
FOBOS, MARTITZEN EZKUTARIA

M.J. Barandiaran & I. Irazabalbeitia

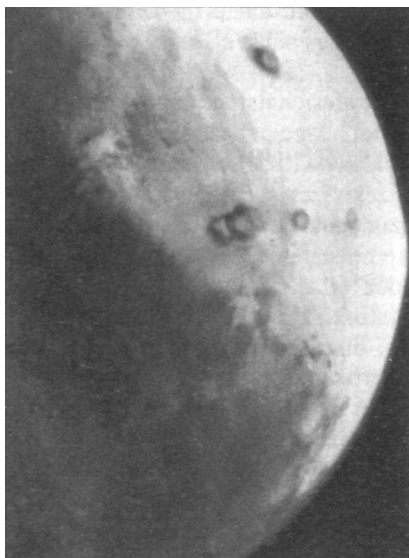
Egia esan behar badugu, Martitzek (Planeta Gorriak) beditanik erakarri gaitu. Gaztetan irakurritako istorio eta kontakizunak izan daitezke akaso

liluraren arrazoia. Baina Martitzek xarma berezia duenik ezin uka. Maiz izan da Martitz gure mintzagai eta oraingo honetan ere gertu ibiliko gatzazkio.

Duela 30 urte espazioaren esplorazioa jaio zen une beretik, ikerlarien itu izan da Martitz. Hasiera batean, Martitzen bizirik ba ote dagoen ala ez jakitea izan zen misioen helbururik nagusia, baina *Viking* zundek biziaren arrastorik topatu ez zutenez, gizakiak martitzeratzea da egungo jomugarik erakargarriena. Helburu nagusi hau ahaztu gabe, Martitz bera ezagutzea eta ezagutza horrek Eguzki-sistemaren jatorriaz eman ditzakeen argitasunak ezin ditugu alde batera utzi.

Datorren uztailean bi zunda sobietarrek Lurra utzi eta Martitzerako bidea hartuko dute. *Fobos* izeneko zunda hauek Martitzen Fobos satelitea esploratzea dute itu. Misio hau hurrengo urteetan egingo diren esplorazio espazialen arteko adierazgarriena izango da askoren ustetan. Alde batetik Eguzki-sistemaren jatorriari buruzko informazio zuzena lor daitekeela uste delako eta bestetik gizakia martitzeratzeko behar diren azpiegitura-sistema batzuk (komunikazioak eta nabigazio-sistemak esaterako) frogatuko direlako.

Fobos, Martitzen bi sateliteetan handiena da eta Martitzetik gertuen orbitatzen duena. Bere jatorriak eta egiturak interes handia sortzen dute astronomoen artean. *Fobos* misioak, satelitearen azterketa sakona eta zehatza egingo du.



Martitz

Zergatik Fobos?

Martitzerako misioa planteatzekoan interesgarriena planeta bera esploratzea dela pentsa liteke lehenengo kolpean. Baina arazoa polikiago aztertzen bada, Fobos esploratzearen aldeko arrazoi sendoak daudela antzematen da.

Viking iparramerikar zundak satelitearen ingurutik pasa ziren arte, ezer gutxi ezagutzen zen Martitzen sateliteari buruz. Zundek bidalitako argazkiak oso interesgarriak izan dira eta zientzialarien jakinmina areagotu egin dute.

Fobosen gainazala, 20-30 metroko sakonera eta 400-600 metroko luzera duten arrakaladura paraleloz josia dago. Gainera bere muturretako batean (itxura eliptikoa du), 8 km-ko diametroa duen inpaktu-krater itzela dago (Fobosek 27 km-ko diametroa du). Nolako talkak sortu zuten horrelako egitura geologikoa?

Bestalde, Fobosen dentsitatea ($2,0 \text{ g/cm}^3$) oso txikia da Lurrarenarekin ($5,52$

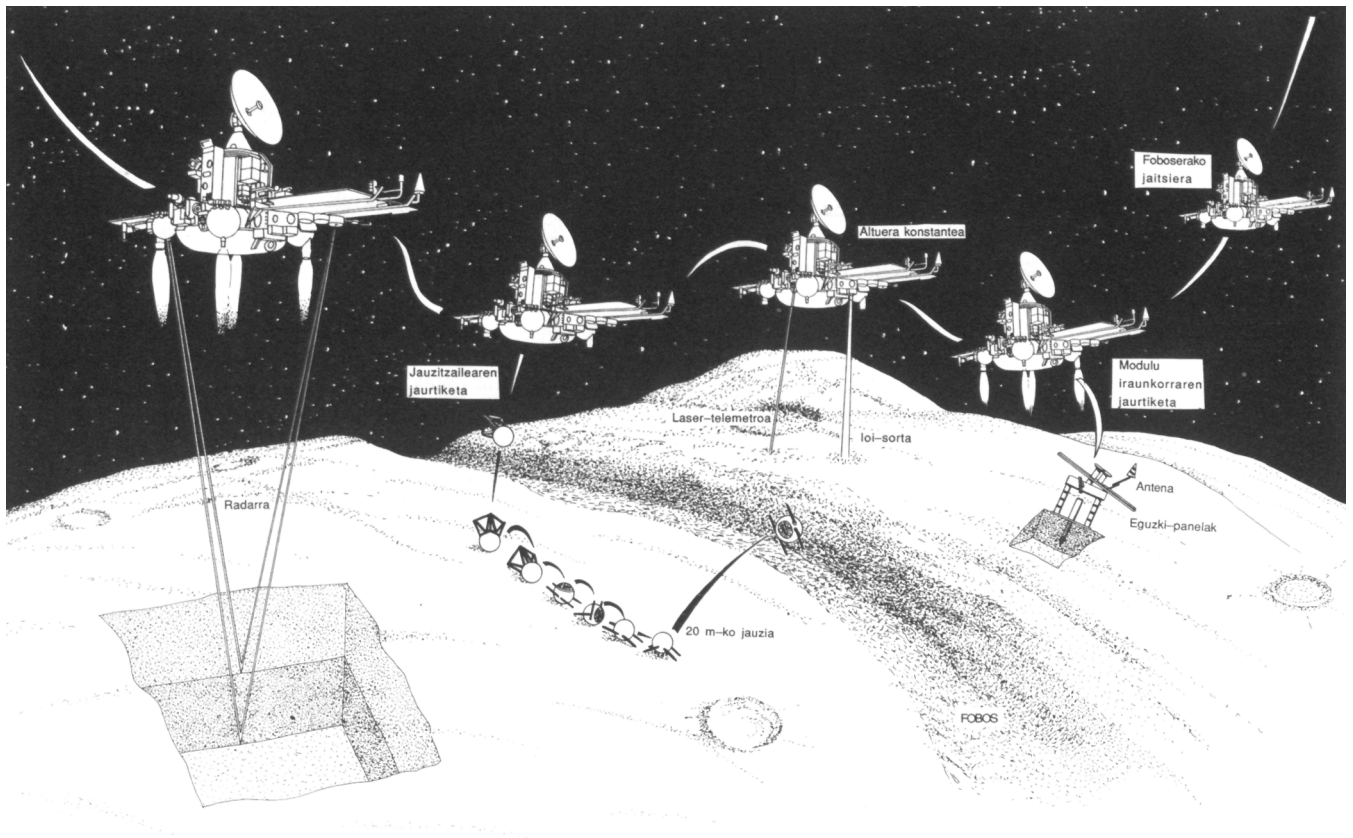
MARTITZEKO ESPLORAZIOAREN KRONIKA

<p>1960</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Martitz-1960A</i>. (SESB). Pasatze-hegalaldia. Ez zuen Lurraren orbita uzterik lortu. – <i>Martitz-1960B</i>. (SESB). Pasatze-hegalaldia. Ez zuen Lurraren orbita uzterik lortu. <p>1962</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Martitz-1962A</i>. (SESB). Pasatze-hegalaldia. Ez zuen Lurraren orbita uzterik lortu. – <i>Martitz 1</i>. (SESB). Pasatze-hegalaldia. Harremana galdu zen bidean. – <i>Martitz-1962B</i>. (SESB). Pasatze-hegalaldia. Ez zuen Lurraren orbita uzterik lortu. <p>1964</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Zond 2</i>. (SESB). Pasatze-hegalaldia. Harremana galdu zen bidean. – <i>Mariner 3</i>. (EEBB). Pasatze-hegalaldia. Jaurtigailua lehertu egin zen. – <i>Mariner 4</i>. (EEBB). Pasatze-hegalaldia. Martitzen lehenengo irudiak. <p>1969</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Martitz 1969A</i>. (SESB). Martitzartze-misioa seguruenik. Ez zuen Lurraren orbita uzterik lortu. – <i>Martitz 1969B</i>. (SESB). Martitzartze-misioa seguruenik. Ez zuen Lurraren orbita uzterik lortu. – <i>Mariner 6</i>. (EEBB). Pasatze-hegalaldia. Martitzen irudiak. – <i>Mariner 7</i>. (EEBB). Pasatze-hegalaldia. Martitzen irudiak. <p>1971</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Kosmos 419</i>. (SESB). Martitzartze-misioa. Ez zuen Lurraren orbita uzterik lortu. – <i>Martitz 2</i>. (SESB). Martitzartze- eta orbitatze-misioa. Orbitatzea arrakastatsua eta martitzartzeak huts egin zuen. – <i>Martitz 3</i>. (SESB). Martitzartze- eta orbitatze-misioa. Orbitatzea arrakastatsua, baina martitzartze-zundak huts egin zuen 110 segundoz lanean aritu ondoren. – <i>Mariner 8</i>. (EEBB). Orbitatze-misioa. Jaurtigailuak huts egin zuen. 	<ul style="list-style-type: none"> – <i>Mariner 9</i>. (EEBB). Orbitatze-misioa. Martitzen gainazalaren eta sateliteen argazkiak. <p>1973</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Martitz 4</i>. (SESB). Orbitatze-misioa. Pasatze-misio bihurtu zen kohete batek huts egin zuelako. – <i>Martitz 5</i>. (SESB). Orbitatze-misioa. Arrakastatsua. – <i>Martitz 6</i>. (SESB). Martitzartze-misioa. Martitzartu baino lehenago harremana galdu zen. – <i>Martitz 6</i>. (SESB). Martitzartze-misioa. Martitzartze-zundak huts egin zuen. <p>1975</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Viking 1</i>. (EEBB). Orbitatze- eta martitzartze-misioa. Martitzartzea lortu eta gainazalaren irudiak. – <i>Viking 2</i>. (EEBB). Orbitatze- eta martitzartze-misioa. Martitzartzea lortu eta gainazalaren irudiak. <p>1988</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Fobos 1 eta 2</i>. (SESB). Martitz eta sateliteen esplorazioa. Fobosartzea. <p>1992</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Mars Observer</i>. (EEBB). Orbitatze-misioa. – <i>Vesta 1</i>. (SESB). Martitzartze- eta orbitatze-misioa. Ibilgailu automatiko bat eramango du, Marsokhod izenekoa, planetaren gainazala esploratzeko. <p>1998</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>Vesta 2</i>. (SESB). Martitzartze- eta orbitatze-misioa. Ibilgailu automatikoa eramateaz at Lurrera laginak itzultzeko zunda batzuk eramango ditu. <p>2010</p> <ul style="list-style-type: none"> – Izenik gabea. (SESB). Gizakia lehen aldiz Martitzen.
---	---

g/cm³) edo Martitzenarekin (3,93 g/cm³) konparatzen badugu. Honek adierazten duenez, Fobos ez dago, Lurra dagoen moduan, bolkanismoaren eraginez transformatutako harri trinkoz osaturik. Bestelako harriez osatuta dago Fobos beraz. Fobosek kondrita karbonatu izeneko meteoritoen antzeko dentsitatea du. Gai-

nera bere gainazalean isladatze-espektrometria egin diren saioetan, kondritekin lortzen diren emaitzen antzekoak jadetsi dira. Hau oso garrantzitsua izan liteke, zeren eta astronomo askok uste duenez kondrita karbonatuak Eguzki-sistemaren sorreraren lekuko bait dira. Beraz, Fobos kondrita izango balitz,

bere esplorazioak arrasto berriak eman liezazkiguke gure planeta-sistema sortu zenean zeuden baldintzak eta mekanismoak hobeto ulertzeko eta, era berean, beste izarretan antzeko sistemak eratzeko behar diren baldintzak ezagutzeko.



Honetaz aparte, badu Fobosen gainazalak beste ezaugarri berezi bat: erregolitazko hautsez estalita dago eta ez du meteoritoen inpaktu-kraterren aztarnarik. Azken hau, ez dator itxaron zitekeenarekin bat. Fobos moduko atmosferarik gabeko espazio-gorputzak (gure Ilargia esaterako) inpaktu-kraterrez jositik egoten dira.

Hortaz, Fobosek badu zer ikusia eta zer aztertua.

Hala eta guztiz ere, *Fobos* misioek Martitz bera ere aztergai izango dute. Beste zenbait azterketen artean Martitzen atmosferan uraren arrastorik ba ote dagoen ikertuko dute.

Fobos misioen ezaugarriak

Lehentxeago esan dugunez, datorren hilaren hasieran eta egun gutxi batzuen diferentziaz, bi *Proton* jaurtigailu Bai-

konur-eko kosmodromotik jaurtiak izango dira beren muturretan *Fobos* zunda automatiko bana eramango dutelarik. *Fobos* zunda biak berdin-berdinak izango dira eta bakoitzak 12 herri desberdinetan eginiko 22 saio eramango ditu. Saio hauen bidez Eguzkia, Martitz eta Fobos ikertuko dira.

Misioa arrakastatsua izango dela segurtatzearen igortzen dira bi zunda desberdin. Baten bati bidean ustegaberen bat gertatuko balitzaio, besteak misioa osatzerik izango luke.

Fobos zundak jaurti eta berrehun egunera, gutxi gorabehera, iritsiko dira Martitz ingurura. Orduan, orbita eliptikoa hartuko dute eta Fobosera hurbiltzeko maniobra zail eta arretatsuari hasiera emango diote. Lehenengo orbita hau oso eszentrikoa izango da. Punturik urrutienean Martitzetik 79.000 km-ra izango da eta punturik gertuenean 500 km-ra.

Orbita hau ondo ezarria dagoenean, bigarren transferentzi orbita eliptikora aldatuko da zunda. Honen punturik urrutiena 79.000 km-ra egongo da eta gertuena 9.700 km-ra (Fobosen orbita baino 322 metro kanporago).

Hirugarren maniobran orbita eliptikoa 9.700 km erradioko orbita zirkular bihurtuko da.

Gero, orbitaren parametroak zehatz-mehatz segurtatu ondoren maniobra andana berri bati ekingo zaio Fobosen eta zundaren higadura sinkronizatzearen.

Fobosen erakarren grabitatorioa hasiko da une horretan lanean. Zunda zorurantz leunki, 2-5 km/h abiaduraz, erortzen hasiko da. Berrogeitamar metroko altuerara iritsitakoan motore batzuen bidez egonkortua izango da eta hogeiren bat minutuz hegan egingo du. Bien bitartean beste zunda Martitzen gainazalitik 1.000 km-ra pasako da. Guztia ondo

ateratzen bada, sobietarrek Deimos-erantz (Martitzen bigarren sateliterantz) zuzenduko dute gero zunda.

Pentsa litekeenez honelako maniobrak egitea oso zaila eta konplexua da. Ekilibristak trapezioan egiten dituenekin konpara daiteke akaso. Ordenadore, kalkulagailu, datu-transmisorako bitarteko, nabigazio-sistema eta traiektografia biteretsuak eta goimailakoak erabili behar dira lana arrakastaz bukatu nahi bada. Beraz erronka handi bati aurre egin behar dio sobietarren zientziak eta teknologiak.

Teknologia berria

Sobietarrek esfortzu eta lan handia egin dute *Fobos* misioa prestatzen. *Fobos* zunden diseinua erabat berria da eta aurreko planetarteko zunden diseinua gainditu egiten du. Ordenadore zentral batek kontrolatzen ditu eta maniobra orbitaletarako motore ekonomiko berriak ditu.

Zundaren orientazioa garrantzi handiko arazoa da. Antenek eta saiakuntzek Eguzkirantz, Lurrerantz, Martitzerantz eta bere satelitetarantz oso zehatz orientaturik egon behar dute. Orientazioaren erreferentziatzat Eguzkia eta Canopus izarra hartuko dira eta doitasuna gradu batekoa izango da espazioaren hiru ardatzetan. Gainera orientazio astronomikoa nahikoa izango ez balitz, zundak plataforma girokopiko bat du bi azelerometriari konektaturik.

Lurrean 64-70 m-ko antena-sistema baten bidez jasoko da zundek bidalitako informazioa. Mundu osoan barreiatu dauden bost izango dira segimendu-antena: Ussuriisk (Ussuri ibaiaren ondoan), Jevpartoria (Krimean), Goldstone, Madril eta Camberra. Lurrerako komunikazioen abiadura maximoa 4 kilobit/s izango da eta inoiz Lurra ikustezina izango balitz, 30.10^6 biteko memoria batean gordeko litzateke bitartean pilatutako informazioa.

Saiakuntza bereziak

22 izango dira *Fobosek* egingo dituen saiakuntzak. Horietako bi, *Lima D*

eta *Dion* izenekoak, oso bereziak dira. Bi hauen bidez *Fobosen* zoruaren konposizio isotopikoa aztertu nahi da.

Lima D bere motako inoiz egin den lehenengoa izango da. Zunda zorutik 50 m-ko distantziara hegan dabilenean, laser baten bidez zoruaren azala osatzen duten materialak lurrindu eta ionizatu egingo dira. Sortutako gas ionizatua zundari dagoen masa-espektrometro batek jaso eta analizatuko du. Aurrikusia izan denez, ibilbidean 10-13na metroko tartez dispartatuko da laserra.

Dion izeneko saioan, *Foboseko* zoru kripton-ioiez bonbardatua izango da. Ioi hauek beste ioi batzuk erazutiko dituzte zorutik eta erazutako ioi hauek izango dira aztertuak. Erazutako ioi hauen izaerak, *Fobosen* kanpo-geruza osatzen duten substantziak nolakoak diren esango digu.

Bestalde, kanal desberdinetan lan egingo duten hiru bideo-kamerek, *Fobosen* kolorezko irudiak emango dizkigute, zentimetro batzuetako bereizmena izango dutelarik. Gainera, ispilu birakari batzuei esker, *Fobosen* bistak (hondoan izarra dituelarik) lortu ahal izango dira. Datu hauek oso erabilgarriak izango dira nabigazio-arazo batzuk konpontzeko eta baita *Fobosen* biratze- eta preziesio-higidura aztertzeko ere.

Satelitearen zoruaren sakoneko egitura ere aztertua izango da. Horretarako, 200 metroko sakoneraraino irrati-frekuentzien bidezko (5, 130 eta 500 MHz-etan) zundaketa egingo da. Neurketa hauek,

0,3 eta 50 mikratan egingo diren beste batzuekin osatuko dira. Saio hauen bidez, *Fobos* kondrita karbonatua den jakin ahal izango da.

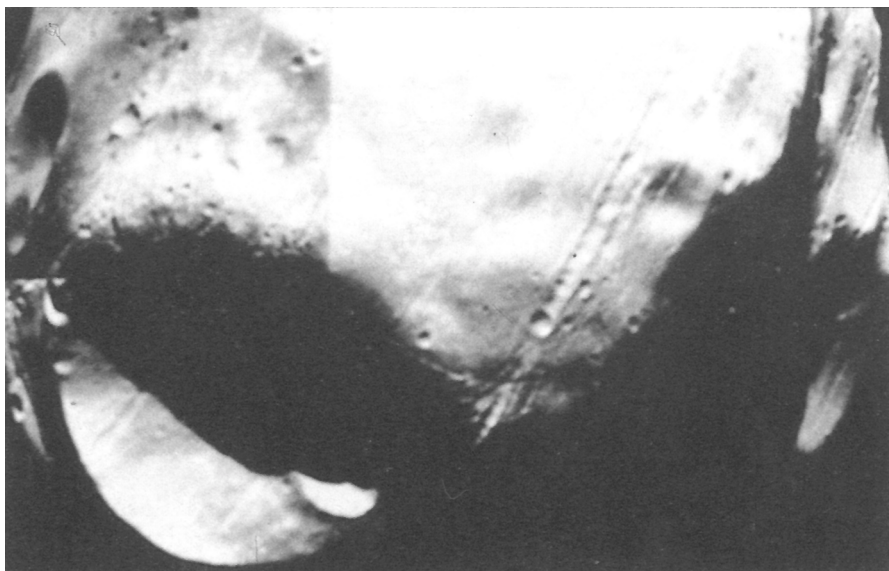
Fobosartzea

Fobosen egingo diren saio guztiak ez dira urrunetik burutuko. *Fobosek* bi modulu automatiko libratuko ditu; fobosartuko duten moduluak hain zuzen. Bata aingura baten bidez satelitean tinko lotuko da. Eguzki-panelen bidez behar duen energia lortuko du eta denbora luzez funtzionatuko duela uste da. Modulu honek lan handiak egin behar ditu.

Astronomoen artean *Fobos* pixkanaka-pixkanaka Martitzerantz hurbiltzen ari dela fenomeno ezaguna da. Hurbiltze hau satelitearen higiduran azelerazioa dagoelako gertatzen da. Modulua satelitearekin bat egirik ibiliko denez, Eguzkiaren eta izarren posizioak une desberdinetan neurtuz posible izango da azelerazio horren magnitude zehatza ezagutzea, eta ondorioz, *Fobosen* oraingo eta jatorrizko ibilbidea.

Modulu berdina honek, alfa izpizko espektrometria eta X izpizko fluoreszentziaren bidez zoruaren osagaiak aztertu ditu. Termometro batek eta telebista-kamera batek osatzen dute moduluaren tresneria zientifikoa.

Zundak libratuko duen bigarren moduluak, lehenengoaren tresneria zientifikoa berdina izango du, baina desberdin-



tasun nabarmena izango da bion artean: bigarren hau higigarria izango da eta Fobosen gainazala toki desberdinetan aztertuko du. Hankatxo batzuei esker 20 m-ko jauziak egingo ditu. Modulu honi esker satelitearen zoruaren ezaugarriei buruzko informazioa hainbat toki desberdinetan lortzea izango da.

Martitz orbitatzen

Zunda bien lana ez da Fobosen esplorazioaz amaituko. Satelitean egin beharreko lana burutu ondoren, planetaren inguruan orbitatzen jarriko dira 500 km-ko altueran. Egocera honetan zundek saio berri batzuei hasiera emango diote. Beste gauza batzuen artean, Martitzeko atmosferan dauden gas desberdinen (karbono(IV) oxidoa, ozonoa eta ur-lurrina besteak beste) banaketa, tenperatura eta presio-profilak eta Martitzen eremu magnetikoa aztertuko dira.

*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_*_**

Ikusi dugun guzti honen ondoren, *Fobos* sobietar zunden lana oso ambiziosoa denik ezin uka. Misio honetan lortuko diren datuak, gure sistemaren jatorriaz dauzkagun ideiak sendotzeko balio dezakete. Baina, datu berrien arabera aldaketa berri batzuk egin behar izatea ez litzateke harriagarria izango. Martitz bera ere desberdin ikusiko dugu, *Viking* zunden datuak jaso ondoren gertatu zen bezala. Edonola ere Martitz gertuago izango dugu. Izarretarako bidaiaren lehenengo urrats izan daitezkeen Martitzeko koloniak, kale-kantoiaren egon litezke urte gutxiren buruan. ■■■■

Martitzen sateliteak

Martitzek bi satelite dauzka: Fobos eta Deimos. Bi hauek behar bada eguzki-sistemako objektu harrigarrienak dira. Oso tamaina txikikoak direnez, 1877. urterarte ez ziren aurkituak izan.

Planetaren gainazaletik urrunen dabilen ilargia Deimos da eta Martitzen zentrutik 23.000 km-ra dabil. Fobos ordea gainazaletik oso gertu dabil; zentrutik 9.300 km-ra.

Deimos eta Fobos greziar mitologiako pertsonaiak dira eta *izua* eta *beldurra* esan nahi dute grekoz hurrenez hurren. Biok, Ares gerraren jainkoaren lau ezkurtarietako bi ziren.

Hipotesi asko dago bi satelite hauen jatorriari buruz. Astronomo gehienek, biak Martitz eratu zenean harrapatutako bi asteroide direla uste dute. Hala ere, beste zenbait hipotesi kuriosak eta harrigarriak ere bota izan da.

Horieta batak, biak oso zibilizazio aurreratuak airean jarritako bi satelite artifizial direla esaten du. Hipotesi honen oinarria sateliteon tamainuan, (eguzki-

sistemako txikiak dira) eta higiduran dituzten anomalia batzuetan dago. Gainera, biak barrutik hutsik egongo lirateke beren dentsitate txikia esplikatutako ahal izateko.

Hala ere, bi sateliteon kanpo-itxura arras desberdina da. Biok elipsoide-itxura daukate eta elipsoidearen ardatz nagusia Martitzetik zut dago. Baina, Deimosen azala leuna eta launa den bitartean Fobosena inpaktu-kraterrez josita dago; baztangak jotako azalaren itxura bera du hain zuzen.

Martitzen sateliteen ezaugarriak

	Deimos	Fobos
Erradio orbitala	23.459 km	9.378 km
Periodo orbitala	30h.18'	7h.39'
Dimentsioak (km)	15x12x10	27x21x19
Azalera	400 km ²	1.000 km ²
Bolumena	1.000 km ³	5.000 km ³
Masa	2x10 ¹⁸ g	96x10 ¹⁸ g
Dentsitatea	1,9 g/cm ³	2,0 g/cm ³

