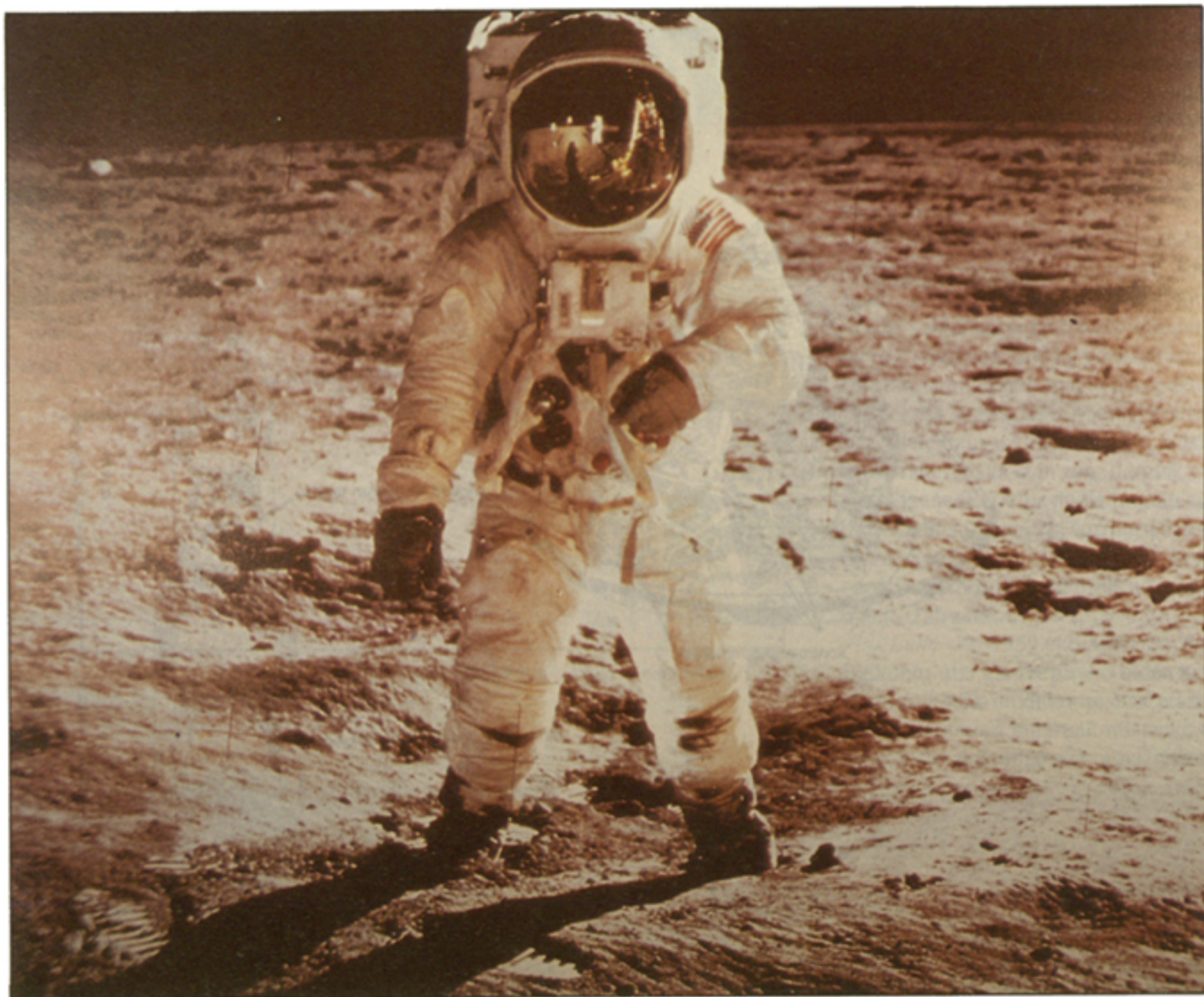


# URRATS TXIKIA GIZON BATENTZAT...

M.J.Barandiaran & Inaki Irazabalbeltia



...baina jauzi erraldoia gizateriarentzat<sup>1</sup>. Horixe esan omen zuen *Neil A. Armstrong* astronauta iparramerikarrak Ilargian oina jartzera zihoanean. 1969.eko uztailaren 20a zen; duela hogei urte alegia. Ilargiratzea bederatzi urteko lanaren fruitu izan zen. Artikulu honetan balentria horren historia kontatu nahi dugu. Ilargiaren esplorazioaren mentura izango da ondoko lerroetan azalduko dizueguna. Hala ere, bidaiek emaniko fruitu zientifikoak eta etorkizunean menturak izan dezakeen bilakabidea ez dugu ahaztuko.

<sup>1</sup> "That's one small step for a man, but a giant leap for mankind"



**I**largiak, gure sateliteak, erakarmen berezia izan du gizakiarengan betidanik. Ilargiarekiko jakinmina eta Ilargiaren sinbologia berezia, giza kultura gehienek sustraian egon dira. Eta noski, Ilargiraino joateko ideia askoren ametsa izan da. Esaterako, Luziano idazle satiriko grekoak Ilargirako bidaia deskribatu zuen Kristo hil eta mendet' erdi geroago. Cyrano de Bergerac ezpatari trebeak ere Ilargia bisitatu zuen XVIII. mendean eta guztiok Jules Vernek kontatutako Ilargirako bidaia ezagutzen dugu. Hortaz, ez da batere harrigarria gizakia espazioan untiak jartzeko gai izan zen

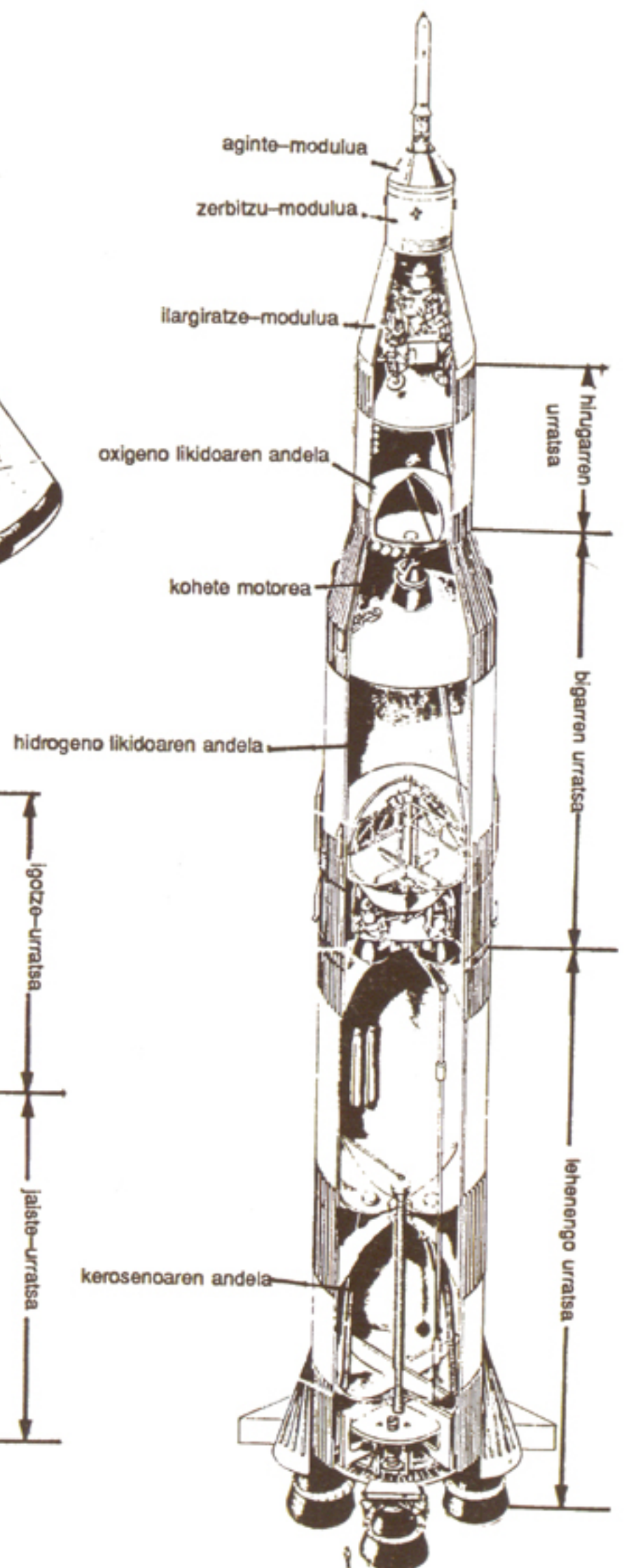
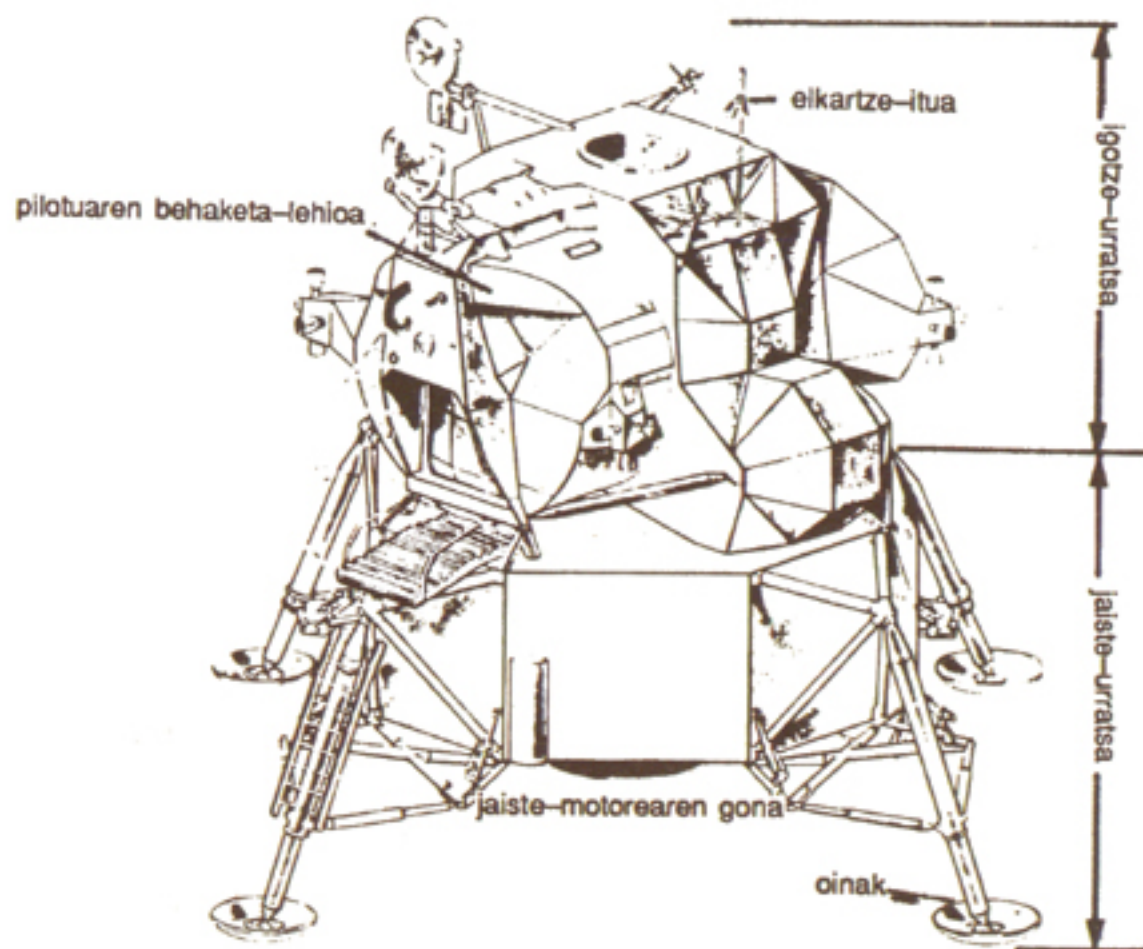
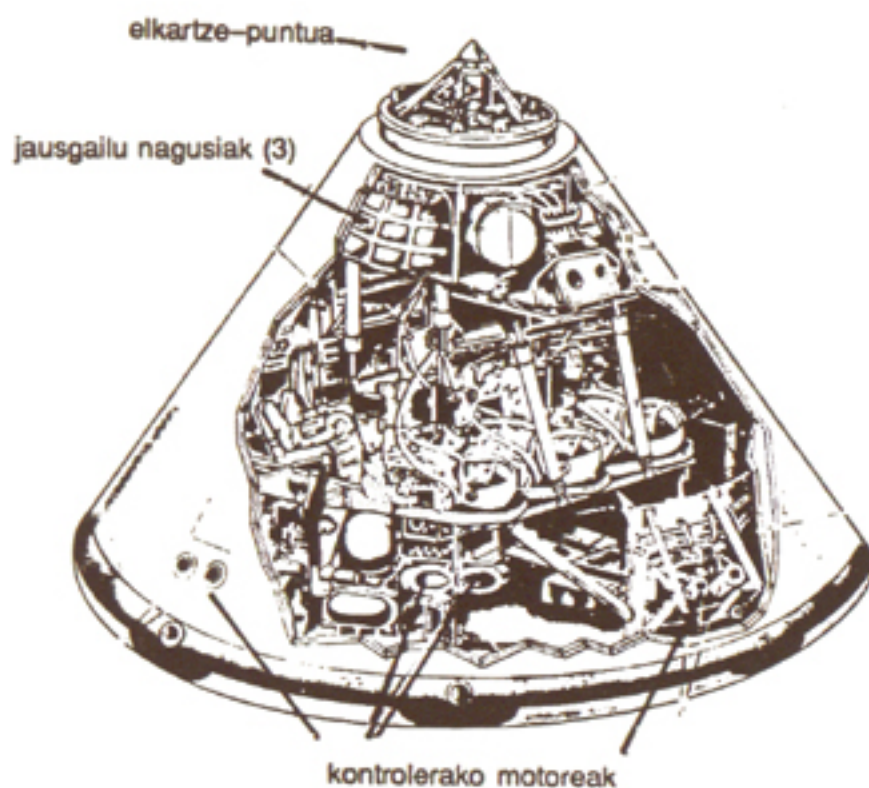
une beretik Ilargiaren esplorazioa espazioaren esplorazioaren helbururik nagusienetakoa bihurtzea, azken jomuga gizakia ilargiratzea zelarik.

### Hasierako saiok

Espazioaren esplorazioko beste arlo askotan gertatu den bezala, sobietarrak izan ziren Ilargiaren esplorazioan lehenengo urratsa joratu zutenak. Dena den, lehia horretan iparramerikarrak izan ziren azkenik garaile; lehenengoz gizakia

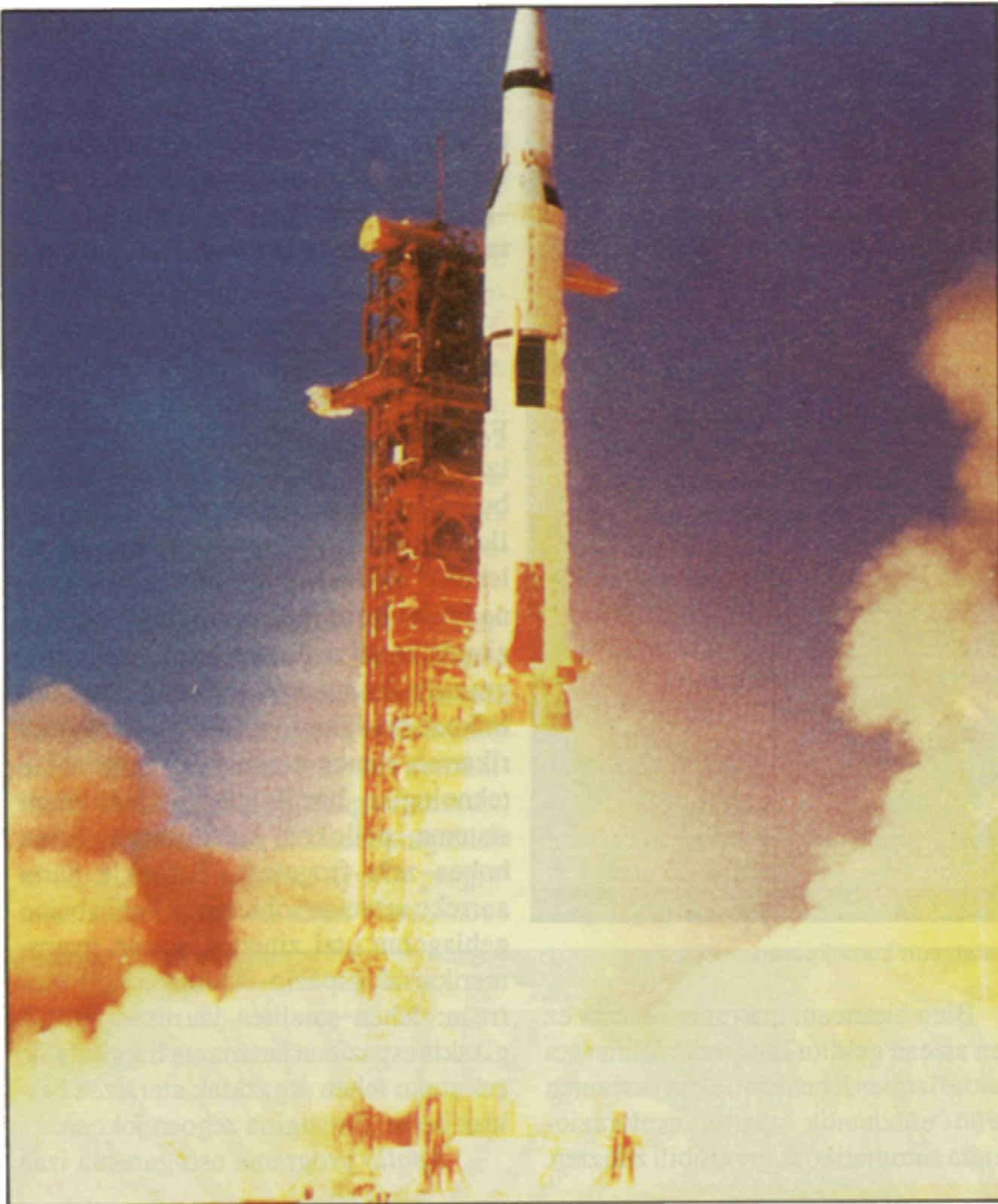
Ilargian pausatzea lortu bait zuten.

1959.eko urtarrilaren 2an sobietarrek Lurraren eremu grabitatorioari ihes eginez espazio urrunera joan zen lehenengo zunda jaurti zuten. Ilargitik nahikoa gertu igaro ondoren, Eguzkiaren inguruko orbita hartu zuen. *Luna 1* izeneko zunda honek 361 kilogramo pisatzen zituen eta Ilargitik 6.000 km-ra pasatu zen Eguzkia orbitatzen hasi baino lehen. Zunda honek, eguzkitiko erradiazioa, erradiazio kosmikoa, planetarteko eremu magnetikoak eta mikrometeoritoen flu-



Apollo untzien eskema





Saturn V jaurtigailuak bultzaturik Apollo 11k Ilargirako bidaiari ekiten dio

xua neurtzeko tresnak zeramatzan.

*Luna 1*ek gainera, Lurretik begiz bere ibilbidea egiaztatzea posible egiten zuen saio bat zeraman. Lurraren gainazaletik 112.630 km-ra zegoen puntu batera iristean, zundak lurrindutako sodiozko hodei bat askatu zuen. Eraso zion eguzki-erradiazioak distira handia sortu zuen eta Lurretik argazki-kameren bidez fotografiatua izan zen.

Hilabete-pare bat geroago iparramerikarrek *Pioneer 4* zunda jaurti zuten Ilargirako bidean. Teorian zundak Ilargitik 24.000 km-ra igaro behar zuen. Gure satelitetik 60.000 km-ra igaro zen, jaurtigailuaren bigarren urratsa behar baino segundo bat beranduago lanean hasi zelako.

Ilargiaren esplorazioan emandako hurrengo urratsa ere sobietarrek eman zuten. 1959ko irailaren 12an Baikonurretik, sobietarren jaurtiketa-eremutik, *Luna 2* jaurti zen. 390 kg pisatzen zituen eta Ilargiaren eremu magnetikoa detektatzeko eta neurtzeko tresneria zeraman. Ezer detektatu ez zuenez gero, misioa oso arrakastatsua izan zen, Ilargiak eremu maganetikorik ez duela frogatu zuelako. Gainera, *Luna 2*k, aurrikusi bezala, Mare Serenitatisa jo zuen. Espazio-gorputz arrotza ukitutako lehenengo giza tresna izan zen.

*Luna 3*k 1959.eko urriaren 4ean Baikonur utzi eta Ilargirako bidea hartu zuen. *Luna 2*k moduko tresnak eraman zituen Ilargiaren inguruak miatzeko eta hark lortutako emaitzak egiaztatzeko.



Ilargiaren alde ezkutua



*Ranger, Orbiter eta Surveyor* seriekoak izan ziren. *Orbiter* eta *Surveyor* serieko zunda automatikoen zereginik garrantzituena *Apollo* untziak ilargiratzeko behar ziren datuak (topografi lana, zolu-azterketa, pausatze-tokiaren aukeraketa etab.) biltzea izan zen.

### Apollo programa

*Apollo* programa, EEBBetako John F. Kennedy lehendakaria sustatzaile zelarik jaio zen 1961.eko maiatzean. Helburua hauxe zen: gidatutako unti bat Ilargian hamarkadaren bukaera baino lehen (*"before this decade is out"*, Kennedyn hitzetan) pausatzea. Arrazoi zientifiko sakonik ez zegoen *Apollo* programa bultzatzearen atzean. Arrazoi politikoak izan ziren nagusienak. Iparramerikarren asmoa zerau zen: aurrerabide teknologiko handi baten bidez, beren sistema politikoa sobietarrena baino hobea zela frogatzea. Erabakia hartu aurreko urteetan sobietarrak behin baino gehiagotan utzi zituzten atzean iparramerikarrak espazio-esplorazioaren alorrean: lehen satelitea jaurtitzea, lehen gizakia espazioan jartzea eta Ilargiko alde ezkutuko lehen argazkiak ateratzea besteak beste. Prestigioa zegoen jokoan.

*Apollo* programa oso garestia izan

Ilargi-modulua lehen planoan eta atzean Lurra ilgoran

Dena den, ez zen hori *Luna 3*ren betebeharririk garrantzitsuena. Ilargiaren inguruan bira egin eta beraren alde ikustezi nari argazkiak atera behar zizkion. 7.884 km-ko altueratik zeregin horretan 40 minutu egin ondoren, Lurrerako bidea hartu zuen argazkiak igortzeko.

Zientzilarik sobietarrek argazki-multzo handia bildu zuten. Argazkietan Ilargiaren alde ikustezina eta ikusgarria erabat desberdinak direla ikusi zuten: maria<sup>2</sup> txikiagoak eta urriagoak ziren; kraterre handiak ere urriago ziren, baina tarteko tamainako kraterreak aski ugari ziren. Hegaldian zehar, *Luna 3*k Ilargiko gainazal ezkutuarren %70 fotografiatu zuen gutxi gorabehera.

Ilargiaren esplorazioaren historian, sobietarrek erdietsitako primeziak ez ziren hauek bakarrik izan. Ilargian lehen aldiz astiro pausatzea beraiek jaurtitako zunda batek eginikoa da: *Luna 9*k lortu zuen Ilargian poliki pausatzea 1966.eko urtarilaren 31n. Zunda honek Ilargiko gainazalaren gertutik lehen aldiz hartutako argazkiak igortzeaz at, zolua untiaren pisuari eusteko gai zela frogatu zuen. Ilargiaren zolua hein handi batean hautsez osaturik dagoenez, bertan jarritako unti bat hautsetan murgil zitekeenaren beldurra zegoen.

Bien bitartean, iparramerikarrak ez ziren atzean gelditu Ilargirako lehian eta gizakia Ilargian lehenengo aldiz jarri zuten *Apollo* untzietatik aparte, esplorazio-zunda automatikoak ere erabili zituzten.

### SOBIETARRAK ILARGIAN

Ilargirako esplorazioan lehenengoak sobietarrak izan baziren (ikus testua), aurki utzi zuten Ilargiaren esplorazioa helburu nagusi legez. Iparramerikarrek baino lehenago gizakirik ezin izango zutela Ilargian jarri konturatu zirenean, Artizar eta Martitzen ahaleginik handienak egitea erabaki zuten. Hala eta guztiz ere, Ilargia ez zuten guztiz alde batera utzi eta zunda automatikoen bidezko esplorazioan emaitza ikusgarriak lortu zituzten.

Esaterako, *Luna 16*k Ilargiaren azalean astiro ilargihartu zuen (1970.eko irailean) eta 100 g-ko zolu-lagina hartu eta Lurrera bidali zuen hermetikoki zigilatutako kutxa batean. Hau izan da honelako orain arteko misio bakarra. Ordurako ordea, iparramerikarrek jarriak zituzten astronautak Ilargian eta zolu-laginak Lurrera ekarriak zituzten.

Bestetik, *Luna 17*k, 1970.eko azaroan ilargihartu zuenak, ibilgailu automatiko bat zeraman berarekin; *Lunokhod 1* izenekoa. Ibilgailua Lurretik kontrolatzen zen eta zenbait hilabetetan zehar Ilargiaren esplorazioan ihardun zuen. Hilabete batzuk geroago, *Luna 18*k *Lunokhod 2* eraman zuen Ilargira.

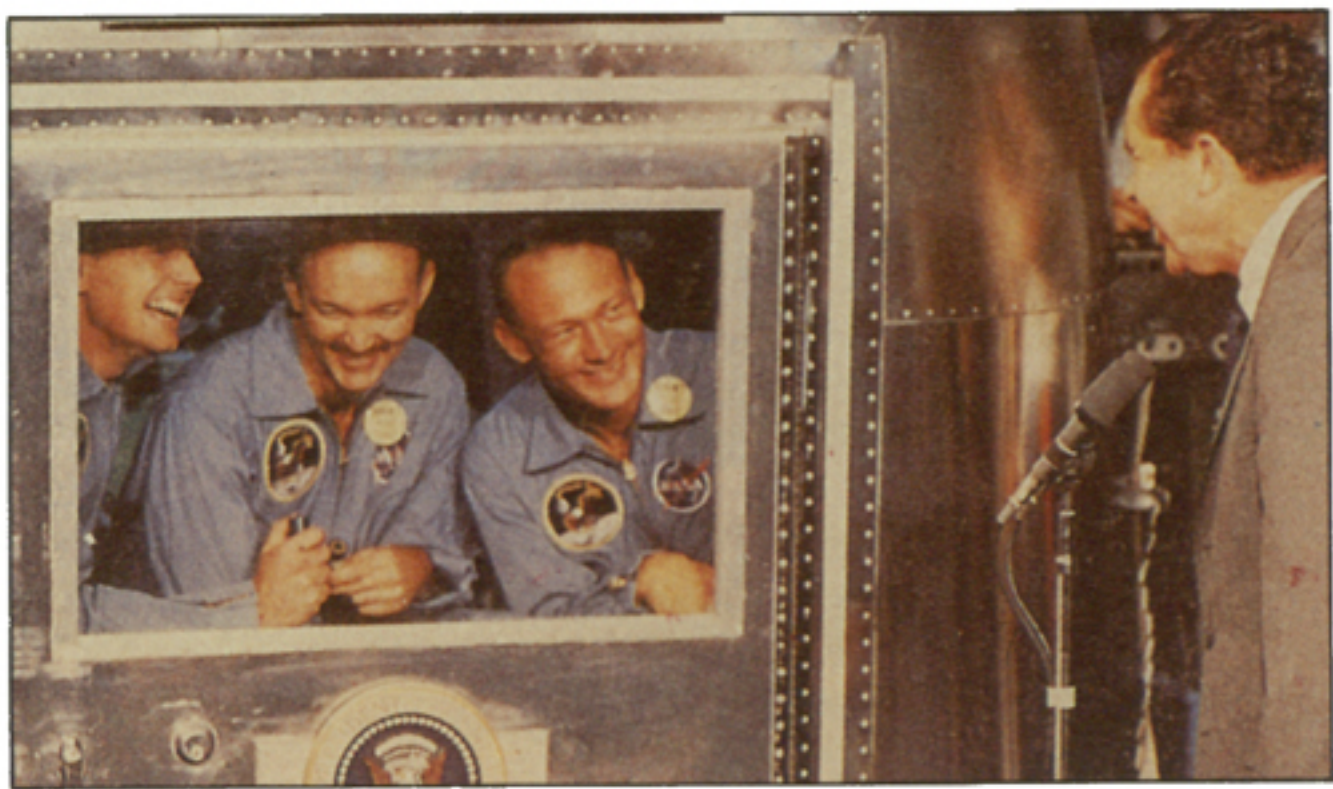
1976.eko abuztuan ilargihartu zuen *Luna 20* izan zen sobietarrek Ilargi-esplorazioan eginiko azken esfortzua. Harez gero, ez dirudi sobietarrei Ilargiari buruzko interesa berriro piztu zaienik. Izan ere, aurrerantzerako dauzkaten planetan, guk dakigula bederen, ez da Ilargia inondik inora agertzen.

<sup>2</sup> Maria "Mare"-ren plurala da.



zen. 1961etik 1972ra 25 mila milioi dolar erabili zituen NASAk programa garatzeko, hau da, bere aurrekontuaren %60 gutxi gorabehera. Dena den, dirutza hori EEBBtako administrazioak denbora-tarte berean gastatutako diruaren %1,5 baka-rrik da; ezer gutxi gastu militarrek %42 hartzen zuela kontuan izaten badugu. *Apollo* proiektuan 10.000 enpresa desberdi-neko 250.000 lagunek hartu zuen parte. Erabilitako dirutza izugarria izan zen, baina egin diren kalkuluen arabera EEBBko gobernuak inbertitutako dolar bakoitzagatik zazpi dolar berreskuratu zituen programak garatutako teknologia-ri esker.

Azken finean, gizakia Ilargian jar-tzea ez da txantxetako gauza. Helburua lortu ahal izateko arazo eta erronka tek-nologiko askori (baliabide informatiko boteretsuak, material berriak, komuni-kazio-sistema egoki eta fidagarriak etab.) aurre egin behar izan zitzaion, eta gaindi-tu noski. Horrexegatik, *Apollo* progra-maren ondorioak ez ziren espazioaren



Nixon EEBBtako lehendakaria Lurrera iritsi ondoren koarentenan dauden *Apollo 11*ko hiru astronautak agurtzen.

esploraziora mugatu eta gizakiaren egu-neroko bizitzan aplikazioa eta eragina izan zuen garatutako teknologia askok. Ikuspegi honetatik begiraturik ere, *Apo-ll*o programa oso arrakastatsua izan zen.

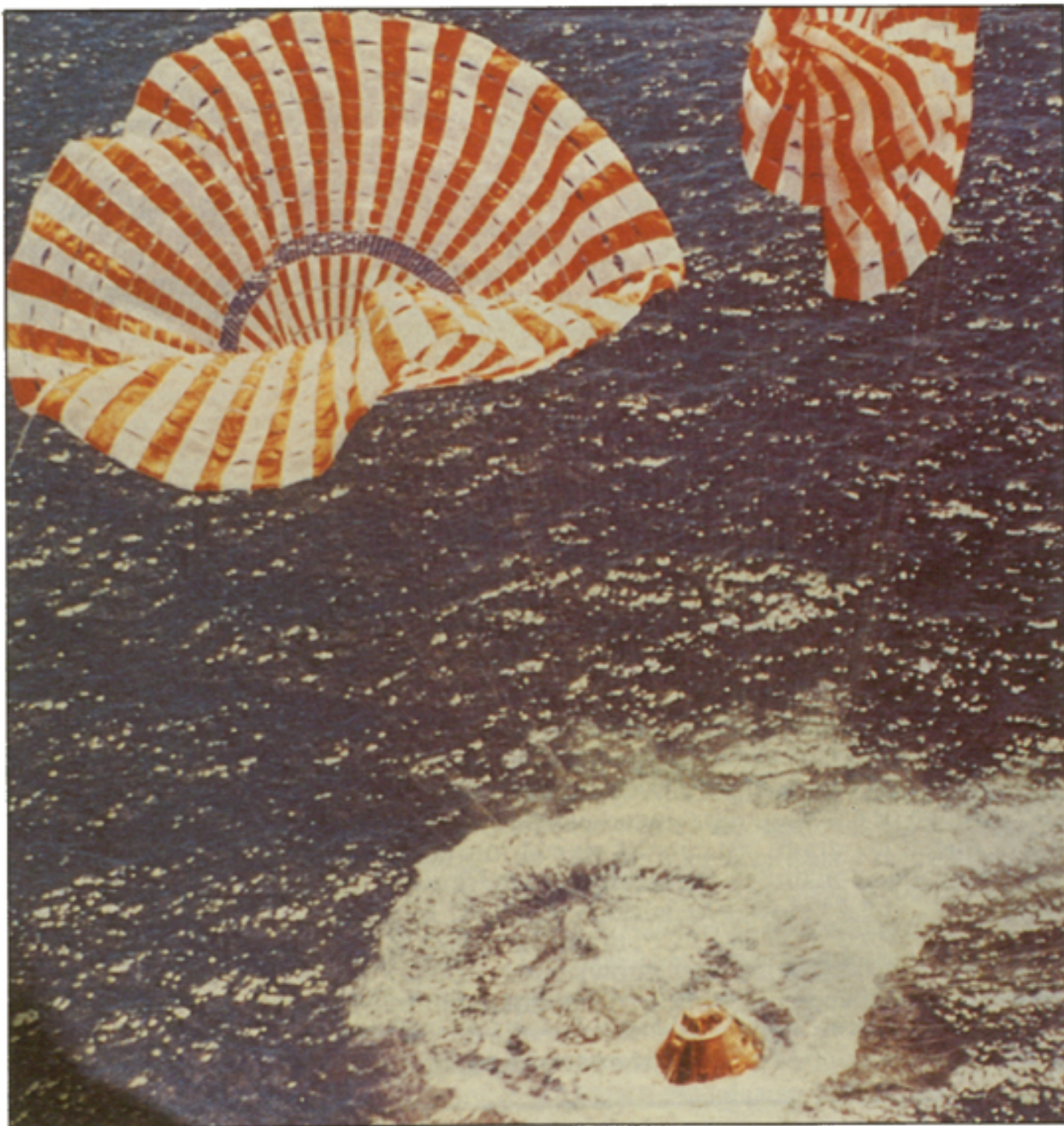
### **Apollo sistemaren zehaztasunak**

Iparramerikarrak gizakia espaziora bidaltzeaz pentsatzen hasi zirenean, ze-haztasun teknikoetan hasi baino lehen misioaren eskema orokorra egin behar zutela ohartu ziren. Zer esan nahi dugu misioaren eske-ma hitzekin? Bi puntu nagusi definitu nahi dira. Alde batetik, misioa oro har nola bilakatuko den eta bestetik untxiaren oina-rrizko konfigurazioa nolakoa izango den.

Misioak hiru eskema nagusiren arabera izan zite-zkeen. Aukeratutako bat "me-todo zuzena" izenekoari jarrai-tzea zen. Espaziuntzi erraldoi bakun bat Ilargirantz jaurtiko litzateke. Ilargira hurbiltzean propulzio-sistemak balaztatu-ko luke untxia eta Ilargian pau-satzea posible egingo luke. Pro-pulzio-sistema honi ilargihartze-sistema esango zitzaion. Beste propulzio-sistema batek, ilargiuzte-urrats izenekoak, untxia Ilargitik Lurrera bidaliko zuen.

Bigarren proposamenak esaten zuenez, bi untxi desber-dinek banandurik eramango zi-tuzten espaziuntziaren bi zatiak (ilargihartze-urratsa eta ilar-giuzte-urratsa) Lurraren orbi-tara. Bertan, biak lotu egingo ziren eta Ilargirako bidea hartu.

Dena den, hirugarren bi-dea aukeratu zen; *Saturn V* jaur-



*Apollo 11* Ozeano Barean itsasoratzen







tigailuarena alegia. Jaurtigailu hau NASAk inoiz eginiko boteretsuena izan da. Hiru tripulari zeramatzan eta 45.000 kilogramo pisatzen zituen *Apollo* untzia Ilargirako ibilbidean jartzeko gai zen (ikus eskema). Jaurtigailuaren hiru urratsek untiak Lurraren erakarpen grabitatorio-

saio zientifikoak egingo zituzten. Egun bat bertan igaro ondoren, ilargia utzi eta aginte-moduluarekin bat egingo zuten Ilargiaren orbitan. Azkenik, untiaren propulsiio-sistemak Lurrerantz abiaraziko zuten *Apollo*

*Apollo* espaziuntzia hiru moduluz

koa. Bertan, ibilbidean zehar egin beharreko norabide-zuzenketarako sistema, Ilargi-orbitan sartzeko erretro-koheteak eta Ilargi-orbitatik Lurrerantz abiarazteko propulsiio-sistema zeuden.

Zerbitzu-moduluaren eta *Saturn V* jaurtigailuaren artean Ilargi-moduluaren



Alan Bean astronauta *Surveyor 3* zunda automatikoa aztertzen

tik ihes egitea eta Ilargiraino iristeko bulkada ematea lortzen zuten. *Apollo* Ilargira hurbiltzean (2 egun t'erdi geroago gutxi gorabehera) bere propulsiio-sistemak Ilargiaren orbitan jarriko zuten. Ilargiaren orbitan untiaren zati batek, ilargi-modulu izenekoak, barnean bi tripulari zituelarik untiaren beste zatia, aginte-modulua alegia, utzi eta ilargihartzera zuzentzen zen. Aginte-modulua Ilargia orbitatzen gelditzen zen.

Ilargiaren esploratzaileak zoruan astiro pausatu ondoren, inguruaren esplorazioa eta alde zuzeneko prestatutako

osatua zen: aginte-, zerbitzu- eta ilargi-moduluez. Aginte-moduluan untiaren kontrol-zentrua zegoen eta baita hiru astronauten etxea ere. Itxura konikoa zuen eta 3,95 metroko altuera eta 4 metroko diametroa zituen. Bere pisua 4.500 kg-koa zen. Aginte-moduluaren muturrean dorre moduko egitura zegoen. Honen lana, jaurtiketan zehar arazorik egonez gero aginte-modulua *Saturn* jaurtigailutik banantzea zen.

Aginte-moduluaren azpian zerbitzu-modulua zegoen. Bere luzera 7,25 metrokoa zen eta bere diametroa 4 metro-

egokitzaila zegoen. Honen betebeharra Ilargi-modulua edukitzea zen. Ilargi-moduluan bi astronautentzako tokia zegoen eta hauek orbitatik Ilargiaren gainazalera eramatea zen bere lana. Ilargi-moduluak 6,93 metroko altuera eta 3,63 metroko diametroa zituen. Lurrean 15.000 kilogramo pisatzen zituen eta sei aldiz gutxiago Ilargian.

### Lehenengo *Apollo*ak

Gidatutako lehenengo *Apollo* 1967.eko otsailean jaurtitzekoa zen, bai-



na urtarrilaren 28an atzeranzko kontaktaren entseia eginen ari zirenean, untziaren kabinak su hartu zuen eta bertan ziren hiru astronauta erreta hil egin ziren suitzaltzaileek ezer egiterik izan aurretik. Gertaera horren ondorioz *Apollo* programak aldaketak izan zituen eta tripulaziorik gabeko hegaldiak egin ziren ekipoa frogatzeko. Bide horretatik, 1967.eko azaroan *Saturn V* jaurtigailuak tripulaziorik gabeko *Apollo* bat orbitan jarri zuen eta horrelako beste bi jaurtiketa egin ziren 1968.eko urriaren 11n hiru tripulari zituen *Apollo 7* orbitan jarri baino lehen. *Apollo 7* izan zen hiru astronauta batera espazioan jarri zituen lehenengo espaziuntzia. Lurra 163 bider orbitatu zuen eta tripulariek aginte-moduluaren maneia aztertu zuten.

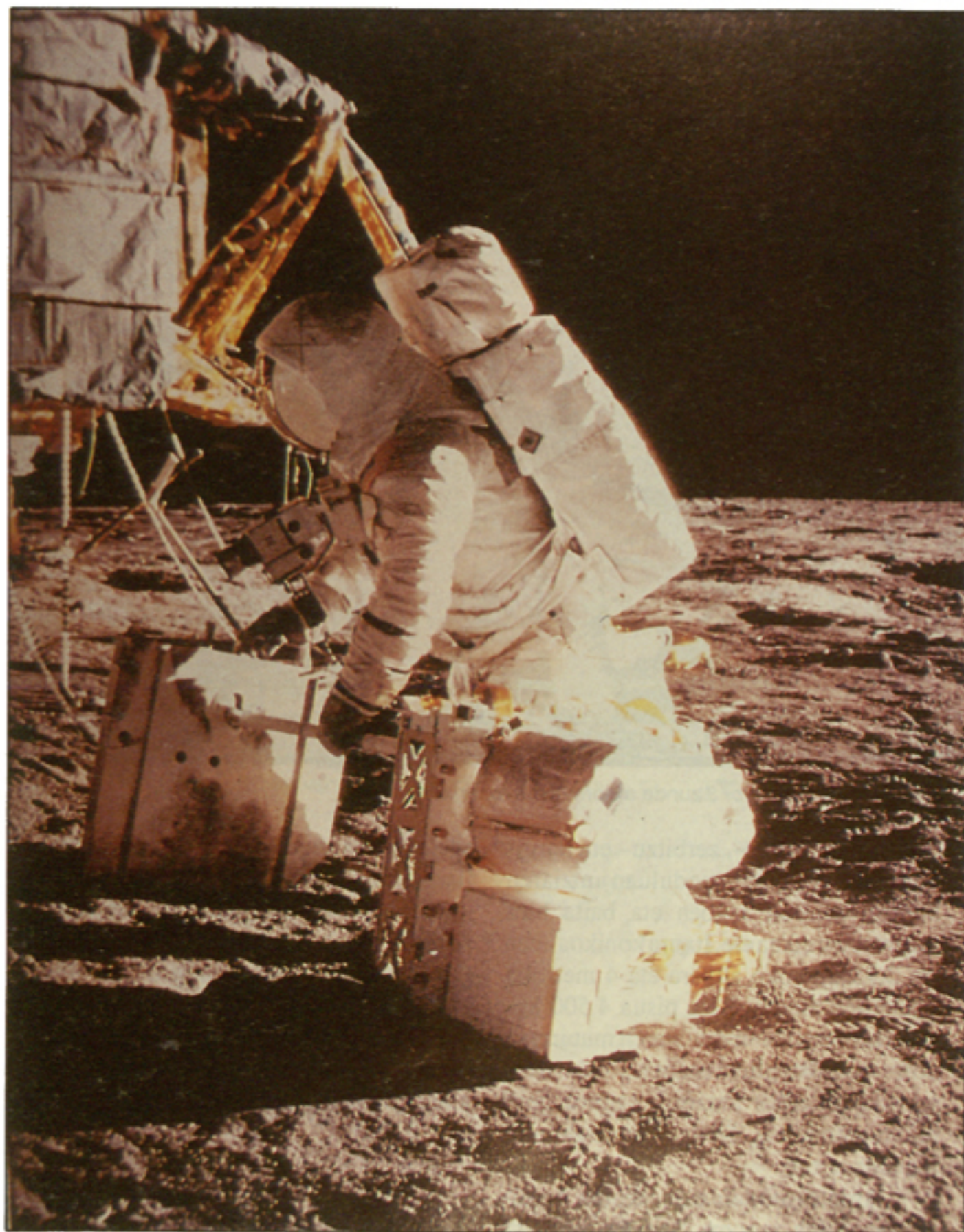
1968.eko abenduaren 21ean

jaurtitako *Apollo 8* Lurra orbitatu ondoren Ilargirako bidean jarri zen. Ilargiaren inguruan 10 orbita bete ondoren Lurrera itzuli zen.

*Apollo 9k* Ilargi-modulua frogatu zuen Lurraren orbitan 10 egun iraun zuen bidaian. Hurrengo *Apollo*ak, 10.ak alegia, Ilargia orbitatu zuen. Bi astronauta ilargi-modulura transferitu ziren. Aginte-modulua utzi eta Ilargiaren gainazaletik 14.300 metrora jaitsi ziren. Azken honekin bukatu ziren *Apollo* untziak frogatzeko saioak, hurrengoek Ilargian gizakia pausaraztea zuten helburu eta.

### *Apollo 11*

1969.eko uztailaren 16an ohizkanpoko mugimendua zegoen Kennedy



Materiala deskargatzen

zentru espazialean eta bere inguruetan. Inoiz ez zen horrenbeste lagun bildu lurralde hartan. Milioi bat lagunetik gorako jendetza pilatu zen Kainaberal lurmuturrera daramatzaten errepide eta autobideetan. Hondartza, kanpinak eta atsedenguneak dendaz, errulotez eta kanpin-furgonetaz beterik zeuden. Aireportuek ezin zioten iristen ari ziren hegazkinen trafiko handiari aurre egin.

Munduko 56 estatutatik etorritako 3.000 kazetari kreditatu ziren NASAren prentsa-bulegoan. Gure planeta osoko begiak jaurtiketa-portuaren erdian zut zegoen metalezko dorre distiratsuari begira zeuden. Telebistaren irudiek 500 milioi lagun eta 1.000 milioi begi erakari zituzten. EEBBtan, ordu batzuetan, krimena eta gaiztakeria inoiz lortutako punturik baxuenean mantendu ziren. EEBBtako telebista-aparatuen saltzaileek pagotxa izan zuten; txurruak bezala saldu bait ziren D eguna aurretik.

*Saturn V*aren muturrean kokaturik zegoen *Apollo 11*ri begiratzen ziotenei, atzeranzko kontaketa amaigabea iruditzen zitzaien. T una inoiz ez zela iritsiko zirudien. T minus hirurogei segundo: jaurtiketarako argi berdea dago. Minutu bat besterik ez. T minus hamabi segundo: *Saturn V*ari eusten dioten metalezko besoak irekitzen hasi dira eta ignizio-sekuentzari hasiera eman zaio.

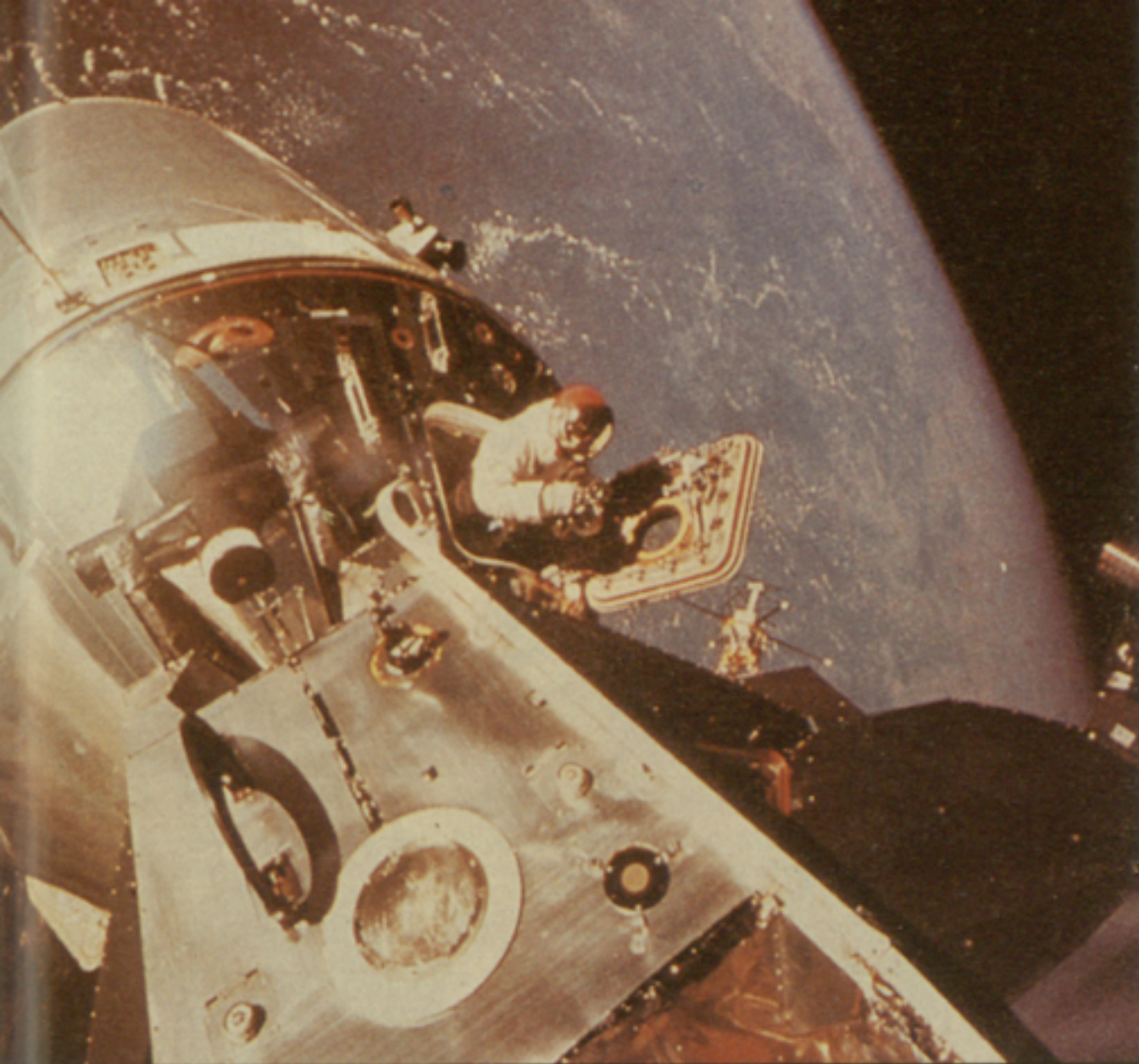
T minus 8,9 segundo: lehen garrak ikusi dira, baina kohetea oraindik lurrari sendo lotuta dagoenez, tinko dirau potentzia metatzen ari delarik. Hiru, bi, aurrera, zero.

Une honetantxe, kohetari eusten dioten azkeneko euskarriak aldi berean askatu dira eta ke eta su artean lurzorutik urruntzen hasi da 100 m-ko luzera duen metalezko ziria.

*Apollo 11*ren kabinan, jantzi espazialen barruan dauden Neil A. Armstrong, Edwin E. Aldrin eta Michaels Collins astronautak kanpoan gertatzen ari denaz ez dira ia ohartu. Eserlekuen kontra estutzen dituen presioak Lurra uzten ari direla adierazten die. Baina, kohetea inguratzen duen ke eta suaren burrunba nahiz jaurtiketa ikusten ari diren milaka lagun alaitasun-oihu eta algarak ez dira kabinaren barnera iristen.

1969.eko uztailaren 17an goizeko 9,32ak ziren. Jaurtigailuaren lehen bi urratsek 28.000 km/h-ko abiadura eman zioten *Apollo 11*ri eta Lurraren orbitaraino eraman zuten. Gure planetaren inguruan bi bira eman ondoren, bi ordu eta





*Apollo 9*ko David Scott astronauta, eginiko elkartze-entseian bi moduluak ongi elkartu direla egiaztatzen ari da

hiru laurden geroago, hirugarren urratsak untzia Ilargirako ibilbidean jarri zuen 39.000 km/h-ko abiadura eman ondoren.

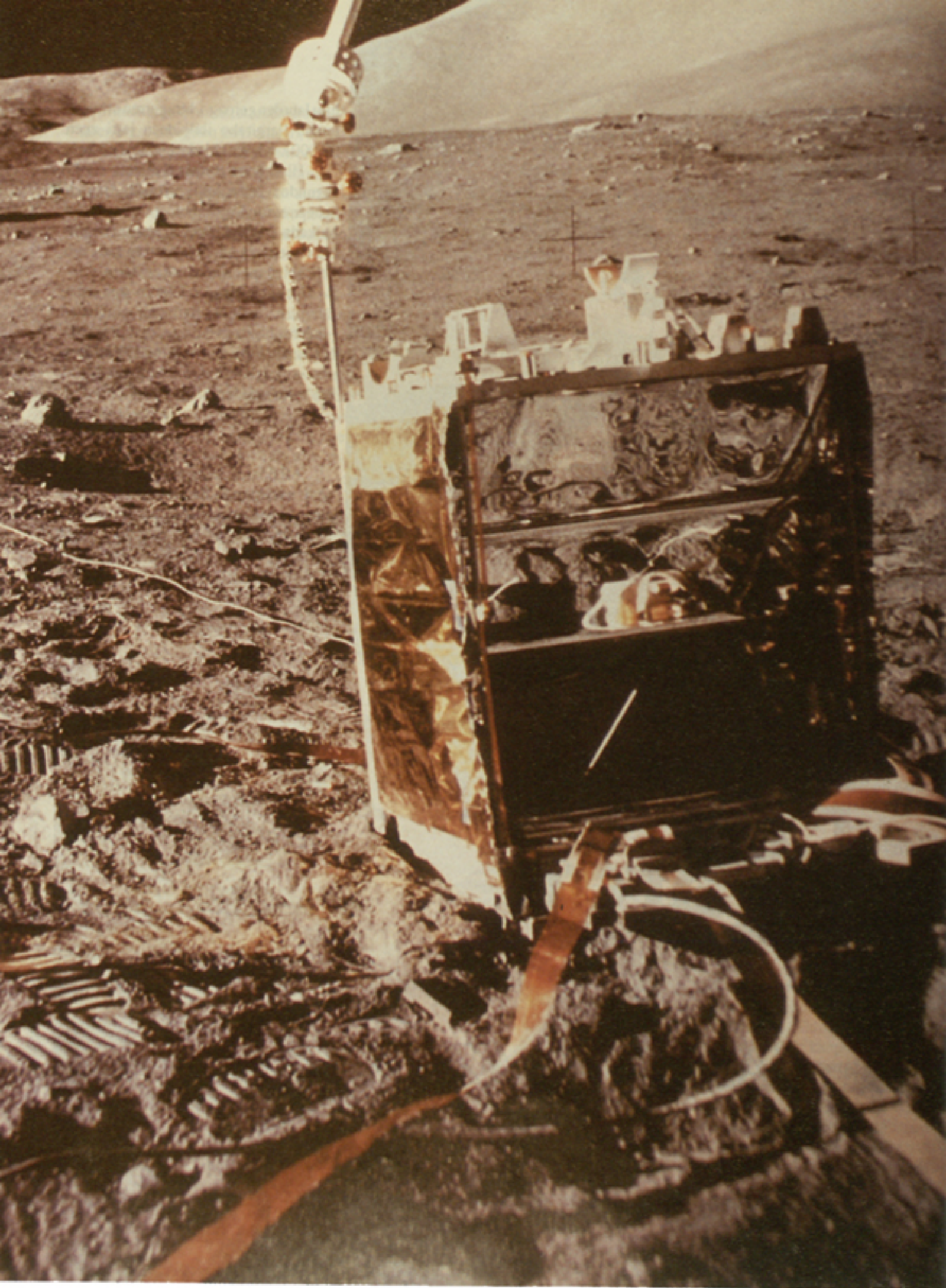
Hirugarren urratsa 5 minutu eta 47 segundoz egon zen pizturik. Iraungi zenean eta ondorioz motoreek emandako bulkada bukatu zenean, Lurraren grabitate-indarra untzitik tiratzen hasi zen bere abiadura balaztatzeko zuelarik. *Apollo 11*ren abiadura 3.200 km/h-koa izate-raino iritsi zenean, Ilargiaren grabitate-indarra hasi zen lanean untziari tiratuz eta azeleratuz. Lurrutzi eta 72 ordura untzia Ilargia orbitatzen hasi zen 8.400 km/h-ko abiaduraz.

### **Ilargian**

---

Misioaren laugarren egunean, untziak zazpigarren ilargi-orbitari hasiera eman behar zionean, tripularien tentsioa igotzen hasi zen. Aginte-modulua eta ilargi-modulua banantzeko maniobrari hasiera emateko egunerdia baino gutxia-go falta zen. Ilargihartzea hamabost or-





Datu zientifikoak Lurrera transmititzeko ilargian utzitako ekipamendua



duren buruan izango zen.

Espaziuntzia Ilargiaren gibelera sartu eta Houston-eko kontrol-zentruarekiko irrati-kontaktua eten egin zen berriro. Aldrin narraz ilargi-modulura sartu zen. *Eagle* (arranoa) izenez bataituta zegoen. Kontrol-panel nagusiak piztu ondoren, *Columbia* aginte-modulura itzuli zen eta Armstrong-ekin batera ilargi-jantzia jarri zuen.

Banantze-maniobra hamabigarren orbitan hasi zen. Bi astronautak *Eaglera* pasatu ziren eta moduluak komunikatzen zituen ataka itxi egin zen. Aurretik kalkulatu bezala, koheteen leherketa kontrolatuek ilargi-modulua *Columbiatik* banandu egin zuten. Jauzi mantsu batez ilargi-

-modulua urruntzen hasi zen Ilargiko hutsean. Houston-en kezkatu zeuden eta maniobraren berri eskatu zioten aginte-moduluan gelditutako Collins-i. "*Arranoak hegoak ditu*" izan zen pilotuaren erantzuna.

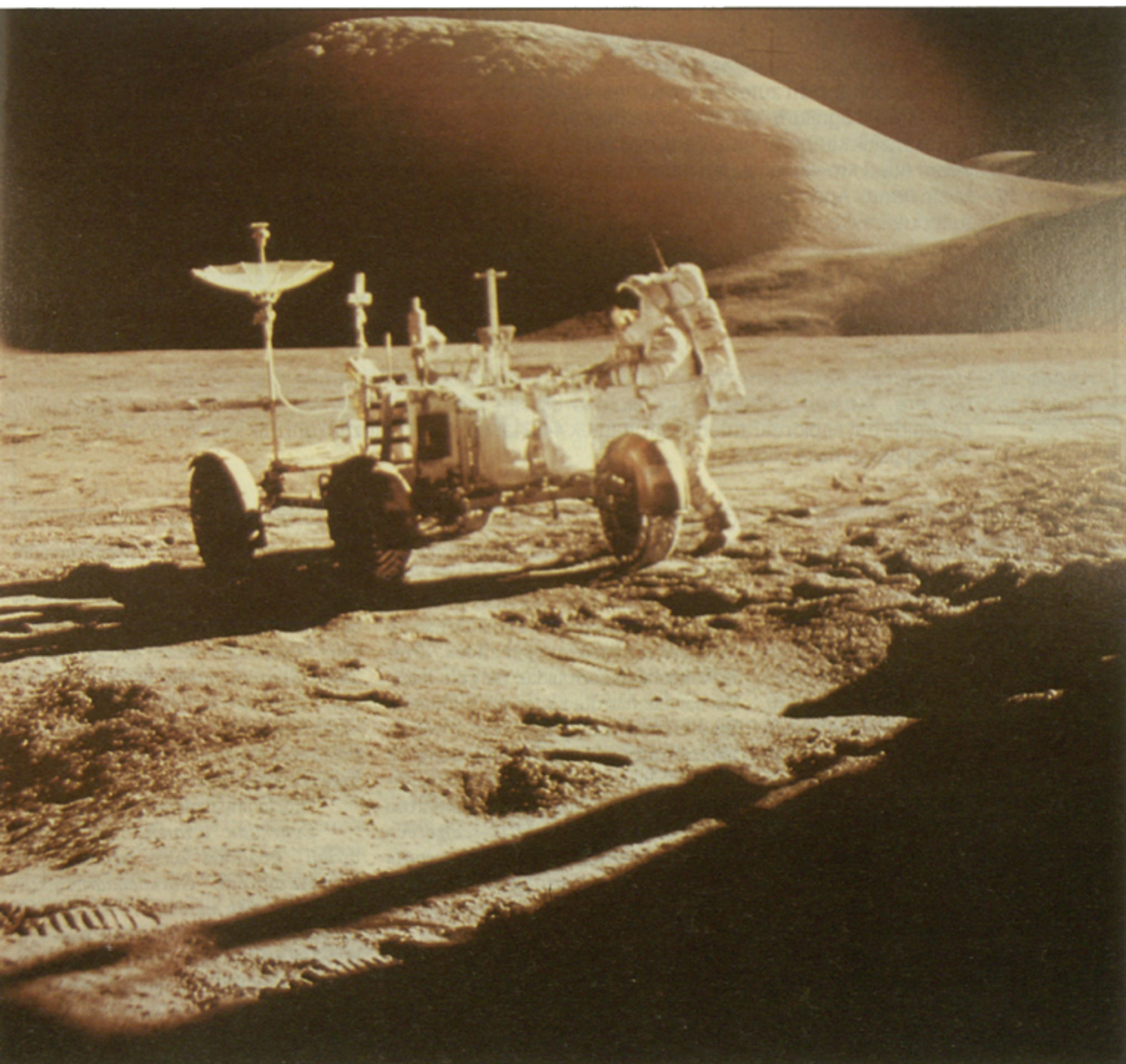
Artean, *Eaglea* Ilargiko gainazale-tik 90 km-ra eta *Columbiatik* metro gutxitara zegoen eta hiru maniobra zaili ekin behar zien Lasaitasunaren Itsasoan (Mare Tranquillitatis-en) pausatu baino lehen.

Lehenik, Collins-ek aginte-moduluaren koheteak piztu zituen segundo batzuz, segidako maniobrak burutzean bi moduluak nahikoa urrun egon zitezten.

*Eaglen* pausatzea ezin zen gidatze-

-kontrol automatikoaren menpe bakarrik utzi. Ordenadoreak azkar aldatzen ari ziren aldagaiak (altitudea, abiadura eta erregai-kontsumoa) kontrolatzen zituen. Hasierako urratsak ordenadoreak zuzenduko zituen, baina 750 m falta zirenean Armstrong-ek hartu zuen ilargihartze-maniobraren eskuzko kontrola.

Hamabi minutu falta ziren zoruan pausatzeko eta unzia gainazale-tik 75.000 m-ra zegoen, 4.500 km/h-ko abiaduraz hurbiltzen zitzaizolarik. Armstrong zeuden arazoez ohartu zen: kalkulatu baino 22 km/h-ko abiadura handiagoz jaisten ari ziren eta aurrikusitako puntuan ez ziren pausatuko. Abiadura beste 12 km/h handiagoa izanez gero, ilargiratzea ber-



Lunar Rover ibilgailua



- Apollo 12** – Misio hau 1969.eko azaroaren 14ean jaurtia izan zen eta *Apollo 11* k eginiko antzeko ibilbideari jarraituz Mare Cognitum izenekoan pausatu zen azaroaren 19an. Misio honen helburuen arteko bat esplorazio geologiko sakon bat egitea zen. 34 kg ilargi-harri bildu ziren eta ALSEP (Apollo Lunar Surface Experiments Package = Apolloren Ilargi-esperimentuen sorta) izeneko tresneria muntatu zen. Honetan, sismometro bat, magnetometro bat eta Eguzki-partikula eta Ilargiaren zolu eta atmosfera mehearen arteko elkarrekintzak neurtzeko tresnak zeuden. Bestalde, bi urte t'erdia lehenago toki beretsuan ilargiratutako *Surveyor 3* zundaren zati batzuk bildu eta Lurrera ekarri ziren aztertuak izan zitezten. Astronautek Ilargiaren azalean 15,5 lanordu egin zituzten.
- Apollo 13** – Honek (1970.eko apirilean jaurtia izan zen) ez zuen Ilargiratzea lortu eta tragedia bihurtzeko zorian egon zen. Zerbitzu-moduluan leherketa bat gertatu zen eta bertako oxigenoa galdu egin zen. Horrexegatik erregai-zelulak erabiltezin bilakatu ziren berehala. Astronautek, (nahiz eta erregai-zelulak lanean aritu ziren ordu gutxietan bateriak kargatzeko eta ur-apur bat biltzeko gai izan) urez, energia elektriko eta oxigenoz eskas gelditu ziren. Aginte-moduluaren energia eten egin zuten eta Ilargi-modulura sartu ziren, Lurrera itzuli ahal izateko Ilargiaren inguruan egin beharreko bira egitearren. Ilargi-moduluaren ingurugiroaren kontrolerako sistema ez zegoen hiru tripularientzako prestatuta eta anitz estutasun igaro zituzten. Energia elektriko askorik ez zuten, hotza izan zen gainditu behar izan zuten oztoporik handiena. Zorionez, Lurrera itzultzea erdietsi zuten.
- Apollo 14** – Hau Mare Cognitum-eko eskualde malkartsu batean pausatu zen. Astronautek 18,3 orduz aritu ziren untzitik kanpo lanean. Tarte horretan 43 kg ilargi-harri bildu zituzten, ALSEP paketea muntatu zuten eta 3 km-ko ibilaldian azterketa geologiko sakona egin zuten.
- Apollo 15** – Misio honek Apenino mendien inguruan ilargihartu zuen. Misio honi esker Ilargiari buruzko ezagumenduak asko zabaldu ziren. Ikerketa orbitalak egin ziren kasu honetan. Untzitik at 37,1 lanordu egin ziren eta astronautek *Lunar Rover* izeneko ibilgailua erabili zuten alde batetik bestera higitzeko eta kargak garraiatzeko. 78 kg ilargi-harri bildu zituzten.
- Apollo 16** – Untzi hau Mare Nectaris-en dagoen Descartes kraterraren inguruan pausatu zen. Astronautek 40,5 lanordu egin zituzten untzitik kanpo. Bestalde 27 km-ko bidaia egin zuten, 96 kg ilargi-harri bildu zituztelarik.
- Apollo 17** – Hau izan zen *Apollo* programaren azken misioa eta baita NASAk Ilargira bidalitako azken espaziuntzia ere. Aurreko bi misioek jorratutako bideari jarraitu zitzaion eta Lasaitasunaren Itsasoko eskualde bat esploratu zuten. Astronautek 44,2 lanordu egin zituzten untzitik kanpo, 35 km ibiliz eta 120 kg ilargi-harri bilduz.

tan behera utzi beharko zen. Houston-ek aurrera jarraitzeko agindua eman zuen.

Bapatean, untziko ordenadoreak alarma-deia jo zuen: 1202 alarma-mezua. Ordenadorearen lan-ahalmena gantituta zegoen. Ez zen harrizkekoa. Elkartze-radarra piztuta zegoen eta aldi berean, pausatze-tokia lokalizatu nahian zebilen eta *Columbiar*ako itzulera-ibilbidea kalkulaten. Kontrolak alarmari jaramonik ez egiteko agindu zuen.

Gainazaletik 11.000 m-ra *Eagle* k itzulipurdika egin eta pausatze-oinak behe alderantz begira jarri zituen. Balaztatze-koheteek jaitsiera-abiadura 90 km/h-ra txikiagotu zuten.

Zoruraino 4.000 m falta zirela *Eagle* n ordenadoreak beste alarma-mezu bat bota zuen. "1201" garrasi egin zuen Aldrin-ek. "Kasurik ez" izan zen Houstonen erantzuna, aurreko mezuaren antzeko gainkarga adierazten zuelako.

750 m falta zirenean Armstrong-ek eskuzko kontrola hartu zuen. Zorua uste baino latzagoa zen. Segundo gutxitan, Armstrong-ek pausaleku posible batzuk aukeratu eta baztertu egin zituen. Erretrokohearen zorrotadak Ilargiko hauts eta harriak harrotu zituen eta pilotuaren ikus-eremua lainotu egin zuen. Erregaia agortzen ari zen. Azkenik, Armstrong-ek itsutzen zuten hauts-hodei artean pausatze-erabakia hartu zuen. Kontaktua oso leuna izan zen "Pausatze-sentsoreen argiari begiratu behar izan nion, sentituen bump leun hura benetako pausatzea zela ziurtatzeko" gogoratzen du Aldrin-ek.

Ilargia zapaldu baino lehen kabina eta kanpoko presioak berdindu behar zituzten. Sei ordu geroago, 1969.eko uztailaren 20ko goizaldeko 2,53tan, Neil Armstrong-ek "That's one small step for ...man, one giant leap for mankind" esan

zuen bere eskuineko oina Lasaitasunaren Itsasoko hautsetan jarri zuenean. Atzerantz hiruzpalau pauso eman zituen eta ondoren Ilargiko hautsa ostikatzen hasi zen. "Gainazala hauts mehez osatuta dago. Botaren puntaz erraz harrotzen dut. Geruza mehetan, egurrikatze-hautsaren moduan itsasten zaie nere boten albo eta zolari" izan ziren Ilargiari buruzko lehen inpresioak.

Aldrin jaitsi zen gero untzitik.

Eguzkitan etzateko toki egokia dirudi" gogoratu zuen Armstrong-ek gero eta zera dio: "Gozodendara sartzen den bost urteko mutikoaren arazo berdina genuen guk, egiteko gauza ineresgarri asko zegoen eta"

Aldrin-ek beste modu bateko oroimenak dauzka: "Apur bat desorientatua sentitzen nuen nere burua. Lurrean horizonteari begiratzen diozunean launa da. Ilargia Lurra baino askoz ere txikiagoa



denez eta terreno alturik ez dagoenez, horizontea kurbatua da norabide guztietan."

Ondorengo bi ordu t'erdietan zehar lan handia izan zuten astronautek: Ilargiko harriak bildu (21 kg), argazkiak atera, EEBBtako bandera zabaldu eta saio desberdinak prestatu. Zoluan jarritako

### Etixerako bidean

*Apollo* misioen astronautek esaten dutenez, ilargiuztea zen bidaia osoan larritasunik handiena sortzen zuen unea. Ilargi-moduluak igoera-motore bakarrazuen. Huts eginez gero, ez zegoen beste aukerarik. Igoera-motorea garaiz piztu

—esplorazioaren bi erraldoiek, Sobiet Batasunak eta EEBBek alegia, alde batera utzi dute Ilargia eta beren esfortzuei beste norabide batzuk markatu dizkiete. Beste esploratzaile txikiagoek, ESAk eta Japoniak esaterako, helburu xumeagoak izan dituzte.

Hala eta guztiz ere, urteetako utzi-



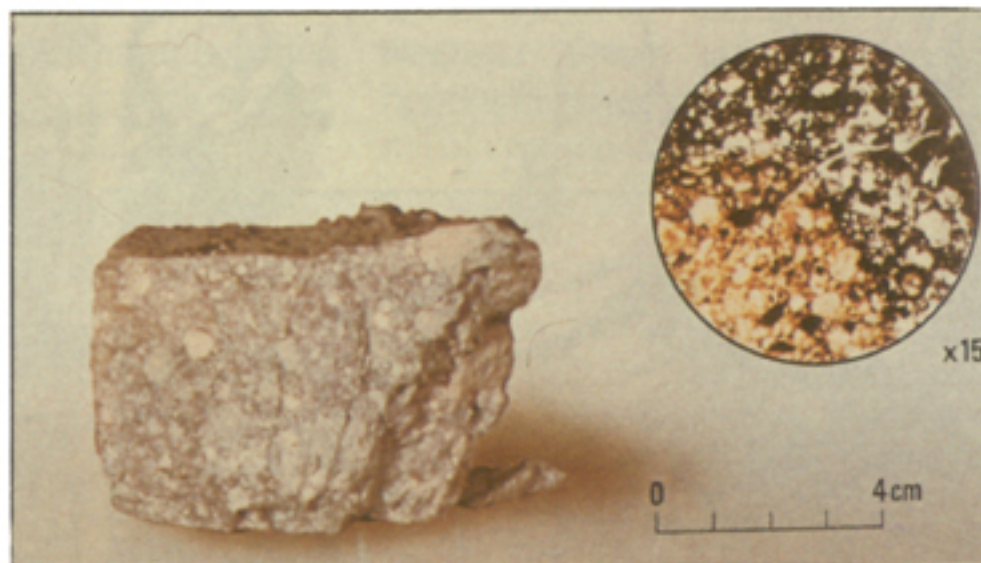
a) basaltoa



b) anortosita



c) gabroa



d) bretxa

### Ilargiko harriak

telebista-kamera baten bidez beren irudiak Lurrean ikus zitezkeen.

*Apollo 11*ko astronautek zenbait saio egin zituzten Ilargian egon ziren bitartean. Sismometro bat ipini zuten Ilargiaren barnean gerta daitezkeen higadura sismikoak detektatzeko. Bestalde, laserrantzako isladagailu bat, ispilu bat alegia, ipini zuten Lurra-Ilargia distantzia zehaztasun osoz neurtu ahal izateko. Lurraren gainazaletik laser-izpi bat igortzen da, Ilargian dagoen isladagailua itu duelarik. Bertan isladatu eta Lurrera itzultzen da. Joan-etorrian laser izpiak erabilitako denbora neurtuz eta honen abidura argiarena dela jakinez, Lurra-Ilargi distantzia erraz kalkula daiteke. Beste saio batean Eguzkitik Ilargiaren gainazalera iristen diren partikulak detektatu ziren.

behar zen eta modulua orbitan jartzeko nahikoa bulkada emateko denboraz mar-txan egon behar zuen. Bestela...

*Eaglek* eta beste ilargi-modulu guztiek ez zuten ilargiuzte-arazorik izan. Motoreak piztu eta 7 minutura itzali egin ziren modulua orbita eliptiko egokian utzi ondoren. Bi moduluak elkartzeko arazorik ez zen egon eta Armstrong eta Aldrin Collins-ekin juntatu ziren. Egin beharreko operazioak egin ondoren, Ilargiaren orbitatik aterako zituen kohetea piztu eta etxerako bidea hartu zuten.

### Zein da ilargi-esplorazioaren etorkizuna?

Duela hamahiru urtetik hona Ilargiaren esplorazioa giza programa espaziale-tik kanpo egon da. Espazio-

keria aurki bukatuko dela dirudi. NASAk etorkizuneko planen artean Ilargian giza base iraunkorrak sortzearen planak ditu. Sobietarrek bestalde, eta ezagutzen dugunaren neurrian, ez dute Ilargirako planik eta beren esfortzuak estazio espaziale-tan eta Martitzen esplorazioan egin behar dituzte, itxura denez. Beraz, Ilargi-ko etorkizuneko esplorazioari buruz aritu nahi badugu, iparramerikarren planei mugatu beharko gatzazkie.

Llabor izan bada ere, lehendik aipatu ditugu NASAREN planak aldizkari honetan<sup>3</sup>. Ondorengo lerroetan zehazkiago azaltzeko asmoa daukagu.

Hala ere, Ilargirako NASAREN planak ez dira ahobatez onartuak izan EEBBtako zientzilarien artean. Batzuen eritziz, iparramerikarrek beste helburu batzuetan egin beharko lukete indar;

<sup>3</sup> Ikus "Zeintzuk dira iparramerikarrek espaziorako dituzten planak?" EZT 16. alea 18. or.



Martitzen esplorazioan esaterako. Beste batzuek gizakiaren bidezko espazio-esplorazioa antzinako gauza dela uste dute eta aurrerantzean esplorazioa zunda automatikoen bidez egin beharko litzatekeela proposatzen dute. Horien aburuz, zunda automatikoak merkeagoak, malguagoak eta seguruagoak dira. Gizakiaren bidezko esplorazioa oinarririk gabeko propaganda izango litzateke.

Kontrako eritzi hauek egonik ere, NASAren asmoak aurrea doaz eta dagoe-

orbitan estazio espaziala eraikitzean, estazio horretan lagako ditu hornidurak. Beste unti batek transferituko ditu estazio espazial ilargitarretik Ilargiaren gainazalera.

Baseko tripulazioak bertako bizi-baldintzak egokiagotzen eta instalazioari autosufizientzi mailarik handiena ematen saiatuko da. Oxigenoa ilargi-zorutik erauziko da. Ura lortzeko oxigenoa zorutik erauzitako hidrogenoarekin nahastuko da. Gainera, Ilargi-hidrogeno

rritako 400 kg-tik gora ilargi-harriak nahikoa dira gure satelitearen ezagutza sakona izateko. Beste batzuek aitzitik, ez dute berdin pentsatzen. Bildutako datuak ez direla aski diote eta gainera guztiak Eguzkiari begira dagoen aurpegitik hartu dira. *Apollo* untziek Ilargiari buruzko galdera askori erantzuna eman bazioten ere, beste batzuk erantzuteke utzi edota galdera berriak jarri zituzten. Adibidez, Ilargiak burdinaz eta nikelaz osatutako nukleo urturik ba al du?; Azalaren lodiera eta konposizioa zeintzuk dira?; Zeintzuk dira ilargiko harri-moten arteko erlazioak? edota identifikatu al dira Ilargiko harri-mota guztiak?

Galdera hauei eta sortuko diren berriei erantzun egokia emateko astronomoek iraupen luzeko landa-lana behar-beharrekoa dakusatenez, Ilargiko base iraunkorra derrigorrezkoa iruditzen zaie.

Ilargiaren azterketa bazter batera utzirik ere, astronomiarentzat oso mesedegarri izango da Ilargiko basea. Astronomiaren urrezko arro berria has daiteke anitzen ustetan.

Ilargiak ingurune ezin hobea eskaintzen die astronomoei. Lehenik, Ilargiak ez du atmosferarik. Ondorioz, Ilargian ipinitako teleskopioak ez du hodei eta atmosfera-turbulentzi arazorik izango. Gainera, Ilargiko zerua Lurreko zerurik ilunena baino lau bider ilunagoa da, astronomoen buruhauste den hiri-argikuntza artifizialik ez dago eta. Ilargi-egunean zehar ere, behaketa astronomiko gehienetarako nahikoa iluna da zerua. Bestetik, Ilargiko gauak bi aste irauten duenez gero, oso objektu argimotelen argazkiak ateratzeko esposizio izugarri luzeak erabil daitezke. Irratiastro-moek ere abantaila nabarmenak izango dituzte Ilargiaren alde ezkutuan. Bertan Lurreko irrati eta telebistek sortutako hondo-zarata etengabea entzungo ez denez, orain debekaturtik dituzten irrati-frekuentzian lan egin ahal izango dute.

Hala eta guztiz ere, Ilargiko basearen epe luzeko arrakasta eta onura bertako industriatik etorriko zaizkio. Oxigenoa, hidrogenoa eta metalak Ilargiko zorutik erauzteko eta hauek ura, erregai eta eraikuntz material bihurtzeko gaitasunean egongo da Ilargiko basearen etorkizuna. Planifikazio egokia eta zuzena egiten bada eta deskribatutako prozesu horiek egoki burutzen badira, Ilargiko baseak funtsezko betebeharrak izango du gure sistemaren esplorazioan eta Lurraren inguruko estazio espazialen bilakabi-



Harri-laginak biltzen

neko egingo denaren eskema paratuta dago. Gizakiak gidatutako lehenengo misioa 2004. urtean burutuko da eta honek oinarrizko ilargi-basea antolatuko du. Lau pertsonaz osatutako lan-taldearen helbururik nagusia basea etengabeko erabilpenerako prestatzea izango da.

Hasiera batean, Ilargiko baseko hornidurak Lurraren orbitan dagoen estazio espazialek garrantuko dira. Espaziuntzi berrerabilgarria erabiliko da horretarako. Lehenengo horniketa-hegal-ditan garraio-untzia Ilargiko gainazalean pausatuko da baina, gure satelitearen

eta-oxigenoa koheteak bultzatzeko erregai izango dira. Eraikuntz materialak ere ilargi-zorutik lortuko dira; erregolitoak alegia. Ilargitarrek azkenik, beren janaria hazteko gai ere izango dira, kultibo hidroponikotan zein baratzetan.

### Itzuleraren onurak

Ilargira itzultzeak hiru alor nagusitan ekarriko ditu onurak: Ilargiaren azterketan, astronomian eta industrian.

Zientzilari batzuen ustez *Apollo* untzien bidalitako informazioa eta eka-



## ZER BERRI ILARGIAZ?

Azken hogeitamar urtean espaziuntzien bidez eginiko azterketak, Ilargiari buruz gizakiak zituen ezagumenduak aldatu egin ditu eta ikuspegi berria eman diote gure satelitearen geologiaz eta historiaz.

Lurretik begi hutsez begiraturik, bi eskualde—mota nabarmentzen dira Ilargian. Batzuk ilunak dira eta besteak argiak. Garai bateko astronomoek *maria* esan zieten area ilunei; Lurreko itsasoekin identifikatu bait zituzten. Eskualde argiei ordea, *terrae* esan zieten. Terminologia hau mantentzen da oraindik, nahiz eta Ilargiko gainazalean urik ez dagoela aspalditik jakin.

Ilargiko gainazalari gertuagotik begiratzen badiogu, teleskopioz adibidez, paisaiaren itxuraz ideia zehatzagoak lortuko ditugu (ikus irudia). Zunda espazial automatikoek eta *Apollo* untziek eginiko azterketek teleskopio bidez atzemandako paisaia

konfirmatu egin dute eta gainera zehaztasun handiagoa (harrien konposizioa, egitura geologikoen xehe-tasunak eta lurzorua trinkotasuna esaterako) eman dute.

Hala eta guztiz ere, Ilargiaren historia eta barne-egituraz eman dituzte Ilargiaren esplorazio espazialek fruitu oparoak eta eragingarriak.

### Ilargiaren historia

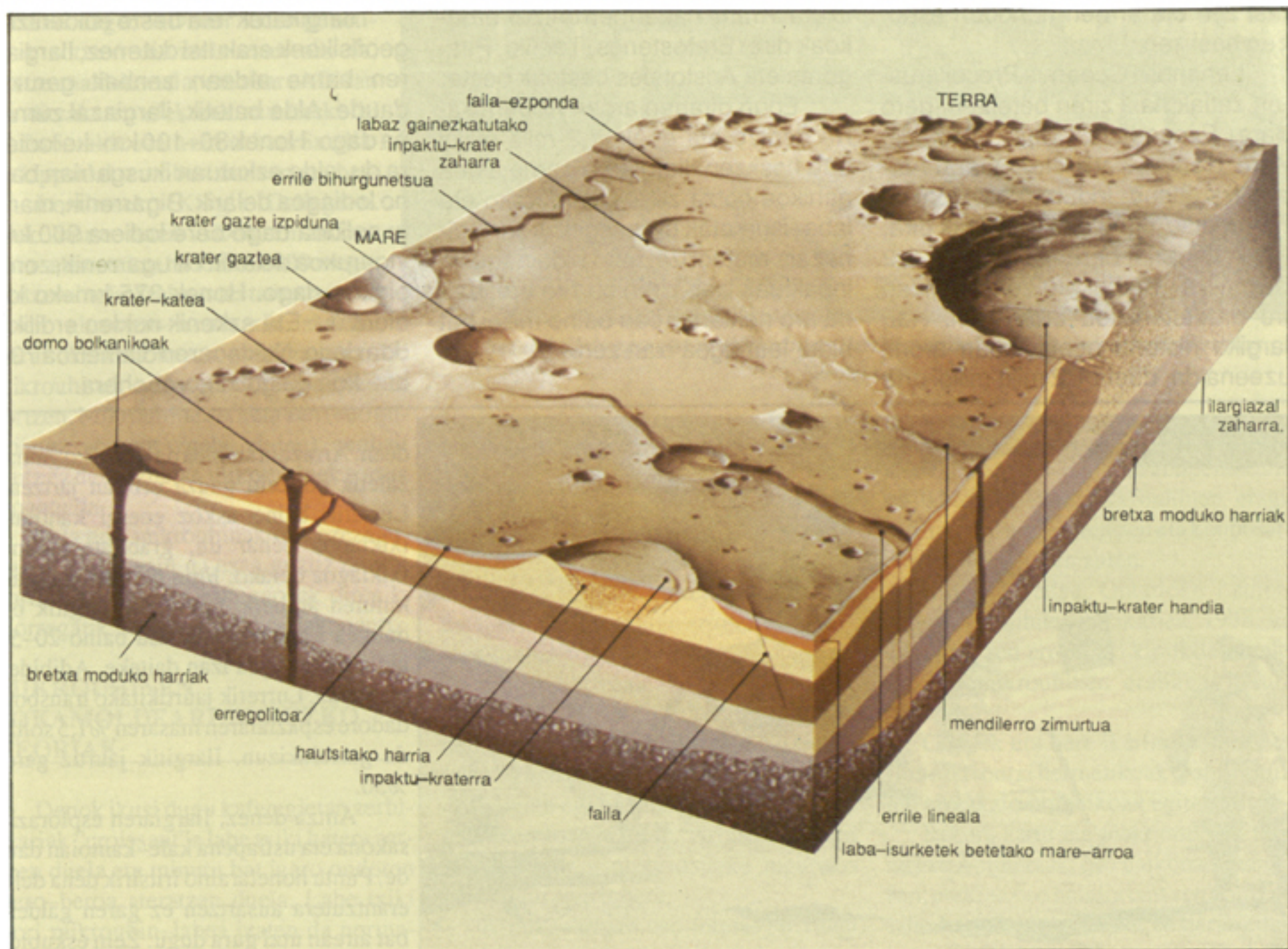
Lurra eratuberrria zenean, duela 4,55 mila milioi urte, egungo Martitz baino zerbait handiagoa zen planetoide batek gure planeta jo egin zuen. Talkaren eraginez bi objektuen materialak ostaturako hodeia eratu zen. Materiaren zati bat Lurrera erori zen, baina beste zati bat eraztun moduan gelditu zen planetaren inguruan.

Milaka urtetan, materia bilduz joan zen puska handiagoak eratuz. Puska hauek talka egiten zuten elka-

ren artean eta kasu askotan itsatsiak gelditzen ziren. Pixkana gorputz bero eta handiagoa eratu zen. Talkaok beroa sortzen zuten eta protoilargiaren gainazala urturik mantentzen zen. Osagai astunenak zentzurantz jauzi ziren eta arinenak gainazalean flotatzen gelditu ziren.

Ilargi jaioberriak objektuak erakarri egin zituen eta horien inpaktuek ilargi—arro handiak sortu zituzten eta gainazala ilargiazal urtuz estali zuten. Garai hartan eratu ziren arroetatik hogeitamar batek bakarrik dirau oraindik. Aro honi aurrenektariar deritzo eta duela 3,92 mila milioi urte bukatu zen. *Apollo 15*, *16* eta *17* untziek ekarri zuten garai honi buruzko informazioa.

Ilargiko historiaren hurrengo fasea nektariar izenekoa da eta Nectaris arroan jazotako inpaktu handiarekin hasi zen duela 3,92 mila milioi urte eta Imbrium arroko inpak-



Ilargiko paisaia idealizatua. **Kraterak** bi motakoak izan daitezke: krater bolkanikoak eta inpaktu-kraterak. **Domoek** jatorri bolkanikoa dute eta ilargiazalaren hanturaguneak dira. **Errileak** (alemanierazko *rille* = luebaki) ilargiazalean dauden arroil moduko luebakiak dira. Errileak linealak, kurbatuak edo bihurtunetsuak izan daitezke eta hondoratu diren laba—isurketak direla uste da. **Mendizerra zimurtuak** altuera txikiko eta hedadura handiko mendi—multzoak dira. **Krater—izplak** zenbait kraterretatik erradialki ateratzen diren izpi moduko lerro distiratsuak dira. **Erregolitoa** Ilargiko ia gainazal osoa estaltzen duen hautsa da.



tuarekin bukatu zen duela 3,85 mila milioi urte. Garai hartan arto sakon handiak sortu zituzten inpaktu itzelak gertatu ziren. Besteak beste, Mare Nectaris, Mare Serenitatis eta Mare Crisium daudeneko artoak garai hartakoak dira. Toki hauetan, *Apollo 16* (Nectaris) eta *17* (Serenitatis) eta *Luna 20* (Crisium) untziek lortu zituzten datuak.

Asteroide baten inpaktuak Imbrium artoa duela 3,85 mila milioi urte sortu zuenean aro inbriarraren hasiera markatu zuen. Aro honen hasieran, aro inbriar goiztiar izenekoan, Ilargiaren alde ikusgarria sakabanutako hondakinez bete zen. Garai horretakoak dira Petavius, Arzael, Ritter eta Sabine kraterak esaterako. Aro inbriar berantiarra duela 3,80 mila milioi urte hasi zen Orientale izeneko inpaktuarekin. Orduan, fenomeno berri bat gertatu zen Ilargiko geologian: barneari zerion laba metatzen hasi zen eta artoen hondoa estaltzen hasi zen.

Lehenbizi Oceanus Procellarum-en zatiak hasi ziren betetzen, gero Mare Fecundatis, Mare Nectaris, Mare Tranquillitatis etab. Garai hartakoak, Sinus Iridum, Posidonius, Platon eta Arkimedes kraterak dira.

Aro Inbriar berantiarra duela 3,2 mila milioi urte bukatu zen. Segidan aro erastotemikoa etorri zen. Hau Ilargiko historia geologikoan arorik luzeena da; duela 1,2 mila milioi urte



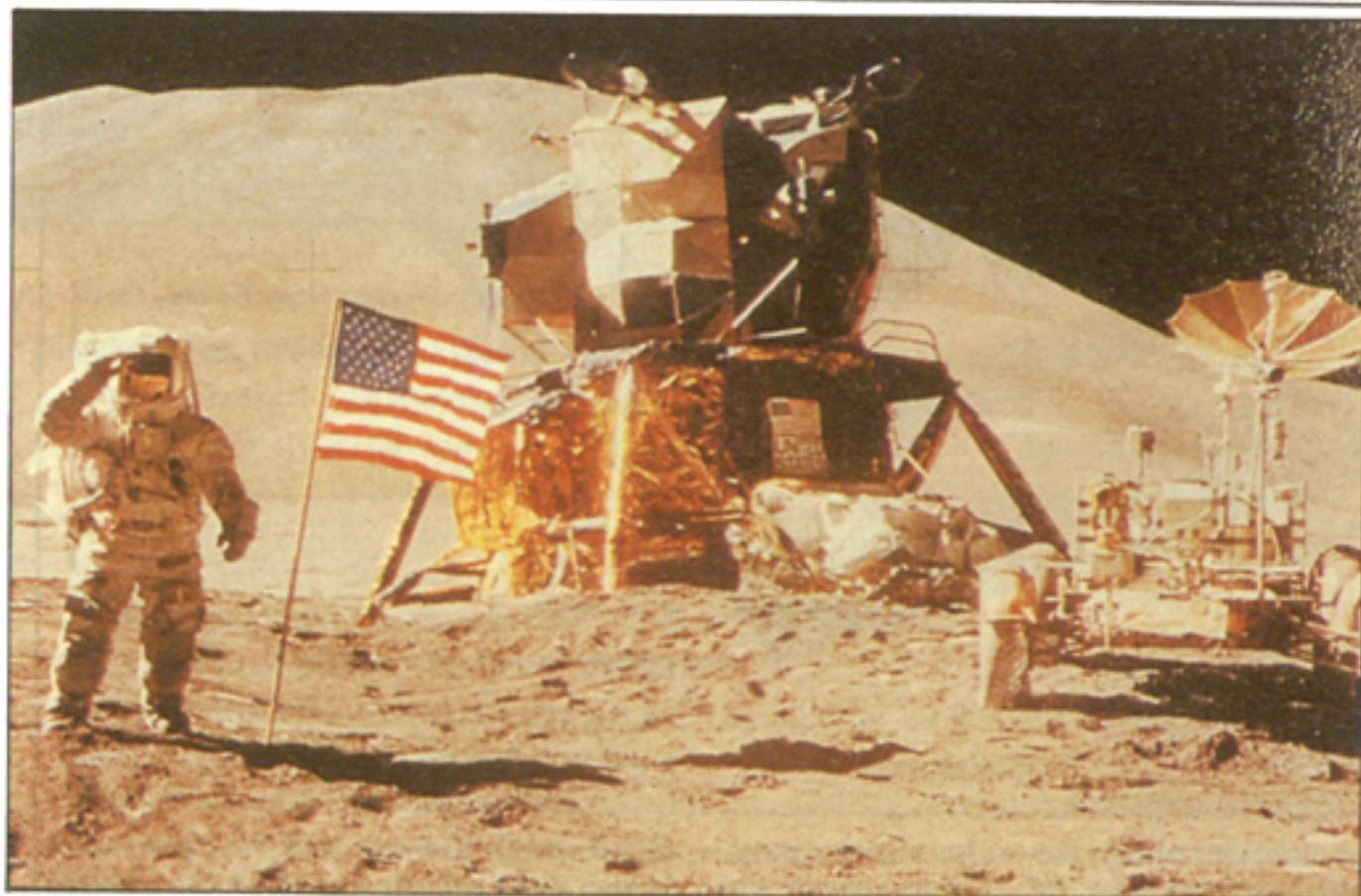
Aristarko (erdian eta ezker aldean) krateraren inguruko errile bihurtunetsuak. Kraterak 40 km-ko diametroa du.

arte iraun bait zuen. Mariak garai horretan hartu zuten egun daukaten itxura. Krater nabarmen batzuk ordukoak dira: Eratostenes, Teofilo, Pitagoras eta Aristoteles besteak beste.

Egun dirauen aroari Kopernikarra deritza eta duela 1,2 mila milioi urte hasi zen. Ilargiaren barne aldea nahikoa hotza zegoen ordurako eta laba-isurketak urritu egin ziren. Gai nazala meteorizatze bide nagusia inpaktuak izan ziren berriro ere, baina aro nektariarrean baino milioi bat bider leunagoa izan zen.

### Ilargiaren barne aldea

Ilargikarek<sup>4</sup> eta beste ebidentzia geofisikoen erakutsi dutenez, Ilargiaren barne aldean zenbait geruza daude. Alde batetik, ilargiazal zurruna dago. Honek 30–100 km-ko lodiera du, alde ezkutuan ikusgarrian baino lodiagoa delarik. Bigarrenik, mantu solidoa dago bere lodiera 900 km ingurukoa delarik. Hirugarrenik, zona biguna dago. Honek 375 km-ko lodiera du. Eta azkenik nukleo erdilikidua dago. Nukleoaren diametroa 700 km-koa da gutxi gorabehera.



dean. Arrazoia sinplea da. Ilargiko gainazaletik edozein gauza orbitan jartzeak Lurretik baino askoz energi kantitate txikiagoa behar du, grabitate-indarra txikiagoa delako. Egin den zenbait kalkuluren arabera, materiala Ilargitik bidaltzea Lurretik bidaltzea baino 20–50 aldiz merkeagoa izan daiteke. Adibidea erraza da. Lurretik jaurtikitako transbordadore espazialaren masaren %1,5 soilik da garraiakizun. Ilargitik jaurtiz gero, %50.

Antza denez, Ilargiaren esplorazio sakona eta ustiapena kale-kantoiaren daude. Puntu honetaraino iritsirik dena dela, erantzutera ausartzen ez garen galdera bat airean utzi gura dugu: Zein eskubide dugu gizakiok beste astro baten ekologian eskuhartzeko? ■

<sup>4</sup> Lurreko higidura sismikoei *lurrikara* esaten badiogu, Ilargikoei *ilargikara* esateak zilegi dirudi