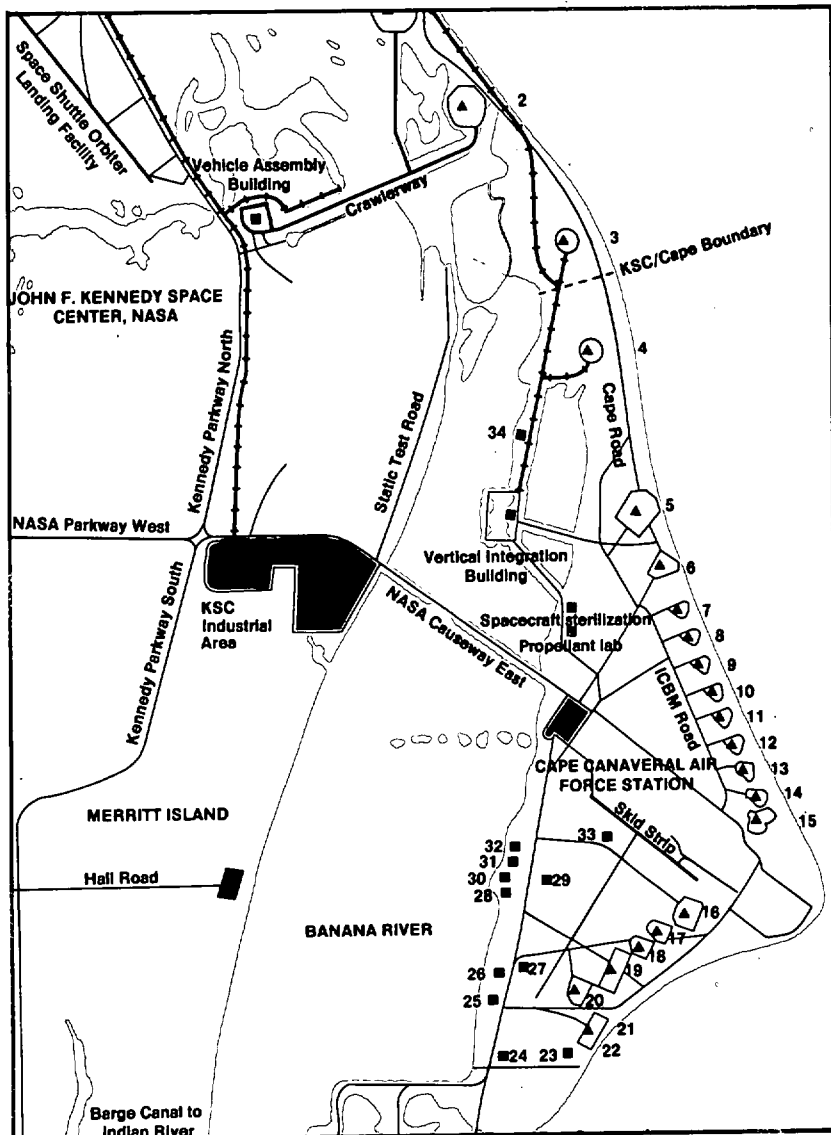
- 1 Zona de control dinámico
- 2 Area de ensamblaje y control de carga de pago
- 3 Area de Lanzamiento (LA) n.º 5
- 4 LA n.º 4
- 5 LA n.º 3
- 6 LA n.º 3
- 7 Torre meteorológica de 76,2 m.
- 8 LA n.º 2 y Enclave n.º 2
- 9 Zona de ensamblaje n.º 1
- 10 LA n.º 1
- 11 LA n.º 0

BASE AEREA DE VANDENBERG

- 1 Silos Minuteman III
- 2 Silos Minuteman III
- 3 Zonas de Atlas F
- 4 Zonas de Titan I
- 5 Lanzadores Atlas E tipo "coffin".
- 6 Lanzadores Bomarc
- 7 Zonas de Atlas-D, tipo "coffin"
- 8 Zonas Titan II
- 9 Zonas Atlas D y F, inactivas
- 10 Bloques 4300-C (Scout Jr.)
- 11 Zona de Thor
- 12 Complejo de lanzamiento (SLC) 10W (Thor/SV-5D)
- 13 SLC 10E (Thor), inactivo
- 14 SLC 1W (Thorad)
- 15 SLC 1E (Thorad)
- 16 SLC-ZW (Thor Delta)
- 17 SLC-ZE (Thor Delta)
- 18 Zona Atlas F
- 19 Titan II
- 20 Zona de Titan II
- 21 Complejo de pruebas de lanzamiento (PLC)-A (cohetes-sonda)

CENTRO ESPACIAL KENNEDY

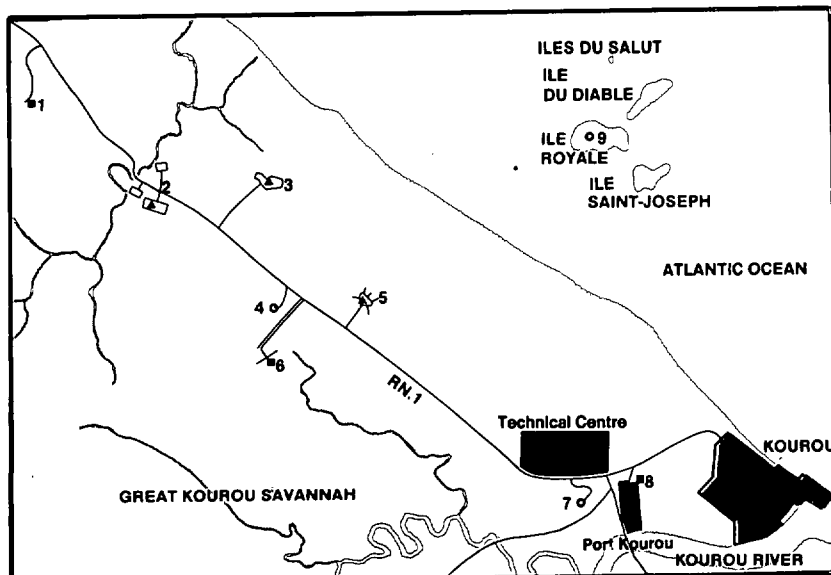
- 1 Complejo de lanzamiento (LC) 39-B (Apolo/Saturno V, Skylab/Saturno IB, ASTP, Space Shuttle (STS))
- 2 LC-39A (Apolo/Saturno V, Skylab/Saturno V, STS)
- 3 C-41 (Titan III-Centauro)
- 4 C-40 (Titan III)
- 5 C-37 A y B (Apolo/Saturno IB), desmantelado
- 6 C-34 (Apolo/Saturno IB), desmantelado
- 7 C-20 (Titan), desactivado
- 8 C-19 (Gemini-Titan II), desactivado
- 9 C-16 (Pershing)
- 10 C-15 (Titan), desactivado
- 11 C-14 (Mercurio-Atlas), desmantelado
- 12 C-13 (Atlas-Agena)
- 13 C-12 (Atlas-Agena), desactivado
- 14 C-11 (Atlas), desactivado
- 15 C-36 (Atlas-Centauro)
- 16 C-31 y 32 (Minuteman), desactivado
- 17 C-18 (Blue Scout), desactivado
- 18 C-17 (Delta)
- 19 C-26: Museo de la Aeronáutica y la Astronáutica
- 20 C-30, desactivado
- 21 C-25 (Trident)
- 22 C-29, en reserva
- 23 Área de ensamblaje de misiles
- 24 Antenas
- 25 Propulsores de misiles
- 26 Torre de Control
- 27 Control de sistemas de retorno
- 28 Depósitos de combustible líquido
- 29 Centro de Control
- 30 Área de inspección de propulsores
- 31 Almacén de propulsores sólidos
- 32 Almacén de motores
- 33 Control de sistema de retorno
- 34 Edificio de ensamblaje de motores sólidos

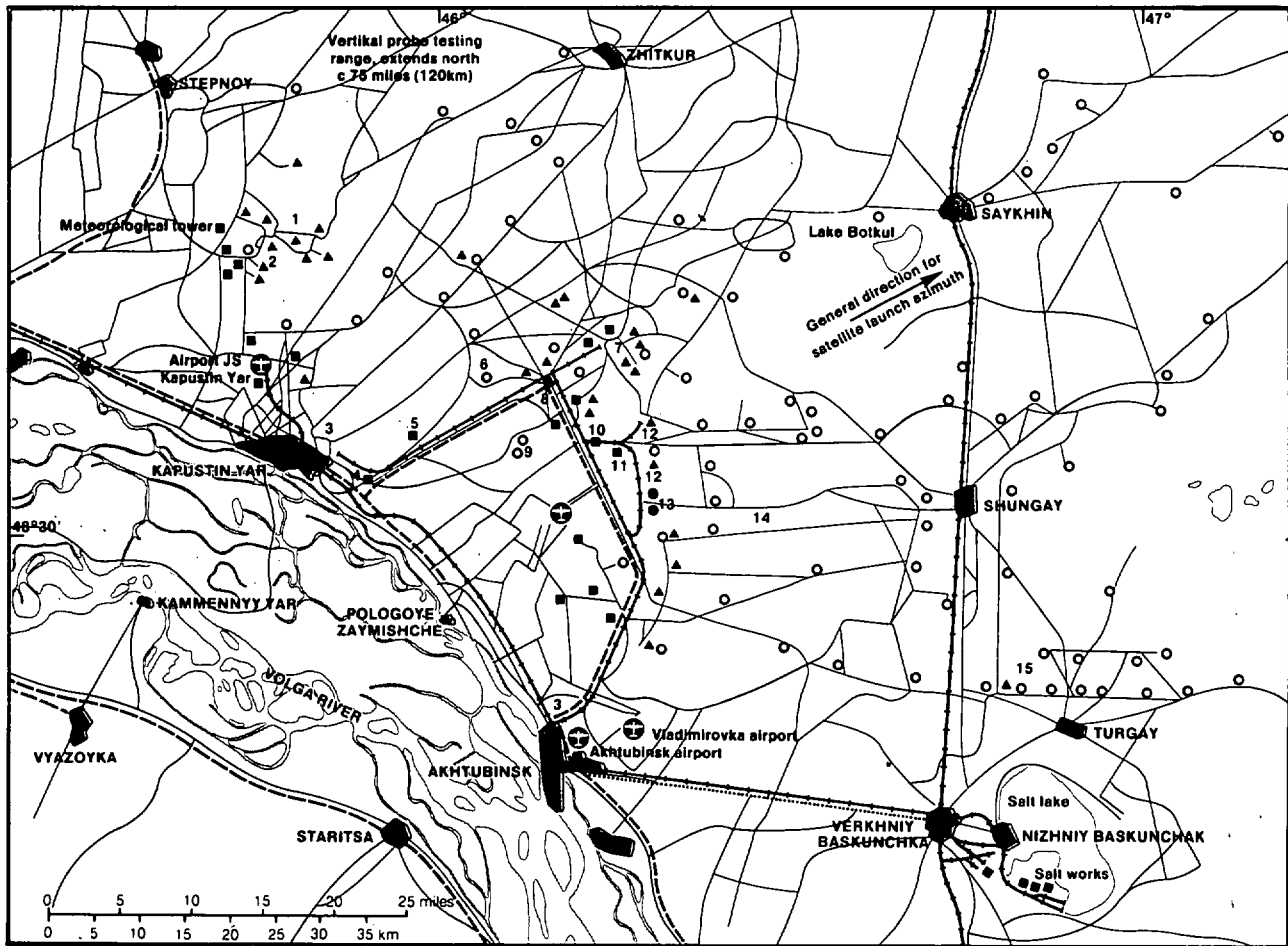


CENTRO ESPACIAL DE GUAYANA

- 1 Estación interferométrica Iris TM/TC, Estación Diana
- 2 Complejo de lanzamiento Ariane
- 3 Complejo de lanzamiento Diamant
- 4 Radars meteorológicos
- 5 Complejo de lanzamiento de cohetes sonda
- 6 Almacén de motores
- 7 Enlace radio
- 8 Planta de nitrógeno y oxígeno
- 9 IR Kincedolito

Centro de lanzamiento francés en la Guayana francesa, 5.º N del Ecuador. Utilizado brevemente por ELDO para el EUROPA II. Abandonado este proyecto, se utiliza por ESA para el Ariane.





ESTACION DE VOLGOGRADO

- 1 Area Korolev
- 2 Antiguo complejo vertical de pruebas de cohetes sonda
- 3 Aparte de varios lanzadores C-1, las instalaciones básicas en forma de abanico parecen abandonadas.
- 4 Cuartel General del Campo
- 5 Monumento V-2
- 6 Punto de antenas de alta frecuencia
- 7 Area de cohetes sonda
- 8 Control
- 9 Localización del radar
- 10 Edificio de ensamble horizontal
- 11 Emplazamiento para la prensa
- 12 Campo de C-1 con grúa
- 13 Silos del B-1 intercosmos
- 14 Area "Yangel"
- 15 Instalaciones de pruebas verticales de cohetes sonda.

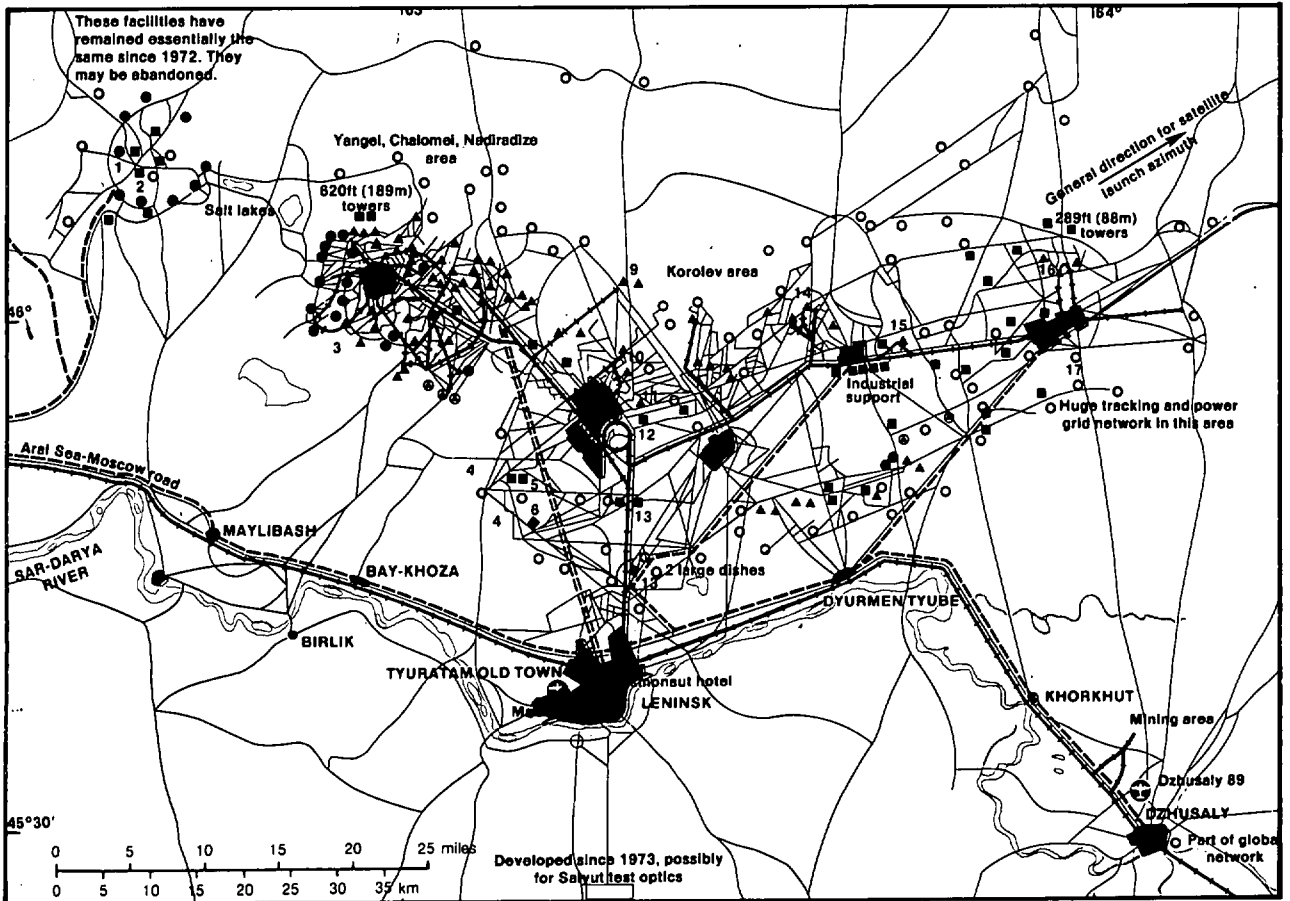
Elevadores de tensión militares asociados con Korolev: SS-1, SS-2, SS-3; con Yangel: SS-4, SS-5, SS-8. Lanzadores de prueba asociados con Korolev: SS-3, Vertical 1, 2 y 3 y también V-SB, V-SA, SS-2 tipos A-1, A-2, A-3, A-4; con Yangel: SS-5, Vertical 4, 5, 6, 7, 8.



CENTRO DE LANZAMIENTO DE OSAKI

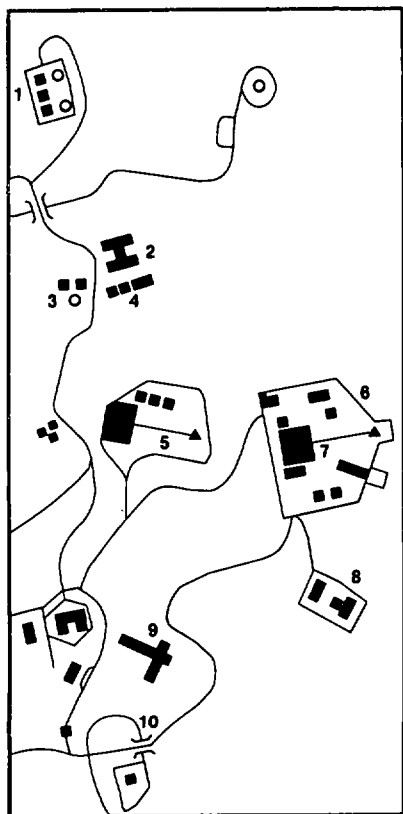
- 1 Instalaciones para el control de retorno
- 2 Instalaciones de almacenamiento de propulsores sólidos
- 3 Instalaciones de comprobación de combustible estático para la primera etapa del motor principal
- 4 Campo de lanzamiento N-1
- 5 Campo de lanzamiento ETV (Q)

- 6 Instalaciones de almacenamiento de propulsores líquidos
- 7 Fortificaciones
- 8 Torre de observación meteorológica
- 9 Edificio de ensamblaje de vehículos de lanzamiento
- 10 Centro de control de trayectoria
- 11 Estación de telemetría
- 12 Edificio de chequeo de naves espaciales
- 13 Suministros de agua
- 14 Planta de energía eléctrica



COSMODROMO DE BAIKONUR

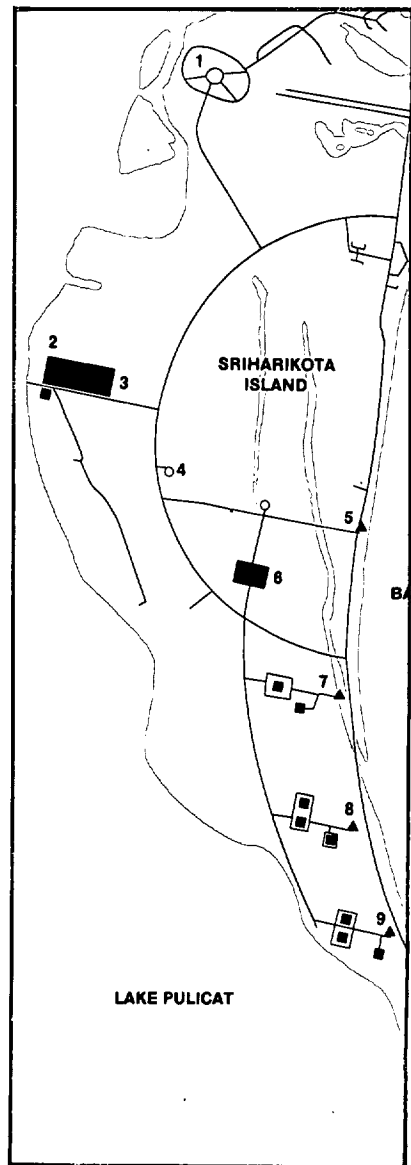
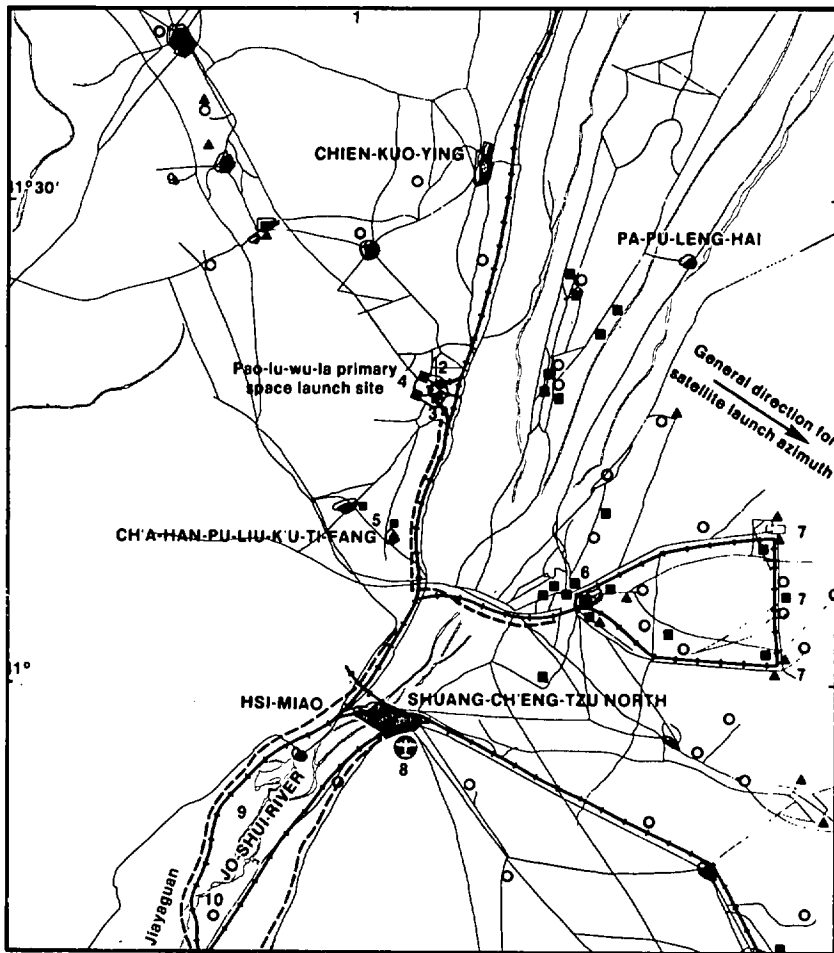
- 1 Silos F-1-r FOBS?
- 2 Probables instalaciones de control de lanzamiento centralizado
- 3 Complejo de lanzamiento militar
- 4 Red de control y energía
- 5 Area de almacenamiento de combustible
- 6 Centro principal de control y seguimiento de la misión
- 7 Area para desarrollo de naves tipo G
- 8 ¿Edificio de ensamblamiento de naves tipo G?
- 9 ¿Campos de naves tipo G? (Posición estimada)
- 10 Parecen ser instalaciones TT-5, J para naves tipo G
- 11 Complejo de elevadores clase A utilizados para Sputnik-1, Vostok 1 y ASTP Soyuz 19
- 12 Edificios de ensamblaje del Soyuz
- 13 Producción Lox
- 14 Zonas del Venera, Progress, Cosmos y Soyuz 9
- 15 Zona de recuperación de ASTP
- 16 Enormes instalaciones, posiblemente para el Protón
- 17 Estas instalaciones pueden estar relacionadas con cohetes militares de combustible sólido



CENTRO ESPACIAL KAGOSHIMA

- 1 Centro de rastreo de satélites
- 2 Centro de control
- 3 Centro de telemetría
- 4 Edificio de ensamblamiento de cargas de pago
- 5 Complejo de lanzamiento LAMBDA
- 6 Complejo de lanzamiento del MU
- 7 Edificio de ensamblaje del MU
- 8 Edificio de preparación de satélites
- 9 Oficinas de administración
- 10 Puerta principal

El Centro Espacial Kagoshima se estableció en 1962 para lanzamiento y recepción de datos desde cohetes-sonda y satélites científicos. Las instalaciones (rampas) de lanzamiento, centros de control y telemetría, etc., han sido construidas en plataformas orientadas al Pacífico. Hasta finales de 1979 lanzaron 250 cohetes desde aquí.

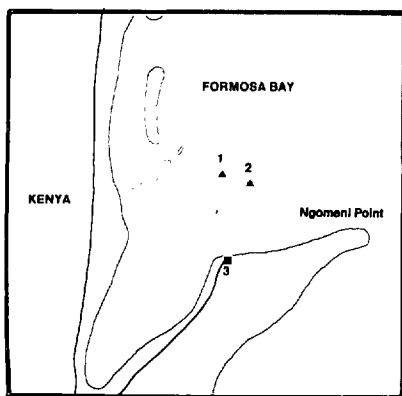


CENTRO SHUANG-CH'ENG-TZU (China)

- 1 Esta gran área triangular ha sido la de mayor desarrollo desde 1973, con la dotación de autopistas y construcciones que pueden ser instalaciones de apoyo.
 - 2 Área CSL-2 (FB-1). Desde aquí se lanzaron las series de satélites 3-8
 - 3 Área CSL-1. Utilizada para lanzar los satélites China 1 y 2.
- Los dos emplazamientos están servidos por una grúa central. Cada uno

tiene una torre de trabajo y foso de ignición.

- 4 Enclaves fortificados
- 5 Serie de edificios de dos plantas
- 6 Principales edificios industriales
- 7 Parecen ser instalaciones básicas para CSS-2, CSS-3 y CSS-X4. Algunas instalaciones desperdigadas pueden ser capaces de acomodar CSS-1.
- 8 Aeropuerto abandonado
- 9 Poblamientos nómadas
- 10 Estación de control Da-Shu-Li.



PLATAFORMA SAN MARCO

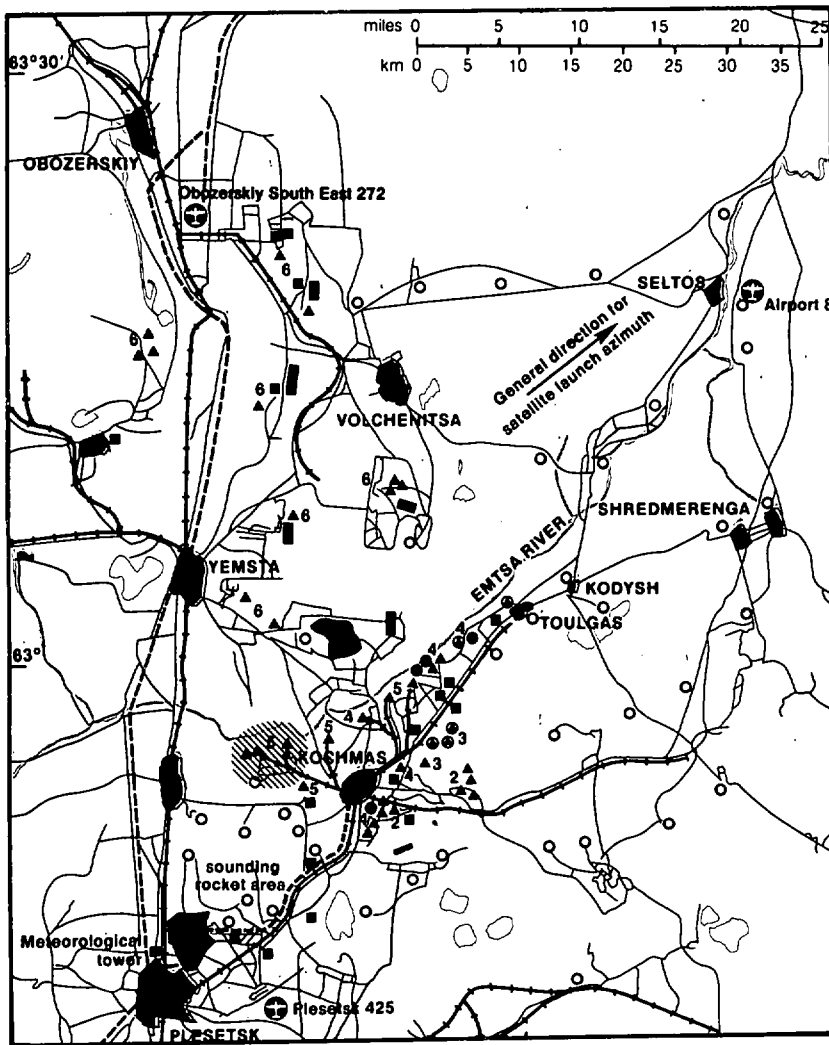
- 1 Plataforma de control Santa Rita
- 2 Plataforma de lanzamiento San Marco (2.º 56'S, 4.º 12'E)
- 3 Campamento base

El complejo móvil consiste en dos plataformas. El lanzador es un "Scout" de cuatro etapas y combustible sólido. Su situación es muy ventajosa para los lanzamientos en órbita ecuatorial.

SRIHARIKOTA. (Shar)

- 1 Almacén de explosivos
- 2 Ensamblaje
- 3 Centro técnico
- 4 Edificio de telemetría
- 5 Edificio de cohetes-sonda
- 6 Almacén de explosivos
- 7 Complejo de lanzamiento de satélites de combustible líquido
- 8 Complejo de lanzamiento SLV-3
- 9 Complejo de lanzamiento de satélites sincrónicos.

El centro de Sriharikota incluye también una planta de propulsor sólido e instalaciones de control de cohetes hijos.



3 CENTRO ESPACIAL KENNEDY (KSC), O CABO CAÑAVERAL

Principal centro de lanzamiento norteamericano.

Lugar de lanzamiento, hasta el presente, de todas las naves tripuladas USA.

El primer lanzamiento tuvo lugar el 24 de julio de 1950 (Cohete A-4/WAC-Corporal) y el 31 de enero de 1958 a las 10:48:16 P.M. (hora local, se lanzaba desde Cabo Cañaveral el primer satélite americano, "Explorer 1".

4 CENTRO ESPACIAL GUAYANA

Establecido por Francia en 1964 en la zona ecuatorial.

Su primer lanzamiento fue un cohete "Veronique" en abril de 1968. En sus primeros diez años fue base de lanzamientos de 355 cohetes, entre ellos los gemelos francés y alemán lanzados desde el primer "Diamant B" el 10 de marzo de 1970.

Después de una época de inactividad (1973-75 a 77), la decisión de ESA de lanzar desde aquí el Ariane le reactivó.

Su actual programa de desarrollo prevé, a partir de julio de 1984, las instalaciones y medios necesarios para permitir diez lanzamientos "Ariane" anuales.

5 y 6 OTRAG-Zaire: Campo de lanzamiento, establecido en 1975 por acuerdo entre esa compañía alemana y el Gobierno de Zaire, ocupando 100.000 km.², hasta el año 2.000. Por dificultades políticas, el acuerdo concluyó en 1979, después de varios lanzamientos positivos.

Los futuros programas de OTRAG se desarrollarán en el nuevo complejo de Libia, 600 kms. al Sur de Trípoli, desde 1980.

7 PLATAFORMA SAN MARCO

Italia opera desde mediados de los 60 esta plataforma civil móvil, situada en la zona ecuatorial del Océano Indico.

Desarrollada para lanzar el satélite italiano San Marco 2, lanzado con éxito el 26 de abril de 1967, ha sido base de otros 7 lanzamientos durante los años 70, de ellos el más destacado tuvo lugar el 12 de diciembre de 1970: "Explorer 42-SAS" (Uhuru) primer satélite norteamericano puesto en órbita desde una base extranjera.

8 COSMODROMO DEL NORTE

Comparable a Vandenberg AFB, aunque mayor y más concentrado, por la gran cantidad de rampas de lanzamiento y silos subterráneos para misiles balísticos.

Identificado públicamente por Occidente en 1966.

Utilizado para lanzamiento de satélites

COSMODROMO DEL NORTE

1 Este centro militar se concentró inicialmente alrededor de Kochmas. Mucho material secreto de investigación y desarrollo ha sido transferido aquí desde Baikonur.

2 Area Yangel. Se cree asociada a los lanzadores B-1 y C-1. Es similar a las instalaciones de Volgogrado.

3 Parecen Instalaciones tipo F al F-1 y F2. Posiblemente acomodaron los SS-7,

sustituidos por los SS-9 y ahora por los SS-17 y 18.

4 Estas áreas no identificadas parecen estar conectadas con la central Yangel o pueden ser instalaciones militares.

5 Area Korolev. Al menos cuatro de estos puntos parecen lanzadores tipo A para SS-6. Su configuración recuerda a los elevadores de Baikonur "A".

6 Posibles áreas de defensa instalaciones de apoyo o áreas de trabajos de la defensa nacional. Pueden no tener relación directa con el Cosmódromo.

1 BASE AEREA DE VANDENBERG

1.^{er} lanzamiento orbital, Thor-Agena A (2-2-59) con el satélite "Discoverer 1", primero de órbita polar y norteamericano de reconocimiento.

Situación ideal para lanzamientos con órbita polar. Ha sido la base de lanzamiento de todos los satélites norteamericanos, excepto los primeros de órbita geoestacionaria.

2 WALLOPS ISLAND

Su actividad espacial es reducida (2% del total USA). El primer lanzamiento orbital corresponde a un lanzador "Scout" el 4 de diciembre de 1960.

Sirve de lugar de entrenamiento para los equipos italianos que lanzan los "Scout" desde la plataforma "San Marcos".

con diversos objetivos, especialmente militares (entre ellos los cazadores y asesinos).

Parece estar protegido por un sistema de misiles tierra-aire SA-2 y SA-3.

9 ESTACION DE VOLGOGRADO

Inició sus trabajos como base de lanzamiento de las V-2 desarrolladas por un equipo germano-ruso en 1947.

Aquí tuvieron lugar los primeros lanzamientos rusos al espacio de animales con carácter experimental (1949-52).

Tiene una importancia similar a Wallops Island y White Sands en EE.UU. juntas.

Su principal uso hoy está en las series "Cosmos" e "Interkosmos", así como otros de tipo militar y para blancos.

10 COSMODROMO DE BAIKONUR

Inaugurado en 1955 para probar el R.71CBM lejos del alcance de las estaciones de control norteamericanas en Turquía.

Desde aquí se lanzaron el Sputnik 1 el 4 de octubre de 1957 y el Vostok 1, con Yuri Gagarin a bordo, el 12 de abril de 1961.

Actualmente sirve de base a los "Soyuz", "Progress" y "Soyuz T/Salyut".

Dispone de varios silos FOBS (Sistema

de Bombardeo Orbital Fraccionado) y de lanzadores para las naves "Lunik", "Zond", "Mars" y "Venera".

Algunas de las instalaciones detectadas aquí hacen pensar que los soviéticos llegaron a preparar viajes tripulados a la Luna, aunque no los desarrollaron.

Junto a él está la nueva ciudad científica Lennisk.

11 SRIHARIKOTA (SHAR)

Este centro de lanzamiento, en la isla del mismo nombre, es el más importante de la India, preparado para lanzamientos de cohetes, control, telemetría, y telemando de los satélites indios, entre ellos el cohete de cuatro etapas SLV-3, que lanzó con éxito el tercer satélite indio (SLU-3 el 28 de julio de 1980).

12 SHUANG-CHING-TEO

"Viento del Este", comenzado a construir a principios de los 60 como centro de control de cohetes balísticos, similares a los soviéticos.

Desde él se han probado todos los misiles balísticos chinos (CSS-1, CSS-2 (IRBM), CSS-3, FB-1 (CSS X-4) y CSL-X3).

Los actuales planes pueden incluir situar satélites en órbita geostacionaria y capacidad para llevar un hombre al espacio.

Al contrario que en los campos de

lanzamiento occidentales o soviéticos, no está próximo a grandes núcleos industriales y recuerda en conjunto a los campos de lanzamiento norteamericanos de los primeros tiempos.

13 KAGOSHIMA

Inaugurado en diciembre de 1963, en 1965 estaba completamente equipado para lanzar un pequeño satélite con un cohete "Lambda" de 4 etapas.

El 11 de febrero de 1970 lanzó a órbita con éxito el primer satélite japonés ("Ohsumi") y desde entonces ha seguido los lanzamientos a un ritmo promedio anual de 1 por año, con lanzadores "Mu". Junto a los restantes, completaba 250 cohetes lanzados en 1979.

Durante esta década las instalaciones se están ampliando para facilitar lanzamientos interplanetarios, por ejemplo a Venus y al Cometa Halley.

14 TANEGASHIMA

Creado para permitir el desarrollo de un lanzador japonés en 1966, dispone de dos zonas de lanzamiento para distintos vehículos Q y N-I de tecnología y propulsores norteamericanos y japoneses.

Fue el tercer centro espacial en situar un satélite geostacionario en órbita.

Durante esta década será usado regularmente para situar satélites de aplicación en órbita geoestacionaria. ■



BAIKONUR: Rampa de lanzamiento

INTASAT

pequeña historia
de un
satélite pequeño

JOSE MARIA DORADO GUTIERREZ

Es el día 20. En un hotel de Stevenage-Inglaterra la sala de televisión está llena de gente cuando el módulo lunar de la nave Apolo 11 se posa sobre la luna. Entre esas personas hay un grupo de españoles. Están en Inglaterra estableciendo la planificación de la fase de definición del proyecto INTASAT, el primer paso de la ingeniería del proyecto.

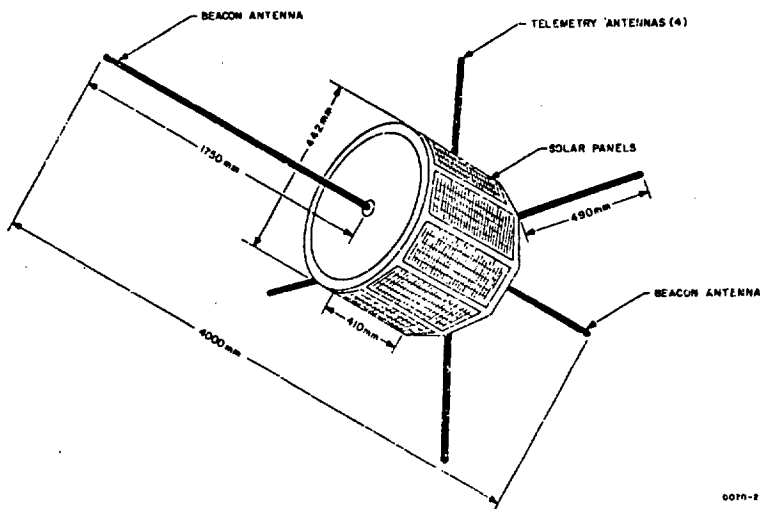
En estos días, en que la NASA ha logrado poner dos hombres sobre la Luna, los logros que jalonan estos doce años de actividad espacial son los recogidos en el cuadro 1 (ref. TRW SPACE LOG VOL 9 n.º 2).

Pero en Europa, presente en este registro con sólo 13 satélites, la actividad empieza a cambiar de velocidad. Confirmando el fracaso del vehículo lanzador ELDO, Europa renuncia a disponer de una capacidad independiente y los principales países europeos conscientes de su insuficiencia individual se agrupan estrechamente alrededor de ESRO para la realización de satélites, a la vez que mantienen programas nacionales que les permiten, con el soporte americano, el desarrollar una tecnología espacial. En estas fechas 25 nuevos satélites, lo que representa un esfuerzo doble al realizado hasta hoy, se encuentran en realización o estudio.

España se encuentra, respecto a estos países europeos, a una distancia semejante a la que ellos mantienen con las dos primeras potencias. La capacidad tecnológica es inexistente y, consecuentemente, nuestra participación en ESRO es forzadamente la de un espectador y no la de un miembro. O se abandona este organismo, lo cual es contrario a la política del Gobierno, o se hace algo para cambiar esta situación. En este ambiente se ha preparado un programa quinquenal por la Comisión Nacional de Investigación del Espacio en el que se incluye la realización de un satélite, pero esto no supone un compromiso formal.

El enfoque con que se encara este desafío es obvio, repetir a nuestra escala lo que han hecho Francia, Alemania o Gran Bretaña; más que obvio, pues Francia y Gran Bretaña han ofrecido programas concretos; reproducir con su apoyo tecnológico e industrial el satélite ESRO I o ESRO II, respectivamente. Pero esta idea, la más viable para Francia o Gran Bretaña, no es viable desde el lado español por dos razones. Son satélites del orden de los 100 Kg. y por lo tanto, de costosa realización. Su tamaño exige la disponibilidad de un lanzador de tipo SCOUT en exclusiva, pero el programa

INTASAT: Croquis, ficha técnica y órbitas



FICHA TECNICA

PESO 24,5 Kg.
 GEOMETRIA Prisma recto de 12 caras
 ALTURA 450 mm
 ANCHO 442 mm, entre caras
 APENDICES 2 varillas de 550 mm,
 2 varillas de 1.750 mm.

ENERGIA 1.320 células solares
 Batería NI-CD de 12 vasos
 Tensión 16 V.
 Consumo medio 2,77 W.

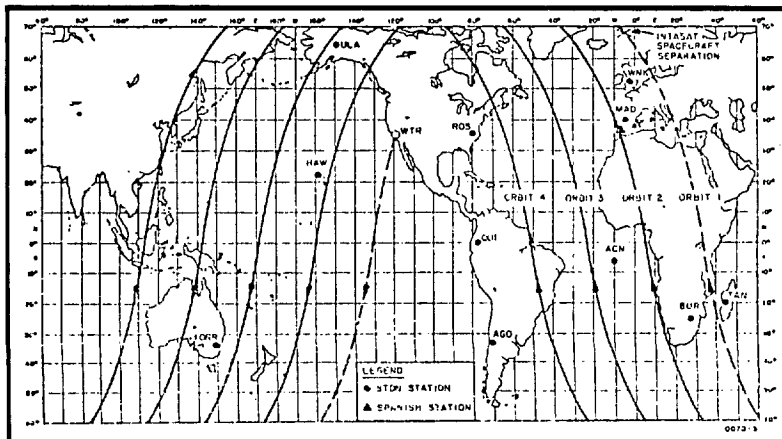
CONTROL DEL ASIENTO 1 imán y 4 barras amortiguadoras
 TELEMEDIDA Frecuencia 136 MHz
 Modulación PCM-PSK-PM
 Canales 30
 Potencia 100 mw.

ORBITA

ALTURA ... 1.456 Km-1.428 Km,
 INCLINACION 101° 73
 EXCENTRICIDAD 0.0017
 PERIODO 114,709 minutos

EXPERIMENTOS

FARO IONOSFERICO. Señales de 40,01 y 41,01 MHz, CW, 200 mw cada una.
 TECNOLOGICO. Efectos de la radiación sobre elementos C-MOS.



PAIS	SATELITES EN ORBITA		NAVES TRIPULADAS	HORAS HOMBRE
	TERRESTRE	OTRAS		
AUSTRALIA	1	--	--	--
CANADA	3	--	--	--
EE.UU.	587	35	19	5.103
ESRO	3	--	--	--
FRANCIA	5	--	--	--
ITALIA	2	--	--	--
G. BRITANIA	3	--	--	--
URSS	358	27	12	867
TOTAL	962	62	31	5.970

Cuadro 1: Actividad espacial hasta 1969

español nunca ha considerado el coste del lanzamiento, y es mucho suponer que NASA vaya a apoyar con fondos oficiales importantes (cesión gratuita de un vehículo lanzador) una operación comercial europea.

Además, esta solución es de una baja eficacia económica; alto coste por una parte y escasa transferencia tecnológica por otra parte, pues no es igual resolver un problema que copiar su solución, por muy explicada que se dé. Los hechos confirman la inviabilidad de este planteamiento.

El siguiente enfoque atiende más a las realidades. Si NASA no cede un lanzador completo sí es posible que ceda el espacio sobrante en algún lanzador y esto es más posible si alguna empresa americana participa comercialmente y si NASA encuentra interés en el experimento que embarque el satélite. Si el presupuesto es insuficiente para un satélite de 100 Kg. sí puede bastar para uno de 10 Kg., que ya es comercial en EE.UU., pues por esta fecha van lanzados 31. Pero España no debe desligarse de Europa, es el fin principal de todo el programa, luego la operación debe realizarse a través de un país europeo.

Será pues un satélite pequeño, de unos 10 Kg., que viajará como "polizón" en un lanzador DELTA. Esta es la directriz con que se está trabajando en este mes de julio. Sobre ella el equipo que está en Inglaterra debe obtener una definición que garantice el máximo retorno tecnológico: muchos problemas son iguales en un satélite grande y en uno pequeño.

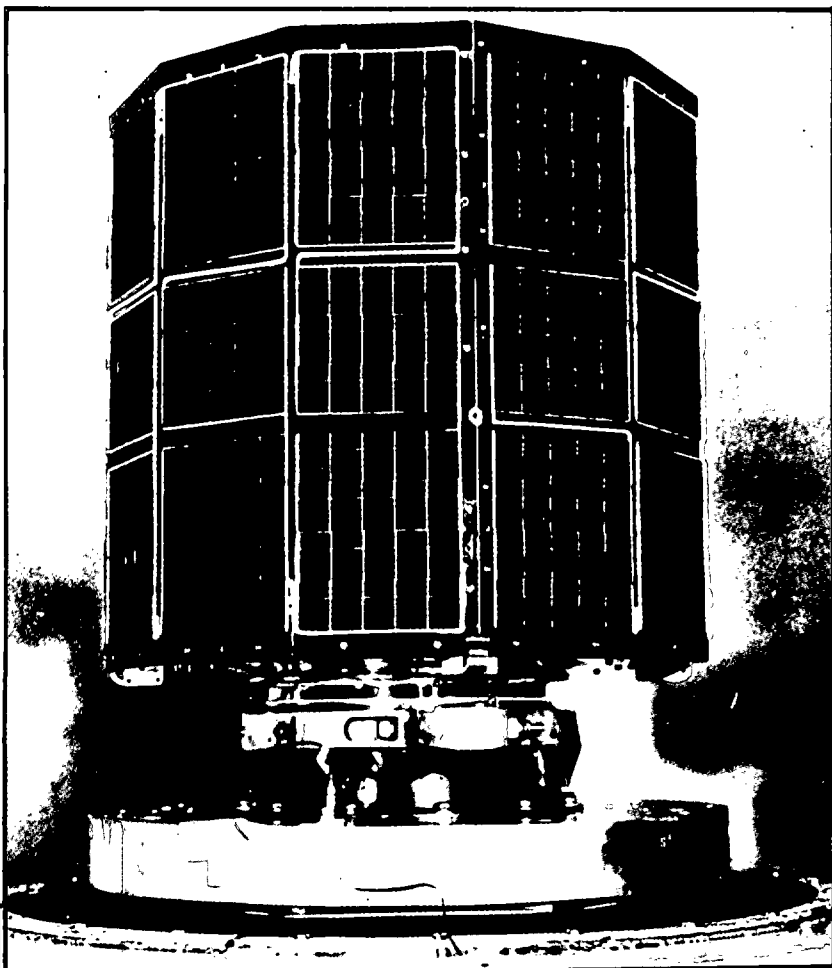
En paralelo y con fondos del Plan de Desarrollo, se viene instalando en el INTA la capacidad instrumental y las plantas piloto necesarias para soportar la realización del proyecto: equipos de medida electrónicos, medios de ensayo mecánico, simuladores ambientales, talleres de tecnologías electrónicas, laboratorios de calibración, laboratorio magnético, etc. Estas instalaciones se complementan con la formación de técnicos y el desarrollo y normalización de los procesos de fabricación y medida.

Los medios están a punto, el equipo dispuesto, hay un enfoque que no es "glorioso", pero es viable y que va a permitir que todas estas piezas engranen, empiecen a girar y se conviertan en máquina.

Pero el programa no está aprobado y sólo hay dinero para trabajar un mes, julio 1969.

ABRIL 1972

El día 28 se completa, en Torrejón-Madrid, la redacción del Informe Trimestral n.º 2 del proyecto. En su resumen se ha escrito:



Satélite INTASAT: embajador español en el espacio

Standard Eléctrica, S.A.	17,8 MPTA, precio fijo firme
Construcciones Aeronáuticas, S.A.	35,4 MPTA, precio fijo firme
INTA	8,6 MPTA, precio fijo firme
Hawker Siddeley Dynamics	6,5 MPTA, precio tope
Adquisiciones	35,6 MPTA, precio tope

Cuadro 2: Participación industrial en el proyecto INTASAT

“En el aspecto técnico el punto más destacable es la congelación de la configuración del satélite...

es detestable el haberse firmado un acuerdo con NASA para el lanzamiento y seguimiento del satélite...

... aprobado el expediente con fecha 13 de agosto de 1971 por valor de 103,9 MPTA... con las siguientes participaciones: (ver cuadro 2)

El proyecto está en marcha ¿Qué ha pasado desde julio de 1969 hasta hoy?

La experiencia científica tenía que ser aprobada por NASA, pues en ello se fundamentaba su colaboración. Fue rechazada dos veces y rehecha otras tantas.

NASA no había identificado el lanzamiento ni, por lo tanto, la órbita; se estudiaron dos configuraciones que cubrirían adecuadamente las órbitas posibles. Se desconocía también la interdependencia con el lanzador, se diseñó una que aceptaba todas las interdependencias previsibles y soportaba el ambiente más desfavorable.

El primer satélite estudiado difería totalmente del modelo americano previsto. Esto fue consecuencia de la inclusión de un número de subsistemas que garantizaban un contenido tecnológico adecuado al proyecto. Resultó más caro de lo previsto y esto rompió el esquema de la colaboración inglesa. Pero el equipo del proyecto ya tenía confianza en poder trabajar solo. Europa no estaba tan lejos cuando nos empezamos a mover. Se redujo el número de subsistemas embarcados, pero no su número total, manteniéndose el contenido tecnológico y reduciéndose el coste hasta un valor encajable en el programa.

Se mantuvo el espíritu del personal y el interés y unión de todas las compañías involucradas. También una constante presión sobre quienes tenían la responsabilidad última.

Así se llegó a abril 1972, por esta voluntad de vencer que singulariza a la comunidad aerospacial. Como dice el lema de la RAF: “per aspera ad astra”.

Ahora todo es cuesta abajo, habrá dificultades pero se va cuesta abajo, con una cita al fondo: mayo 1974. Quedan dos años.

NOVIEMBRE 1974

En California, al norte de Los Angeles la península forma un saliente, Punta Arguello. Cerca desemboca el río Santa Inés que viene desde la antigua misión franciscana y pasa cerca de otra misión, la de la Purísima Concepción. En ese saliente se encuentra la base de Vandenberg de las FF.AA. de EE.UU.

Los cuatro españoles que se encuen-



INTASAT: Distintos momentos del trabajo para desarrollar el programa

tran allí el día 15 se sienten como en casa. Está amaneciendo. En la rampa de lanzamiento 2W se alza, como un romo lapicero de 36 m. clavado en la playa, el vehículo lanzador (tipo DELTA número 104). En el morro del vehículo van montados tres satélites. El mayor es el meteorológico ITOS-G y va montado a lo largo de la vertical del vehículo. A sus lados, e inclinados sobre este eje, dos satélites pequeños: ORCAR B, que será utilizado por los radioaficionados de todo el mundo, es el primero de los pequeños. El segundo es INTASAT. Ambos satélites van adaptados sobre adaptadores españoles. INTASAT es un satélite de investigación de la ionosfera. Un pacífico frío que, con los adaptadores abrochados, espera que arranque su vehículo de transporte.

El lanzamiento ha sido postpuesto dos veces, desde la fecha original de 29 de octubre, pero esta mañana, a la tercera, va la vencida, todo va bien y la cuenta atrás avanza con seguridad hacia cero.

En la base del INTA en Arenosillo-Huelva, otro equipo acaba de poner a punto un receptor especial para las señales científicas del INTASAT. Otro receptor gemelo está listo en el Observatorio del Ebro. En la estación espacial de la NASA en Robledo-Madrid un cuarto equipo sirve de enlace a todos los anteriores y a un quinto grupo en las instalaciones del INTA en Torrejón-Madrid. En España el reloj marca 9 horas más pero todos los grupos van desgranando los mismos minutos.

Es en esos momentos, vacíos de actividad y llenos de ansiedad, cuando se hace un rápido balance de lo pasado: la vez que una compañía aérea extravió un modelo de satélite, aquel aduanero acarriaba su pistola cuando unos "spanish" le decían que en aquel cajón iba un satélite y no debía abrirse por aquello de la contaminación; y tantas otras anécdotas, cada una de las cuales en su momento fue un pequeño susto. En fin, a base de sustos, ilegalidades y engaños a interventores estamos aquí, dispuestos a despedirnos para siempre de esa caja de 25 Kg. que nos ha chupado unos cuantos años de vida.

Por los auriculares sigue llegando esa letanía seglar que es una cuenta atrás y de pronto, en el sueño que te invade tras una noche en vela, te llega la palabra TEN y luego FIVE, FOUR, THREE, TWO y ves que el monitor se oscurece con una nube que lo tapa todo, son los residuos de generar los 160.000 Kg. de fuerza que deben elevar el vehículo, y los indicadores no han empezado a moverse y luego ONE, ZERO y al cabo de unos segundos ves los trazadores moviéndose seguros, sobre la trayectoria pintada en ellos. Ha sido hoy.

Base Aérea de Vandenberg (EE UU.): El lanzador Delta-104 sale desde la rampa 2W elevando en su interior el satélite INTASAT el 15 de noviembre de 1974

OCTUBRE 1976

MADRID 13 (CIFRA). Como estaba programado, el satélite INTASAT ha cesado de transmitir en la noche del 5 al 6 de octubre.

La última recepción de la señal del sondeador ionosférico del satélite con el equipo instalado en El Arenosillo-Huelva se efectuó durante la órbita 8.644, a las 22,03 del día 5 de octubre, después de 689 días de funcionamiento.

El satélite, cuyos sistemas han funcio-

nado a plena satisfacción durante casi dos años, continuará en órbita durante largo tiempo, perdiendo altura hasta una total desintegración en la atmósfera.

HOY

España está representada en los tres consorcios industriales aeroespaciales de Europa, y ha participado en la realización de los satélites ESRO IV - COSB-GEOS-OTS-ISEE-OTS 2-MAROTS-etc., así como del laboratorio espacial europeo SPACELAB. ■

¿sabias que...?

La carrera espacial empieza, según quien la estudie con las V-1 y V-2 de Von Braun durante la II Guerra Mundial, o con los vuelos norteamericanos de los X-1 y X-2 en la alta atmósfera por encima de la barrera del sonido.

Los EE.UU. se vieron forzados a iniciar la carrera espacial ante el éxito propagandístico de los primeros lanzamientos soviéticos.

La nave "Spuntnik 1" (URSS) pesaba 83 kg., el "Explorer 1" (EE.UU.) 14 kgs., mientras que el "Shuttle" puede poner hoy en órbita unas 30 toneladas.

El primer mensaje transmitido desde el espacio fue un saludo del Presidente de EE.UU. Eisenhower, el 19 de diciembre de 1958 en el satélite "Score".

Hasta el 11 de agosto de 1960, el hombre no recuperó satisfactoriamente un ingenio lanzado al espacio? El hito lo puso la nave norteamericana "Discoverer 13".

Al no alcanzar la Luna, como era su objetivo, el "Lunik 1" se convertía en el primer satélite artificial del Sistema Solar.

El "Vanguard I", segundo satélite norteamericano, lanzado en 1958, puede continuar dando vueltas a la tierra cinco mil años más.

El famoso y mítico "Telstar" (primer enlace trasatlántico de señales en televisión), lanzado hace más de 20 años, continúa en órbita y puede durar otros 200.000 años.

El primer artefacto terrestre que llegó a otro planeta fue la nave soviética "Venera" (o Venus-3), lanzada a finales de 1965 ... aunque se estrelló sin enviar información.

Las naves tripuladas norteamericanas han formado su atmósfera a base de 28% de N. y 72% de O. a 1/3 de la presión terrestre, mientras que las soviéticas utilizan mezcla similar a la atmósfera terrestre, pero a mayor presión.

El acoplamiento del programa Apolo-Soyuz (17 y 18 de julio de 1975), se produjo sobre la vertical de la Península Ibérica.

Los amantes del dato concreto fijan en 2.329 el número de avances tecnológicos ("inventos") necesarios para desarrollar el programa "Apolo".

Através de la Lanzadera Espacial se pueden poner experimentos en el espacio pagando a partir de 3.000 dólares.

La Lanzadera Espacial va recubierta de 34.000 losetas, aproximadamente, diseñadas y elaboradas una a una para aislar el interior de las altas temperaturas que se producen en la nave al reentrar en la atmósfera.

Los mayores paracaídas del mundo (superiores en superficie a un campo de fútbol) se utilizan para facilitar la caída al mar de los depósitos recuperables del Space Shuttle, y se despliegan cuando el conjunto va cayendo a 400 kms/hora, aproximadamente.

¿sabias que...?

- C**ada uno de los motores principales del Space-Shuttle proporciona energía suficiente durante su funcionamiento como para abastecer al estado norteamericano de Nueva York.
- E**xiste una gran preocupación por las repercusiones ecológicas de la Lanzadera Espacial, pues se calcula que, con una media de 50 vuelos anuales, sus emisiones reducirían en un 0,25% anual la capa de ozono que rodea nuestro planeta.
- E**n septiembre de 1980, el Vicepresidente de la Academia de Ciencias de la URSS, Yuri Orchinnikov, declaraba que la participación de un astronauta español en los programas espaciales soviéticos, sería apoyada por la comunidad científica rusa.
- E**l primer hispanoparlante en el espacio fue el cubano Arnaldo Tamayo ("Soyuz 38" 18-26 septiembre 1980).
- E**l primer europeo occidental que voló al espacio exterior fue el francés Jean Loup Chretien, y lo hizo a bordo de la nave "Soyuz T-6", soviética, el 24 de junio de 1982.
- L**a Agencia Espacial Europea estudia, junto a Japón y EE.UU., la instalación de una Estación Orbital permanente en un plazo no superior a cinco años.
- F**rancia confía en monopolizar el potencial mercado iberoamericano de satélites de comunicaciones, a través de cargas de pago en su programa "Ariane".
- E**l sector espacial supone para nuestra primera empresa aeronáutica (CASA) un volumen anual de ventas superior a 1.100 millones de pesetas y con un mercado de futuro en crecimiento.
- A**l globo "Double Eagle II" le fue posible cruzar el Atlántico gracias a las balizas que mantenían el contacto con el Centro Espacial Goddard a través del satélite "Nimbus 6".
- J**apón espera poder crear auroras boreales inyectando plasma en el espacio y disparándole un rayo de electrones desde un gran acelerador que está fabricando.
- P**ara evitar la rotura de barrenos en perforaciones a gran profundidad (por ejemplo, las petrolíferas), estos se fabrican actualmente con la misma tecnología que emplea NASA para mantener fijos los satélites de comunicaciones.
- L**a tecnología espacial se está aplicando, entre otros muchos campos, en la conservación de libros mediante la aplicación de cámaras de vacío y procesos deacificadores a textos antiguos, o en ahorros de energía tan importantes como el que proporciona un sistema desarrollado en base a tecnología del "Skylab" para luces de emergencia, con ahorros superiores al 2.500%.
- A**ún no sabemos con certeza si estamos o no solos en el Universo.

TRANSFERENCIA de TECNOLOGIA ESPACIAL



Quizás sea anecdótico el indicador de ángulo del palo de golf respecto a la bola, diseñado con tecnología espacial, para mostrar hasta donde están en los múltiples aspectos de nuestra vida, productos y sistemas desarrollados o mejorados a partir de tecnología o investigaciones de organismos espaciales.

A sólo 25 años del primer hito resultaría más fácil enumerar los aspectos que aún no conocen en su progreso aporte de tecnología espacial, que hablar de los que, de forma esporádica o permanente, ven transferidos a su campo particular de aplicación datos, técnicas, apoyo, etc... de la investigación espacial.

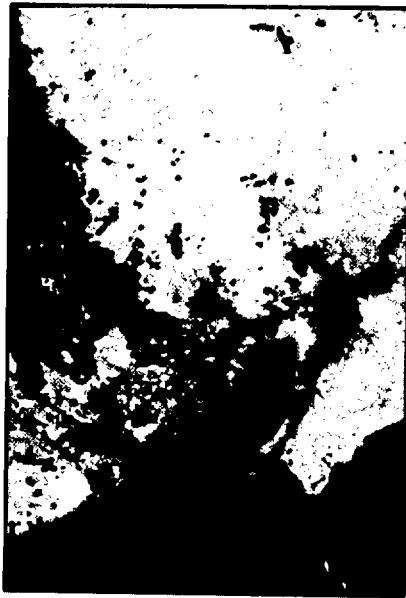


Foto computerizada obtenida desde satélite. Cada tono indica diferentes tipos de vegetación, zonas minerales o acuíferas



Atención, jugadores de golf: El "profesor" indica la posición correcta para ahorrar golpes hacia el hoyo.

Tenemos el más inmediato en la aportación directa de los satélites de aplicaciones a la meteorología, astronomía, agricultura, evaluación de recursos marítimos, terrestres y subterráneos: (bancos de peces, masas forestales, densidad de cosechas, detección de minerales, recursos líquidos, bolsas de calor, contaminación terrestre y marítima, erosión...) o las comunicaciones, pero "a ras de suelo", se da también a diario otro tipo de presencia de la tecnología espacial, transferida a productos y actividades que pueden hacer olvidar su origen.



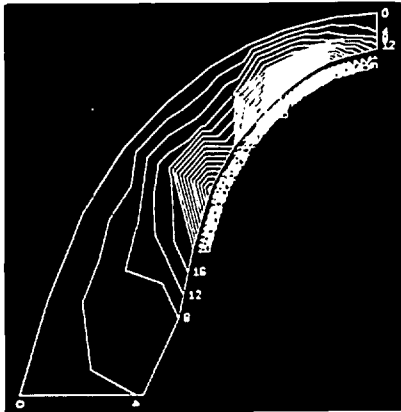
Portaherramientas utilizado en las misiones Apollo y Skylab

O nos vamos a nuevos aislantes térmicos y acústicos o a conservadores. Desde una casa construida especialmente por NASA para probar técnicas de conservación del agua y la energía, pasando por esos cristales ahumados térmicos tan frecuentes en los edificios modernos, hasta nuevos tejidos para trabajar o vivir en condiciones extremas, sin olvidar conservadores de alimentos o detectores de contaminación.



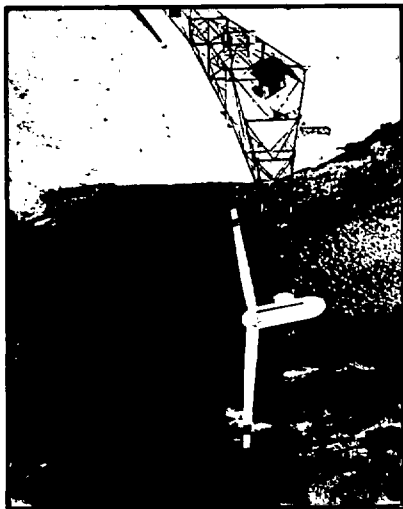
Manta "espacial" de alta reflectancia. Retiene el 80% del calor corporal y aísla del exterior

En la industria hay una amplia gama de actividades que conocen productos, diseñados y aplicaciones de origen espacial. Un ejemplo: El Therm-O-Trol, producto de la investigación en el espacio, mantiene el oleoducto de Alaska a una temperatura constante de 75°, proporcionando al petróleo la fluidez necesaria. Asimismo el Therm-O-Case facilita la extracción del crudo en profundidades superiores a 600 mts. Añadamos las aplicaciones en detectores de grietas, construcción de grandes plataformas petrolíferas, plásticos metalizados, diseños de piezas mecánicas, envases... y no agotaremos el inventario.



El sistema de análisis estructurales de NASA (NASTRAN) es utilizado para diseño computerizado de piezas en todos los sectores tecnológicos

En el aspecto alimenticio también ha intervenido la aventura espacial y no sólo en la famosa "dieta del astronauta". A través de la preparación, envasado y conservación de alimentos o en nuevos equipos agrícolas y procesos para el secado de granos, podemos ver la influencia de estas investigaciones, que tienen otro lugar idóneo en la explotación de energías de sustitución como la eólica y la solar, que han conocido importantes avances a través de células, calentadores y climatizadores solares o gigantescas turbinas para suministrar energía a poblamientos, boyas de navegación o estaciones meteorológicas y de comunicación aisladas.



Productor de energía eólica (200 Kw.), suficiente para pequeñas comunidades aisladas

Y si nos paramos en la medicina, hallamos "hijos" del espacio en la detección de tumores cancerosos, servicios médicos de emergencia, marcapasos, clínicas dentales, microcirugía, o ayudas a ciegos y disminuidos, entre otras aplicaciones directas.



Generador de pulso para enfermos cardíacos. Uno de los últimos avances derivados de la tecnología espacial.



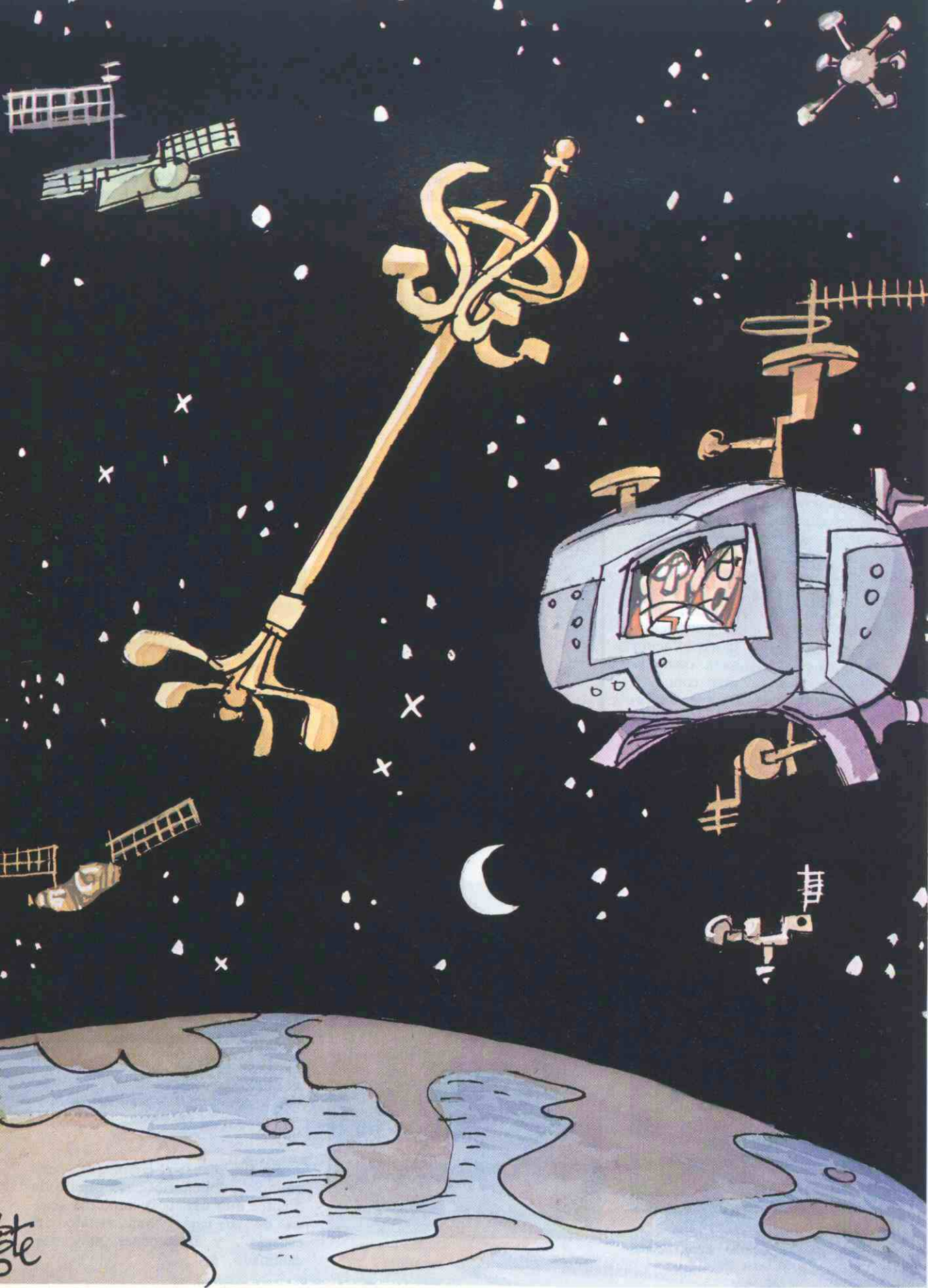
Clínica dental portátil

No agota el amplio inventario que aquí apuntamos citar que, en el transporte marítimo, ya se utilizan ayudas para mejorar la navegación y reducción de accidentes y simuladores derivados de tecnología espacial, y en el aéreo, de relación más inmediata, son varios los campos de trabajo en que la investigación espacial aporta, tanto nuevos sistemas de vuelo como mejoras en los actuales, destacando la aplicación de materiales que reducirán el peso estructural de los aviones en un 25% que, añadidos a computadores-coordinadores de los sistemas de vuelo, se reflejarán en un importante ahorro energético.

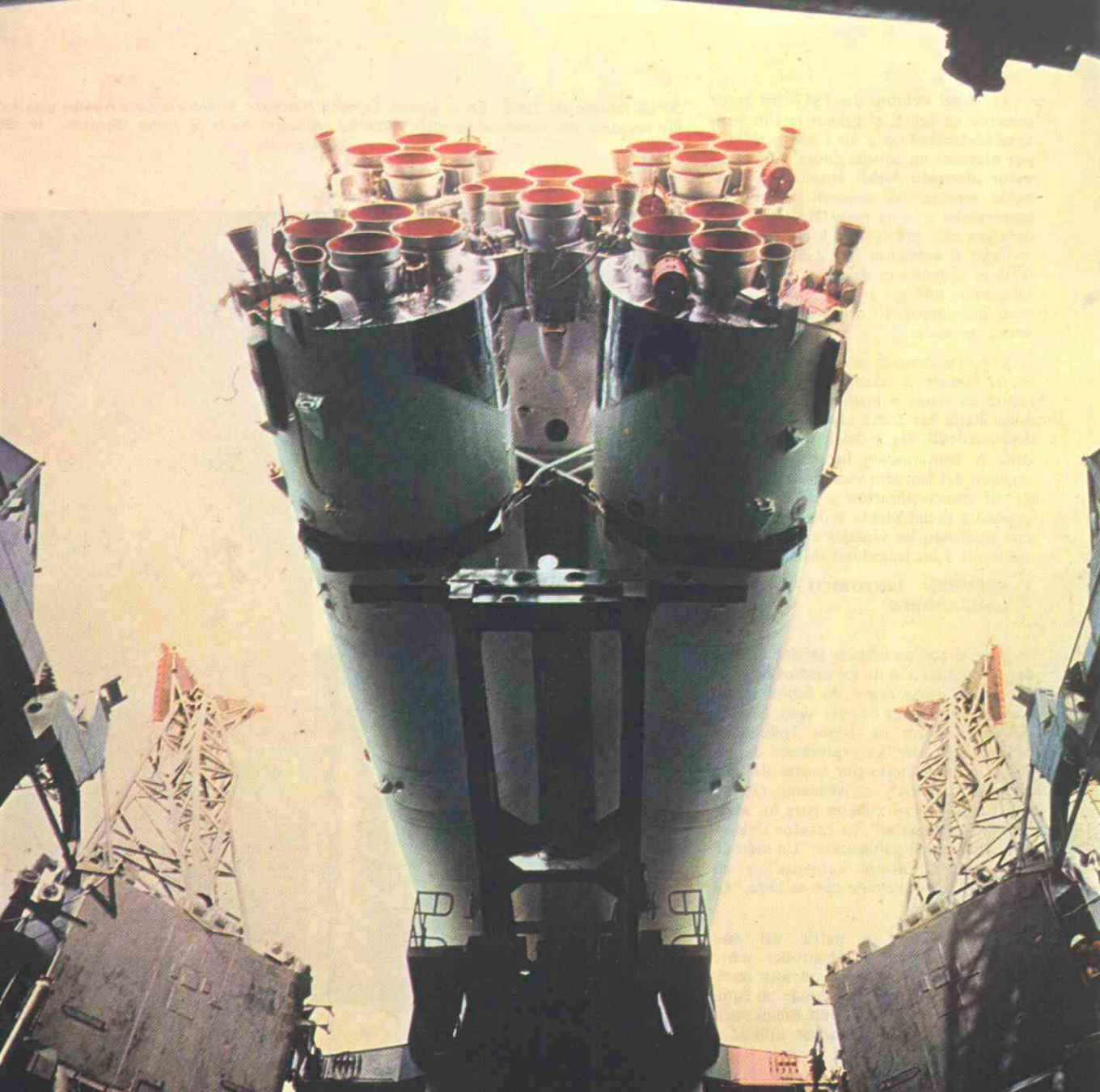


Las aletas de punta de plano, desarrolladas bajo programa de NASA, permiten reducir combustible y aumentar las prestaciones

En fin, piense el lector que —cual anuncio publicitario— ese cepillo de dientes que usa, o la moderna cocina de su casa, "han venido del espacio", y no estará muy descaminado. ■



PAISES QUE POD DRESUMIR DE SATÉLITE PONEN EN ÓRBITA CUALQUIER COSA



LOS LANZADORES IMPRESINDIBLES PARA LA EXPLORACION ESPACIAL

JUAN CABALLERO DE ANDRES

El 4 de octubre de 1957 los rusos pusieron en órbita el primer satélite artificial adelantándose a los Estados Unidos por disponer en aquella época de un lanzador adecuado. Desde entonces el desarrollo espacial ha conocido un avance espectacular que ha requerido lanzadores cada vez más sofisticados y costosos hasta llegar al momento actual en el que los factores económicos del coste de los lanzamientos, una vez perfeccionada la técnica, han empezado a tener una importancia creciente.

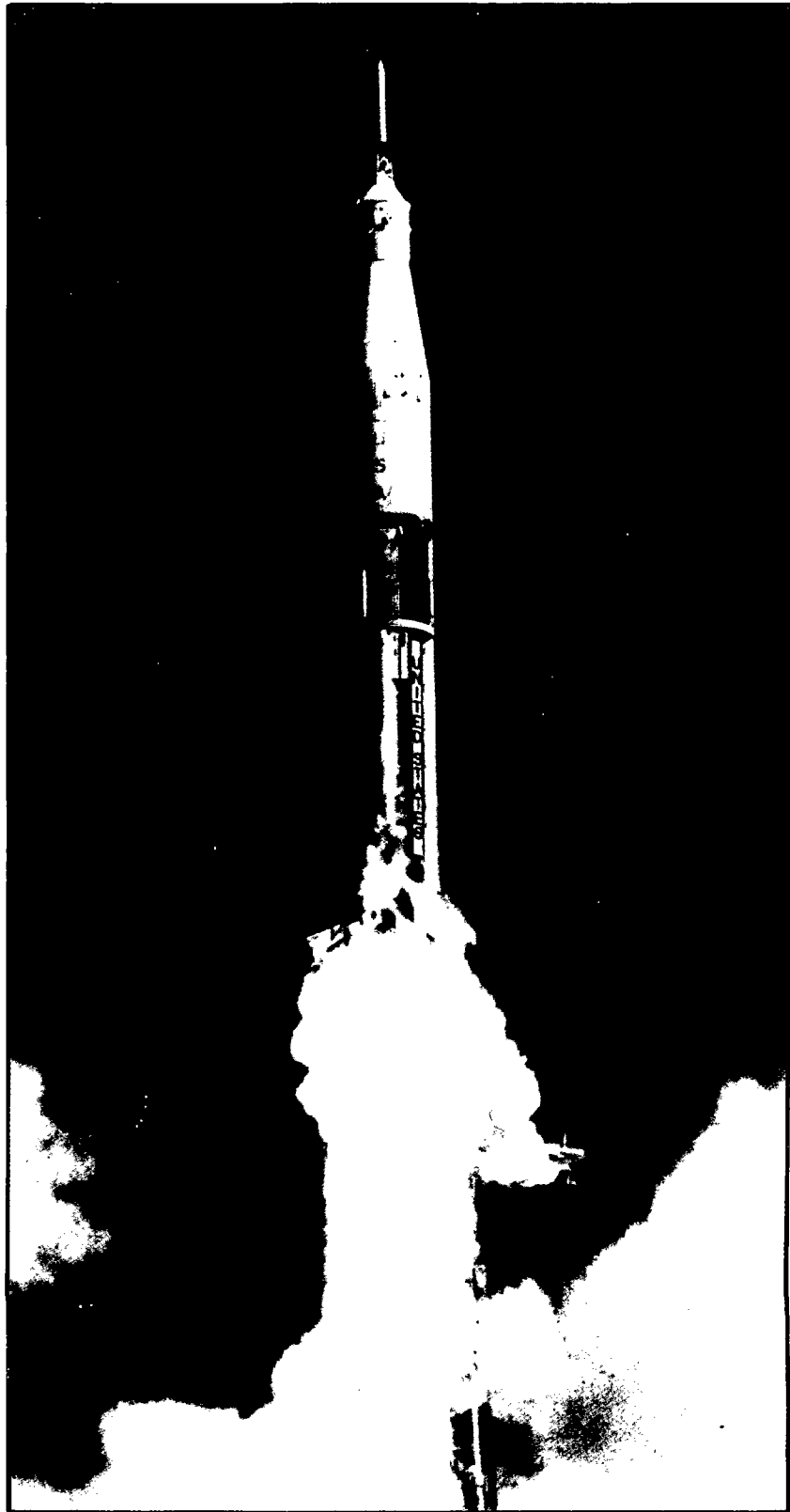
Por esta razones el presente artículo sobre lanzadores comprenderá primeramente un resumen histórico de los lanzadores hasta esa fecha crítica de 1957 y después, desde esa fecha hasta la actualidad. A continuación haremos una descripción del lanzador europeo ARIANE y de su comercialización y finalmente se expondrá sucintamente la lanzadera espacial señalando las ventajas e inconvenientes frente a los lanzadores clásicos.

1. RESUMEN HISTORICO DE LOS LANZADORES

A nivel casi puramente teórico el estudio y optimización de los medios de reacción para situar masas en órbita se comenzó a principios de este siglo. Los iniciadores fueron: en Rusia Ziolkowsky con su memoria "La exploración del espacio interplanetario por medio de aparatos de reacción", en Alemania, Oberth con su tesis "Los cohetes para los espacios interplanetarios", en Estados Unidos, Goddard con su publicación "Un método para alcanzar alturas extremas" y en Francia, Ernault-Pelterie con su libro "La astronáutica".

Posteriormente, a partir del año 1930, los estudios y desarrollos sobre cohetes tomaron un matiz secreto encabezados por Alemania, en donde un equipo dirigido por Wernher von Braun realizó los V1 y V2 que fueron utilizados como arma de represalia durante la segunda guerra mundial. En esta época tanto rusos como americanos comenzaron, también, a interesarse por el tema bajo un punto de vista militar. Acabada la segunda guerra mundial en ambos países se prosiguió el desarrollo, aprovechándose del esfuerzo anteriormente desarrollado por los técnicos alemanes. Así en Estados Unidos se desarrollaron los cohetes Red Stone, Viking, Aerobee, etc. y en Rusia se hizo un rápido desarrollo que permitió poner a punto el lanzador A1, que puso en órbita en 1957, como antes se ha indicado, el satélite Sputnik.

26 de febrero de 1966: En el Centro Espacial Kennedy se eleva la nave Apollo, uno de los vectores no recuperables más potentes utilizado hasta la fecha (Saturno), en su primer vuelo de prueba



Página anterior: Desde el fondo de una plataforma de despegue en el Centro de Baikonur, se observa la colocación en la nave de la primera fase de un potente cohete de lanzamiento.

Túnel subterráneo de acero (Centro de Desarrollo de Ingeniería Arnold), que sirvió como laboratorio para los motores del Saturno, impulsor que permitiría poner al hombre en la Luna (Misión Apollo)



A partir del año 1957 el desarrollo ha sido espectacular tanto por las capacidades y dimensiones como por el número de lanzadores puestos a punto. En las láminas adjuntas se indican a escala los lanzadores producidos por Estados Unidos, Rusia, Francia, Inglaterra, Europa, China, India y Japón, indicando las fechas de su primer lanzamiento.

Como se ha indicado anteriormente, fueron los rusos los primeros que tuvieron capacidad de colocar satélites en órbita con el lanzador A1, derivado del cohete balístico intercontinental R7. Este lanzador fue perfeccionado con los A2 Lunik, A1 Vostok, A2 Voskhod, B1 y C1 de la serie Cosmos y A2 Soyuz que han permitido poner en órbita satélites, sondas lunares e interplanetarias y vehículos habitados como Vostok, Voskhod y Soyuz, así como el lanzamiento del vehículo Progress encargado de llevar suministros a la estación espacial Salyut. La exploración planetaria ha sido hecha con los lanzadores A2e que derivan del D1 utilizado para el lanzamiento de los vehículos automáticos que exploraron la Luna. Este último lanzador se ha utilizado también para el lanzamiento de las estaciones espaciales Salyut y de las sondas espaciales a Venus y Marte. También han realizado los rusos, aunque sin éxito, el Superlanzador G1e que tiene un empuje del orden de 5.000 toneladas.

En cuanto a los Estados Unidos, el primer lanzador no militar utilizado para puesta en órbita de satélites fue el Vanguard. Después, el aprovechamiento de una serie de misiles balísticos como el Redstone, Jupiter, Thor, Atlas, Titan, permitió grandes progresos en la satelización aprovechando la superioridad americana en electrónica y miniaturización. Para las órbitas geostacionarias los americanos han utilizado preferentemente los lanzadores Delta 2914 y 3914 y Centauro, y para las sondas espaciales los Atlas Agena y Atlas Centauro. Posteriormente, la serie de lanzadores Titan ha permitido poner en órbita una gran cantidad de satélites civiles y militares, entre los que cabe destacar por sus dimensiones el Big Bird de reconocimiento; el Titan III-E Centauro ha lanzado los Viking y Voyager y el -34D cargas más pesadas. Mención especial merece el Saturno V, que con un empuje de 3.400 toneladas ha permitido la llegada del hombre a la Luna en la cápsula Apollo, que tenía un peso de 21 toneladas.

Todos los lanzadores mencionados anteriormente tienen varios escalones que van perdiendo a medida que ascienden en el espacio, por lo que no son reutilizables. A los Estados Unidos corresponde el mérito de haber utilizado con éxito la lanzadera espacial, que ya ha hecho con éxito su 4.º vuelo que abrirá una nueva era de la exploración espacial.

Finalmente otras naciones o comunidades se han esforzado en poner a punto

lanzadores propios, requisito indispensable para tener capacidad espacial tanto civil como militar. Podemos citar a Inglaterra (Black Arrow), Francia (Diamant,

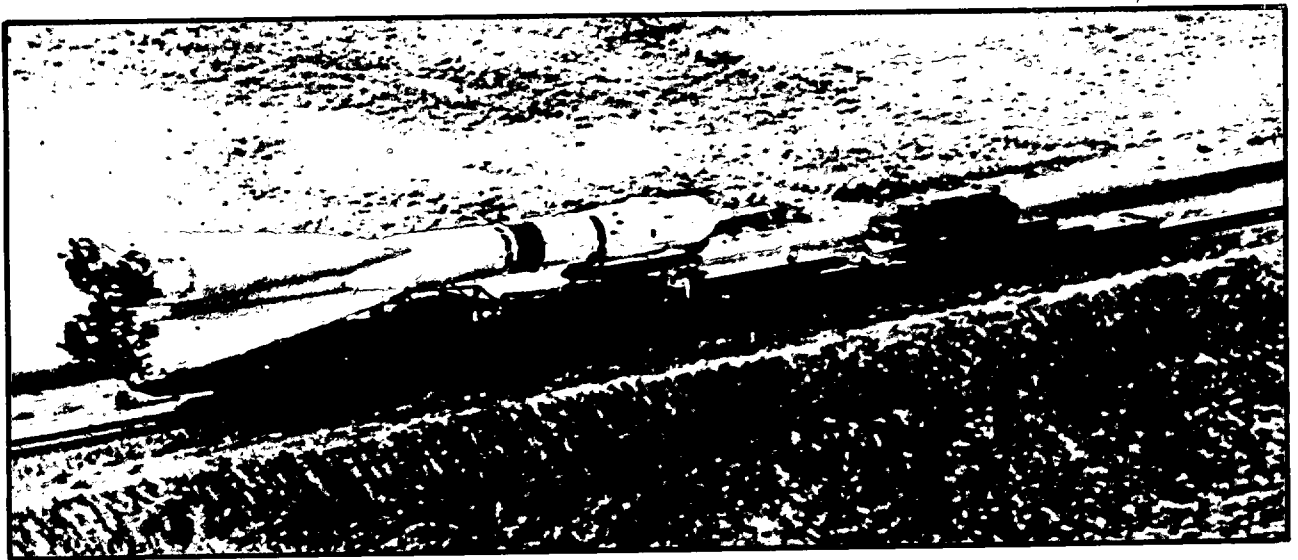
Lambda 4S), India (SLV3), China (Larga Marcha, FB-1) y Europa (Ariane).

En los cuadros 1 y 2 se dan las carac-

terísticas más importantes de los lanzadores principales en servicio en los Estados Unidos y en otros países, respectivamente.

NOMBRE	AGENCIA	N.º de ESCALONES	EMPUJE (LB)	LONGITUD (PIES)	PESO EN LANZAMIENTO (LB)	CARGA UTIL (LB)																																																																																																																																																																																																																										
						ORBITAL	ESCAPE																																																																																																																																																																																																																									
Titan 3B SLV-5B	USAF	1	520,000	78,6	386,400	8,000																																																																																																																																																																																																																									
		2	101,000	25,8				Titan 3C SLV-5C	USAF, NASA	0	2.400,000	108,0	1.392,000	29,000	2,650	1	520,000	73,1	3,150		2	101,000	29,0				3	16,000	15,0				Titan 3D SLV-5D	USAF	0	2.400,000	96,4	1.300,000	30,000	1	520,000	73,1				2	101,000	25,8				Titan T-34D	USAF	0	2.400,000	101,9	1.478,500	32,900		1	520,000	78,6				2	101,000	25,8				3	15,0		4,200		4						Atlas F.	USAF	1/2	330,000	262,500	1,350	1	57,000	7,198	Delta 3914	NASA	1	205,000	73,4	420,500	2,065	1,390	1	767,000	36,6				2	9,850	19,3				3	15,000	7,6				Delta 3910/PAM-D	NASA	1	205,000	73,4	422,100	2,450	1,740	1	767,000	36,6				2	9,850	19,3				3	14,700	7,6				Delta 3920/PAM-D	NASA	1	205,000	73,4	426,800	2,800	2,000	1	767,000	36,6				2	10,000	19,3				3	14,700	7,6				Delta 3924	NASA	1	205,000	73,4	425,300	2,430	1,670	1	767,000	36,6				2	10,000	19,3				3	15,000	7,6				Scout SLV-1A	NASA, USAF	1	107,000	75,1	47,200	400	75	2	61,800				3	21,000				4
Titan 3C SLV-5C	USAF, NASA	0	2.400,000	108,0	1.392,000	29,000	2,650																																																																																																																																																																																																																									
		1	520,000	73,1	3,150																																																																																																																																																																																																																										
		2	101,000	29,0																																																																																																																																																																																																																												
		3	16,000	15,0																																																																																																																																																																																																																												
Titan 3D SLV-5D	USAF	0	2.400,000	96,4	1.300,000	30,000																																																																																																																																																																																																																									
		1	520,000	73,1																																																																																																																																																																																																																												
		2	101,000	25,8																																																																																																																																																																																																																												
Titan T-34D	USAF	0	2.400,000	101,9	1.478,500	32,900																																																																																																																																																																																																																										
		1	520,000	78,6																																																																																																																																																																																																																												
		2	101,000	25,8																																																																																																																																																																																																																												
		3	15,0		4,200																																																																																																																																																																																																																										
		4																																																																																																																																																																																																																														
Atlas F.	USAF	1/2	330,000	262,500	1,350																																																																																																																																																																																																																									
		1	57,000	7,198																																																																																																																																																																																																																									
Delta 3914	NASA	1	205,000	73,4	420,500	2,065	1,390																																																																																																																																																																																																																									
		1	767,000	36,6																																																																																																																																																																																																																												
		2	9,850	19,3																																																																																																																																																																																																																												
		3	15,000	7,6																																																																																																																																																																																																																												
Delta 3910/PAM-D	NASA	1	205,000	73,4	422,100	2,450	1,740																																																																																																																																																																																																																									
		1	767,000	36,6																																																																																																																																																																																																																												
		2	9,850	19,3																																																																																																																																																																																																																												
		3	14,700	7,6																																																																																																																																																																																																																												
Delta 3920/PAM-D	NASA	1	205,000	73,4	426,800	2,800	2,000																																																																																																																																																																																																																									
		1	767,000	36,6																																																																																																																																																																																																																												
		2	10,000	19,3																																																																																																																																																																																																																												
		3	14,700	7,6																																																																																																																																																																																																																												
Delta 3924	NASA	1	205,000	73,4	425,300	2,430	1,670																																																																																																																																																																																																																									
		1	767,000	36,6																																																																																																																																																																																																																												
		2	10,000	19,3																																																																																																																																																																																																																												
		3	15,000	7,6																																																																																																																																																																																																																												
Scout SLV-1A	NASA, USAF	1	107,000	75,1	47,200	400	75																																																																																																																																																																																																																									
		2	61,800																																																																																																																																																																																																																												
		3	21,000																																																																																																																																																																																																																												
		4	5,700																																																																																																																																																																																																																												

Cuadro 1 - Características de los lanzadores en servicio en Estados Unidos



Traslado de un cohete ruso por vía férrea. La URSS utiliza preferentemente este sistema frente al desplazamiento vertical, habitual en los desplazamientos norteamericanos

NOMBRE	AGENCIA	N.º DE ESCALONES	EMPUJE (LB)	LONGITUD (PIES)	PESO EN LANZAMIENTO (LB)	CARGA UTIL (LB)	
						ORBITAL	ESCAPE
Soyuz (SL-4)	USSR	1/2	900,000	62,8	720,000 (total)	16,500
		1	225,000	91,8			
		2	225,000	32,8			
Proton (SL-9)	USSR	1/2	40,000
		1	.....	.....	
		2	.....	.....	
SL-13	USSR	0	50,000
		1	.....	.....	
		2	.....	.....	
Ariane I	ESA	1	549,000	60,4	352,000	6,061	2,140
		2	152,000	38,3	80,030	5,950	
		3	13,500	28,5	20,700
N-1	NASDA (Japón)	1	172,000	70,4	199,300	2,200	286
		1	52,000	23,8			
		2		17,8			
		3		5,7			
N-2	NASTA (Japón)	1	172,000	74,5	297,600	4,400	770
		1	52,000	23,8			
		2	9,600	19,0			
		3	15,000	5,7			
SLV-3	ISRO (India)	1	95,000	74,5	37,500	80
		2	.....	.....	
		3	.....	.....	
		4	.....	.....	
FB-1 (CSL-2)	China	1	617,300	68,3	420,000	4,410
		2	154,300				

Cuadro 2 — Características de algunos lanzadores en servicio

2. ARIANE

El 20 de diciembre de 1981 fue una fecha importante para la Europa espacial: en ese día se realizó con pleno éxito el cuarto lanzamiento experimental del lanzador ARIANE desde la base de lanzamiento de Kourou en la Guayana Francesa. Este lanzamiento se desarrolló de una manera perfectamente normal y puso en órbita geostacionaria su carga de 1.642 Kg. formada por el satélite MARECS, primer satélite europeo de telecomunicaciones marítimas, además de dos cargas útiles tecnológicas. Como de los otros tres lanzamientos experimentales anteriores, dos tuvieron también éxito pleno, el ARIANE ha quedado codificado definitivamente.

El lanzador ARIANE es el resultado del esfuerzo tecnológico y financiero de diez países europeos (entre ellos España), que en 1973 aceptaron la idea propuesta por Francia a la Agencia Espacial Europea para disponer, a principios de los años 80, de un lanzador que permitiera a Europa una independencia espacial e incluso, por su comercialización, una penetración en otros mercados.

Este lanzador se ha proyectado para una gama amplia de misiones que van desde la órbita baja a la exploración del espacio profundo, si bien ha sido optimizado para colocar satélites geostacionarios en órbita de transferencia. Como hemos dicho anteriormente los lanzamientos de ARIANE se hacen desde la Base de Kourou que está cercana al Ecuador, por lo que se benefician al máximo de la velocidad de rotación de la Tierra.

En la versión ARIANE-1, que es la que ha sido calificada, este lanzador tiene tres escalones, una altura total de 47,4 m. y un peso en despegue de 208 toneladas, de las cuales el 80% es propelente, 9% estructura y 1% carga útil.

En la figura 1 se representa un esquema de este lanzador y en el cuadro 4 se indican las principales características de sus tres escalones.

En cuanto al propelente, señalaremos que en el primero y segundo escalón está formado por UDMH y N₂O₄ y en el tercero, por ser criogénico, por hidrógeno y oxígeno líquido. En la parte útil se incluye la caja de equipos (2,6 m. de diámetro, 1,15 m. de altura y 319 kg. de peso) que sirve de soporte al satélite, a la cubierta protectora y a todo el equipo electrónico de apoyo.

La participación española del 2% es absorbida prácticamente por Construcciones Aeronáuticas que aporta el desarrollo y fabricación de las estructuras delantera y entredepósitos del primer escalón, las cajas de conmutación y salvaguardia y también la fabricación de la caja de equipos y las válvulas correctoras del efecto POGO para la alimentación de los cinco motores.

LANZAMIENTOS EXPERIMENTALES		
L01	Diciembre 79	Carga tecnológica
L02	Mayo 1980	Firewheel + Oscar 9
L03	Junio 1981	Apple + Meteosat 2
L04	Diciembre 81	MARECS A
LANZAMIENTOS OPERACIONALES		
L5	Abril 1982	MARECS B + Sirio 2
L6	Julio	ECS 1 + AMSAT-Oscar
L7	Octubre	Exosat o Intelsat 5-F6
L8	Diciembre	Intelsat 5-F6 o Exosat
L9	Febrero 1983	Intelsat 5-F7
L10	Mayo	Intelsat 5-F8 o ECS 2
L11	Julio	ECS 2 o Intelsat 5-F8
L12	Septiembre	Telecom 1A + ?
L13	Diciembre	Telecom 1B + Westar 6
L14	Febrero 1984	SPC 1 + Arabsat 1
L15	Abril	GStar 1 + ECS 3
L16	Junio	Spot 1 + Viking
L17	Agosto	GStar 2 + SPC 2
L18	Octubre	TV-SAT o Satcol 1
L19	Diciembre	Satcol 1 o TV-SAT
L20	Febrero 1985	TDF 1 o Brasilsat 1

Cuadro 3 - Lanzamientos de los primeros 20 ARIANE

	Peso en vacío (t)	Altura (m)	Diámetro (m)	Motores	Empuje total (t)	Tiempo combustión (s)	Peso propelente (t)
Primer escalón L-140	13,2	18,4	3,8	4 Viking V	245	145	147,5
Segundo escalón L-33	3,22	11,6	2,6	1 Viking IV	70	138	34,2
Tercer escalón H-8	1,157	9,08	2,6	1 HM-7	6	8,23	8,23

Cuadro 4 - Características principales del lanzador ARIANE-1

Como se ha indicado anteriormente el modelo calificado ARIANE-1 es el primero de una familia, que irá desarrollándose sucesivamente. El ARIANE-3, ya en desarrollo, comporta la utilización de "boosters" suplementarios; este modelo estará operacional a fin de 1983 y permitirá el lanzamiento de un solo satélite pesado o dos, mediante el adaptador SYLDA que permite lanzar cada satélite de manera independiente. A partir del año 1986 estará en servicio la versión del ARIANE IV, cuyo desarrollo ha sido aprobado recientemente. Esta versión tendrá una gran elasticidad de empleo, dis-

pondrá de 4 "boosters" sólidos y/o líquidos, podrá poner en órbita de transferencia geostacionaria cargas comprendidas entre 2-4, 3 toneladas y utilizará un nuevo adaptador para lanzamientos dobles denominado SPELDA. Finalmente para el próximo decenio se considera ya el desarrollo, todavía no aprobado, de la versión ARIANE-5: este modelo requiere el desarrollo de un nuevo motor criogénico, el HM60 con un empuje de 90-100 toneladas y tendrá dos versiones, una con tres escalones (65 m. de altura) para misiones geostacionarias (5,5 toneladas) y otra de dos escalones (57 m. de altura)

ARIANE

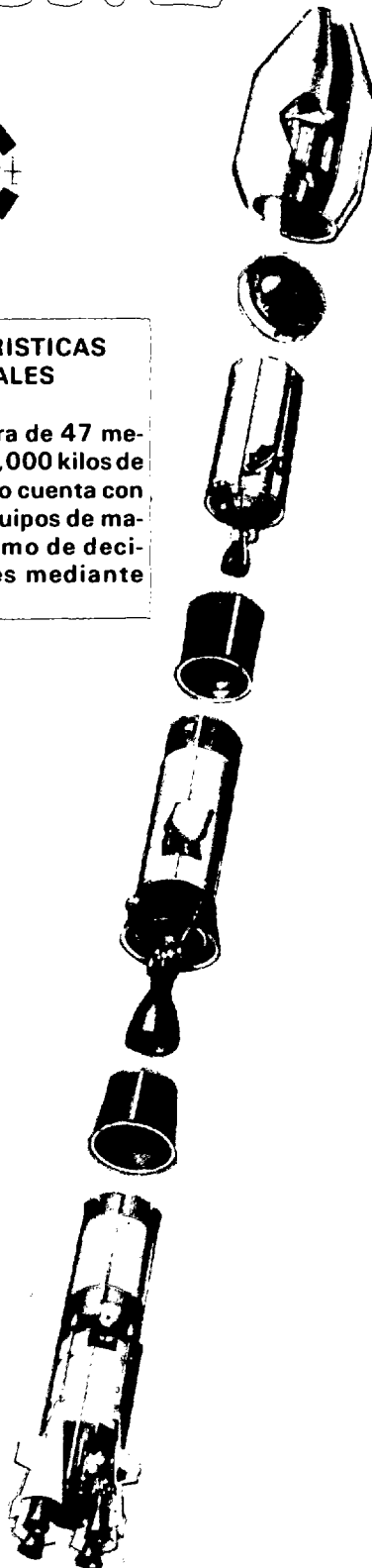


CARACTERISTICAS GLOBALES

De una altura de 47 metros y casi 203,000 kilos de peso. Cada piso cuenta con sus propios equipos de maniobra, así como de decisión y órdenes mediante ordenador.



PROGRAMA EUROPEO DE LANZADOR ARIANE REALIZADO POR LA AGENCIA EUROPEA DEL ESPACIO



COFIA

Contenedor de los satélites y cargas.

CAJA DE EQUIPOS

Contiene los sistemas electrónicos que conectan cohete y carga.

TERCER PISO

Tanque de combustible y motor HM7.

INTERFASE 2/3

SEGUNDO PISO

Depósito de combustible y motor V Viking IV.

INTERFASE 2/1

PRIMER PISO

Dos tanques de combustible y cuatro motores Viking V II.

Fig. 1 - LANZADOR ARIANE

	Hipótesis de penetración	
	Media	Alta
Penetración del mercado:		
potencial Ariane mundial	35 % 24,1 %	43,5 % 30 %
Satélites lanzados por Ariane:		
- total	50	62
- otras órbitas bajas y órbitas geosíncronas	7 43	8 54
Masa total lanzada	90 t.	106 t.
Número de lanzamientos:		
simples	16	16
dobles	16	26
total	32	41
Media de tiros/año (5 años)	6,4	8,2
Número de satélites por lanzador (media)	1,5	1,6
Tasa de relleno:		
- lanzamientos simples	81 %	81 %
- lanzamientos dobles	91,5 %	92 %
- media	88 %	89 %

Cuadro 5 - Hipótesis del mercado ARIANE 1986-90

que podrá poner en órbita baja de 1.500 km. de altura, cargas de 15 toneladas como la cápsula habitada HERMES o una estación orbital automática del tipo "SOLARIS".

3. ARIANESPACE

Con el fin de explotar comercialmente el producto ARIANE en marzo de 1980 se formó la Sociedad ARIANESPACE. Esta Sociedad es la primera Sociedad comercial creada en el mundo con este objetivo y sus funciones principales son:

- la dirección industrial y producción de los lanzadores ARIANE operacionales
- la financiación de esta producción
- la realización de los lanzamientos.

Es una Sociedad anónima de derecho privado francés que agrupa 41 accionistas de 11 países europeos. El CNES francés dispone del 34%, 61,9% un total de 36 empresas aeroespaciales europeas (CASA 1,9% Sener 0,6%) y el resto 14 bancos europeos.

Con la calificación del ARIANE-1 la cartera, de pedidos de ARIANESPACE ha crecido rápidamente estando próxima a los 3.000 millones de francos y ha penetrado rápidamente en mercados extra-europeos e incluso americanos (Intelsat, Western Union, etc.) rompiendo el monopolio que tenían los Estados Unidos en los lanzamientos del mundo libre.

El futuro parece muy prometedor para ARIANESPACE porque las opciones actuales de lanzamiento para los utilizadores potenciales son:

	MERCADO TOTAL (*)		MERCADO POTENCIAL "ARIANE" - 1986-1990					
			TOTAL		Hipótesis media		Hipótesis alta	
	Satélites	%	Satélites	%	Satélites	%	Satélites	%
Europa	43	16,6	43	24,2	30	88	34	100
U.S.A.	135	52,3	55	30,9	4	22	6	33
Organismos Internacionales	24	9,3	24	13,5	4	9,5	6	14,3
Otros países desarrollados	25	9,7	25	14,1	6	25	6	25
Países en desarrollo	31	12,1	31	17,3	6	24	10	40
MERCADO TOTAL:								
- 1985-1991 (7 años)	258	100	178	69	-	-	-	-
- 1986-1990 (5 años)	207	-	143	-	50	-	62	-

(*) Excepto U.R.S.S. y los otros países comunistas.

Cuadro 6 - Mercado potencial del ARIANE 1986-90

— confiar en el sistema espacial de la lanzadera que durante los próximos tres años ofrecerá precios más bajos pero con riesgo de retrasos importantes y quizá con falta de disponibilidad debido a la reducción progresiva del número de vuelos.

— elegir el Thor Delta (o el Atlas Centauro para los satélites de gran tamaño) que es más seguro en cuanto a retrasos pero cuyos precios son el doble.

— optar por el ARIANE cuyo precio es intermedio.

En los cuadros 5 y 6 se indican, según fuentes de ARIANESPACE, las hipótesis del mercado y el mercado potencial del ARIANE en los años 1986-90.

4. LANZADERA

Con la puesta a punto de un sistema de transporte reutilizable (SSTS - Space Shuttle Transportation System) los Estados Unidos han comenzado una era espacial nueva en un intento de reducir costes. El sistema consiste en la Lanzadera propiamente dicha (Orbiter), vehículo de dimensiones análogas al avión DC-9, y en el sistema de propulsión formado por dos propulsores de combustible sólido recuperables que tienen una longitud de 45,46 m. y un diámetro de 3,7 m. y un propulsor de combustible líquido de 47 m. de longitud y 3,4 m. de diámetro; este último elemento es la única parte no recuperable del sistema.

Una vez en órbita se comporta como un avión gracias a sus motores de manobra orbital y puede tomar tierra planeando como ha demostrado, por cuarta vez recientemente.

La lanzadera puede satelizar en órbitas bajas (185 a 1.110 km.) cargas útiles muy elevadas de hasta 29 toneladas que transporta en su bodega, como es el caso del Laboratorio Espacial realizado por ESA, pero no puede alcanzar órbitas geoestacionarias y por lo tanto es incapaz de realizar las funciones de los lanzadores clásicos para estas órbitas.



5. SITUACION DEL ARIANE FRENTE A LA LANZADERA

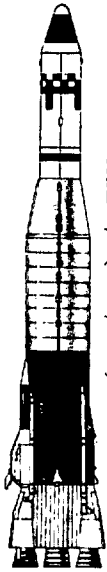
El mercado de órbitas geoestacionarias está en plena expansión y es favorable a los lanzadores clásicos; por el contrario en órbitas bajas (caso del Laboratorio Espacial) la Lanzadera es más económica.

Para poder colocar satélites en órbita geoestacionaria la Lanzadera requiere el desarrollo de un motor de perigeo (SSUS) por lo que la lanzadera es equivalente a los dos primeros escalones de un lanzador clásico. Este motor SSUS depende por razones de seguridad tiene que ser de combustible sólido mientras que el tercer escalón del ARIANE es criogénico de mayor rendimiento. Por ello la Lanzadera con 2.000 toneladas de peso en el despegue (9 veces la del Ariane) coloca en órbita baja 29 toneladas (6 veces la del Ariane) pero en órbita geoestacionaria sólo podrá inyectar el doble.

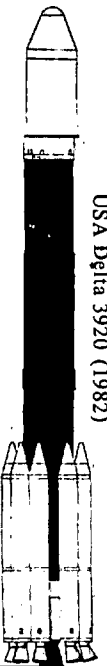
Otro aspecto a considerar en esta comparación corresponde a los gastos de desarrollo que pueden estimarse en 15.000 millones de \$ para la Lanzadera frente a 1.000 para el Ariane. La amortización de estos gastos influirá grandemente en el coste del kg. de satélite puesto en órbita geoestacionaria. Además la reducción del número de vuelos de la Lanzadera la coloca en una situación desfavorable tanto en retraso como en costes no ser que se utilicen precios políticos.

En consecuencia hay unanimidad entre los expertos en reclamar el mantenimiento de los lanzadores clásicos hasta finales del presente decenio e incluso 1990. NASA estudia la realización de nuevos lanzadores clásicos derivados de elementos puestos a punto con la Lanzadera. Por estas razones las peticiones de oferta de la mayoría de los satélites (incluso INTELSAT) imponen la condición de que puedan inyectarse con la Lanzadera y con el ARIANE por lo que el mercado del ARIANE, a nivel mundial, está asegurado ampliamente para 10 ó 15 años. ■

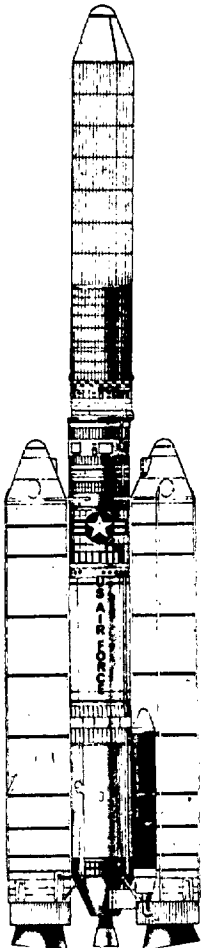
LANZADORES:



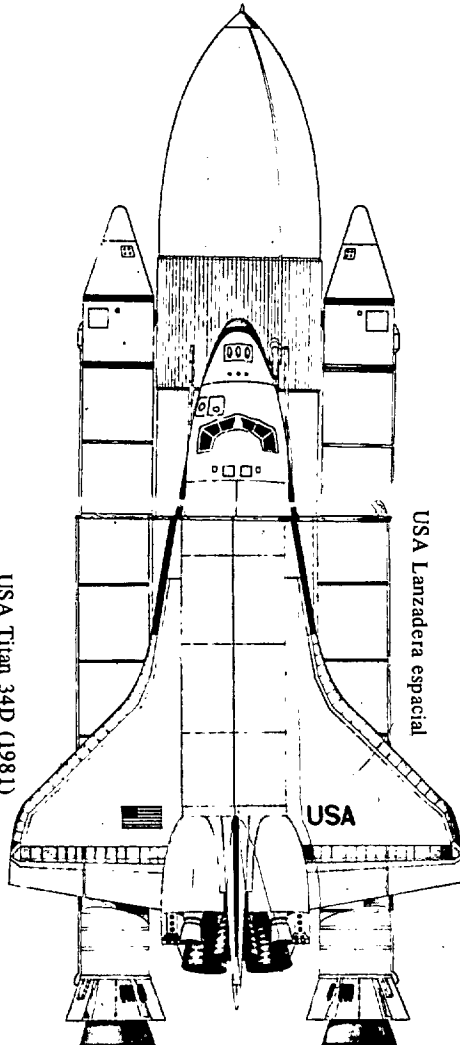
Atlas E/F (1977/1961)



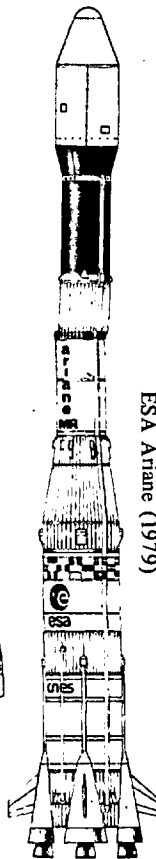
USA Delta 3920 (1982)



USA Titan 34D (1981)



USA Lanzadera espacial



ESA Ariane (1979)



India SLV-3 (1979)



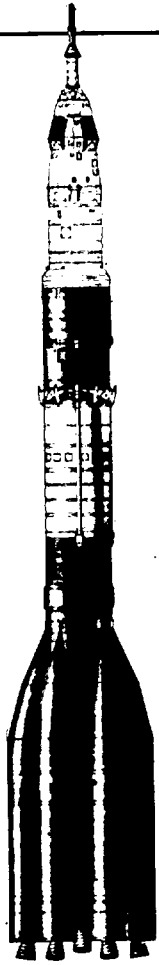
USA Atlas-Centaur (1977/1962)



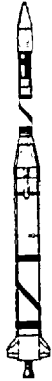
Japon Mu-3H (1977)

CSL-2 FB-1 (1975)

D-1e Zond (1968)



Diamante B (1970)



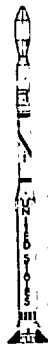
Mu-4S (1971)



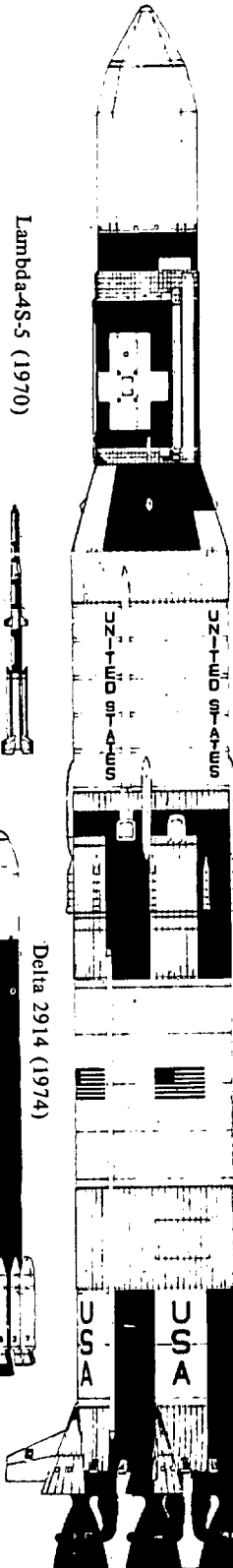
Europa II (1971)



Scout (1972/1960)



Saturno V Skylab (1973)



Lambda-4S-5 (1970)



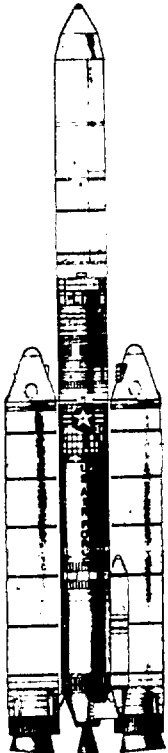
CSL-1 Long March 1 (1970)



Black Arrow (Prospero) (1971)



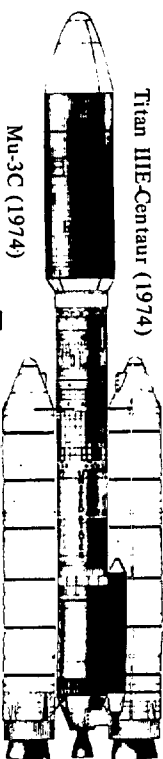
Titan IID (1971)



Delta 2914 (1974)



Titan III-Centaur (1974)



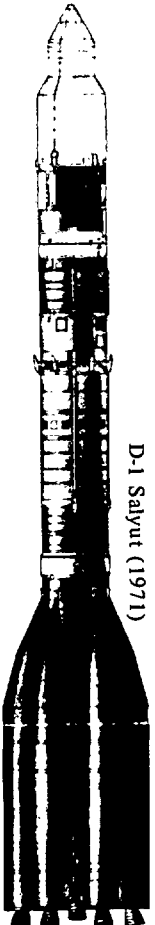
Mu-3C (1974)



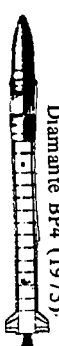
Delta 3914 (1975)



D-1 Salyut (1971)



Diamante BP4 (1975)

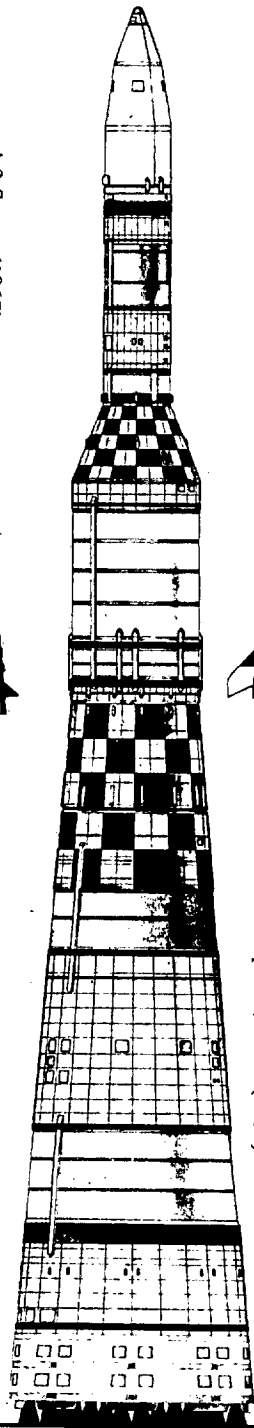


N1 (1975)

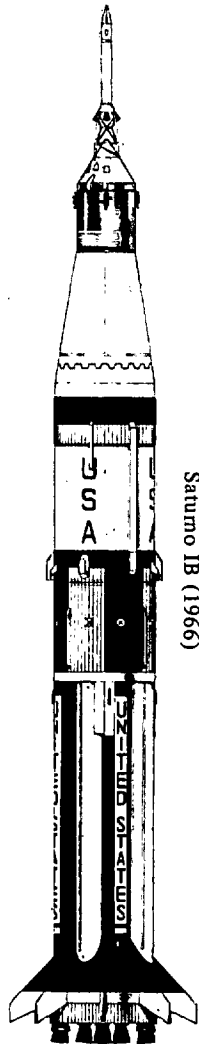




A-2 Soyuz (1967)



G-1e 'Superlanzador' (1969)



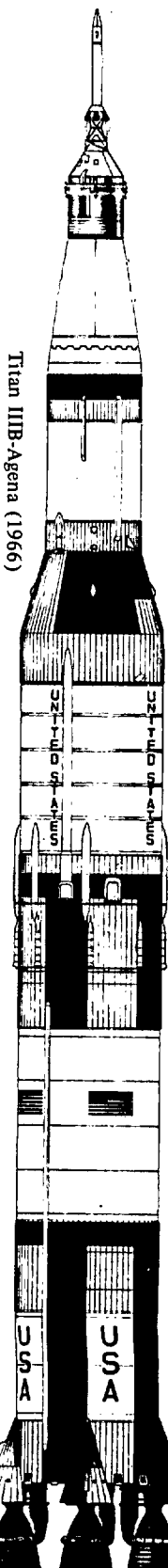
Saturno IB (1966)



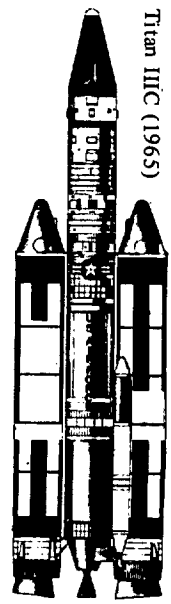
F-1m SIS (1967)



Titan IIIB-Agena (1966)



Saturno V Apollo (1967)

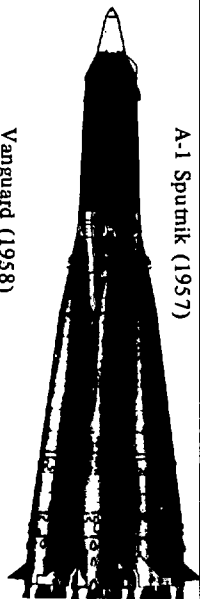


Titan IIIC (1965)



F-1r BOBS (1967)

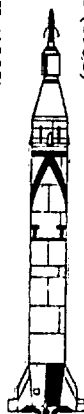
A-1 Sputnik (1957)



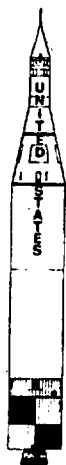
Vanguard (1958)



Juno I (1958)



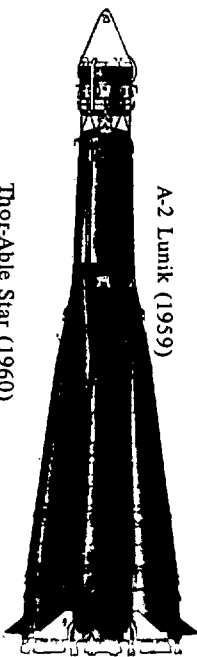
Juno II (1958)



Thor-Agena (1959)



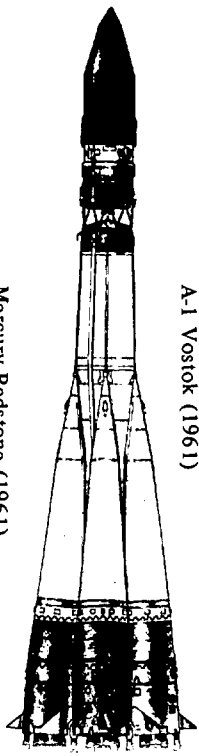
A-2 Lunik (1959)



Thor-Able Star (1960)



A-1 Vostok (1961)



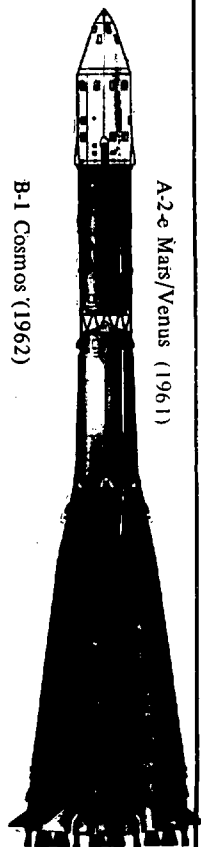
Mercury-Redstone (1961)



Atlas-Agena Ranger (1961)



A-2e Mars/Venus (1961)



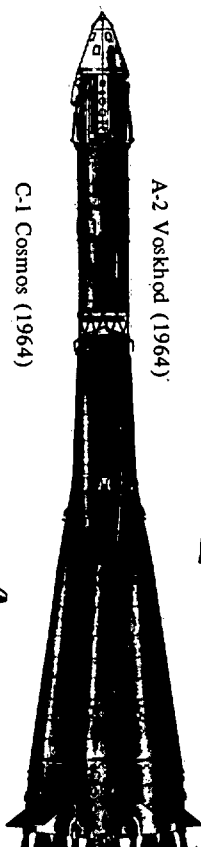
B-1 Cosmos (1962)



A-2 Voskhod (1964)



C-1 Cosmos (1964)



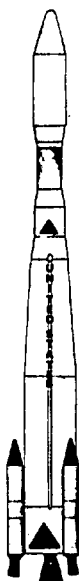
Gemini-Titan (1964)



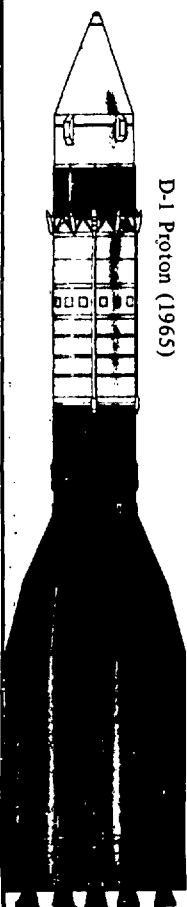
Diamante A (1965)



Delta E (1965)



D-1 Proton (1965)



Los autores:

ALVARO AZCARRAGA ARANA



(1940) es Doctor Ingeniero Aeronáutico, con un Master en Ciencias Aeroespaciales por la Universidad de Princeton (EE.UU.) y ocupa el puesto de Director del Departamento de Espacio y Defensa de SENER, Ingeniería y Sistemas, S.A.

Su dedicación al campo espacial es la constante de su carrera, habiéndose manifestado en gran número de artículos y publicaciones. Es miembro del consejo de dirección de la Agrupación Europea EUROSPACE, del Consorcio STAR y del Consorcio Spacelab, y pertenece como miembro fundador al grupo de trabajo VI del COSPAR (Committee on Space Research) y al panel de energía de la Federación Astronáutica Internacional. Es miembro de la directiva de ATECMA y secretario general de la Asociación Española de Aeronáutica, así como miembro del Colegio y Asociación de Ingenieros Aeronáuticos de España y del American Institute of Aeronautics and Astronautics.

MANUEL BAUTISTA ARANDA



Nació en Alcalá de Henares en el año 1926.

Cursó estudios superiores en la Academia Militar de Ingenieros Aeronáuticos, de 1946 a 1952, saliendo con el título de Ingeniero Aeronáutico y el empleo de Capitán. En 1961 obtuvo el Doctorado en Ingeniería Aeronáutica.

Desde 1952 trabaja en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA),

en donde ha ido ocupando puestos de creciente responsabilidad hasta hacerse cargo en 1963 de la Jefatura de la Sección de Electrónica.

Como becario del INTA amplió estudios de electrónica en la Technische Hochschule de Munich (Alemania) en los años 1955 y 1956.

En 1964 se le nombró Director de la Estación Espacial de Madrid, que entonces empezaba a construirse, cargo que sigue desempeñando en la actualidad. Esta Estación ha participado muy activamente en todos los lanzamientos de NASA destinados a la exploración de los planetas en los vuelos tripulados, incluyendo el Proyecto Apolo, y en apoyo de numerosos satélites científicos.

Ha sido Profesor de la Escuela Superior de Ingenieros Aeronáuticos y en la Escuela Superior del Aire.

Es miembro de la Asociación Española de Astronáutica y de la British Interplanetary Society.

JUAN CABALLERO DE ANDRES



Doctor Ingeniero Aeronáutico y Licenciado en Ciencias Físicas, es Coronel del Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos. Después de un periodo de actividad en las antiguas Direcciones Generales de Protección de Vuelo, Industria y Material y Maestranzas pasó a la Dirección de Fabricación de Construcciones Aeronáuticas, S.A. En la actualidad, en esta Compañía, es Director de la División Espacial, en la que además de los contratos espaciales con CONIE y ESA tiene la responsabilidad de realizar trabajos de investigación y desarrollo en Energía Solar y Eólica.

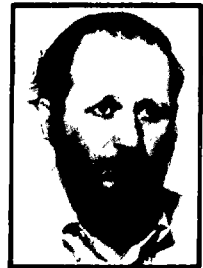
MANUEL CORRAL BACIERO



30 años de edad, Teniente de Complemento (T. y S.) del Ejército del Aire, es Licenciado en Ciencias de la Información (Periodismo) y Programador de Radio y Televisión.

Trabaja en la Oficina de Relaciones Públicas del E.A. Es colaborador habitual de RAA y otros medios informativos, estando en posesión, entre otros, de premios periodísticos de las Fuerzas Armadas y del Ejército del Aire.

JOSE MARIA DORADO GUTIERREZ



Dr. Ingeniero Aeronáutico (Madrid 1962). Titulado en Servosistemas (París 1963). Titulado en Experiencias Espaciales (Brotigny 1967).

Ha dirigido los siguientes proyectos:

- Telemedida Aeronáutica.
- Telemedida cohetes sondeo.
- Campo de lanzamiento de cohetes (Arenosillo).
- Amplificadores vibración cohetes "Blue Streak"
- MG.
- Telemedida satélite (Thin-film).
- Satélite Intasat.
- Equipo MGSE Laboratorio Espacial Europeo (Spacelab).

Ha dirigido el laboratorio de homolo-

gaciones radioeléctricas y la sección de Electrónica del INTA.— Miembro del consejo director del proyecto SPACELAB. Adjunto a la Subdirección Técnica del INTA.

Actualmente trabaja en la E.N. Bazán.

ALFREDO FLORENSA DE MEDINA



Periodista por la Universidad de Madrid, 26 años.

Informador habitual de temas militares en el diario El Alcazar y responsable de la sección de ciencia de su suplemento dominical. Especialmente interesado por el tema de la astronáutica, colabora en diferentes revistas de aviación y espacio, así como de temas de la defensa, nacionales y extranjeras. Dentro de la citada sección del suplemento fin de semana, del diario madrileño, se ha realizado una amplia labor de divulgación de los temas relacionados con el cosmos, generalmente poco tratados en extensión por la prensa española.

JUAN ORO



Es profesor de la Universidad de Houston. Nació en Lérida en el año 1923. Recibió el título de licenciado en Ciencias Químicas de la Universidad de Barcelona en 1947. Hizo sus estudios de doctorado en Bioquímica en la Facultad de Medicina de la Universidad de Baylor, en Houston, donde recibió su Ph.D. en 1956. Ingresó como instructor en el Departamento de Química de la Universidad de Houston en 1955. Pasó a ser profesor permanente en 1963 y en 1967 fundó el Departamento de Ciencias Biofísicas (hoy Ciencias Bioquímicas y Biofísicas) del que fue su primer jefe.

Trabajó en el Lawrence Radiation Laboratory de la Universidad de California

en Berkeley, con el Profesor Melvin Calvin en el verano de 1962. Como recipiente del "NASA Life Sciences Award in Chemistry" trabajó en el "NASA Ames Research Center" de California durante un año (1974-1975). Desde 1962 ha llevado a cabo numerosos proyectos de investigación química relacionados con el espacio con ayuda de la NASA. Ha sido uno de los investigadores principales para el análisis de las muestras lunares del proyecto Apolo y ha sido miembro del equipo de análisis molecular del proyecto Viking de la NASA que analizó la atmósfera y la superficie de Marte. Actualmente es miembro de la Junta de las Ciencias del Espacio de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América, cuya misión es asesorar al Gobierno de este país sobre las investigaciones espaciales. Ha organizado varios congresos internacionales sobre las ciencias del espacio, la evolución química y el origen de la vida y ha publicado cerca de doscientos trabajos científicos en dichos campos.

JOSE PALACIOS



Nació en Zaragoza en 1925. Ingeniero Aeronáutico en 1952 y Doctor Ingeniero en 1960. Piloto militar. Jefe Maestranza Tetuán en 1952. En 1955/56 cursos Management y Entretenimiento en Illinois (USA)

1957-1962: Dirección General de Industria y Servicio de Armamento del Ministerio del Aire. Profesor de la Escuela Superior del Aire y Encargado de Cátedra en la Escuela Superior de Ingenieros Aeronáuticos.

Destinado en 1963 a la COPERS (Actual ESA).

En 1974 fue nombrado Director de Política Industrial de la Agencia.

LUIS PUEYO PANDURO

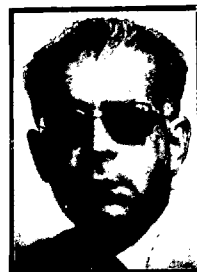


Teniente Coronel Ingeniero Aeronáutico y Dr. Ingeniero Aeronáutico.

Inició su actividad profesional en el Servicio de Armamento del Ministerio del Aire, pasando a continuación al INTA, sucesivamente a los Departamentos de Aerodinámica y de Equipo y Armamento, dedicado en este último a diseño, fabricación y ensayos de cohetes aire-tierra, INTA-S6, INTS-S9. Ha realizado un curso de misiles en Holloman AFB. Ha prestado sus servicios en la Organización Europea de Investigación del Espacio (ESRO) durante tres años en Francia y Holanda, dedicado al programa de cohetes de sondeo y a la dinámica orbital de los primeros satélites de ESRO. Posteriormente ha pasado a la Comisión Nacional de Investigación del Espacio (CONIE) como Director del Programa y Secretario del Comité Científico-Técnico.

Es delegado de España en diversos Consejos Directores de la Agencia Espacial Europea (ESA), es catedrático de Misiles y Vehículos Espaciales en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos y Presidente de la Asociación Española de Astronáutica.

LUIS RUIZ DE GOPEGUI



Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad de Madrid (1951). Master en Ingeniería Electrónica por la Universidad de Stanford (California) (1955). Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Barcelona (1966). Ha pertenecido durante quince años al Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Desde 1966 presta sus servicios en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Esteban Terradas. Actualmente es Jefe de la Instalación de Vuelos Tripulados (NASA/INTA) de Fresnedillas, perteneciente a la Estación Espacial de Madrid. Es "Senior Member" del "Institute of Electrical and Electronic Engineers" (USA). Pertenece también a la Sociedad Española de Astro-

náutica. Es autor de diversos trabajos y publicaciones técnicas y científicas.

JUAN CARLOS SALINAS SANCHEZ



Cursó los estudios de Medicina en la Facultad de la Universidad Autónoma de Madrid, obteniendo Diploma de Licenciado en Medicina y Cirugía, en 1976. Al finalizar ese año, realizó el curso de Técnicas de Laboratorio en Medicina de Empresa, en el Instituto de Higiene y Seguridad en el Trabajo. En 1977 ingresó en el Cuerpo de Sanidad del Aire; en Diciembre de este año recibió el Despacho de Teniente en la Academia General del Aire. En enero de 1978, obtiene el Diploma de Medicina Aeronáutica Básica, expedido por el C.I.M.A.

Destinado al E.V.A. núm. 8 de Las Palmas de Gran Canaria hasta octubre de 1979 y, tras examen de Oposición, comienza el Diploma Superior de Medicina Aeroespacial, superando las pruebas de suficiencia en octubre de 1981, y pasando a ser destinado al C.I.M.A., donde se encuentra en la actualidad, como Capitán Médico.

Ha realizado diversos cursos de Seguridad en Vuelo, asistiendo a cursillos monográficos de Accidentes Aéreos y al I Curso de Investigador de Accidentes Aéreos, expedido por el Instituto Iberoamericano de Aviación y Derecho Aeronáutico.

JOSE SANCHEZ MENDEZ



Teniente Coronel (E.A.), nació en Coria (Cáceres) el 27 de abril de 1936. En 1955 ingresó en la Academia General del Aire, terminando sus estudios en dicho Centro Militar en 1959 como núm. 1 de la 11.ª Promoción, puesto que man-

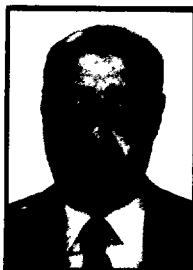
tuvo durante los cuatro años de su carrera.

En 1961-62 realizó en EE.UU. el Curso Avanzado de Tripulación de Combate obteniendo la calificación de "Top Gun" (mejor Tirador) en las modalidades de bombardeo rasante y con cohetes. Ha volado entre otros aviones el T-33, F-86F, F-104, Convair-340 y Mystere-20. En 1977 terminó el Curso de Estado Mayor, obteniendo el núm. 1 de la 33 Promoción de la Escuela Superior del Aire.

El año 1981 realizó en la Escuela de Inteligencia de la Defensa de los EE.UU. el Curso Superior de Inteligencia Estratégica Combinada, obteniendo el núm. 1 del mismo, en el que participaron especialistas norteamericanos y de otras 12 naciones.

Es autor de dos libros declarados de interés para el Ejército del Aire, uno sobre "Organizaciones Europeas" y otro sobre "Inteligencia". Es redactor de "Revista Aeronáutica y Astronáutica" y colaborador de diversas publicaciones nacionales y extranjeras profesionales, habiendo obtenido diversos premios en relación con los artículos publicados. Está especializado en temas de Inteligencia y de Estrategia.

LUIS TAPIA SALINAS



El Dr. Luis Tapia Salinas, nacido en Madrid, Licenciado en Derecho en 1935, doctorándose en la Universidad Complutense de Madrid con la calificación de "Sobresaliente" y con la Tesis "La Regulación Jurídica del Transporte Aéreo". En 1940 ingresó en el Cuerpo de Auditores de las FF.AA. españolas en las que en la actualidad ostenta el grado de Coronel (retirado).

En 1940 publicó su primer estudio sobre la Ley alemana de tráfico aéreo, colaborando desde entonces en numerosas revistas europeas y americanas a través de cerca de 150 artículos, en los que ha tratado los más diversos temas sobre aviación civil y militar. También ha publicado un buen número de obras de la especialidad, entre las que cabe señalar su "Manual de Derecho Aeronáutico" aparecido en 1944 antes de la Conferencia de Chicago, su Tesis anteriormente citada que se considera como uno de los Tratados de mayor profundidad sobre la materia y "Textos Internacionales sobre el Espacio".

Pertenece a la totalidad de los Institutos, Centros, Asociaciones y Sociedades de América Latina y a varias Entidades europeas y de carácter internacional dedicadas al estudio del Derecho aéreo y de la Aviación Civil, siendo el creador del Cur-

so de Derecho aéreo y del espacio en la Universidad de Madrid, valedero para la obtención del Título de Doctor, al frente del cual lleva más de veinte años. Quizás su actividad más importante es la fundación del Instituto Iberoamericano de Derecho Aeronáutico y del Espacio, creado en unas Jornadas celebradas en Salamanca (España) en 1964, que agrupa en la actualidad a unos 450 Miembros individuales y colectivos de 33 países, formando parte del mismo numerosas Compañías de Líneas Aéreas, Universidades, Institutos y Centros de diferentes países. Desde su fundación el Dr. Tapia Salinas ocupa el puesto, por reelecciones sucesivas, de Presidente del actual Instituto.

Ha publicado en 1978 un volumen titulado "Trabajos de Derecho Aeronáutico y del Espacio", editado por el Instituto, en el que a través de sus 560 páginas se recogen 39 ensayos y monografías sobre dichas materias. Su más reciente publicación la constituye el "Curso de Derecho Aeronáutico" (718 págs.) de orientación universitaria en la que se tratan juntamente con los problemas jurídicos aeronáuticos, diversas materias económicas, políticas y operativas relacionadas con la Aviación Civil.

JOSE MANUEL URECH RIBERA



Nacimiento: 24 junio 1938- Madrid. Títulos: 1962 - Ingeniero Industrial (E.T.S.I.I.M.). 1965 - Ingeniero en Automática. (Instituto Politécnico de Grenoble, Francia). 1969 - Doctor Ingeniero Industrial (E.T.S.I.I.M.)

Vida profesional:

1963-66 Ingeniero en la Junta de Energía Nuclear.

1966 hasta la fecha. Estación Espacial de Madrid (INTA/NASA), ocupando los siguientes puestos: Ingeniero de Servomecanismos e Instrumentación; Asesor Técnico de Instalación; Jefe de Operaciones; y en 1970 hasta 1981, Ingeniero Jefe de la Instalación de Cebreros; siendo en la actualidad Ingeniero Jefe de las tres Instalaciones de la Red NASA/DSN en Madrid.

Además, varios años como profesor de la E.T.S.I.I.M. para cursos de especialidad y doctorado; autor de varias publicaciones técnicas en el campo de las Comunicaciones Espaciales; y medalla de Servicios Excepcionales de NASA.

SEMBLANZAS

EMILIO HERRERA ALONSO, Coronel del Arma de Aviación

WERNHER VON BRAUN (1912-1977)

El 5 de septiembre de 1944, a media tarde, un ingenio insólito cuya procedencia no pudo ser conocida hasta varios días más tarde, caía sobre la ciudad de París, haciendo explosión y arruinando un pequeño grupo de casas baratas. Dos días más tarde, el 7, fueron los habitantes de Londres los que comenzaron a sufrir los efectos de esta nueva arma que, con ritmos que en ocasiones llegaron a 60 a la semana, castigó a la capital británica sin que las autoridades militares encontraran un medio directo de contrarrestar los terribles efectos de este medio de combate.

Se trataba del ingenio alemán, V-2, "Wergeltungswaffe Zwei" (arma de represalia), con el que nacía un nuevo concepto de agresión a distancia, y en el que Alemania confiaba para vengar los tremendos bombardeos a que las fuerzas aéreas aliadas la tenían sometida. Con una longitud de 13,80 metros, un diámetro de 1,65 y un peso de despegue de 12.900 kilos, esta **bomba volante** transportaba una carga explosiva de 975 kilos, que podía llevar hasta una distancia operativa de 352 kilómetros. El despegue de la V-2, que se realizaba desde una plataforma de únicamente 25 pies cuadrados de superficie, era vertical, adoptando más tarde una trayectoria parabólica en que llegaba alcanzar 90.000 metros de altura, desarrollando una veloci-



dad de 5 de Mach en un vuelo que podía durar cinco minutos.

El creador de esta terrible arma, que de haber sido producida un año antes habría hecho mucho más difícil la victoria de los aliados, fue el ingeniero alemán von Braun. Había nacido Wernher von Braun en Wir-

sitz, el 23 de marzo de 1912, en el seno de una familia de la nobleza rural de la antigua Silesia; su padre, el barón Magnus von Braun, participó en el gobierno de la república de Weimar, en el Ministerio de Agricultura. Estudió Wernher ingeniería, en los Institutos Tecnológicos de Zurich y Berlín, y aunque hasta entonces no había mostrado una determinada tendencia dentro de sus estudios técnicos, un artículo sobre viajes a la Luna, que cayó en sus manos en 1930, despertó su vocación hacia la Astronáutica y la Cohetería, marcando definitivamente el rumbo de su vida. Pronto, su entusiasmo fue incrementado por los trabajos de Robert H. Goddard y Herman Oberth sobre el valor potencial de la propulsión por cohete para la exploración del espacio. Un año más tarde, von Braun asistía al profesor Oberth en alguno de sus primeros experimentos con cohetes impulsados por combustible líquido, empleando como campo de experimentación un campo de tiro abandonado, en Ploetensee, en las afueras de Berlín.

Aunque von Braun aspiraba esencialmente a la exploración del espacio exterior, hubo de aceptar la ayuda militar para proseguir sus investigaciones, viéndose obligado a *dirigir* éstas hacia la utilización bélica, ya que carecía de medios económicos que le permitieran prescindir de la

ayuda estatal. Pronto fue reconocida su valía, y con solamente 20 años de edad, fue nombrado Jefe de la estación experimental de Kummersdorf.

Accedió Hitler al poder, en Alemania, en 1933; ese mismo año la organización que dirigía von Braun produjo un cohete estabilizado por un gran giróscopo instalado en la ojiva, y un año más tarde, en 1934, logró hacer volar un cohete con el giróscopo estabilizador en el centro del cuerpo, que alcanzó una distancia de 2.000 metros. En junio, le fue conferido el título de Doctor en Ciencias Físicas, por la Universidad de Berlín.

En 1936 se interesó Hitler en el tema de los cohetes, y concedió un crédito de 20 millones de marcos y prioridad absoluta en trabajo y materiales para la construcción de un centro de investigación en Peenemünde, a orillas del Báltico, donde se esperaba que el equipo de von Braun produjese un arma táctica capaz de llevar una carga de combate más allá del alcance de la artillería. Dos años después desarrolló el genial científico lo que puede considerarse ya como el primer modelo de **bomba volante** experimentada con éxito; se lanzaba verticalmente y se estabilizaba automáticamente por medio de timones situados en la corriente de gas, teniendo un alcance de 11 millas; de ella nacería la que cinco años más tarde sería la V-2.

Wernher von Braun se alistó en el partido nazi en 1940; este hecho coincidió con la pérdida de interés de Hitler por los cohetes dirigidos, quedándose Peenemünde sin los privilegios que había disfrutado; parte del equipo de técnicos que allí trabajaban se alistó en el Ejército.

Von Braun visitó al Führer en Prusia durante el verano de 1942, en un intento de recuperar su apoyo, que no tuvo éxito; pero un año más tarde, ante la noticia de unos logros de von Braun, Hitler volvió a entusiasmarse y ordenó la fabricación masiva de la V-2 que era 20 veces mayor que su antecesora de 1938. Este cohete no podía ser interceptado ni desviado.

Intentó Himmler que las SS se

hicieran cargo del proyecto, en febrero de 1944, pero von Braun rechazó la proposición; pocas semanas después fue arrestado por la Gestapo, y encarcelado en Stettin, bajo el cargo de haber intentado huir a Inglaterra con documentos secretos. Fue puesto en libertad unos días después, por una orden expresa de Hitler, a petición del general Dornberger.

Estos problemas políticos, y, principalmente, los bombardeos aliados a Peenemünde y otras instalaciones, retrasaron en más de cuatro meses el desarrollo del proyecto, no pudiendo lanzarse la primera V-2 sobre Inglaterra hasta septiembre de 1944. Con un coste aproximado al equivalente de 500 millones de dólares, se construyeron unas 6.000 bombas, de las que algo más de 500 se emplearon en pruebas y ensayos. El mayor número de las lanzadas lo fueron contra Gran Bretaña, aunque también se atacó con ellas a Amberes, París, Lieja, Bruselas y Luxemburgo. Con fines tácticos, únicamente se emplearon unas 10 contra el puente de Remagen.

Cuando la guerra acabó en Europa, se encontraba von Braun desarrollando una nueva arma capaz de transportar una carga de 20 toneladas a una distancia superior a las 3.000 millas, que habría dejado dentro de su radio de acción a la ciudad de Nueva York y numerosos objetivos de los Estados Unidos.

Al quedar Peenemünde a menos de 100 kilómetros de las avanzadas soviéticas, en 1945, von Braun, Donerberger y numerosos técnicos de su equipo, prefiriendo caer en manos de los aliados, se trasladaron a Baviera, donde se dispersaron en diversos hoteles, para pasar desapercibidos a la Gestapo, en espera de que llegaran los aliados. Al ser capturados por los americanos, éstos dudaron de que realmente fuera Von Braun el inventor de la V-2; le encontraron demasiado joven, demasiado gordo y demasiado jovial, pero luego de una serie de interrogatorios llevados a cabo en el campo para científicos alemanes, instalado en Garmisch-Partenkirchen, quedaron convencidos.

En septiembre de 1945, luego de unas semanas de estancia en Londres, von Braun fue trasladado a los Estados Unidos y allí fue nombrado director técnico de un centro que se estableció en Flort Bliss, en Tejas, para adiestrar a personal americano en el manejo de las V-2 capturadas en Alemania, utilizando como campo de experimentación el de White Sands, cerca de El Paso, en la frontera mejicana. Su trabajo fue calificado de **Alto Secreto**, del mismo modo que lo había sido en Alemania. Desde 1950 trabajó en el arsenal de Red Stone, en Alabama, a donde había sido trasladado el centro de cohetes dirigidos del Ejército, desde su inicial emplazamiento en Fort Bliss; allí, como director civil del programa de desarrollo e investigación de cohetes, trabajó al frente de un equipo de técnicos civiles entre los que se encontraban 170 alemanes de los que con él habían venido de Europa.

Le fue ofrecida la ciudadanía americana, que aceptó en 1948. Ese mismo año se iniciaron los estudios de viajes interplanetarios, y comenzó a asistir a convenciones y congresos científicos. En septiembre de 1951 presentó en Londres, en el **II Congreso Internacional de Astronáutica**, un estudio de viaje a Marte cuya duración calculó en 869 días.

Cuando en 1960, Kennedy transfirió todo el equipo de von Braun, de la **Army Ballistic Missile Agency**, a la NASA, organismo encargado del desarrollo y lanzamiento de grandes cohetes, Wernher von Braun fue nombrado director del **Marshall Space Flight Center**, de Huntsville, en Alabama, en donde desarrolló el cohete **Saturno** que con el tiempo sería utilizado en el proyecto lunar, tripulado, **Apolo** con el que los norteamericanos tomarían la cabeza en la competición con la Unión Soviética en materia aeroespacial.

Wernher Von Braun, figura indiscutible en los programas espaciales de los Estados Unidos, y uno de los astrofísicos más notables que el mundo ha tenido, murió en 1977, a los sesenta y cinco años de edad, en Alejandría, en el estado de Virginia. ■

la aviación en los libros

LUIS DE MARIMON RIERA, Coronel del Arma de Aviación

H.G.WELLS La guerra de los mundos

Ilustraciones de Eugenio Darnet



NOTICIA SOBRE EL AUTOR

El escritor inglés H. G. Wells nació en el año 1866 y falleció en el año 1946. Es, sin duda, uno de los "grandes" de la literatura inglesa de su época y ello es mucho más meritorio si se tiene en cuenta que en aquel período existió en Inglaterra una brillante pléyade de muy notables escritores.

Fue uno de los componentes indiscutibles de la gran tetralogía formada por él mismo, G. K. Chesterton, R. Kipling (a quien admiró muchísimo) y G. B. Shaw (con quien, en cambio, sostuvo incesantes y sarcásticas polémicas).

Dedicado al periodismo, no escribió su primera novela, "La Máquina del Tiempo" hasta poco antes de cumplir los treinta años. El ruidoso éxito que obtuvo con esta primera obra (que en su día fue considerada como lo que ahora se llama "best-seller"), le animó a proseguir su actividad en el campo de la novela.

Sus obras más importantes son: "La Máquina del Tiempo", "El Hombre Invisible", "La Guerra de los Mundos", "Anticipaciones", "Kipps", "El Amor y el Sr. Lewisham", "Ana Verónica" y el "Nuevo Maquiavelo". Las cuatro primeras pertenecen al género de la ciencia-ficción (de la cual fue descubridor y maestro). El resto de sus obras están

FICHA TÉCNICA

Título en español: "LA GUERRA DE LOS MUNDOS"

Título original en inglés: "THE WAR OF THE WORLDS"

Autor: H. G. WELLS

Género: *Novela (Ciencia-Ficción)*

Número de páginas: 222 en total, subdivididas en dos partes que, en conjunto, ocupan 26 capítulos y un epílogo.

Ilustraciones: 30 dibujos debidos a Eugenio Darnet.

1.ª edición en inglés: Año 1898

1.ª edición en español: Año 1981 (Editorial Bruguera, S. A. Barcelona). Existe una muy antigua edición en español, año 1902, cuyo traductor fue Ramiro de Maeztu, traducción que se ha conservado en la presente edición de nuestros días.

enclavadas en el realismo y en la crítica social. Además, con su ensayo "Esquema de la Historia", se atrevió a internarse en el sector de las ciencias históricas.

En todas sus obras subyace siempre una magistral exposición de la Inglaterra de su tiempo, tanto de las personas de la más diversa categoría social, como de los usos, costumbres y tradiciones imperantes en aquel entonces. Una de sus virtudes literarias fue la de no dejarse arrastrar por el rígido puritanismo victoriano que imperó en aquella larga fase cronológica (la reina Victoria subió al trono en 1837 y murió en 1901) y que afectó profundamente a todos los estilos sociales y artísticos de Inglaterra.

COMENTARIO DE LA OBRA

La novela "La Guerra de los Mundos" fue publicada en Inglaterra en el año 1898, o sea, un año después del "Hombre invisible". Al igual que ésta obtuvo un clamoroso recibimiento tanto por parte de los críticos como de los lectores.

En esta obra el autor presentó por primera vez, en la problemática de la recién nacida ciencia-ficción, el tema de los viajes interplanetarios y de la invasión de la Tierra por seres extraterrestres -procedentes de Marte en este

caso- dotados de un coeficiente intelectual muy elevado y poseedores de una avanzada tecnología muy superior a la existente en aquel entonces en nuestro mundo.

Un argumento que posteriormente -ininterrumpidamente hasta nuestros días- sería repetido hasta la saciedad por infinidad de novelistas, dándose el caso frecuente de que estas modernas plasmaciones son, en calidad, inferiores a la primicia de Wells.

En "La Guerra de los Mundos" el escritor inglés alcanza simultáneamente cinco importantes logros. Son los que se exponen a continuación.

Ser absolutamente original en la temática, desarrollando una cuestión que hasta entonces a ningún escritor se le había ocurrido. Es decir, la posibilidad de vida inteligente en otros planetas y su llegada a la Tierra en ansias de conquista y en lucha premeditadamente destructiva, feroz y despiadada.

Profetizar con gran anticipación (recordemos que esta novela fue publicada en el año 1898), extraordinarios avances en el sector del armamento, consecuencias que el hombre sólo lograría años después. Por ejemplo, la máquina voladora o avión, el carro de combate, los gases asfixiantes y el lanzallamas.

La amena y exacta descripción de la vida y modo de ser de la Inglaterra de

los últimos años del siglo XIX, tanto en lo referente a sus habitantes -pertenecientes a los más distintos estratos sociales- como a los propios de pueblos y villorrios y de la capital londinense. Dentro de este punto, Wells describe con precisión escenarios geográficos, vías y sistemas de comunicaciones, relevancia y peso de los periódicos, organización y potencial del ejército, etc.

Su certera comprensión de la psicología de la masa indefensa, acorralada y aterrorizada, o sea, lo que hoy día se conoce con el nombre de "Psicología del Pánico". Sin caer jamás en la hojarasca de la truculencia, el escritor da fe del irracionalismo en que puede caer el ser humano -ayer, hoy y mañana- ya sólo impelido por su egoísmo y brutalidad, en afán desesperado de supervivencia y vulnerando violentamente los derechos elementales de sus semejantes. El éxodo que describe de la población civil, sin freno ni concesión alguna, huyendo de los invasores, es también una curiosa anticipación puesto que ofrece una estrecha similitud con muchas circunstancias análogas ocurridas durante la guerra mundial de 1939-1945.

Por último, sin abandonar nunca su apego a la narrativa de "novela de aventuras", hace frecuentes y afortunadas incursiones en el campo de la Filosofía, de la cual Wells era buen conocedor. La primera página de la novela -encabezada con una cita de Kipling- es una acerba crítica de los seres humanos, los cuales, según él, poseídos de un desmedido orgullo, de un desprecio a todo y a todos y de un absurdo convencimiento integral de su omnipotente autosuficiencia, ignoran, o prefieren ignorar, la posibilidad de que existan otros seres que puedan serles muy superiores en todos los aspectos. En otros capítulos se insiste con acierto en esta peculiar faceta.

El novelista desarrolla la trama argumental a través de la visión directa que tiene de los hechos el protagonista principal. Un hombre culto y sagaz que vive, dedicado a sus trabajos intelectuales, en la pacífica comarca campesina que, súbitamente, se convierte en punto de arribada de los vehículos marcianos. Por su prestigio, y también por casualidad, nuestro personaje se ve inmerso en los acontecimientos y se convierte en el más completo y fidedigno testigo de los mismos.

Jugando hábilmente con la simultánea mutación de escenarios geográficos, Wells da idea también de cuanto se creía y sucedía en Londres en relación con el "suceso marciano". Para

ello se vale de los relatos de un segundo importante personaje, -hermano del protagonista- que reside habitualmente en Londres. De esta forma, el autor presenta al lector una visión de lo que sucede en los dos diferentes "frentes de combate".

Tal como se ha dicho en la Ficha Técnica, el novelista divide su obra en dos partes. La primera (17 capítulos), titulada "La Llegada de los marcianos". La segunda (9 capítulos y un epílogo), bajo el nombre general de "La Tierra en poder de los marcianos". Ambos títulos son lo suficientemente expresivos acerca de su contenido.

Para mantener el interés del lector, no entramos en pormenores de la trama: sin embargo, para poder dar un mínimo de hilación a este comentario, es indispensable la aportación de una visión de conjunto.

La primera parte relata la caída en suelo inglés de las primeras cápsulas marcianas. Al principio, los lugareños creen lisa y llanamente que son meteoritos. Pero, prontamente nuestro protagonista, acompañado por un reducido grupo de amigos científicos, descubre que se trata de vehículos espaciales con seres inteligentes a bordo. La noticia -acogida en los periódicos londinenses con escepticismo, ironía y caricaturas- llena de euforia a la población de la comarca hasta el punto de que se dispone a dar una alegre y cordial bienvenida a los marcianos.

Pero esta situación anímica se troca rápidamente en miedo cerval al comprobar que los invasores vienen con aire de conquista, aniquilando cruelmente a los seres humanos y destruyendo edificios y pueblos enteros con el único fin de aterrorizar a los terrestres y minar su moral. La angustia se potencia cuando llegan al convencimiento de que no hay posibilidad de resistencia, puesto que, incluso, las unidades militares propias, dotadas de poderosa artillería, no solamente no pueden frenar la expansión marciana, sino que, además, son barridas materialmente en cuestión de segundos.

En esta parte, con continuación en la segunda, el autor presenta una original descripción anatómica-fisiológica de los marcianos. No tienen ninguna semejanza con la criatura terrestre. Son, sencillamente, grandes y poderosos cerebros, sin extremidades inferiores lo que, para su traslación en la superficie les obliga a emplear ingeniosos medios mecánicos. Asimismo, -dando rienda suelta a la inventiva-, el novelista da cuenta de sus sistemas de comunicación, nutrición y reproducción.

La segunda parte está dedicada a la narración de la arrolladora expansión marciana que culmina con su entrada triunfal en Londres. Este suceso motiva la huida en masa de la enloquecida muchedumbre que -a cualquier precio, con violencia y sin orden ni concierto- sólo vislumbra una remota posibilidad de salvación en la búsqueda de un precario cobijo en Francia, atravesando el Canal de la Mancha en infinidad de buques que son tomados por asalto y pagando a precio de oro un mísero lugar en el navío salvador.

A este respecto, esta odisea de pugna, miedo, terror e impotencia está perfectamente plasmada por Wells, para lo cual utiliza tanto al individuo aislado como a la multitud anónima. Una vez más, el novelista nos demuestra su enorme capacidad de anticipación, ya que este terrible éxodo, siempre bajo la amenaza enemiga, fue plena y dolorosa realidad, aunque en sentido geográfico inverso (de Francia a Inglaterra y solamente para unidades militares inglesas y unas pocas francesas) a fines de mayo de 1940 en ocasión del sitio de Dunkerque por los alemanes, operación que triunfó parcialmente gracias al titánico esfuerzo de la RAF británica y a la ayuda de infinidad de barcos ingleses, militares y civiles, -desde el buque de considerable tonelaje hasta la simple embarcación deportiva o privada-.

A título de anecdota final, consignaremos el curiosísimo suceso acaecido hace ya algunos años a raíz de un programa ofrecido por una emisora radiofónica de los EE. UU. (creemos recordar que estaba centrada en Nueva York). Bajo la dirección del genial director y actor de cine Orson Welles, se puso en el espacio una versión de "La Guerra de los Mundos", naturalmente adaptada a las exigencias técnicas del elemento radiofónico.

El guión y la retransmisión fueron tan vívidos y perfectos que un enorme gentío de radioyentes se lanzó a la calle, presa del pánico, creyendo que se trataba de una invasión marciana real. Las autoridades tuvieron serios problemas para mantener el orden y la tranquilidad que sólo renació cuando la emisora anunció reiteradamente que la cuestión no era otra cosa que un programa más y que, desde luego, los acontecimientos relatados eran absolutamente ficticios.

En resumen, esta obra de H. G. Wells no es más que una novela, sin gran valor crediticio en lo referente a la rigurosidad científica. No obstante, estamos seguros que, por su amenidad y originalidad, interesará hondamente al lector. ■

la aviación en el cine

VICTOR MARINERO

EL CINE ASTRONAUTICO

Hoy día la Astronáutica es uno de los temas cinematográficos más socorridos. No supera a todos los demás en su conjunto, pero sí a cada uno de ellos por separado. La razón es obvia: los viajes espaciales constituyen el espectáculo más impresionante por su ambiente ilimitado y la expresión máxima del movimiento. Además, los filmes espaciales contienen todos los elementos exigi-

dos para un buen relato de aventuras: personajes que tipifican el riesgo, preparativos intrigantes, un desarrollo complicado, posibilidades que en cualquier momento pueden inclinarse hacia el éxito o el fracaso, tensión emocional en el desarrollo de la acción, y desenlace inapelable.

Los maestros de la literatura de ciencia-ficción (Verne, Wells, etc.)

establecieron al crear el género ciertas premisas que se conservaron durante un tiempo. Por ejemplo, el relato debería abrirse por un congreso científico o una reunión en un club "exclusivo". El escrito conseguía maravillas descriptivas, tenía que recurrir a la interpretación personal del lector para que éste imaginase o ayudase a la creación del ambiente "espacial" en que se movían los

"CAPRICORNIO UNO": Una misión trucada



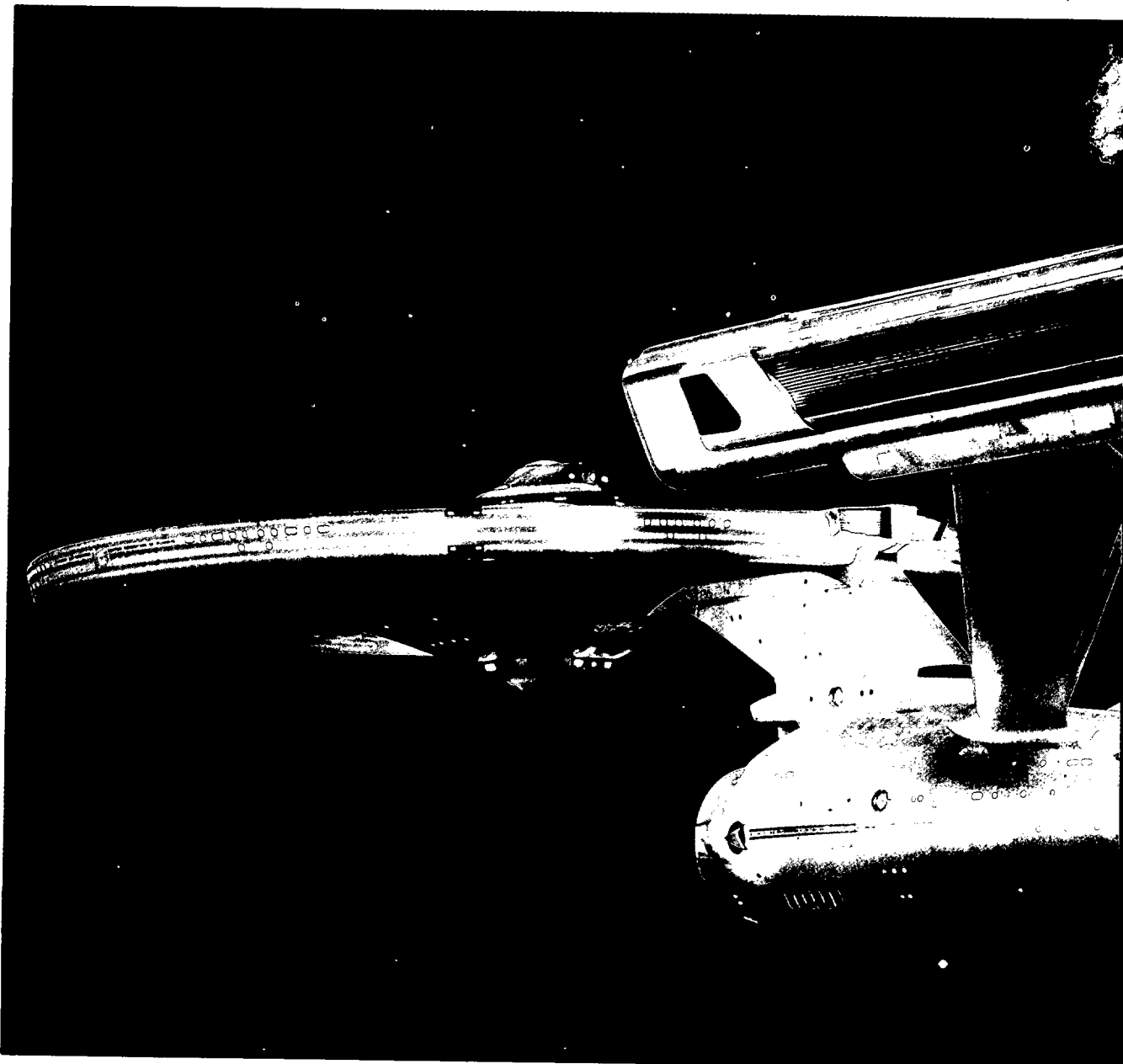
protagonistas. Entonces esto era muy difícil de concretar mentalmente puesto que la astronáutica real no había nacido, ni tan siquiera la aviación era un hecho. Al aparecer el cine, éste ahorró el esfuerzo imaginativo, ya que presentaba las increíbles aventuras gráficamente y en movimiento. Es cierto que ya existían las historietas dibujadas, pero aunque la sucesión de los cuadros daban cierta sensación dinámica, ésta no podía ser continua en un sentido totalmente satisfactorio; los di-

bujos no podían crear un ambiente a la vez amplio y detallado si no era frenando la agilidad de la acción. El cine consiguió a la vez facilitar el proceso de transcripción mental al "receptor" que de *lector* pasó a *espectador*, así como crear una ambientación idónea y creíble aunque describiese las situaciones más inverosímiles. Por otra parte, constituyó una técnica fácilmente asimilable, de evasión. No sólo fuera de los límites de la vida diaria y posible, sino hacia más allá de los confines del mundo

cóncido; hacia otros mundos polifacéticos que entonces no pasaban de estar representados por simples puntitos luminosos en el cielo.

No es, pues, extraño que ya entre las primeras películas se contase una proporción ciertamente exagerada de aventuras extraterrestres. Pronto pasaron los humildes ensayos del que luego se llamó "séptimo arte" que se limitaban a plasmar escenas cotidianas de movimiento, preferentemente masivo (salidas de los empleados de una fábrica, de los fieles

El Complejo Enterprise



de actos religiosos, etc.) o el desplazamiento de toda clase de vehículos (desde la bicicleta al tren, pasando por la equitación, los coches de caballos, o los automóviles). No tardaría en presentarse la máxima demostración de la capacidad de traslación humana a principios de siglo: la aviación. Pero ya antes de aparecer ésta en la pantalla se habían producido filmes de argumento sobre aventuras en la Luna, Marte, Venus o Júpiter. El cine no tardó en crear una imaginaria propia, superabun-

dante en trucajes, por medio de los cuales todo parecía factible. Méliès nos enseña "la Luna a un metro" en 1898; y luego nos invita a un viaje a nuestro satélite natural o nos lleva "a través de lo imposible".

En seguida empiezan las superproducciones. Aún se estaba lejos del baile de los miles de millones que costaría la saga de "La guerra de las galaxias" en los años 70; pero en 1902, "El viaje a la Luna" costó 10.000 francos oro, una cantidad muy respetable en aquellos años... y ahora.

Seis años después, nuestro compatriota, el turolense Segundo de Chomón, especialista en efectos especiales para la Pathé, realizaría un segundo "viaje a la Luna". Por la misma época, Gaston Valle dirigiría con Zecca "El amante de la Luna" y "Viaje a una estrella". Y Robert William Paul, "El automovilista" que, no contento con lanzarse a nuestro satélite después de trepar por la fachada de una casa, se alargaría a dar unas vueltas por el circuito de los anillos de Saturno.

de "STAR TREK"



Eran películas cómicas a base de números de "music-hall" que no tenían nada de científicas, pese a la supuesta intervención de unos sabios barbudos (según se suponía entonces que debían ser los superdotados). Este enfoque cómico se prolongaría intermitentemente hasta llegar a los disparates de los Stooger que, lanzados al espacio por error regresan a la Tierra con un unicornio y son declarados héroes nacionales. O a la concepción de "andar por casa" de Tony Leblanc, "El astronauta", cuya nave espacial es construida en un solar madrileño por un mecánico, un electricista y otros dos obreros especialistas. Mientras que "Un astronauta en la corte del Rey Arturo" devuelve al pasado a un héroe espacial de nuestro tiempo y en "The astronut" un sargento colocado en órbita con un chimpancé intercambia con él su personalidad. Dentro de este género tenemos a Jerry Lewis convertido en "un marciano en California" enviado a la Tierra para observar nuestras costumbres. Hasta los "westerns" se trasladan a la época espacial y vemos en "The Love War" que dos planetas se disputan su hegemonía sobre nuestro planeta en un duelo de sus respectivos representantes en una calle de una población polvorienta; o en "Moon Zero Two" los mineros luchan en la Luna por sus derechos de explotación; mientras que en "Un ratón en la Luna" los habitantes de una aldea británica entran en la carrera espacial con la ayuda de su escasamente acaudalada pero emprendedora dueña (la Rutherford).

Pero no todo era comedia fácil. "La mujer en la Luna" (1928) inicia las películas astronáuticas con fundamento realmente científico, aunque con una gran dosis de imaginación fantástica, con la aportación de Hermann Oberth, físico alemán y uno de los primeros en experimentar con cohetes impulsados por aire líquido; autor, entre otras obras importantísimas, de un tratado sobre los cohetes interplanetarios (1923) y que después de la 2.^a G.M. sería uno de los cerebros de Peenemünde. El director Fritz Lang, genio indis-

cutible de la cinematografía espacial, sabría aprovechar al máximo las indicaciones del sabio en aquella soberbia producción de la UFA, protagonizada por Gerda Maurus. Para ello, el insigne cineasta se documentó exhaustivamente, con paciencia germánica, sobre los antecedentes históricos del "vuelo" humano; desde estudios astrológicos, y estudios científicos de Tolomeo a Flammarion, hasta los más modernos tratadistas. De esta película se dice que la Gestapo destruyó las copias (en 1936) porque reflejaban la instalación de rampas de lanzamiento y estructura de los cohetes que darían lugar a la V-2.

Y como, dado el corto espacio de una entrega de esta Sección, no podemos seguir una relación detallada y cronológica del género cinematográfico espacial, resaltaremos tan sólo algunos filmes de cierto fundamento científico como el relanzado este mismo año por TVE —dedicado a ciertos aspectos biográficos del también físico alemán Wernher von Braun, director técnico de Peenemünde y responsable directo del desarrollo de la V-2, posteriormente jefe del programa de cohetes teledirigidos y promotor de los satélites orbitales estadounidenses. En "Destino, las estrellas" (*I aim at the Stars*) de 1960, el sabio está representado por el actor alemán por autonomía, recientemente fallecido, Curt Jurgens. Aunque no se lucen ni el director, Lee Thompson, ni el actor (que no puede compararse al mitológico Willy Fritsch de "*Frau In Mond*") la película es interesante pese a su lentitud expresiva.

Hay otros filmes de interés real. En el guión de "Regreso a la Tierra", escrito por el propio Edwin Aldrin, éste refleja la depresión que padeció después de alunizar con el Apolo II, el 21 de julio de 1969, siguiendo los pasos históricos del "primer hombre en la Luna", Neil Armstrong. Sobre este acontecimiento se filmó el documental "Huellas en la Luna". Mientras que los soviéticos produjeron en el 62 "Vuelo a las estrellas". La rivalidad entre las grandes potencias en este campo se refleja en estas producciones y en

"Nebozowet" (1955) y "Batalla más allá del Sol", también rusas. Así como en la francesa "Un perro, un ratón y un Sputnik", en torno a la guerra fría, el espionaje y los experimentos con misiles.

Entre las iniciales películas más o menos cómicas y las posteriores "serias", basadas en hechos reales, existe una inmensa producción, cuyos títulos no tenemos espacio siquiera para mencionar, dedicados principalmente al género de ciencia-ficción. Abarca desde la transposición de "comics" al espionaje astronáutico o los seres extraterrestres. Entre los más destacados podrían citarse "2.001. Una odisea del espacio", "La guerra de las Galaxias" (y "El Imperio contraataca"), "Star Trek" (Perdidos en el espacio), "Abismo Negro", "Alien" o "Superman" (I y II).

En estos o en el resto de los centenares de filmes producidos en torno a este género, aparecen héroes y aventureros, lanzamientos afortunados y fracasados, bases extraterrestres y colonias flotantes, extravío de naves en el infinito, choque de planetas, terrores producidos por monstruos inimaginables, escarceos eróticos, visitas a la Tierra e invasiones por seres de otros mundos, luchas intergalácticas, descubrimiento de civilizaciones olvidadas en el Universo, recuperación de "basura espacial", etc. Hasta llegar a la denuncia de imaginarios trucajes en la información oficial, como el supuesto en "Capricornio Uno", donde el fracaso de una misión se oculta emitiendo un doblaje realizado en los estudios; o el secuestro de un OVNI en "Hangar 16" para que al Presidente, que se presenta a la reelección, no puedan echarle en cara que ganó las anteriores elecciones poniendo en ridículo a su rival porque éste creía en los "platillos volantes".

Actualmente son los propios astronautas los que filman mutuamente sus acciones en el espacio y alguno se prepara para ingresar en el estrellato. El caso es que, tanto reflejen la realidad como la fantasía, las películas se realicen con verdadero arte. ■

última página: pasatiempos

PROBLEMAS DEL MES, por MIRUNI

1.—En el viaje de exploración a un planeta desconocido, un equipo de astronautas encuentran un determinado número de piedras preciosas de gran valor. Para repartirlas, el jefe del equipo tomó una gema más una séptima parte del resto. El segundo cogió dos piedras y una séptima parte del resto. El tercero tomó tres gemas más una séptima parte del resto... y así sucesivamente. Al final todos los astronautas tenían el mismo número de gemas.

¿Cuántos astronautas formaban el equipo y cuál fue el número de piedras halladas?

2.—Una nave espacial regresa a su base cada doce días y otra cada quince. Sabiendo que hoy se encuentran las dos en la base, ¿dentro de cuántos días se encontrarán de nuevo?

3.—Una de las naves anteriores se ha quedado sin agua por una emergencia. Afortunadamente la otra nave acude en su ayuda y se decide compartir

equitativamente el agua de que dispone, que es un bidón de 12 litros totalmente lleno. Pero el problema se plantea al repartir el agua, pues entre las dos naves, tan sofisticadas, no se encuentra más que dos bidones de 5 y 7 litros vacíos. ¿Qué deben hacer los astronautas para repartirse el agua, con esos tres bidones de 12, 7 y 5 litros de que disponen?

SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DEL MES ANTERIOR

1.—Numerando los soldados del 1 al 9, una solución sería :

1.º día	2.º día	3.º día	4.º día
1, 2, 3,	1, 4, 7	1, 5, 9,	1, 6, 8,
4, 5, 6,	2, 5, 8	2, 6, 7,	2, 4, 9,
7, 8, 9	3, 6, 9	3, 4, 8	3, 5, 7

2.—En total reúnen 256 ovejas.

Llamando X al número de ovejas que regala el padre de la novia, diremos :

$$X + X + 7X + \frac{X}{7} = \frac{64 X}{7} \text{ Para}$$

que esta fracción sea exacta X ha de ser necesariamente múltiplo de 7. Dando valores a X de 7, 14, 21, 28, 35... vemos que sólo 28 da el resultado de 256, comprendido entre 200 y 300.

3.—El pastor guarda 301 ovejas.

Siendo 60 el m.c.m. de 2, 3, 4, 5 y 6 el número de ovejas será uno de la serie $60 + 1$; $2 \times 60 + 1$; $3 \times 60 + 1$;... debiendo elegirse entre ellos al menor que además sea múltiplo de 7. Como 60 es igual a un múltiplo de 7 más 4 (pues $60 = 7 \times 8 + 4$) y

representando a un múltiplo de 7 por 7° , escribimos:

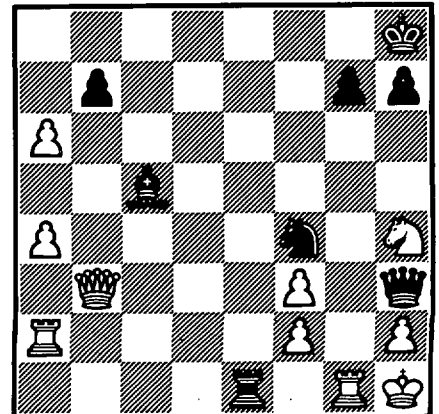
$$\begin{aligned} 60 &= 7^\circ + 4; & 60 + 1 &= 7^\circ + 5 \\ 2 \times 60 &= 7^\circ + 1; & 2 \times 60 + 1 &= 7^\circ + 2 \\ 3 \times 60 &= 7^\circ + 5; & 3 \times 60 + 1 &= 7^\circ + 6 \\ 4 \times 60 &= 7^\circ + 2; & 4 \times 60 + 1 &= 7^\circ + 3 \\ 5 \times 60 &= 7^\circ + 6; & 5 \times 60 + 1 &= 7^\circ + 7 = 7^\circ \end{aligned}$$

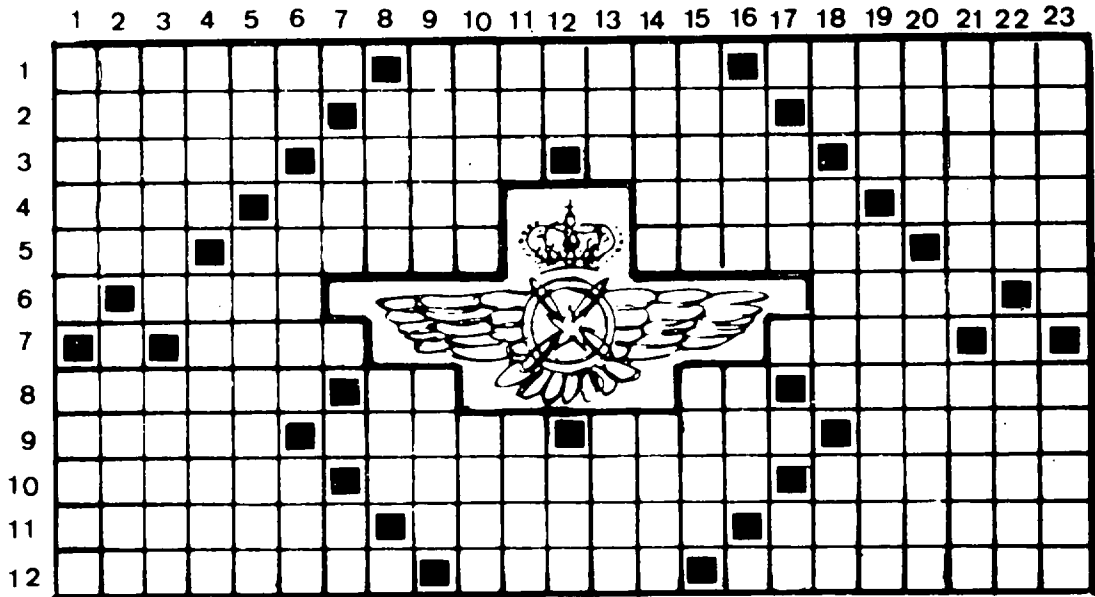
Luego el menor número que cumple las condiciones es $5 \times 60 + 1 = 301$.

AJEDREZ, por SEVE.

NUM. 17.— Una mirada superficial podría dar una engañosa situación de defensa por parte de las blancas; una precisa jugada decide la situación.

Solución al núm. 16: 1 ATj, R1T, 2A8Aj, Desc RxA (ó 2... A3T; 3 (D7T mate) 3D7T mate





HORIZONTALES: 1.—Al revés, satélite de Neptuno. Cierta planeta. Al revés, nombre de otro planeta. 2.—Emitan noticias por radiotelefonía. Al revés, medianos. Satélite de Júpiter. 3.—Da los colores del arco iris. Satélite de Saturno. Produzcan algo de la nada. Al revés, ofendidos, lastimados. 4.—Al revés, reúne a varios con un mismo fin. Hurten. Cierta planta bromeliácea. Al revés, arco de colores. 5.—Al revés, partícula electrizada en que se descomponen las moléculas. Abundante en rocas. Al revés, satélite de Urano. Vocales. 6.—Punto cardinal. Pueblo de Gerona. Nombre de varón. Matrícula española. 7.—Símbolo químico. Magistrado romano. Al revés, mano de almirez. Consonante. 8.—Al revés, nación, territorio (pl.). Símbolo químico. Consonantes de "gol". Al revés, edificio dedicado al culto. 9.—Al revés, metal quebradizo de color agrisado. Peñascos. Capital europea. Al revés, recurra ante el juez. 10.—En arqueología, curvatura interior de un arco. Al revés, satélite de Júpiter. Al revés, especie de tocado usado antiguamente. 11.—Mostruos por alguna abertura. Satélite de Júpiter. Hiciste algún ruido. 12.—Transbordador espacial norteamericano. Vuelve a pasar la vista por lo escrito, interpretándolo. Satélite de Saturno.

VERTICALES: 1.—Lanzador europeo. Al revés, ladrones. 2.—Nombre de varón. Irresoluto, tímido. 3.—Fam., coloquio amoroso. Al revés, parte inferior y central de la espalda (pl).

4.—Nombre de mujer. Al revés, satélite de Urano. 5.—Satélite de Saturno. Al revés, muestra para bordar letras. 6.—Preposición. Al revés, silbato, flauta pequeña. Al revés, la mayor serpiente conocida. 7.—Punto cardinal. Número Romano. Matrícula española. Símbolo químico. Afirmación. 8.—Hurto, robo. Pronombre personal. Matrícula española. 9.—Medida de longitud equivalente a la separación máxima del pulgar y el índice (pl.). Al revés, casa de la moneda. 10.—Cierta planeta. Al revés, bahía, ensenada. 11.—Consonantes de "picos". Al revés y en plural, nombre de consonante. 12.—Satélite de Júpiter. Cierta número. 13.—Movimiento convulsivo habitual. Ponga el pie sobre algo. 14.—Da la segunda cava a las viñas. Al revés, volcán italiano. 15.—Cada uno de los tres grandes grupos en que se dividen los seres naturales. Localidad valenciana. 16.—Expeler la orina. Al revés, nombre de varón. Consonante. 17.—Punto cardinal. Letras de "nene". Matrícula española. Punto cardinal. Afirmación. 18.—Repetido, niño. Adverbio de lugar. Al revés, río italiano (doble vocal). 19.—Al revés, punto cardinal. Al revés, satélite de Saturno. 20.—Animal salvaje parecido al bisonte (pl.). Extender, dilatar. 21.—Expulsaban violentamente el aire de los pulmones. Onomatopeya de gracias en francés. 22.—Cada uno de los elementos de labranza. Satélite de Saturno. 23.—Estación orbital soviética. Cubran lo que está descubierto.

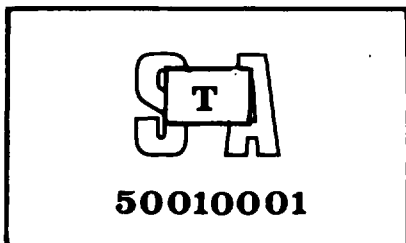
SOLUCION AL CRUCIGRAMA 9/82

Horizontales: 1.—Matador. Caribou. Tornado. 2.—Exocet. Aeroplano. laeroB. 3.—Tilas. Siria. Erizo. Drama. 4.—Oles. Morro. Tania. Oval. 5.—Dad. Casaos. Asumes. Ara. 6. O. OTAN. Reas. M. 7.—A. Ente. Peto. A. 8.—Acerbo. CO. PO. anroDA. 9.—Carne. Burla. Amais. Atrás. 10.—Oliera. Blackbird. asirGA. 11.—soerroC. América. Tracéis. 12.—Aproases. Apolo. Azarosos.

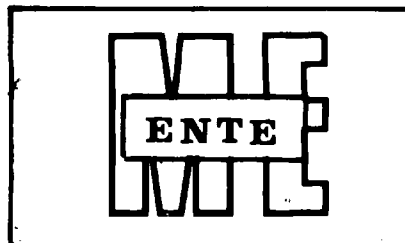
Verticales: 1.—Método. Acosa. 2.—Axila. acaloP. 3.—Toledo. érieR. 4.—acaS. Terneró. 5.—Des. Canbera. 6.—OT. Manto. Aos. 7.—R. SOS. E. B. Ce. 8.—airA. Cub. S. 9.—Cerro. Orla. 10.—Arios. Lama. 11.—Roa. aceP. 12.—P. Kro. 13.—Ble. abilL. 14.—ocartA. Mico. 15.—Unias. Para. 16.—oznU. óiD. A. 17.—T. oiM. P. S. Tz. 18.—oL. Aérea. Ara. 19.—raD. setnasaR. 20.—Nero. Aórtico. 21.—Aravas. órreS. 22.—Domar. Adagio. 23.—obalaM. Asas.

JEROGLIFICOS, por Esabag.

¿Está bien el cable?



¿En qué avión volaste?



¿Vuelas muy bajo?



SOLUCIONES A LOS JEROGLIFICOS DE SEPTIEMBRE: —Caliente; —Nada; —Cartagena.