

# Cartografiando

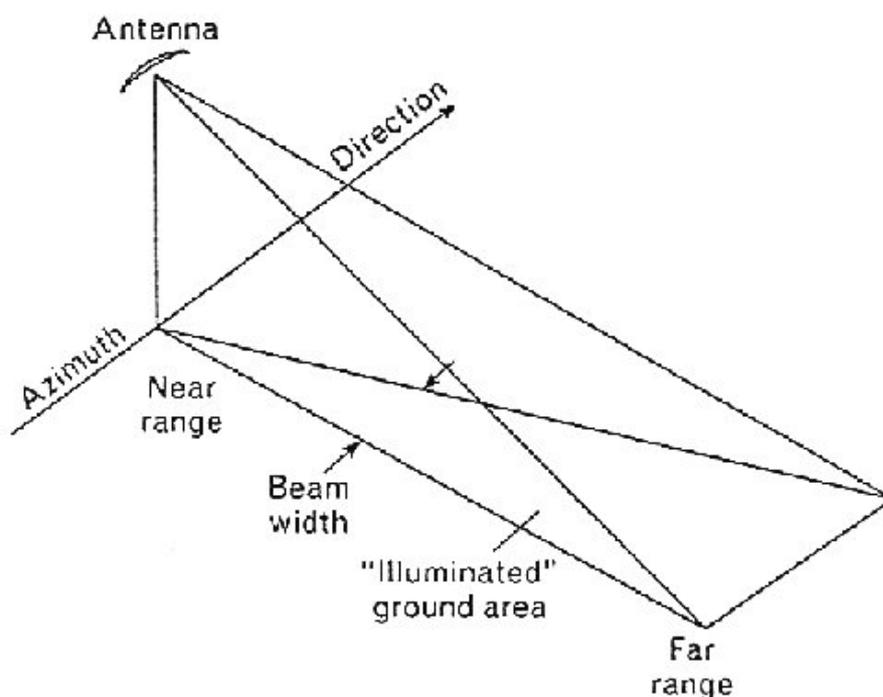
# Venus

Por Angel Requena

Por todos es bien sabido la técnica empleada para cartografiar la superficie de un planeta como el nuestro. Lo que no es tan conocido es la técnica que se emplea en aquellos planetas cuya densa atmósfera apenas deja un resquicio a la visibilidad. Sin embargo, en este artículo veremos que con la ayuda del radar será posible sondear una superficie apenas conocida y que nos sorprenderá por su similitud a nuestro planeta.

Desde siempre Venus planteaba a la comunidad científica un gran reto y era el de poder escudriñar un planeta que se escondía bajo un gran manto gaseoso. Muchos fueron los intentos en vano hasta que se desarrolló en el último tercio de siglo la técnica adecuada a tal fin. El *radar* constituye un sistema de imagen el cual opera mediante una longitud de onda bastante superior a las que caracterizan y representan el espectro electromagnético visible. Estas ondas han constituido pues el instrumento incisivo en la espesa atmósfera venusiana. El espectro electromagnético correspondiente a la banda visible está comprendido entre los va-

lores, pertenecientes a la longitud de onda, 0.4-0.7 mm. Por el contrario el *radar* no sólo proporciona imágenes en estas longitudes de onda sino que además genera radiaciones comprendidas entre valores superiores tales como 0.8-70 cm. Esta radiación presenta además una serie de particularidades frente a nuestra conocida radiación lumínica visible. La más importante es la que se refiere a *capacidad de penetración*, que en el caso de Venus ha de ser importante ya que la superficie rocosa



está recubierta por una importante atmósfera de nubes gaseosas. Además, el *radar* es un sistema de imagen *activo* a diferencia de los sistemas *pasivos* los cuales están basados en la iluminación de los rayos solares.

El principio del radar es el siguiente: un emisor de pulsos de ondas son generadas conforme nos vamos

moviendo en una determinada dirección, esta emisión barre una región la cual decrece en estrechez conforme nos acercamos a la fuente de emisión, que no es otra que nuestra antena (ver figura 1).

Evidentemente al tratarse el pulso del radar de una radiación electromagnética, su velocidad será pues perfectamente conocida ya que corresponderá a la velocidad de la luz en el vacío. Además también, mediante modernos contadores de pulsos, será posible obtener el lapso de tiempo existente entre la transmisión del pulso y su retorno por lo tanto tendremos un sistema de medición similar al que utilizamos en la Tierra sólo que no necesitaremos elementos pasivos para devolver la señal, la propia superficie del planeta ejercerá ese papel.

La confusión que se plantea desde el punto de vista interpretativo será el diferenciar las distintas imágenes que el radar nos va a generar. Así nos encontramos, con que regiones de alta reflectividad que en una fotografía convencional aparecerían brillantes, en la imagen del radar aparecen oscuras. Además aquellas señales no devueltas por haber encontrado un obstáculo en la imagen también aparecerán como sombras.

Así por ejemplo las *áreas brillantes* corresponderán a superficies *altamente accidentadas* y por el contrario las *imágenes oscuras* corresponderán a superficies más *lisas*. Evidentemente la diferente escala de grises dependerá del grado de textura del terreno pero además será función también de las propiedades eléctricas de las rocas. Como vemos la dificultad de análisis de las imágenes obtenidas no es un trabajo nada rutinario y corresponde su cometido a técnicos altamente cualificados y experimentados.

El estudio de la superficie venusiana, ha estado sometida a un proceso que ha durado varias décadas; así en las fases iniciales las observaciones de radar efectuadas, se realizaban desde la superficie terrestre con la dificultad que ello conllevaba. Principalmente, fueron tres las estaciones desde donde se realizaban dichas observaciones: una desde la antena radiométrica de 43 m.

de diámetro situada en Haystack (Massachusetts) mediante la cual se operaba con longitudes de onda de 3.8 cm., otra estación situada en el desierto de Mojave (California), utilizándose una antena de 64 m. y con longitudes de onda que oscilaba en torno a los 12 cm. y finalmente el sistema radiométrico más espectacular existente sobre la tierra, la superantena de 300 m. de diámetro situada en Arecibo (Puerto Rico), en esta ocasión se disponía de una radioonda cuya longitud de onda era de 70 cm.

Naturalmente la observación desde la Tierra presentaba muchas dificultades, y es por ello que para obtener unas imágenes de alta resolución había que esperar a que se produjera una conjunción entre ambos planetas que sólo se produce cada 19 meses.

Estos trabajos se prodigaron fundamentalmente durante la década de los 60, siendo en la siguiente década cuando se realizó el tratamiento de todas las imágenes. Éstas proporcionaban una resolución horizontal máxima de 50 km., lejos todavía de las posibilidades técnicas que el mismo sistema proporcionaba en la Tierra.

Sin embargo el salto cualitativo se produjo a finales de la década de los 70, y más concretamente en Diciembre de 1978 cuando la NASA decidió lanzar al espacio las naves Pioneer-Venus I y II. La primera nave sería puesta en órbita para posteriores estudios del planeta mientras que la segunda tenía el cometido de descender al mismo y recoger datos referentes a la atmósfera así como muestras in situ, es decir, sobre la superficie misma.

Desde el punto de vista cartográfico y astronómico la Pioneer-Venus I era la que proporcionaba una mayor información y por tanto a la que nos vamos a referir. Así, además de disponer de un radar para el estudio de la superficie del planeta, ésta disponía además de todo tipo de sensores y artilugios cuyas funciones básicas eran las de detectar y cuantificar el campo magnético venusiano así como la interacción con el viento solar.

Después de 243 días de estudio, la Pioneer-Venus I logró cartografiar en torno al 93% de la superficie del planeta, entre las latitudes 74°N y 63°S, obteniendo además en altimetría una precisión de 200 m.

Las primeras imágenes del planeta mostraban un paisaje dominado por extensas *planicies*, pequeñas áreas pertenecientes a *tierras bajas* o depresiones y aún menos numerosas áreas pertenecientes a *tierras altas* o accidentadas.

Lo más que más sorprendió a los científicos fue la similitud orográfica y tectónica de este planeta con el nuestro. Así por ejemplo se descubrió áreas elevadas (*Ishtar Terra*) de extensión similar a continentes como Australia y otras áreas accidentadas (*Maxwell Montes*) cuya cota máxima oscilaba en torno a los 12.000 m., 3.000 m. más que nuestro Himalaya. La similitud no era únicamente con nuestro planeta, así se descubrió también otras áreas deprimidas en forma de valles lineales y que cruzaban la parte central del planeta (*Artemis Chasma*) con una dirección WSW/ENE y cuya similitud a los *Valles Marineris* de Marte era más que asombrosa. Con una longitud cercana a los 1.400 km. y 7.000 m. por encima del *datum* o cota 0 venusiana, constituía una cicatriz inconfundible para los técnicos y científicos del proyecto.

Desde el punto de vista orogénico al igual que ocurre en la Tierra se detectaron algunas áreas cuya mayor degradación hizo pensar que se trataban de zonas más antiguas, lo que confirmó una actividad orogénica importante en algún momento de su historia geológica.

También fue detectada la actividad producida por objetos meteóricos; así se descubrieron una gran cantidad de cráteres de impacto de gran tamaño (200-700 km. de diámetro). Uno de los que más sorprendió a los técnicos fue el de un cráter de 250 km. de diámetro denominado Sappho (7°N 15°E) en la región *Beta Regio*, dicho cráter presentaba una serie de estructuras lineales que rodeaban al cráter y que por su fisonomía podía ser iden-

tificadas como ríos de lava. Efectivamente, trabajos posteriores confirmaron la naturaleza volcánica de este cráter y por tanto también confirmó dicha actividad en el planeta.

Desgraciadamente, después de 14 años de viajar en torno a Venus, la nave Pioneer-Venus sufrió una avería irreparable que le hizo perder su órbita y a nosotros la información valiosísima que no dejó de transmitir en ese tiempo.

Sin embargo, y como indica su nombre en inglés, la Pioneer-Venus fue la primera pero no la única en estudiar este desconocido planeta. En Octubre de 1983 llegó a Venus dos nuevos satélites (*Veneras 15-Veneras 16*) cuya función era similar a la que estaba desarrollando la Pioneer. Naturalmente estos nuevos visitantes presentaban nuevas mejoras técnicas con la intención de obtener una mayor resolución en las imágenes. Para ello se dispuso de una antena auxiliar SLR la cual permitió obtener precisiones de 50 m. en altimetría frente a los 200 m. que nos proporcionaba la Pioneer.

La mayor resolución de este nuevo ingenio aeroespacial nos reveló una gran cantidad de nuevas formas las cuales a su vez mostraban detalles más sutiles que evidentemente habían pasado desapercibidos anteriormente. Así por ejemplo, en un área de  $85 \times 10^6 \text{ km}^2$  se localizaron unos 140 cráteres de un diámetro que oscilaba entre los 10 y 150 km. De todos ellos una cuarta parte evidenciaron estructuras volcánicas y el resto se trataron de cráteres de impacto.

Otra estructura curiosa se encontró en la planicie denominada *Lakshmi Planum*, la cual se encontraba elevada 3 ó 4 km. respecto a las áreas adyacentes. En ella se hallaron dos depresiones circulares, *Collette* (120 km. x 80 km.) y *Sacajawea* (280 km. x 140 km.), que fueron identificadas como dos calderas volcánicas. Paradójicamente, alrededor de esta planicie se localizan las principales crestas montañosas de Venus: *Akna Montes* al oeste, *Freyja Montes* al norte y *Maxwell Mon-*

tes al este (recordemos que aquí se localiza el techo del planeta a 12 km. sobre el datum de Venus).

Existen más atisbos de vulcanismo en otras áreas, así el área *Tethus Regio* se encuentra cubierta de gran cantidad de estructuras elípticas que a su vez están rodeadas de hileras de crestas y surcos. Estas peculiares formas, también conocidas como *Coronae*, han sido detenidamente estudiadas y vinculadas también a fenómenos volcánicos y tectónicos de origen endogénico. Pero la más evidente se encuentra situada al sudoeste de *Ishtar Terra*. Se trata de un área dominada por dos montañas de 4.500 m. (*Theia* y *Rhea Montes*). En sus laderas menos pronunciadas, el radar muestra unas líneas quebradas brillantes en forma radial, que los científicos han asociado con ríos de lava.

Claramente, los estudios efectuados a partir de las imágenes de radar han permitido obtener una imagen de Venus que no imaginábamos y que además se acerca mucho a la imagen que teníamos de los planetas sólidos que hasta ahora conocíamos. Montañas, valles, planicies, vulcanismo, no son fenómenos orogénicos únicos en nuestro planeta y como podemos corroborar responden a una misma génesis planetaria.

Finalmente, y con relación al tema de este artículo, haremos mención a una noticia aparecida en prensa y TV en los últimos días, en la que se informa de un próximo lanzamiento de la nave Endeavour al espacio, con el fin de cartografiar la práctica totalidad del planeta Tierra con la ayuda de un sistema de radar interferométrico. La técnica, a grosso modo, consiste en emitir una radiación desde la nave y la señal devuelta será recibida en una antena desplegable situada en el

interior de la bodega de carga y simultáneamente en otra situada en el extremo de un mástil a 60 m. de la nave. Con ello se pretende obtener una doble imagen que a su vez permitirá obtener precisiones inalcanzables hasta ahora por medio de otras técnicas (30 m. en horizontal y 16 m. en vertical). La principal innovación de

### Así se cartografiará la Tierra en 3D

- La misión durará 11 días y su objetivo es crear un mapa topográfico digital en tres dimensiones con una resolución de 30 metros en horizontal y 16 metros en vertical.

- Para almacenar los datos recogidos harían falta 15.000 CDs (9,8 terabytes)

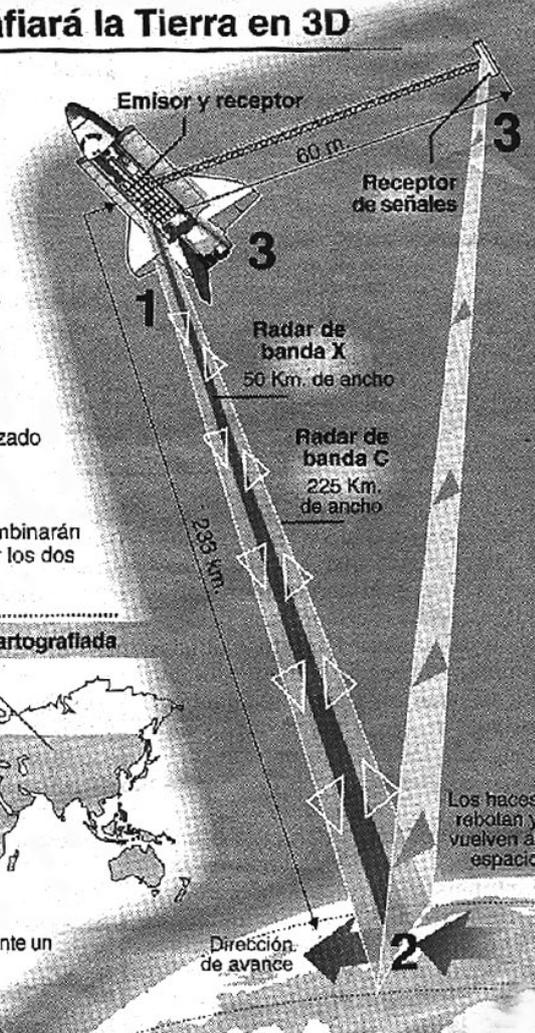
- El mástil externo está construido con plástico reforzado con carbono y aleaciones

- Para crear el mapa se combinarán las imágenes obtenidas por los dos radares del «Endeavour»

#### Zona del globo que será cartografiada



Se cartografiará aproximadamente un 80 % de la superficie total de la Tierra, donde vive el 95 % de la población



Si los cartográficos del siglo XVIII levantasen la cabeza, vaya sorpresa se llevarían. Un ave gigantesca capaz de medir al metro nuestro planeta.

esta misión es la instalación de un segundo radar construido en Alemania e Italia en el extremo de un mástil. Éste construido en fibra de carbono reforzada con plástico, es la estructura rígida más larga que jamás ha volado en el espacio, superando en longitud a la ya moribunda estación MIR.