

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
INSTITUTO NACIONAL GALAPAGOS
INGALA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
PROGRAMA NACIONAL DE REGIONALIZACION AGRARIA
PRONAREG

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION
ORSTOM



DE LAS ISLAS GALAPAGOS
ECUADOR

**INVENTARIO CARTOGRAFICO
DE LOS RECURSOS NATURALES,
GEOMORFOLOGIA, VEGETACION,
HIDRICOS, ECOLOGICOS Y BIOFISICOS**



**PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
INSTITUTO NACIONAL GALAPAGOS**

INGALA

**MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y GANADERIA - PROGRAMA NACIONAL
DE REGIONALIZACION AGRARIA**

PRONAREG

**INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE
SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT
EN COOPERATION**

ORSTOM

**INVENTARIO CARTOGRAFICO DE LOS RECURSOS
NATURALES, GEOMORFOLOGIA, VEGETACION,
HIDRICOS, ECOLOGICOS Y BIOFISICOS
DE LAS ISLAS GALAPAGOS ECUADOR**

PRONAREG

Jorge Acosta
Guillermo Almeida
Armando Carvajal
César Loaiza
Galo Manrique
Gustavo Tapia
Marcelo Zúñiga
Patricio de la Torre
Alfredo Muñoz
Gustavo Tipantuña
Fabián Burbano
Roberto Cruz
Iván Leiva
Edmundo Maldonado
Julio Bedoya

ORSTOM

Charles Huttel
Alain Winckell
Pierre Pourrut
Marc Viennot

Quito, Febrero 1989

Presentación

INGALA, Instituto Nacional Galápagos, pone a consideración del país este importante estudio sobre un Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales, Geomorfología, Vegetación, Hídricos, Ecológicos y Biofísicos de las Islas Galápagos.

Esta contribución científica ha sido el fruto de varios años de observación de campo, análisis y uso de técnicas modernas de foto-interpretación por parte de un importante número de profesionales pertenecientes al MAG, a través del PRONAREG y con el asesoramiento de ORSTOM. El INGALA encargó la realización de este estudio al PRONAREG (Programa Nacional de Regionalización Agraria) mediante la suscripción de un Convenio de Cooperación Inter-institucional firmado inicialmente el 29 de octubre de 1982 y ampliado sucesivamente en dos oportunidades: el 1o. de noviembre de 1983 y el 28 de noviembre de 1984.

De ese modo, como producto de este Convenio, ahora se entrega el resultado final donde se incluye variados temas de la realidad insular que, esperamos, contribuya a establecer y concretar políticas más precisas y proyectos de honda significación para el devenir de esta provincia ecuatoriana. El mayor conocimiento y profundización acerca de un manejo adecuado de las condiciones naturales de las Islas, facilitarán planificar un uso sostenido de sus recursos dentro de una política de profundo respeto a las condiciones particulares de la ecología insular. En esa perspectiva, siempre será necesario considerar el bienestar del Hombre y especialmente, de aquel residente permanente que hace patria a mil kilómetros del Ecuador continental.

Esta Memorias están complementadas con la edición de 24 mapas temáticos que han sido impresos recientemente por el Instituto Geográfico Militar. Ambos Documentos constituyen un todo, una interpretación cartografiada de la disponibilidad de recursos en el medio insular.

Esperamos que este esfuerzo del INGALA en pro de la ejecución y publicación final tanto de las Memorias como de los Mapas temáticos, sea un aporte positivo en beneficio de la sociedad ecuatoriana y en particular, para las Islas Galápagos, Patrimonio Natural de la Humanidad.

*Milton Aguas SM.
GERENTE INGALA*

Febrero de 1989

1 INVENTARIO CARTOGRAFICO DE LOS RECURSOS

INTRODUCCION

El Archipiélago de Galápagos, que administrativamente constituye la vigésima provincia ecuatoriana, ha sido muy poco estudiado en lo concerniente a recursos naturales renovables. Es así que no se disponía de ningún documento, principalmente de tipo cartográfico, que facilite el conocer estos recursos y, más aún, que permita evaluar sus potencialidades. Prueba de ello es que, hasta el momento actual, no existe una cartografía básica y topográfica confiable.

Constituyendo el archipiélago, en su gran mayoría, el "Parque Nacional Galápagos" y, en una pequeña parte, zonas de colonización agropecuaria, el objetivo principal del inventario de los recursos naturales renovables es contribuir con un documento básico que normalice el uso racional y el manejo de estos recursos y que, a la vez, sirva de sustento técnico para una posible revisión del "Plan Maestro Galápagos", ya elaborado por el CONADE (1987-1988).

Habiéndose creado el 21 de febrero de 1980, mediante Decreto No. 131, el Instituto Nacional Galápagos (INGALA) y cuya función principal es la planificación integral del archipiélago y, no disponiendo de la información básica necesaria para el efecto, encarga la realización de los estudios correspondientes al Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) mediante la suscripción de un convenio de cooperación interinstitucional firmado inicialmente el 29 de octubre de 1982 y ampliado sucesivamente en dos oportunidades, el 1 de noviembre de 1983 y el 28 de noviembre de 1984.

A su vez, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a través del PRONAREG y con el asesoramiento del Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM), viene realizando desde el año 1974 el inventario de los recursos naturales renovables, humanos y económicos a nivel nacional en base a un acuerdo de cooperación técnica internacional MAG-ORSTOM.

OBJETIVOS

La ejecución del inventario cartográfico temático de la provincia insular de Galápagos persigue fundamentalmente tres objetivos:

- Conocer y evaluar las potencialidades de los recursos naturales renovables del archipiélago.
- Contribuir con un documento básico para la planificación del uso racional, explotación y control de los recursos naturales renovables del archipiélago.
- Aportar con una base técnica para la implementación y ejecución del "Plan Maestro Galápagos".

PARTICIPACION

Dada la amplitud de los temas estudiados, el inventario de los recursos naturales de Galápagos reunió a diferentes técnicos pertenecientes a varias disciplinas tales como geomorfología, ecología, hidrología, edafología, botánica y geografía.

El apoyo financiero en cuanto a provisión de materiales, pago de movilización y viáticos estuvo a cargo de INGALA de acuerdo a lo estipulado en el convenio de cooperación interinstitucional.

Es imperioso reconocer el valioso apoyo logístico brindado por el Servicio del Parque Nacional Galápagos (SNPG) en lo referente a equipamiento para los trabajos comprobatorios de campo (guías, carpas, etc.) y la movilización marítima proporcionada entre las islas mediante las embarcaciones de su propiedad. Cabe mencionar también la ayuda proporcionada por ORSTOM a través de su taller de teledetección en Francia para los tratamientos fotoquímicos de la información satelitaria del tipo Landsat.

Hay que destacar la valiosa ayuda brindada en el campo por funcionarios de varias instituciones: Oscar Aguirre (INGALA), Humberto Andrade, Sixto Yepes, Sixto Naranjo y Arnaldo Tupiza (SPNG), Felipe Cruz y Sra., Jacinto Gordillo (ECChD) que nos permitieron cumplir a cabalidad con los objetivos que nos habíamos propuesto.

METODOLOGIA

1. DOCUMENTOS UTILIZADOS

Los diferentes trabajos ejecutados se realizaron en base a una recopilación exhaustiva de la información existente y disponible.

1.1 Información cartográfica

Los documentos disponibles a la época fueron muy limitados, debido a la falta de una cartografía a mediana y gran escala que normalmente proporciona el Instituto Geográfico Militar (IGM). Los únicos documentos disponibles entonces fueron los siguientes.

1.1.1 Cartografía a escala 1/60 000

Fue realizada en los años 1946-47 por la Marina de los Estados Unidos (US Navy) y está representada en el mapa índice No. 1 (ver anexo).

- Isla Isabela (parte norte), mapa No. 5930, primera edición marzo 1947
- Islas Isabela (en parte) y Fernandina, mapa No. 5931, primera edición febrero 1947

- Islas Isabela (en parte), San Salvador (Santiago), Rábida, Pinzón y Santa Cruz, mapa No. 5936, primera edición marzo 1947
- Islas Isabela (en parte), San Salvador (Santiago), mapa No. 5937, primera edición marzo 1947
- Isla Santa María (Floreana), mapa No. 5940, primera edición noviembre 1946
- Isla San Cristóbal, mapa No. 5943, primera edición marzo 1947
- Isla Española, mapa No. 5944, primera edición febrero 1947
- Islas Pinta y Marchena, mapa No. 5945, primera edición marzo 1947

1.1.2 Cartografía a escala 1/100 000

Son informaciones cartográficas proporcionadas por la Estación Científica Charles Darwin y el Servicio del Parque Nacional Galápagos; están representadas en el mapa índice No. 2 (ver anexo).

- Isla Isabela (parte sur). Propuesta de delimitación del Parque Nacional, julio 1967.

1.1.3 Cartografía a escalas diversas

Son los mapas de ubicación y de delimitación de las áreas de colonización; están representados en el mapa índice No. 3 (ver anexo).

- Isla Santa Cruz, escala 1/20 000, febrero 1974,
- Isla San Cristóbal, escala 1/10 000, marzo 1974,
- Isla Santa María (Floreana), escala 1/5 000, febrero 1974,
- Isla Isabela, escala 1/20 000, marzo 1983.

1.2 Información fotográfica

Toda la cobertura fotográfica utilizada fue proporcionada por el IGM y las fechas de toma varían desde 1959 hasta 1985, con escalas que oscilan entre 1/40 000 y 1/60 000. La repartición de las fotografías utilizadas se presenta en el cuadro a continuación y en los mapas índices dados en anexos No. 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

a.- ISLA ISABELA

Escala	Línea	Rollo	Fotografías	Fecha	Mapa-índice
1/50 000	8	19	375 - 378	1960	4
1/50 000	9B	16	227 - 243	1960	4
1/50 000	10	19	380 - 405	1960	4, 5
1/50 000	11	19	471 - 503	1960	4, 5
1/50 000	12	19	447 - 469	1960	4, 5
1/50 000	13A	13	100 - 117	1960	4
1/50 000	14	19	429 - 442	1960	9
1/50 000	15	19	407 - 424	1960	9
1/50 000	19	16	170 - 183	1960	9
1/50 000	20	13	105 - 109	1960	9
1/50 000	3	14	147 - 157	1960	9
1/50 000	14A	85	16291 - 16297	1982	10
1/60 000	13	111	19995 - 20000	1985	10
1/60 000	8	110	19845 - 19851	1985	10
1/60 000	16	110	19869 - 19879	1985	10

b.- ISLA SAN CRISTOBAL

1/50 000	38	25	694 - 703	1963	8
1/25 000	10	85	16215 - 16220	1982	10
1/60 000	32	85	16151 - 16160	1982	10
1/60 000	33	111	19890 - 19896	1982	10

c.- ISLA FERNANDINA

1/50 000	4	16	253 - 258	1960	4
1/50 000	5	19	505 - 512	1960	4
1/50 000	6	19	516 - 524	1960	4
1/50 000	7	16	245 - 250	1960	4
1/60 000	10	111	19945 - 19951	1985	10
1/60 000	11	111	19936 - 19942	1985	10
1/60 000	12	111	19993 - 19989	1985	10

d.- ISLA SANTIAGO (SAN SALVADOR)

1/50 000	22	25	684 - 692	1963	8
1/50 000	23	16	207 - 216	1960	8
1/50 000	24	16	217 - 226	1960	8
1/60 000	18	109	19760 - 19766	1985	10
1/60 000	19	111	20007 - 20015	1985	10
1/60 000	19A	109	19767 - 19772	1985	10

e.- ISLA RABIDA

1/50 000	25	13	118 - 119	1960	8
----------	----	----	-----------	------	---

f.- ISLAS SANTA CRUZ Y BALTRA

Escala	Línea	Rollo	Fotografías	Fecha	Mapa-índice
1/50 000	20	1	37 - 43	1959	6
1/50 000	27	13	126 - 127	1959	6
1/50 000	28	16	195 - 198	1959	6
1/50 000	29	25	615 - 623	1959	6
1/50 000	30	26	658 - 668	1959	7
1/50 000	32	16	185 - 194	1960	7
1/50 000	28	T8	672 - 682	1963	7
1/25 000	24	59	11493 - 11508	1981	10
1/25 000	24A	59	11518 - 11531	1981	10
1/60 000	24	109	19825 - 19829	1981	10
1/60 000	25	109	19817 - 19824	1985	10
1/60 000	25A	109	19830 - 19834	1985	10

g.- ISLA SANTA FE

1/50 000	19A	T3	20 - 22	1960	7
----------	-----	----	---------	------	---

h.- ISLA PINZON

1/50 000	29A	13	120 - 122	1960	6
----------	-----	----	-----------	------	---

i.- ISLA SANTA MARIA (FLOREANA)

1/50 000	35	23	561 - 567	1960	8
1/25 000	30	85	16206 - 16213	1982	10
1/50 000	27	109	19811 - 19814	1985	10

j.- ISLA ESPAÑOLA

1/50 000	41	23	545 - 548	1960	8
----------	----	----	-----------	------	---

k.- ISLA MARCHENA

1/50 000	23	1	61 - 64	1959	8
1/50 000	24	1	57 - 60	1959	8

l.- ISLA GENOVESA

1/50 000	25	1	16 - 18	1959	8
----------	----	---	---------	------	---

m.- ISLA PINTA

1/50 000	22	1	11 - 14	1959	8
1/60 000		85	16194 - 16198	1985	10

De toda la cobertura fotográfica aérea disponible, únicamente quedaron zonas sin recubrimiento fotográfico (Gap) en la parte sur de la Isla Isabela. En estas zonas, la información fue tomada de las imágenes satelitarias Landsat.

1.3 Información satelitaria

Se utilizó exclusivamente información prove-

niente de los satélites Landsat, disponible en dos formas diferentes: MSS (Multi Spectral Scanner) imágenes de reflectancia en los canales 4, 5 y 7 y RBV (Return Beam Vidicom) imágenes video en blanco y negro. Estas imágenes fueron proporcionadas por el "Atelier de Télédétection" de ORSTOM en Francia. Las tomas utilizadas están representadas en el mapa índice No. 11 y el detalle es el siguiente:

Número del satélite	Tipo de imagen	Columna	Línea	Codificación de las imágenes	Fecha de toma
2	MSS	018	060	E2492-15244	28-V-76
2	MSS	018	060	E2512-15242	15-VI-76
2	MSS	018	060	E2564-15224	8-VIII-76
3	MSS	018	060	E30335-15313	3-II-79
3	MSS	018	060	E30749-15252	23-III-80
3	RBV	018	060	83078516241XD	28-IV-80
2	MSS	018	061	E2492-15251	28-V-76
2	MSS	018	061	E2510-15244	15-VI-76
2	MSS	018	061	E2564-15231	8-VIII-76
3	MSS	018	061	E30335-15320	3-II-79
3	RBV	018	061	8307851524XA	28-IV-80
3	RBV	018	061	8307851524XB	28-IV-80
2	MSS	019	060	E2547-15290	22-VII-76
2	MSS	019	060	E2565-15238	9-VIII-76
2	MSS	019	060	E21375-15201	28-X-78
3	MSS	019	060	E30336-15372	4-II-79
3	MSS	019	060	E30372-15370	12-III-79
3	MSS	019	060	E30624-15340	19-XI-79
3	MSS	019	060	E30642-15334	7-XII-79
3	MSS	019	060	E30750-15310	24-III-80
2	MSS	019	061	E2547-15292	22-VII-76
2	MSS	019	061	E2565-15285	9-VIII-76
3	MSS	019	061	E30336-15374	4-II-79
3	MSS	019	061	E30372-15372	12-III-79
3	MSS	019	061	E30624-15342	19-XI-79
3	MSS	019	061	E30642-15340	7-XII-79
3	MSS	019	061	E30750-15312	24-III-80
4	MSS	018	060	E40546-15440	13-I-84
4	MSS	018	060	E40546-15442	13-I-84

2. METODOLOGIA UTILIZADA

Debido a la falta de una cartografía a gran escala con un grado de confiabilidad suficiente para trabajos de restitución, fue necesario elaborar la totalidad de las bases Cartográficas.

2.1 Mapas bases

En general, se utilizó como base ampliaciones fotográficas a escala 1/100 000 de las imágenes satelitarias (MSS y RBV) elaboradas en el servicio de teledetección de ORSTOM en Francia. De estas imágenes se obtuvo el perfil costanero y se identificaron todos los puntos sobresalientes fácilmente localizables en las fotografías aéreas como volcanes, red hidrográfica, etc. . . Luego se realizó el traspaso de la información interpretada en las fotografías aéreas utilizando un Zoom Transfer 274 de Bausch and Lomb.

Al mismo tiempo que se restituía la información interpretada en las fotografías aéreas al mapa base, se procedió a rectificar el perfil costanero de este mapa, ya que los detalles son más claros en las fotografías a escala 1/60 000 que en las imágenes satelitarias.

2.1.1 Ubicación geográfica y cálculo de las coordenadas

Observando la distribución de las islas pareció conveniente dividir el archipiélago en 6 cuadrículas a la escala 1/100 000; cada cuadrícula abarca 55' 30" en sentido longitudinal (Este-Oeste) y 40' 00" en sentido latitudinal (Norte-Sur), y está subdividida con marcas cada 10".

Para la ubicación de las coordenadas en las islas Isabela, Fernandina, Pinta, Marchena, Genovesa, Santiago, Rábida, Pinzón, San Cristóbal, Española y Floreana se recurrió a las coordenadas que se hallan en el levantamiento realizado por la US Navy. Estos mapas tienen una escala aproximada de 1/66 000 y divisiones cada 5". Las coordenadas se restituyeron en los mapas a 1/100 000 mediante un pantógrafo óptico Keuffel. En la isla Santa Cruz, la información de la US Navy comprende sólo un 10 o/o de la isla en su sector oriental. Esta información parcial se utilizó siguiendo el procedimiento anteriormente descrito y, para el resto de la isla, se tomó la información proveniente del levantamiento realizado por el Instituto Oceanográfico de

la Armada del Ecuador (INOCAR), escala 1/600 000 y con divisiones cada 10"; la ampliación de la escala 1/600 000 a 1/100 000 se hizo con el pantógrafo óptico. Para las islas Baltra y Santa Fé se utilizó como referencia la Isla Santa Cruz y se comprobó su ubicación geográfica con el mapa de INOCAR.

2.1.2 Curvas de nivel

Esta información proviene en su gran mayoría de los mapas de la US Navy y en parte (Isla Santa Cruz y parte sur de Isabela) de la interpretación de fotografías aéreas y de datos de campo.

El método consistió en transformar los datos en pies de la US Navy a metros y luego realizar el nuevo trazado de curvas de nivel. Tal proceso llevó a tres tipos de resultados y los procedimientos empleados para la elaboración de las curvas de nivel fueron los siguientes:

- a. Cuando las altitudes de los mapas y las medidas en el campo correspondían, se realizó el trazado de las curvas de nivel en metros sin mayor inconveniente, utilizando la relación pie-metro.
- b. Cuando existía discrepancia entre las alturas del mapa y las mediciones en el campo, se procedió a la corrección respectiva tomando en cuenta los datos de campo (promedio de las lecturas de tres altímetros Thommen) y se conservó el patrón de las curvas de nivel, rectificando sólo los datos numéricos.
- c. En el caso de existir una ausencia parcial o total de la información hipsométrica en ciertas islas, se procedió al dibujo lógico de las curvas de nivel, mediante fotointerpretación en base a los puntos de control tomados en el campo.

2.2 Mapas temáticos

Resultan de un proceso bastante similar a aquel utilizado para los mapas bases. Se efectuaron dos fotointerpretaciones independientes en la cobertura fotográfica existentes, una orientada hacia la delimitación de las formaciones vegetales y la otra hacia la cartografía de las unidades geomorfológicas.

Composiciones coloreadas en falso color de los canales 4, 5 y 7 de las imágenes MSS de Landsat fueron empleadas para estudiar la zonificación ve-

getación-clima, así como las diferentes formaciones de lava.

Toda la información fue posteriormente restituida sobre los mapas bases previamente elaborados, para obtener así documentos cartográficos preliminares para los trabajos comprobatorios de campo.

2.3 Trabajos de campo

Constituyendo el Parque Nacional de Galápagos, por su naturaleza, una zona totalmente deshabitada y en consecuencia carente de toda la infraestructura vial indispensable, todos los trabajos comprobatorios de campo se efectuaron a pie.

Al ser prácticamente imposible realizar un recorrido completo en todas las islas, se determinaron previamente en gabinete los itinerarios principales a seguirse, tomando en consideración que los mismos sean representativos, es decir que cubran todas las unidades geomorfológicas y de vegetación a estudiarse.

En esta fase del trabajo se conformaron dos grupos que trabajaron en forma independiente, el uno para los estudios geomorfológicos (información sobre relieve, litología, formaciones superficiales y morfodinámica actual) y el otro para el estudio de la vegetación natural (fisionomía y densidad de la vegetación, especies dominantes, factores limitantes importantes).

Las informaciones recolectadas en el campo permitieron la rectificación de los documentos elaborados mediante fotointerpretación y la realización de los dos mapas definitivos siguientes.

3. EL MAPA GEOMORFOLOGICO

3.1 Metodología específica

3.1.1 Documentos utilizados

Debiendo el estudio abarcar la totalidad del archipiélago, y, con el fin de que los recorridos de campo sean lo menos pesados posible, debido a problemas de acceso, los trabajos se apoyaron en todos los datos de teledetección existentes a la época.

- Imágenes Landsat tanto RBV como MSS. En

el campo geomorfológico, estas imágenes permiten identificar la mayoría de las manifestaciones recientes (zonas sin vegetación) así como las diferentes generaciones de emisiones volcánicas (cambios de tonalidad). Además se ha interpretado en estas imágenes los grandes rasgos del relieve, los lineamientos, fisuras y se utilizó la delimitación de las zonas climáticas para efectuar, en el campo, la relación entre climas y grado de alteración de las formaciones aflorantes.

- Las fotografías aéreas tomadas desde 1946 hasta 1985 han sido analizadas según los criterios convencionales de interpretación geomorfológica, tratando, para cada unidad, de llegar a una caracterización la más precisa posible: tipo de relieve, estado de disección, forma de la superficie, cronología relativa, grado de cobertura vegetal y evolución reciente y/o actual. En algunas zonas privilegiadas con actividad reciente se ha podido de esta manera notar los cambios ocurridos hasta 1985.

3.1.2 Trabajos de campo

La elaboración de un documento geomorfológico preliminar anterior a los trabajos de campo sirvió para establecer en gabinete los principales itinerarios representativos por efectuarse, tomando en cuenta el cruzamiento de los tres factores siguientes:

- recorrido de la mayor cantidad de unidades representativas,
- ejecución de transectos cronológicos,
- realización de transectos climáticos.

En algunos casos las dificultades de acceso impidieron la realización de lo programado, pero se debe indicar que, en cada isla o volcán mayor, se realizó por lo menos un recorrido de la playa a la cumbre, lo que permitió la ejecución de un transecto altitudinal. Los resultados obtenidos de esta manera fueron extrapolados, en una segunda fase, mediante interpretación de los documentos aéreos disponibles. Si bien es verdad que con tal método las descripciones de las diferentes unidades no tienen el mismo grado de confiabilidad, cabe señalar que siempre se ha indicado el recorrido de campo realmente efectuado.

3.2 La información cartografiada

Tanto la escala del mapa como su contenido y su leyenda fueron escogidos en función de los intereses de las diversas instituciones involucradas en este estudio: PRONAREG, ECChD, SPNG e INGALA. Las columnas de la leyenda se refieren a los temas siguientes.

3.2.1 Aspecto y tonalidad en la fotografía aérea

Estos criterios se utilizaron por la relación existente entre el grado de cobertura vegetal revelado por la fotografía y la cronología relativa de los substratos. Esta relación, comprobada en los transectos efectuados en el campo, sirvió para las extrapolaciones a las zonas no recorridas.

3.2.2 Características geomorfológicas

Aquí se presentan las principales características descriptivas, explicativas y genéticas de todas las unidades cartografiadas, poniendo énfasis en los siguientes aspectos:

- cronología relativa,
- mecanismo de origen (coladas, proyecciones volcánicas, depósitos coluviales, etc.),
- formas de relieve, principales y secundarias, caracterizadas por algunos factores fisiográficos, tales como altitud, disección, desnivel y pendiente.

3.2.3 Aspecto de la superficie

La palabra "superficie" tiene aquí su sentido más amplio y para su caracterización se emplearon los siguientes parámetros:

- el grado de cobertura vegetal en cuatro clases de intensidad, cobertura nula, parcial, incompleta o total. Este índice constituye un buen criterio para caracterizar la edad de las diferentes formaciones dentro de una zona climática,
- las formas de la superficie están indicadas cuando los trabajos de campo o los datos de fotointerpretación lo permitieron (lava caótica, "pahohoe", "aa", tipo de flujos, formas secundarias parásitas, etc. . .)
- las formaciones litológicas están descritas cuando se trata de afloramientos no cubiertos y se

indican los facies predominantes y sus características mayores (facies, color, tipo de afloramiento, etc. . .)

- las formaciones superficiales en caso de existir una cobertura por encima de las rocas preexistentes. Pueden tener dos orígenes distintos,
 - cobertura de proyecciones más recientes que el substrato,
 - alteración del substrato preexistente en el caso de existir las dos condiciones siguientes, un substrato suficientemente antiguo para ser alterado y condiciones climáticas relativamente húmedas.

Todas las formaciones superficiales están caracterizadas por su espesor, su grado de alteración, su textura y sus condiciones de elaboración.

- la evolución reciente y/o actual indica la dinámica que afecta los paisajes y formaciones existentes. Pueden clasificarse en tres tipos,
 - volcánica; manifestaciones recientes (coladas, proyecciones),
 - tectónica; fallas y fracturas actuales,
 - morfodinámica; manifestaciones actuales superficiales tales como escurrimiento, erosión y depositación hídrica, eólica o marina.

4. EL MAPA DE FORMACIONES VEGETALES

En base a la información disponible a la época se trató de elaborar un documento cartográfico orientado hacia dos objetivos principales:

- Cartografiar la mayor superficie y, en la medida de las posibilidades, la totalidad del archipiélago.
- Alcanzar el mayor nivel de detalle posible de acuerdo con la información disponible.

4.1 Documentos utilizados

Las fuentes de información utilizadas fueron clasificadas por su nivel de detalle creciente.

4.1.1 Imágenes Landsat

Estas imágenes permitieron delimitar los grandes conjuntos, así como las zonas climáticas.

Pero tal información es bastante irregular existiendo imágenes de varias fechas en algunas zonas, e incompletas o de mala calidad (nubes) en otras partes, inclusive ausencia total de tomas en algunas islas.

4.1.2 Fotografías aéreas

Existen fotografías aéreas de varias fechas entre 1946 y 1985 y las escalas varían entre 1/20 000 y 1/60 000. Combinando los sucesivos juegos fotográficos, fue posible lograr una cobertura casi completa. La selección de las fotografías para su interpretación respondió a dos criterios:

- Utilización de las fotografías más actuales en las zonas que pudieron experimentar cambios en las épocas recientes, como es el caso de las zonas de "pampas" que se encuentran en un proceso de expansión bajo la influencia directa o indirecta del hombre. También entran en esta categoría las islas que presentan todavía una notable actividad volcánica. Las zonas de uso agropecuario igualmente precisaron de este tipo de documento reciente.
- En los demás casos, la calidad técnica y, en menor grado, la escala fueron los factores determinantes para la selección de las fotografías. Cabe anotar que las tomas de 1982 y algunas de 1985 no tienen la calidad deseable para la interpretación de las formaciones vegetales, siendo las de 1960 las que presentan mayor nitidez y contraste.

Las fotografías aéreas permiten llegar a otro nivel de detalle facilitando delimitar y diferenciar las zonas con vegetación arbórea y arbustiva, así como las zonas llamadas "sin vegetación". La delimitación de las zonas con vegetación herbácea fue fácil, pero la identificación de las mismas en las fotografías aéreas resulta bastante difícil por la pequeña escala de las tomas y se requirió criterios adicionales para tal fin. Las fotografías aéreas permitieron también agregar dos criterios más, que son la densidad de la vegetación y la composición de mezclas de formaciones vegetales de fisionomías diversas.

Salvo casos excepcionales, no fue posible llegar hasta el nivel de composición florística o especie dominante ya que fotografías a escala 1/60 000 sólo permitieron identificar con seguridad las especies del manglar y el palo santo (*Bursera graveolens*).

La identificación acertada de otras especies resulta bastante difícil y arriesgada.

4.1.3 Información bibliográfica y de campo

Se trata del conjunto de información de mayor detalle, pero también de cobertura espacial más reducida. Por información bibliográfica se entienden los trabajos publicados por investigadores, principalmente de la Estación Charles Darwin, así como aquella información recibida oralmente del personal de dicha Estación o del personal técnico del Parque Nacional. A esta información ajena se añaden las observaciones personales realizadas en el campo.

Esta información llega con precisiones diversas a nivel de composición florística; así las publicaciones científicas describen la vegetación con gran detalle en algunos sitios, mientras que nuestro recorrido de campo sólo permitió determinar las especies más importantes o dominantes a lo largo del camino transitado.

4.2 La información cartográfica

De acuerdo a la información utilizada, el documento cartográfico tiene tres niveles de lectura o de información.

4.2.1 Zonificación climática

El color de la unidad cartográfica indica de manera rápida su clasificación climática de acuerdo a una zonificación ampliamente utilizada por PRONAREG-ORSTOM en la Costa ecuatoriana. La delimitación general de las zonas climáticas fue realizada en las imágenes Landsat y los límites así obtenidos fueron afinados en las fotografías aéreas y comprobados con los datos de las escasas estaciones climatológicas o pluviométricas existentes y sobre todo por la composición florística observada en el campo. Las principales características botánicas de cada zona climática se indican a continuación.

4.2.1.1 La zona árida

Se caracteriza por la gran abundancia de especies espinosas conformando formaciones donde predominan los arbustos y los árboles; pocas veces los árboles logran formar bosques densos. Las especies características son los cactus, particularmente del género *Jasminocereus* (cirio) y espe-

cies de los géneros *Acacia*, *Prosopis* (algarrobo), *Parkinsonia*, *Scutia* (espino) y *Castela*. En esta zona se encuentran también las especies pioneras del género *Scalesia*, *S. affinis*, *S. atractyloides*, *S. incisa*, etc. Están también presentes en la zona árida especies menos características que pueden encontrarse en otras zonas climáticas, *Bursera graveolens* (palo santo), *Cordia* (muyuyo), *Opuntia* (tuna), *Piscidia* (matazarno), *Croton* (chala), etc.

Por su ubicación geográfica fueron incluidas en esta zona las formaciones litorales en sus dos expresiones más comunes; la primera corresponde a una vegetación herbácea que, por su reducida extensión a lo largo de las playas, no pudo ser cartografiada y la segunda con fisionomía arbórea que corresponde a los manglares.

4.2.1.2 La zona muy seca

Se caracteriza por un bosque de palo santo en casi todas las islas. Este árbol puede estar asociado a otras especies arbóreas como *Erythrina* (caco), *Pisonia* (pega-pega), *Zanthoxylum* (uña de gato). Los arbustos están presentes en el sotobosque o en formaciones menos evolucionadas, *Marcraea* (romerillo), *Lantana*, *Lippia*, *Alternanthera*, *Chamaesyce*, etc.

4.2.1.3 La zona seca

Se caracteriza principalmente por la desaparición de las formaciones densas de palo santo; esta especie está reemplazada por el pega-pega, *Psidium galapageia* (guayabillo) y los arbustos representativos son *Psychotria* (cafetillo), *Chiococca* (espuela de gallo). En esta zona se nota la presencia de algunos epífitos.

4.2.1.4 La zona húmeda

Registra la aparición de especies más exigentes en humedad y la vegetación se vuelve siempre verde. La formación vegetal básica es un bosque de *Scalesia* (lechoso), *S. pedunculata*, *S. microcephala* o *S. cordata* según las islas. Esta formación no existe en todas las islas por razones de repartición de la *Scalesia* o por la acción del hombre; así en las islas con uso agrícola, las extensiones del bosque de *Scalesia* se encuentran reducidas, y, en las islas donde *Scalesia* no está presente, los bosques de la zona húmeda son dominados por *Zanthoxylum*.

Además en las zonas intervenidas por el hombre se nota el desarrollo explosivo de una especie introducida, *Psidium guajava* (guayaba), la cual muestra una cierta preferencia para la zona húmeda.

Las formaciones arbustivas se caracterizan por la presencia de *Darwiniothamnus*, *Acnistus*; las especies epífitas son más numerosas y se puede mencionar musgos, helechos, orquídeas entre otras.

4.2.1.5 La zona muy húmeda

Tiene formaciones arbustivas y herbáceas. El arbusto más representativo, aunque no presente en todas las islas, es *Miconia* (cacaotillo). Las formaciones herbáceas o pampas están formadas fundamentalmente por gramíneas y ciperáceas.

4.2.2 Fisionomía y densidad de la vegetación

En los mapas, el tono del color indica la fisionomía de la vegetación la cual corresponde al segundo nivel de detalle. La diferenciación entre formaciones arbóreas, arbustivas y herbáceas es obvia aunque la definición de "árbol" tiene que ser ajustada a lo observado en Galápagos; se calificó como árbol un vegetal leñoso, de altura superior a dos metros, con copa ancha y tronco bien individualizado.

Las tramas sobrepuestas son una indicación de la densidad de la vegetación. La evaluación de esta densidad se realizó en las fotografías aéreas con las debidas comprobaciones en el campo. Se escogieron tres grados de cobertura vegetal: vegetación cerrada que no deja al descubierto una parte significativa del suelo, vegetación abierta con un porcentaje moderado del suelo al descubierto y vegetación muy abierta con una parte importante del suelo sin cobertura vegetal. La representación mediante franjas alternas de varias fisionomías (limitadas a dos por razones de simplificación) traduce la visión que se tiene en las fotografías aéreas.

Una atención especial debe darse a las zonas cartografiadas como "sin vegetación". Esta categoría incluye varias áreas como acantilados, playas, derrumbes, y derrames de lava; en muchos casos se trata efectivamente de zonas sin ninguna vegetación pero en otros casos, como por ejemplo en los derrames de lava, puede existir una escasa vegetación que, por su baja densidad y altura, no puede ser notada en las fotografías aéreas. La fisionomía

de estas formaciones estaría dentro de los tipos arbustivos y herbáceos, pero con una densidad no cuantificable. Las especies presentes son especies pioneras como *Brachycereus nesioticus* (cactus de lava), *Mollugo*, *Vallesia* (peralillo), *Trachypteris* y líquenes.

También por falta de información florística no se pudo trazar los límites climáticos dentro de tales zonas. Cuando las coladas son estrechas e incluidas en zonas con una vegetación bien desarrollada fue posible hacer pasar el límite apoyándose en las zonas vecinas. En las áreas con grandes extensiones de lavas recientes, el trazado de los límites de las zonas climáticas es bastante aproximado (laderas norte del Cerro Azul y del Sierra Negra por ejemplo).

4.2.3 Especies Dominantes

Las letras que constan en algunas zonas proporcionan una indicación florística sintetizada tanto en su dimensión como en su significado; simbolizan la especie dominante en el lugar donde están ubicadas. Se representaron únicamente en zonas donde tal determinación fue posible, es decir donde nos llevó el recorrido de campo o donde disponíamos de una información confiable.

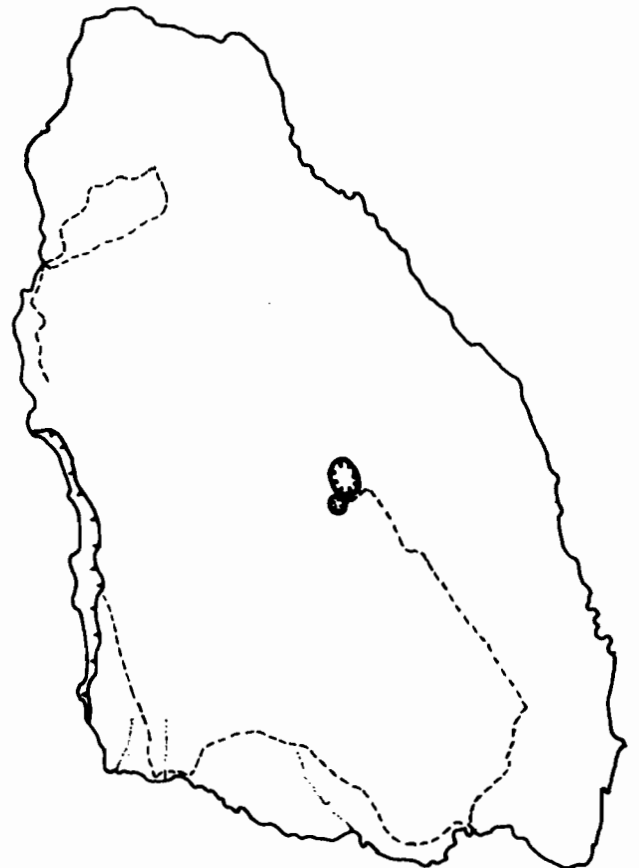
Como en toda cartografía de vegetación, los límites trazados no tienen siempre el mismo valor; así, por ejemplo, sobre substratos antiguos la vegetación muestra un gradiente de variación de acuerdo al cambio lento y de forma continua de un factor tal como la humedad y, de este modo, el cambio de una formación vegetal a otra se hace de manera gradual a través de zonas de transición. El límite cartográfico en estos casos es bastante subjetivo y de acuerdo a los observadores puede cambiar de posición. Por suerte, en las islas Galápagos, muchos límites se deben a factores que no tienen gradiente, tal como el cambio de terrenos antiguos a derrames lávicos recientes y el límite entre los dos terrenos separa de manera brusca y nítida dos formaciones vegetales.

Una característica de la vegetación de las islas Galápagos, no fue tomada en cuenta para esta cartografía: los cambios estacionales o accidentales de la fisionomía de las formaciones vegetales a favor de fuertes lluvias. Según observaciones personales y varias informaciones orales, las formaciones abiertas y muy abiertas en las zonas más secas pueden

exhibir un aspecto sorprendente en los inviernos más lluviosos; en abril de 1987, la isla Baltra tenía, a más de aisladas matas de *Parkinsonia* y de cactus, una densa cobertura de gramíneas con una neta dominancia de *Chloris*. En las partes bajas de la isla Floreana, esta cobertura herbácea estaba dominada por una compuesta, *Blainvillea dicotoma*. Estas coberturas herbáceas, desarrolladas gracias a las excepcionales lluvias del invierno 1987, no se notan durante la estación seca y no existen todos los años. Por tal razón no fue posible cartografiar las formaciones vegetales en su estado de mayor desarrollo que ocurre de manera muy irregular.

DESCRIPCION DE LAS ISLAS

ISLA PINTA



Croquis del recorrido de campo

La Isla Pinta, como las islas Darwin y Wolf, se ubica en el extremo Noreste del archipiélago. Es de forma alargada en dirección noroeste-sureste; su eje longitudinal mide aproximadamente 12 km y el eje latitudinal mide 6 km en el centro de la isla. Considerando su pequeño tamaño, Pinta es una isla bastante alta, las laderas del volcán se elevan bruscamente hasta una altura de 790 m (altura medida en la cima); el flanco occidental tiene alturas moderadas que varían entre 300 y 400 m mientras que los sectores norte y sureste son bastante bajos con alturas inferiores a 100 m.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

La Isla Pinta es un volcán localizado a lo largo de una cuchilla submarina al borde nororiental de la plataforma Galápagos. La construcción volcánica antigua está fallada, destruida y erosionada por el mar; ubicada al extremo Oeste de la isla, forma una franja irregular de 1 a 2 km de ancho que se encuentra limitada al exterior por un acantilado que, en su parte central, tiene una altura de casi 100 m y que disminuye paulatinamente tanto al Norte como al Sur; hacia el interior de la isla presenta bloques basculados limitados por abruptos muy fuertes que lo separan de la construcción más joven.

Sin duda, el rasgo más característico del relieve es la presencia, en el centro de la isla, de un edificio volcánico muy reciente, bien conservado, que casi no ha sufrido modificaciones notables por la erosión. Tiene la forma típica de un estrato-volcán y es el único de este tipo en todo el archipiélago. Una intensa actividad volcánica reciente se desarrolló a lo largo de fisuras paralelas a la falla principal que atraviesa la isla en dirección noroeste-sureste; bocas y conos parásitos dejaron escapar enormes cantidades de lava que cubrieron los relieves pre-existentes y avanzaron hacia el océano, modificando completamente el perfil oriental de la isla.

1.2 La antigua construcción volcánica

Localizada en el flanco occidental de la isla, está formada por una serie de superficies monoclinales, ligeramente onduladas o disectadas por quebradillas paralelas, dispuestas escalonadamente por efecto de fallas longitudinales; los movimientos diferenciales dislocaron los bloques pre-existentes,

dando lugar a la formación de abruptos tectónicos y cornizas rocosas de fuerte pendiente.

Al oriente de la isla, y localmente al Norte, se observan testigos de los flancos inferiores de la antigua construcción, aislados por los derrames recientes; los testigos más altos tienen un relieve ondulado a caótico y están ligeramente inclinados, mientras que los testigos basales tienen un perfil casi plano a cóncavo.

Litológicamente está formada por una alternancia de potentes capas de lavas macizas y escoriáceas gris oscuras, con capas delgadas y finas de color negro, gris y rojizo; estas lavas son del tipo "pahoe-hoe" y en superficie se encuentran alteradas con una meteorización café-amarillenta. Localmente se observan alteraciones arenosas a limo-arenosas con huellas de escurrimiento difuso y concentrado de invierno.

1.3 La construcción volcánica reciente

Los flancos inferiores de la construcción volcánica reciente forman al occidente un callejón alargado, paralelo a la antigua construcción. Litológicamente el substrato está formado por lavas macizas y escoriáceas cubiertas por el material fino depositado por escurrimiento de invierno; el espesor de estos sedimentos puede ser importante, ya que localmente se ubican en zonas de acumulación o de descarga. Hacia el Sur de la isla estos flancos forman una vertiente ligeramente inclinada con relieve suavemente ondulado a caótico.

Los flancos superiores, rectilíneos y de fuerte pendiente, se elevan bruscamente hacia el cráter del volcán formando un cono casi perfecto. El domo somital tiene una forma circular de aproximadamente 1 km de diámetro; el relieve es ligeramente ondulado con presencia de fracturas de hundimiento.

El cráter del volcán se encuentra en posición excéntrica hacia el Este, tiene la forma de "embudo" con paredes internas rocosas y un fondo plano relleno por materiales finos y gran cantidad de bloques y escombros en superficie, producto de movimientos de gravedad. Sobre el cráter se ubican, al Norte y al Sur, dos pequeños conos volcánicos parásitos formados por escorias muy meteorizadas, de color café-rojizo, caracterizados por una intensa actividad fumarólica.

Numerosos afloramientos rocosos y bloques de lava maciza y escoriácea salpican el relieve, localmente se encuentran recubiertos discontinuamente por lapilli y cenizas volcánicas, asociadas con alteraciones arcillo-arenosas, producto de un clima muy húmedo con presencia de neblina y garúa estacionales.

1.4 Los derrames de lava

Cubren todo el sector oriental de la isla hasta la parte noroccidental. Salvo dos testigos de flujos de edad intermedia localizados al Sur, el resto de la antigua construcción volcánica no presenta huellas de actividad reciente.

1.4.1 Derrames de lava de edad intermedia

Pequeños testigos aislados por las lavas recientes se ubican desordenadamente a lo largo de toda la franja oriental; la fuente de estos derrames son conos parásitos. Generalmente se trata de coladas y flujos caóticos de lava escoriácea de tipo "aa" superpuestos sobre flujos más antiguos de lava maciza de tipo "pahoehoe".

1.4.2 Derrames de lava recientes

Ocupan casi el 80 o/o del flanco oriental de la isla. Por fotointerpretación hemos diferenciado tres generaciones de flujos de lava por sus características de coloración, textura y ubicación.

1.4.2.1 Derrames de primera generación

Los mayores afloramientos ocurren al Noroeste de la isla; se trata de flujos de lava escoriácea de tipo "aa" que cubren los flancos inferiores de los conos volcánicos parásitos; hacia las partes bajas y planas forman campos de coladas caóticas superpuestas a lavas de tipo "pahoehoe" de las cuales localmente se conservan testigos aislados; estas últimas se diferencian por su meteorización superficial café-negrucza con manchas café-amarillentas.

1.4.2.2 Derrames de segunda generación

Al Norte de la isla dominan los flujos de lava de tipo "aa" asociada con "pahoehoe". Al Este y al Sureste son exclusivamente bloques negros de lava "aa" y escorias rojizas ubicadas en forma radial en los flancos inferiores del cono volcánico

principal.

1.4.2.3 Derrames de tercera generación

Son muy escasos y discontinuos, los más extensos ocurren al Norte de la isla, al pie de la construcción volcánica reciente; dominan flujos longitudinales muy marcados, formados por una superposición de derrames de tipo "aa" asociados con "pahoehoe". Al Sureste se destacan coladas caóticas muy negras tipo "aa" asociadas con bloques y escorias rojizas con superficies vitrificadas.

1.5 Los conos volcánicos parásitos

La gran mayoría se ubica en la parte joven de la isla, están formados por una alternancia de escorias vitrificadas con coladas de lava generalmente escoriácea. Los más antiguos, localizados especialmente al Sur y Sureste de la isla, alcanzan casi siempre una altura de 100 m; poseen un cráter bien definido con flancos internos rectilíneos casi verticales y un fondo plano relleno por material fluvio-lacustre; en cambio los flancos exteriores son ligeramente cóncavos y están disectados por quebradillas paralelas. No hay signos de actividad volcánica reciente.

Los más recientes están alineados, a veces coalescentes, y generalmente localizados sobre fracturas paralelas; son más pequeños que los anteriores y sus cráteres y formas se encuentran bien conservadas. Casi siempre están parcialmente a totalmente cubiertos por derrames recientes y sus cráteres tapados con escorias.

1.6 Formas no volcánicas

1.6.1 Depósitos aluviales y/o coluviales indiferenciados

Dos pequeños valles coluviales poco marcados, ligeramente inclinados y con perfil cóncavo se localizan al Sur de la isla. Dominan los materiales finos y arena.

1.6.2 Antiguas abrasiones marinas

Igualmente al Sur de la isla se localizan dos niveles marinos levantados cuyas superficies planas a onduladas, están formadas por bloques de lava pulidos por abrasión marina y localmente cubiertos con depósitos arenosos y pedazos de coral.

1.6.3 Acantilados marinos

Acantilados altos (50-100 m de desnivel) y medianos (20-50 m) se localizan en las costas oeste y sur de la isla. Las fuertes corrientes marinas tallan permanentemente los flancos inferiores de la antigua construcción.

1.6.4 Playas marinas

Son muy escasas, apenas dos pequeñas playas se localizan al Sur; generalmente son muy angostas y de una extensión tan mínima que resulta imposible cartografiarlas. Son depósitos de arenas blancas coralíferas sobre coladas de lava que mar adentro forman arrecifes sumergidos.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

Por su altura importante a pesar de su tamaño reducido y el contraste entre zonas antiguas y zonas recientes, esta isla presenta un gran número de formaciones vegetales bien diferenciadas. La altura se traduce por la presencia de varias zonas climáticas y la antigüedad del substrato por coberturas vegetales cuya densidad aumenta con la edad del substrato. Por estas características, la isla Pinta representa para los botánicos un resumen de las condiciones reinantes en el archipiélago y un catálogo de las formaciones vegetales existentes en las islas.

Además una intensa y exitosa campaña de erradicación de chivos permitió la recuperación de la vegetación natural.

Las zonas llamadas "sin vegetación" corresponden a derrames volcánicos y conos de escorias recientes. No son propiamente dichas zonas sin vegetación, más bien extensiones sin cobertura vegetal significativa. Se puede encontrar matas aisladas de varias especies, siendo la más llamativa *Brachycereus nesioticus* (cactus de lava), así como *Vallesia glabra*, helechos y ciperáceas en las grietas más profundas.

2.2 Zona árida

Esta zona está muy bien delimitada en el lado este y sur de la isla donde llega a altitudes entre 100 y 200 m; es más difícil ubicar su límite superior en el lado oeste y, en el lado norte no se la

puede definir por la ausencia de vegetación debido a la poca antigüedad del substrato. La franja sur que fue recorrida muestra un aumento de densidad con la altitud.

Dentro de los arbustos el más frecuente es *Waltheria ovata*; localmente pueden dominar *Castela galapageia* y *Prosopis juliflora* (algarrobo). Esta última especie es común en los terrenos más rocosos, particularmente al límite de extensiones de lava reciente donde se nota una invasión por las ramas rastrojeras pertenecientes a matas enraizadas en los terrenos vecinos, más antiguos.

Las especies leñosas que pueden llegar a conformar árboles incluyen sobre todo *Scalesia incisa*, *Croton scouleri* (chala) y *Opuntia galapageia* (tuna). La presencia de árboles aumenta del Este al Oeste siendo la vegetación de la esquina suroeste de la isla un bosque abierto con una fuerte densidad de árboles pero con alturas reducidas.

2.3 Zona muy seca

Esta zona se caracteriza por la presencia de *Bursera graveolens* (palo santo) y su dominancia en las formaciones de bosque. Todavía persisten especies de la zona árida *Opuntia* por ejemplo, pero también se nota la aparición de especies características de pisos más húmedos tales como *Zanthoxylum fagara* (uña de gato) y *Pisonia floribunda* (pega-pega).

Los árboles son más altos que en la zona árida pero, por la precoz ramificación, el aspecto de los bosques sigue siendo el de un matorral alto. Los bosques pueden dividirse en bosques cerrados donde es muy difícil penetrar y en bosques abiertos donde las copas de los árboles no se topan entre sí. Pero en ambos casos la especie dominante es el palo santo.

Las formaciones arbustivas, que pueden hallarse mezcladas con las arbóreas, están caracterizadas por *Macraea laricifolia* (romerillo), también quedan algunos ejemplares de *Waltheria* y *Croton*. Las zonas donde predominan las formaciones arbustivas están en la parte este de la isla, donde la vegetación todavía no tiene las condiciones edáficas para evolucionar hasta conformar formaciones arbóreas.

2.4 Zona seca

Se ubica sobre los 250 m de altitud y su composición florística refleja su situación intermedia entre las zonas más bajas, más secas y las zonas más altas, más húmedas.

Las especies arborescentes características son *Pisonia* y *Zanthoxylum*; estas especies ya se encontraron en la zona muy seca pero con menor frecuencia; el rasgo más característico de la vegetación arbórea de esta zona es más bien la ausencia de palo santo.

La composición florística del estrato arbustivo se caracteriza por la aparición de *Darwiniothamnus tenuifolius* y la persistencia de arbustos existentes en la zona muy seca tales como *Macraea* y *Croton*.

2.5 Zona húmeda

La vegetación de esta zona es, en su mayor parte, un bosque muy denso cuyo aspecto es bastante original.

La especie arborescente dominante es *Zanthoxylum fagara*; a pesar que este árbol se encontró desde zonas mucho más secas, tiene en el piso húmedo su desarrollo y densidad máximos. Los árboles de uña de gato no tienen alturas mayores a 5 m pero son tan densos que dificultan el paso a través de este bosque. En la parte más baja de la zona húmeda, *Zanthoxylum* puede estar mezclado con algunos ejemplares de *Pisonia*; en la parte más alta de la misma zona está acompañado por *Solanum erianthum*.

La alta humedad atmosférica se refleja en la gran abundancia de epifitas, musgos, helechos, especies del género *Peperomia* y una orquídea, *Epidendrum spicatum*. Los arbustos que se hallan en los claros del bosque son *Tournefortia rufo-sericea* (palito negro) y *Psychotria rufipes* (cafetillo).

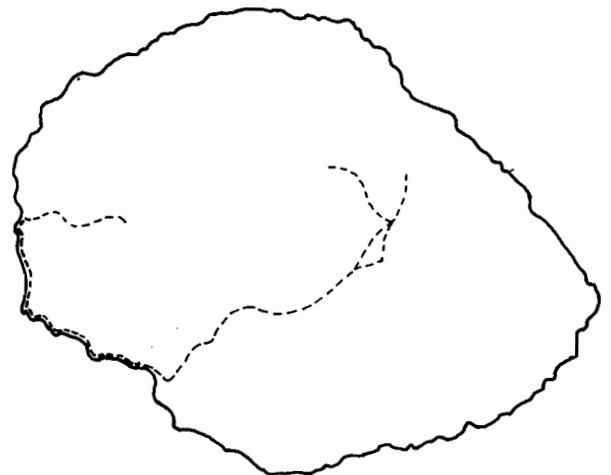
2.6 Zona muy húmeda

La constituye los flancos expuestos al Sur en las partes más altas. La discriminación de tal zona en la isla Pinta podría ser el objeto de una controversia y sólo se hizo por razones de similitud con lo observado en las islas Santa Cruz, Santiago y San Cristóbal.

La fisionomía cambia bruscamente y, en este piso, tenemos una pampa que, en la parte recorrida, tenía una composición florística muy original, ciperáceas y helechos de 1.5 m de alto y manchas localizadas de *Lycopodium cernuum* (licopodio). No se pudo tener una visión muy amplia de la vegetación en este piso ya que los trabajos de campo se realizaron en una espesa neblina que no permitió ubicarse, ni buscar la existencia de otras formaciones vegetales en las pampas. Cabe anotar que en ninguna otra isla hemos encontrado una formación herbácea tan alta y tan densa.

La isla Pinta ofrece al botánico un muy interesante campo de investigación: su tamaño reducido permite cruzarla rápidamente, y, a pesar de su extensión limitada, exhibe todas las zonas climáticas encontradas en el archipiélago; por fin, la presencia de terrenos antiguos y recientes podrían permitir realizar estudios muy valiosos sobre la colonización de lavas en diferentes ámbitos climáticos. Otro interesante tema de estudio proporcionado por esta isla es la distribución de *Zanthoxylum* que se encuentra desde la zona muy seca hasta la zona húmeda.

ISLA MARCHENA



Croquis del recorrido de campo

La Isla Marchena se halla ubicada el Norte del archipiélago y forma parte de un conjunto de tres islas pequeñas (con Pinta y Genovesa), ocupando la parte central del mismo. De estas tres islas, Marchena es la más grande, tiene una forma ovalada y una extensión de 16 km en su eje Este-Oeste y 11 km en sentido Norte-Sur. Prácticamente es una isla baja con una altura máxima de 340 m en el sector NE.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

La Isla Marchena está constituida por los restos de un antiguo y gran volcán submarino de tipo escudo que sufrió dos colapsos sucesivos de su cono; fenómeno volcánico atestiguado por la presencia de dos calderas contiguas y cuya parte somital emerge nítidamente sobre la superficie marina. Los flancos de su parte basal, de pendiente suave, están caracterizados por la presencia de pequeños conos parásitos circulares y relieves en forma de "diques" y "silles"; mientras que los superiores tienen pendiente y disectamiento fuertes.

El fondo de la amplia caldera está relleno por derrames lávicos y, en su parte central, emergen los testigos del domo del antiguo volcán. Los flancos superiores (interiores y exteriores) e inferiores están recubiertos casi en su totalidad por derrames lávicos de tipo fisural, de edad reciente e intermedia, que han descendido desde la cumbre y, en algunos casos, han rebasado el límite original del antiguo volcán invadiendo el mar y dando lugar a la formación de pequeños acantilados.

Marchena presenta todavía signos de actividad volcánica bajo la forma de emisiones de fumarolas en el sector noreste de la isla. Por la actividad volcánica histórica y reciente (efusiva y explosiva), los diferentes factores de diferenciación geomorfológica fueron los siguientes:

- Formas heredadas de la actividad volcánica histórica o sea los restos del antiguo volcán,
- Formas resultantes de la actividad volcánica reciente (efusiva y explosiva),
- Formas no volcánicas debidas a la actividad marina e hídrica.

1.2 Los restos del antiguo volcán

Las dos calderas contiguas son el resultado de dos colapsos sucesivos del cono del gran volcán preexistente, cuyo fondo se halla completamente relleno por derrames lávicos de tipo "aa" (lava escoriácea) y "pahoehøe" (lava planchonada) de edad reciente, intermedia y antigua. En la parte central, se destacan los restos del domo del antiguo volcán constituido por una brecha volcánica palagonítica.

1.2.1 La primera caldera

La conforma la parte exterior del antiguo volcán. Los flancos inferiores presentan una topografía casi plana a ligeramente ondulada y están constituidos por una superposición potente de capas de material volcánico de tipo piroclástico (cenizas, lapilli, piedra pómez). Localmente se encuentran huellas de removilización marina, lo cual se detecta por la existencia de trazas de conchas rotas y, en ciertos lugares, signos de coluvionamiento.

Los flancos superiores tienen la misma composición, pero con pendientes y disectamiento más fuertes. En todos los flancos exteriores puede verse, particularmente en la parte norte de la isla, marcas de escurrimiento concentrado en forma de quebradas y quebradillas, activas únicamente durante la estación lluviosa, pero cuyas formas atestiguan una época húmeda pasada.

Estos flancos han sido recubiertos casi en su totalidad por derrames lávicos de edad reciente a intermedia.

1.2.2 La segunda caldera

De esta caldera sólo se encuentran los flancos superiores, internos y externos con pendientes fuertes y un moderado disectamiento. También están constituidos por potentes capas de cenizas, lapilli y piedra pómez y localmente, los sitios de emisiones de fumarolas muestran alteraciones rojizas de textura areno-arcillosa. El escurrimiento concentrado ha modelado en épocas húmedas pasadas quebradas y quebradillas.

Los conos internos, restos del domo del antiguo volcán, ocupan la parte central del fondo de la caldera, están constituidos por una brecha volcánica dentro de una matriz palagonítica. Presentan una cima redondeada, vertientes cóncavas fuertes y un

disectamiento en forma de quebradas y quebradillas que se reactivan durante la estación lluviosa.

1.3 La actividad volcánica reciente

1.3.1 Derrames lávicos

Los derrames de lava basáltica, en general de origen fisural, han rellenado completamente la caldera del volcán e inclusive algunos han rebasado este límite natural, descendiendo por los flancos exteriores hacia el mar y recubriéndolos casi completamente.

Los derrames lávicos de edad antigua se localizan en sitios bien particulares, ya sea en el fondo de la caldera o en sus flancos superiores e inferiores. Son de tipo "pahoehoe" y también forman superficies rocosas uniformes, ligeramente meteorizadas de color café-amarillento. Localmente, se nota la presencia de pequeños mantos de alteritas de arena gruesa con gravilla donde se ha desarrollado una vegetación pionera y, en otras partes, trazas de escurrimiento difuso y concentrado que se reactiva durante la estación lluviosa.

Los de edad intermedia, que predominan en el fondo de la caldera, están recubiertos en gran parte por derrames de edad reciente que han descendido desde el Norte aprovechando el desnivel existente. Son exclusivamente de tipo "pahoehoe" y forman superficies rocosas regulares de aspecto mate, café-negruzco y con poca meteorización.

Los de edad reciente, de tipo "aa" y "pahoehoe", han fosilizado casi enteramente los flancos inferiores de la primera caldera, recubriendo derrames de edad intermedia e inclusive reciente y cuyo frente terminal está marcado por pequeños abruptos. Fisiográficamente, forman extensas superficies rocosas regulares o irregulares, de acuerdo al tipo de lava existente, con un aspecto negro brillante debido a la total ausencia de meteorización.

1.3.2 Formas volcánicas diversas

En los flancos inferiores de la primera caldera se encuentra un conjunto de pequeños conos parásitos circulares o en forma de herradura, constituidos por proyecciones volcánicas mezcladas con escorias y lavas escoriáceas. Hacia el Este de la isla, estos conos parásitos se encuentran asociados con relieves volcánicos en forma de "diques" o "silles",

constituídos por flujos de lava. En este material piroclástico de fuerte pendiente, se puede observar la presencia de escurrimiento difuso y concentrado que, durante las épocas lluviosas, ha dado origen a la formación de pequeños barrancos paralelos.

1.4 Las formas no volcánicas

La Isla Marchena es bastante pobre en formas diversas, existiendo un pequeño cono de deyección formado de materiales volcánicos dentro de una matriz arenosa y que se reactiva durante la estación lluviosa. Los procesos de abrasión y removilización marina han dado lugar a la formación de una reducida playa constituida por la acumulación de arena volcánica. Las costas son rocosas y bajas y predominan acantilados de poco desnivel.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

La historia geológica de la Isla Marchena no permitió un mayor desarrollo de la vegetación. El relleno de la caldera central por lavas recientes de generaciones diferentes sólo deja islotes de terrenos antiguos con una cobertura vegetal significativa; estas lavas de edades diferentes no tienen una cobertura vegetal de importancia pero es interesante notar la estricta relación entre la edad del sustrato, su estado de alteración y la composición florística de la escasa cobertura vegetal.

La reducida altitud induce la presencia de sólo dos zonas climáticas. La delimitación entre las dos zonas climáticas es muy aproximada y basada en la topografía ya que la cobertura vegetal no es continua.

2.2 Zona árida

La vegetación de esta zona no pudo ser investigada durante los trabajos de campo y sólo disponemos de su delimitación aproximada en base a la fotointerpretación.

2.3 Zona muy seca

En esta zona predominan las formaciones arbóreas siendo la especie más abundante *Bursera graveolens* (palo santo). Los bosques de palo santo ocupan las construcciones volcánicas dentro de la caldera, las partes somitales de la misma, así como

los flancos externos no recubiertos de lavas recientes.

Las formaciones arbustivas formadas por *Croton scouleri* (chala), *Waltheria ovata* y *Chamaesyce viminea* entre otros, están localizadas en la parte más baja de la vertiente exterior así como en algunos conos destruidos dentro de la caldera. En este último caso los arbustos pueden estar asociados a una muy mala cobertura de gramíneas.

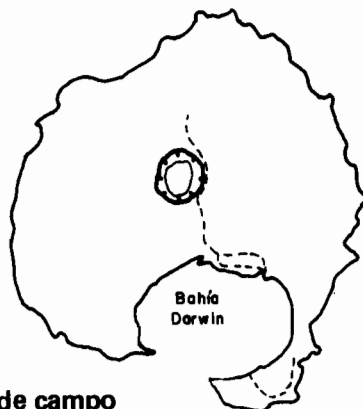
2.4 Zonas sin vegetación

Existiendo tres generaciones de derrames lávicos se puede hacer una breve descripción de la escasa vegetación existente.

En las grietas de las coladas más antiguas plantas vasculares pueden establecerse; las más notables son una ciperácea, *Cyperus anderssonii*, un helecho, *Trachypteris pinnata*, una gramínea, *Aristida subspicata* y una euforbiácea, *Chaemaesyce viminea*. La formación correspondiente sería herbácea muy abierta que se encuentra, en particular, cerca del borde interior de la caldera a su lado suroeste; no fue cartografiada ya que no se puede identificar en las fotografías.

En las coladas de edad intermedia se encuentran las mismas especies pero con una frecuencia muy reducida y no existe una cobertura vegetal cuantificable. Las coladas más recientes no tienen plantas vasculares y las únicas plantas encontradas son líquenes incrustantes que se desarrollan en las caras expuestas al Sur de las rocas. En el límite entre lavas recientes y terrenos antiguos, puede existir una estrecha franja de plantas colonizadoras como *Chamaesyce* y *Rhynchosia minima*; también puede existir una cobertura de ramas de individuos de *Prosopis juliflora* enraizados en este límite.

ISLA GENOVESA



Croquis del recorrido de campo

Situada en el extremo Nor-Este del archipiélago, la Isla Genovesa se caracteriza por no ser muy alta (cima de 65 m) y de tamaño relativamente pequeño; tiene una forma aproximadamente circular con 5 km de Norte a Sur y 2,5 km de Este a Oeste.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

De relieve muy suave, la isla se presenta como un domo muy bajo con una parte central convexa, suave, encerrada por laderas fuertes, erosionadas por el mar en acantilados. Pero, su principal originalidad es tener dos calderas, la más grande al Suroeste rellena por el océano y la más pequeña en posición sub-central, también con agua en su fondo.

Genovesa es la cima y la única parte emergente de un edificio volcánico sumergido, seguramente con una evolución geomorfológica compleja por la formación de dos calderas coalescentes. En su parte emergida, Genovesa no presenta marcas de actividad volcánica reciente y su división geomorfológica está en función de formas heredadas de episodios antiguos: el domo central y las calderas, y de evolución reciente no volcánica, de tipo coluvial y marino.

1.2 La arquitectura general de la isla

La parte somital y emergida del volcán (de tipo escudo ?) se presenta de manera relativamente simple. Consiste en una gran parte central, casi circular, de relieve monótono con pendientes suaves de 5 a 10 o/o hacia el exterior. Son exclusivamente afloramientos rocosos de lava vesicular, maciza, de color gris-oscuro a negro, con algunas manchas aisladas de alteraciones arenosas amarillentas. Las superficies rocosas de tipo "pahoehoe" presentan yacimientos típicos en polígonos y órganos separados por fisuras relativamente anchas. La superficie está totalmente cubierta por una pátina de alteración café-rojiza.

Es también importante anotar la presencia de grandes líneas de fracturas que dejan huellas, en la parte occidental de este domo, con una dirección SW-NE; constituyen otra prueba de la tectónica local. El domo está rodeado por vertientes circundantes discontinuas que marcan el comienzo de la bajada de los flancos sumergidos del volcán, trunca-

das en acantilados por erosión marina. Sus características de superficie son idénticas a las del domo somital, con presencia adicional de numerosas líneas radiales de cauces de escurrimiento difuso de invierno con procesos de lavado superficial.

A este conjunto pertenece también la península "El Barranco". Su superficie plana, tal vez remodelada parcialmente por abrasión marina, es una parte más antigua, recubierta al Norte por una colada caótica perteneciente al grupo precedente. Su superficie es muy similar a la del domo somital: afloramientos rocosos, meteorización avanzada con pátina café-rojiza, numerosas fisuras y manchas aisladas de depósitos muy arenosos. Sin embargo, presenta dos características originales:

- los derrames más antiguos, con una avanzada meteorización superficial color café-óxido de hierro; son superficies frágiles que se hunden fácilmente por la presencia de túneles subterráneos;
- las fisuras de orientación SW-NE han sido la sede de emisiones localizadas de lavas salpicadas.

1.3 Los hundimientos

1.3.1 La caldera grande (Bahía Darwin)

Con un diámetro aproximado de 2.5 km, esta caldera es una de las más demostrativas de Galápagos. Abierta al mar en su flanco sur, muestra al Noroeste una sucesión típica de gradas delimitadas por fallas semi-circulares, formando así escalones con desniveles de 6-8 m entre ellos y que son la prueba perfecta del origen de la caldera por hundimiento.

Estas gradas con superficies en bloques quebrados, idénticos a las del cono, están localmente cubiertas por derrames más recientes de lava "aa", escoriácea, de color café-rojizo, proveniente de las fracturas circunferenciales de la caldera.

1.3.2 La caldera pequeña somital

Se encuentra en posición central y tiene un diámetro máximo de 1 km. Resulta de un hundimiento específico y presenta algunos niveles escalonados separados por flancos escarpados rocosos o cubiertos por conos de escombros en la parte basal.

Es el producto de hechos tardíos, posteriores al

hundimiento de la caldera grande. A esta misma fase pertenecen también:

- La construcción del pequeño domo somital aplastado en el cual se hundió la caldera y que cubre en su parte sur-este el primer escalón de la caldera grande,
- el pequeño derrame visible en la parte norte de la caldera, constituido por lava maciza y con una superficie de discos de "pahoehoe".

Las alteraciones observadas son idénticas a las del resto de la isla; pues en condiciones climáticas iguales, tienen todas una edad relativamente antigua por ser meteorizadas posteriormente en forma similar.

1.4 Las formas no volcánicas

Debido a la baja altura de la isla, incluso la cima no se beneficia de condiciones climáticas húmedas y, por lo tanto, de precipitaciones importantes. Por esta razón, existe solamente unos pocos cauces de escurrimiento difuso con lavado superficial de bloques, y dos valles coluviales poco significativos con clastos en una matriz arenosa, funcionales solamente en inviernos fuertes.

Las formas de erosión marina están más representadas que las de acumulación. La isla está generalmente rodeada, tanto en su circunferencia como en partes de la caldera sumergida, de acantilados vivos que no tienen particularidades sino que permiten observar claramente el substrato de la isla, alternancia de capas métricas de lavas macizas con intercalaciones más delgadas de lavas escoriáceas.

Otro tipo de forma está representado por los niveles de abrasión de dos generaciones:

- antiguos, más altos, generalmente cóncavos,
- bajos, más recientes

Ambos presentan superficies de abrasión: bloques rodados con depósitos arenosos intersticiales.

Por fin, se debe mencionar la playa de arena coralífera en posición abrigada al fondo de Bahía Darwin.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

La Isla Genovesa es de tamaño muy reducido y con altitudes bien bajas. A pesar de tales características, muestra dos zonas climáticas bien diferenciadas, la zona árida y la zona muy seca. En algunas partes la acción de los fuertes vientos parece ser un parámetro importante para la vida vegetal.

2.2 Zona árida

Se restringe a una franja en las costas sur, este y norte y las formaciones vegetales encontradas son variadas.

La cobertura vegetal menos desarrollada corresponde a una formación herbácea muy abierta como la del Barranco del lado este de la isla donde se destacan *Portulaca howellii* (verdolaga) y *Tribulus cistoides* (cacho de chivo), encontrándose también escasas matas de *Chamaesyce* y *Brachycereus*. La fisionomía general de esta vegetación es rastrera y crasulacea y se debe a los fuertes vientos que azotan a la costa sur de la isla.

Los vientos también modelan el aspecto de las formaciones arbóreas cuya especie dominante es *Bursera graveolens* (palo santo) asociado con algunos árboles de *Cordia lutea* (muyuyo). Los árboles son bajos llegando apenas a dos metros de alto y, en las zonas más expuestas al viento como en el Barranco, no alcanzan un metro de alto y presentan una copa muy disimétrica, en forma característica de "bandera".

Las formaciones arbustivas son bajas y se caracterizan por la presencia de *Chamaesyce*, *Croton scouleri* (chala) y *Opuntia helleri* (tuna).

2.3 Zona muy seca

Abarca la mayor parte de la isla y la vegetación es principalmente leñosa.

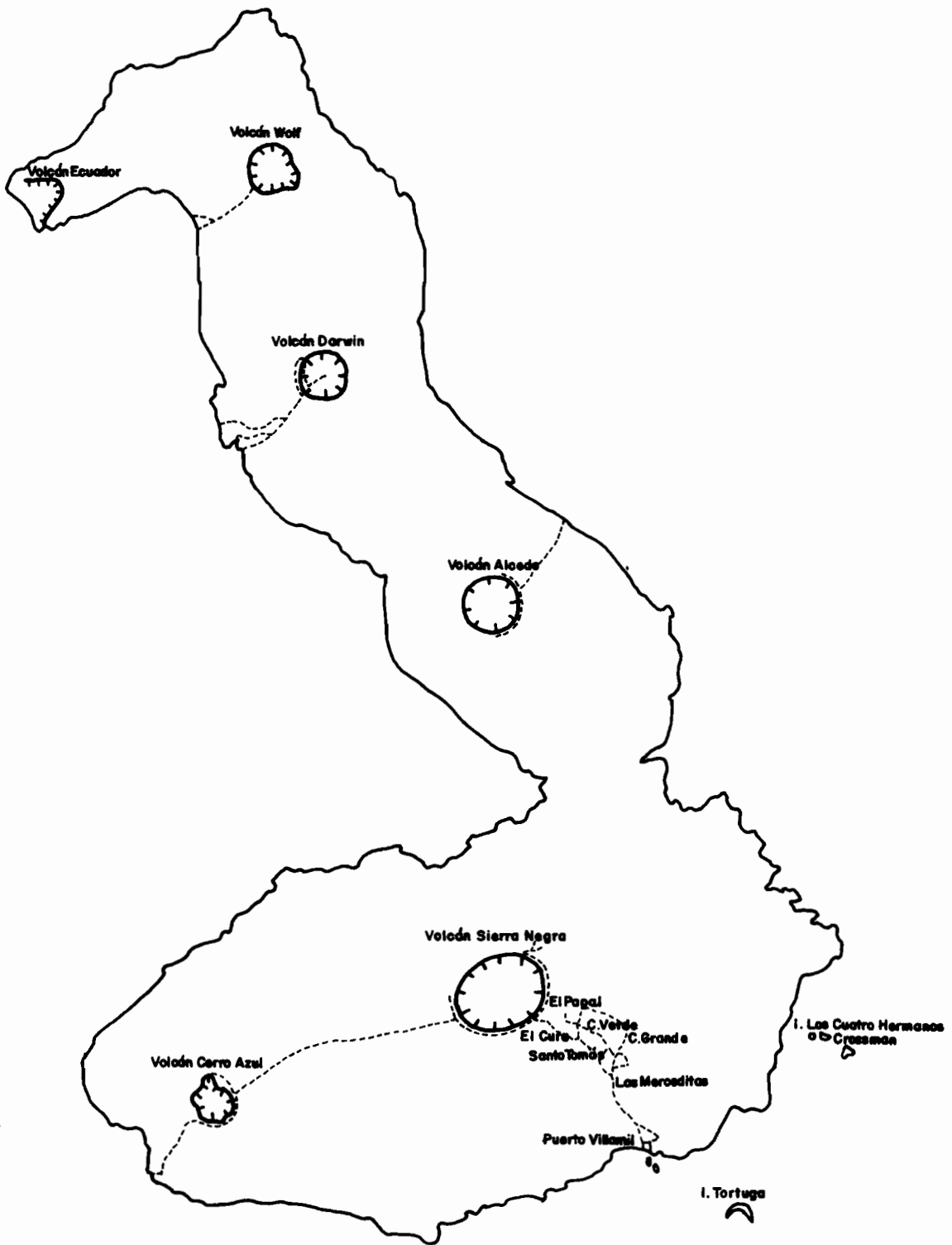
Las formaciones arbóreas están dominadas por palo santo con manchas locales de chala. En esta zona, los árboles están bien conformados y tienen una altura de 3 a 5 m. El estrato arbustivo no es muy importante y está compuesto de palo santo, chala y *Waltheria ovata*. Las fotografías aéreas comprobadas en parte por el recorrido de campo permiten

distinguir tres tipos de formaciones arbóreas de acuerdo a la densidad de los árboles.

El borde norte de Bahía Darwin presenta una corta secuencia de vegetación cartografiada como arbustiva densa. Las lagunas de agua salobre detrás de la playa albergan un pequeño manglar muy bajo, arbustivo donde domina *Cryptocarpus pyriformis* (monte salado); la vegetación no sometida a la acción de las aguas marinas es baja, menos de un metro de alto, arbustiva y densa; los árboles son escasos en esta zona. Al momento de los trabajos de campo la vegetación se hallaba en su mayoría sin hojas y sólo se pudo reconocer *Croton*, *Lantana* y *Waltheria*.

Un tipo de vegetación similar pero menos denso ocupa las laderas interiores del cráter central. Cabe señalar la existencia de una franja interrumpida de manglar alrededor del lago del fondo del cráter.

ISLA ISABELA



Croquis del recorrido de campo

1. RELIEVE Y GEOMORFOLOGIA

Isabela forma con la Isla Fernandina el grupo de las islas occidentales del archipiélago; es una isla con rasgos originales y de gran tamaño: 130 km de N-NW a S-SE por 85 km de E-NE a W-SW en su parte meridional. Además, es la isla más elevada, 1660 m en el volcán Wolf.

Su forma típica en "J" inclinada hacia el Oeste, está directamente relacionada con su origen; se trata de una serie de 6 volcanes coalescentes, cuya unión conforma la isla; pero Fernandina no está unida con estos 6 volcanes, pertenece al mismo conjunto y está solamente separada de la Isla Isabela por un istmo de poca profundidad.

1.1 Estructura y origen de los volcanes

La mejestuosidad de los volcanes de la Isla Isabela siempre ha impresionado a los científicos y viajeros, la mayoría de las descripciones del medio geológico galapagueño se refieren a ellos, sin embargo no se observan las mismas características en las otras islas.

Estos volcanes han sido descritos como volcanes escudos con perfil de "plato de sopa invertido". En verdad los volcanes presentan en su parte emergida flancos en los cuales se diferencian:

- una vertiente basal, la más extendida en superficie, desde el nivel del mar hasta altitudes variadas según los volcanes: 150-200 m en el Alcedo y hasta 450-500 m en el Cerro Azul. La vertiente es suave de perfil general rectilíneo a ligeramente cóncavo con pendientes de 5-6° al nivel del mar y hasta 8-12° en su parte alta;
- una vertiente intermedia mucho más empinada, unida con la precedente con un ángulo marcado. Se eleva hasta la cima de estos volcanes mediante una pendiente gradual rectilínea cóncava de 12-15° en su parte inferior y hasta 25-30° en la superior, con variaciones significativas según los volcanes.
- una cumbre de perfil general suavemente convexo en la mayoría de los casos pero casi aplanada en el Alcedo y el Sierra Negra. Las pendientes varían de 2 a 5°. Estas pseudo-planicies somitales terminan al borde de una caldera de grandes dimensiones.

Esta zonificación física está estrechamente relacionada con el origen de dichos volcanes, su formación y evolución, según la hipótesis de B.E. NORD-LE (1982) que nos parece satisfactoria y que fue comprobada por los estudios de campo.

Después de una larga fase de construcción submarina (todos los volcanes empiezan a más de 1000 m bajo el nivel del mar) de la cual no se conocen mayores detalles, la construcción aérea llega a edificar un cono muy aplastado de pendientes suaves a moderadas, constituido por superposición de derrames de lavas básicas fluidas. La vertiente inferior sería el testigo de esta primera fase.

En una segunda fase, la parte central de esta construcción es la sede de un inflamiento interno (posiblemente relacionado con la migración hacia la superficie de la cámara magmática paralelamente a la edificación del volcán). Este fenómeno de hinchazón produce un levantamiento de la parte central, un incremento de las altitudes y de la pendiente, así como la formación de una red importante de fisuras radiales por dislocación de los materiales anteriormente emitidos. Estas fisuras rellenadas por diques volcánicos llegan a ser la sede de erupciones posteriores: coladas de lava y conos de escorias. Aquí tendríamos el origen de la vertiente intermedia, empinada.

La caldera se desarrolla en la fase final. Por razones internas (de crecimiento de la actividad volcánica y/o pulsación de ida y regreso en la cámara magmática) llega un momento a partir del cual no existe suficiente soporte interno para la parte somital y se produce su hundimiento siguiendo la red de fisuras radiales; al mismo tiempo se desarrolla un sistema de fisura circunferenciales, también sede de emisiones volcánicas. La caldera evoluciona ensanchándose por colapsos sucesivos que reducen la superficie de la cumbre. Así, según el estado de avance del hundimiento de la caldera, existen diferentes perfiles en los volcanes, vertiente intermedia y superficies somitales anchas en Wolf o con un estrecho anillo somital un Darwin y al contrario, ampliación de la caldera hasta hacer desaparecer gran parte de la vertiente fuerte intermedia como en Sierra Negra y Alcedo.

1.2 Los materiales volcánicos

1.2.1 Las coladas de lavas básicas

La superposición de coladas, esencialmente basálticas, es común en los volcanes escudo de dinamismo hawaiano. La mayoría de los afloramientos encontrados en los flancos de los volcanes están constituidos por coladas de lavas apiladas y entrecruzadas. Del punto de vista geomorfológico, es importante resaltar las diferentes generaciones caracterizadas por aspectos reconocibles por fotointerpretación: tonalidad, huellas de flujos longitudinales o arrugamiento transversal, existencia de abruptos circundantes o internos, superposición y entrecruzamiento, etc.

Hemos agrupado bajo el término genérico "fases de la construcción del volcán" los derrames antiguos, difícilmente distinguibles entre sí y con una cobertura vegetal significativa; son de dos tipos:

- los más antiguos, con una cobertura vegetal total y con alteraciones superficiales limo-arenosas con gravas,
- los intermedios con cobertura vegetal parcial y superficies de lavas meteorizadas de color café-amarillento a rojizo.

Se ha calificado como "derrames recientes" todas las coladas bien identificadas, con una escasa cobertura vegetal, y generadas por las últimas fases volcánicas. Se diferencian tres tipos:

- primera generación con meteorización superficial poco avanzada, afloramientos café-rojizos a café-negrucos,
- segunda generación con meteorización muy poco avanzada, superficies de color café-negrucos a negro mate,
- última generación con meteorización nula o apenas iniciándose, superficies y pátinas negro brillante.

1.2.2 Las proyecciones piroclásticas

Se trata de depósitos piroclásticos de lapillis dominantes, con cenizas y bloques en menor cantidad. Son de espesor decimétrico a métrico y que dejan aparecer el substrato en las quebradas;

en el Sierra Negra y el Alcedo son capas de varios metros que ocultan todas las formaciones anteriores.

Debido a su posición, es evidente que están relacionados con la formación y ensanchamiento de calderas. Tales productos son emitidos tanto a través de fisuras radiales y circunferenciales como de pequeños conos adventicios ubicados sobre estas. Por su fragilidad, pendiente y ubicación en las partes altas, están sujetos a erosión, remoción hídrica por encumbramiento difuso y disectamiento en barrancos y quebradillas.

1.2.3 Las formaciones superficiales

Presentan variaciones de acuerdo a tres categorías de factores:

- el tipo de material parental influye evidentemente sobre las alteritas superficiales. Las lavas coherentes, de grano fino o con superficies homogéneas se meteorizan más lentamente que las con superficies quebradas o las proyecciones piroclásticas,
- la edad de la formación es otro factor condicionante del desarrollo de formaciones superficiales, mientras más antiguo sea el substrato, tiene mayor probabilidad de originar alteraciones avanzadas o potentes,
- el tercero y tal vez más importante factor es el clima. Debido a sus altitudes los volcanes de Isabela llegan a tener, en sus partes superiores, una humedad significativa (lluvias o garúas) que permite el desarrollo de potentes alteraciones limo-arenosas a limo-arcillosas. El contraste entre las vertientes sur, húmedas y las vertientes norte más secas se refleja en el desarrollo de las formaciones superficiales como es el caso en el Sierra Negra.

La combinación de todos estos factores hace que todos los volcanes de Isabela se asemejen entre sí, pero tienen también características originales que los diferencian uno del otro.

Otra característica original de Isabela es la presencia en varios lugares de manifestaciones volcánicas actuales tales como fumarolas y emisiones de piroclastos y lavas.

2. FORMACIONES VEGETALES

Esta isla, la más grande del archipiélago, trajo problemas para los trabajos sobre las formaciones vegetales. Como en geomorfología, escogimos presentar las observaciones en capítulos correspondientes a cada uno de los volcanes cuya coalescencia formó la isla.

Por el tamaño de esta isla y las dificultades de acceso a muchas zonas de ella, los recorridos de campo se limitaron a la subida desde la costa a la cumbre de cada volcán y la bajada a veces por el mismo camino. También la parte sur de la Isla Isabela tiene los dos únicos "gaps" de información en la cobertura de fotografías aéreas. Los límites en estas zonas fueron extrapolados desde las fotografías más cercanas con la ayuda de imágenes MSS de Landsat. En estas condiciones la calidad de la información presentada en los mapas no alcanza la de las otras islas.

Las grandes alturas de la mayoría de los volcanes que conforman la Isla Isabela permite encontrar toda la gama de zonas climáticas. Todos los volcanes exhiben el contraste entre vertiente sur húmeda y vertiente norte más seca. Es muy llamativa la ausencia de zonas muy húmedas en los volcanes de la parte norte de la isla, así como en Fernandina. No haber discriminado tales zonas puede ser un error de interpretación; como no existen datos climáticos en estos volcanes la determinación de las zonas climáticas se realizó analizando la vegetación sea por las imágenes (satélite o fotografías) sea por observación directa. La falta de características de zona muy húmeda en la vegetación puede relacionarse con uno de los dos factores siguientes: falta de humedad ambiental o condiciones edafológicas desfavorables. La falta de humedad, lluvias o garúas, parece el factor determinante para la ausencia de zona muy húmeda en los volcanes Alcedo, Wolf y Darwin. Estos cerros tendrían la altura suficiente (altitud de los bordes de las calderas entre 1100 y 1600 m) para provocar la condensación de las aguas de las lluvias y de las garúas, pero por su posición abrigada del viento (Sierra Negra en primer lugar) tal vez reciban vientos secos, sin suficiente humedad para permitir el desarrollo de una zona muy húmeda. En el caso del Cerro Azul como en Fernandina, la espesa capa de cenizas recientes, poco meteorizadas y consecuentemente con un débil poder de retención de agua puede ser el factor determinante de la ausencia de una vegetación con

marcadas características mesofíticas.

Los fuertes contrastes entre zonas con substrato rocoso y las con coberturas de materiales finos, así como la oposición entre terrenos antiguos y terrenos recientes influyen fuertemente sobre la distribución de las formaciones vegetales.

VOLCAN ECUADOR

Este volcán ubicado al extremo noroccidental de la isla es el más pequeño y más bajo (altitud máxima 790 m). Presenta además características originales: la mitad occidental de su caldera se encuentra hundida en el mar y solo se ve el flanco oriental del volcán, el cual está unido al volcán Wolf.

1. GEOMORFOLOGIA

Aunque el volcán se encuentra sumamente reducido por los hundimientos, presenta, en sus partes aéreas, la fisionomía clásica de un volcán escudo. Fracturas transversales y conos alineados se observan sobre todo en la zona de unión con el volcán Wolf.

1.1 El flanco oriental

Es el único flanco del edificio actualmente visible, se puede dividir en tres zonas bien diferenciadas.

1.1.1 Sector oriental suavemente inclinado

Está representado por una zona alargada, estrecha hacia la caldera y más ancha hacia la unión con el volcán Wolf. Más que un verdadero flanco, es un istmo de unión entre los dos volcanes, más alto en su parte central, inclinado simétricamente hacia el Norte y el Sur, localmente cubierto por lavas recientes.

Los afloramientos más antiguos se encuentran en la parte central de este flanco, hacia el Oeste se localizan en forma dispersa. Estas zonas están salpicadas por un sinnúmero de conos que emitieron coladas muy cortas con superficies caóticas.

Los de edad intermedia se localizan en el sector sur, están formados por apilamientos de derrames de lavas, localmente recubiertos por apilamientos de pequeños flujos longitudinales de lavas recientes emitidas hacia el Sur; los relieves son planos con

pendientes débiles en las zonas cercanas a la costa y suavemente ondulados con pendientes moderadas en la parte superior del flanco.

Los terrenos de edad reciente corresponden a apilamientos de coladas de lavas de diferentes generaciones, emitidas principalmente hacia el Norte, a veces con huellas de arrugamiento, y con reducidos abruptos en sus frentes.

1.1.2 Vertiente superior de fuerte pendiente

Corresponde a un fuerte abrupto en forma de media-luna, más ancho hacia el Norte y más estrecho y con pendientes aún más fuertes en los sectores oeste y sur.

Las paredes de lavas antiguas están fuertemente erosionadas por numerosas quebradas amplias y profundas donde los movimientos de gravedad son activos, produciéndose pequeños conos de escombros en las salidas.

1.1.3 Zona de pendiente débil circundante de la caldera

Se ubica a continuación del abrupto, es una superficie en forma de media-luna, plana a suavemente inclinada y compuesta por lavas antiguas con cobertura parcial de material piroclástico.

El único relieve de esta zona lo constituyen cuatro bocas de grandes dimensiones y un volcán parásito en proceso de destrucción.

1.2 La caldera

Las paredes internas de la caldera muestran fuertes abruptos y cornizas rocosas de lavas antiguas. Esta caldera presenta como características mayores:

- dos niveles escalonados, planos a ligeramente ondulados que atestiguan diversas etapas del hundimiento de la caldera.
- una zona suavemente ondulada que se formó por el apilamiento de lavas antiguas salpicadas por lavas recientes emitidas por pequeños conos y fisuras,
- una zona plana a ligeramente inclinada que corresponde al fondo de la caldera, compuesta ex-

clusivamente por una superposición de derrames lávicos longitudinales recientes,

- cerca del mar se nota un gran cono de escorias y toba palagonítica en cuyo cráter existen otros dos conos con cráteres encajados. Su flanco orientado al mar está fuertemente erosionado y con pendientes muy fuertes,
- no hay indicios de actividad volcánica muy reciente o actual.

2. FORMACIONES VEGETALES

Como se realizó solamente un desembarco en Punta Vicente Roca sin otro recorrido de campo la única información que se puede entregar se refiere a los datos obtenidos de las imágenes de satélite y de las fotografías aéreas.

El volcán Ecuador tiene una gran originalidad, los cambios rápidos en la sucesión de las zonas climáticas; se representó por la ausencia de la zona seca. Una zona húmeda corona las partes más altas.

De acuerdo a las fotografías aéreas, la vegetación no se encuentra muy desarrollada: existen sectores sin vegetación como en partes de la caldera, coberturas vegetales abiertas como en la vertiente interna de la caldera y en el sector norte y las únicas zonas con una cobertura densa tienen una vegetación arbustiva como en la parte sur del flanco externo del volcán.

VOLCAN WOLF

El volcán Wolf, situado en el extremo Norte de la Isla Isabela, es el volcán más alto del archipiélago (cumbre de 1660 m). La forma cuadrada de su parte norte da a la isla uno de sus aspectos característicos. Es un edificio alargado en el sentido norte-sur (28 por 18 km). Tiene zonas planas cerca de las costas norte, este y oeste y, al Sur, la unión con el volcán Darwin se hace por una gran ensillada. Las pendientes intermedias y superiores son moderadas y fuertes; la parte somital está marcada por la presencia de una profunda caldera.

1. GEOMORFOLOGIA

La originalidad del volcán Wolf reside en sus flancos superiores con pendientes muy fuertes hasta la cima, una planicie somital poco extendida y

una caldera relativamente pequeña. Además de las características generales de los volcanes tipo escudo este volcán tiene un gran número de fracturas; las fracturas radiales están repartidas en los flancos, mientras que las circunferenciales están circunscritas a las partes superiores en los sectores oriental y sur.

Los grandes conjuntos geomorfológicos del volcán Wolf son: el edificio volcánico con las diferentes etapas de su construcción y la caldera. La actividad volcánica actual es débil y se manifiesta sólo por pequeñas fumarolas.

1.1 El edificio volcánico

1.1.1 La construcción antigua

Los terrenos correspondientes a esta fase ocupan grandes superficies particularmente en el flanco norte con amplias extensiones hacia el Este y el Oeste; las pendientes son suaves en las partes bajas y moderadas en las vertientes intermedias. Toda la zona se encuentra salpicada por un sinnúmero de conos y el mayor número de fallas radiales se localizan en ella.

Las condiciones climáticas de este piso han permitido el desarrollo de alteraciones poco potentes, limo-arenosas a limo-arcillosas, asociadas a bloques de lava.

1.1.2 La construcción de edad intermedia

Se halla repartida en todos los flancos del volcán con una importancia mayor en las zonas bajas; los relieves son variados y las pendientes débiles a moderadas. Dominan los apilamientos de derrames lávicos que forman, en su parte terminal, desniveles métricos.

1.1.3 Las fases recientes

Están caracterizadas por la presencia de derrames recientes de lava y proyecciones piroclásticas.

1.1.3.1 Las coladas recientes

Constituyen diferentes generaciones de apilamientos sucesivos de lava que han tenido un mayor desarrollo en los flancos este y sur y que están muy localizados en las otras partes.

La mayoría de estos derrames se originaron por fracturas circunferenciales, de donde descendieron en forma radial, formando amplios campos de lava bien definidos.

Escasos derrames se originaron en fracturas o conos en las partes inferiores de las vertientes; presentan pendientes variables, relieves caóticos, pequeños abruptos de coladas y cubren grandes superficies en las partes basales planas.

1.1.3.2 Las proyecciones piroclásticas

La mayor parte de estas emisiones provienen de fracturas y bocas próximas a la caldera, se han depositado en los flancos superiores de los lados oeste y norte y, aparentemente con menor abundancia sobre la zona plana de la parte somital en los sectores sur y este. Son los lugares privilegiados de desarrollo de las alteraciones y de colonización por la vegetación; son también la sede de removilización hídrica y de acumulaciones en los llenos.

1.2 La caldera

Esta caldera de forma elíptica, es la más profunda de la isla (790 m) y una de las más pequeñas (6 y 5.4 km en sus dos ejes), presenta abruptos muy fuertes con paredes de lavas antiguas.

En el sector noroeste se halla una gran plataforma, testigo de un antiguo fondo de caldera; está cubierta en gran parte por cenizas y lavas recientes y presenta evidencias de un colapso.

El fondo de la caldera, relativamente estrecho, es alargado en sentido norte-sur, plano y rellenado por lavas recientes excepto una pequeña área al Oriente; hacia el Sur se encuentra un gran cono en forma de domo, así como aparatos volcánicos menores con huellas de actividad histórica.

Es en la proximidad de la caldera que se localizan los últimos eventos volcánicos, recientes y actuales, emisión de derrames por fisuras circunferenciales hacia la caldera y proyecciones localizadas de lapilli y escorias vitrificadas sobre el borde y en los pisos escalonados de la caldera, fumarolas y depósitos de azufre en el abrupto norte de la caldera.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

El volcán Wolf fue el menos investigado por el grupo encargado del estudio de las formaciones vegetales. Sólo se recorrió la mitad de la vertiente oeste desde el desembarcadero hasta la zona seca. Por tal razón la información es bastante sumaria e incompleta.

La zonificación climática es la que se observa en los otros volcanes de la parte norte de la isla, zonas más o menos concéntricas culminando con una zona húmeda muy asimétrica que en el caso del Wolf tiene la forma de un cacho abierto hacia el norte. El fondo de la caldera es más seco que las zonas que lo circundan.

En el caso del volcán Wolf, la ausencia de zona climática muy húmeda podría tener dos explicaciones tal vez complementarias; la posición abrigada de los vientos húmedos por los volcanes Darwin, Alcedo y Sierra Negra y la relativa juventud de los substratos en la parte alta del volcán.

2.2 Zona árida

La parte visitada de la zona árida tiene dos tipos de cobertura vegetal de acuerdo al substrato, matas aisladas de *Jasminocereus* en las coladas recientes y, en substratos más antiguos, formaciones abiertas de *Bursera graveolens* (palo santo) asociadas con formaciones arbustivas y herbáceas, *Alternanthera*, *Castela galapageia* y *Scutia pauciflora*.

2.3 Zona muy seca

El palo santo en formaciones menos abiertas y con árboles más altos es característico de la zona. En zonas abiertas, *Opuntia insularis* imprime su marca al paisaje.

2.4 Zona seca

El inicio de la zona seca se nota por cambios en la fisionomía de la vegetación así como por cambios radicales en la composición florística. La formación vegetal más abundante es un bosque cerrado y las especies más notables son *Pisonia floribunda* (pega-pega), *Psidium galapageium* (guayabillo) y *Zanthoxylum fagara* (uña de gato). También se nota la repentina disminución de la importancia

del palo santo y el aspecto general más verde.

En algunos sitios del bosque de la zona seca se pudo observar una perturbación natural (?) de la vegetación. Se trata de pequeñas extensiones densamente colonizadas por una trepadora, *Ipomoea* cf. *alba*, que se desarrolla de manera incontrolada. Apoyándose en los arbustos y los árboles logra sobreponerse a la vegetación natural, robándole la luz solar y matándola por fin. El resultado es un enmarañamiento de ramas y troncos muertos cubiertos por los tallos y las hojas de la trepadora. La proliferación de la *Ipomoea* es probablemente inducida por algún factor de reducida ocurrencia ya que tal situación no es compatible con la existencia de formaciones leñosas.

VOLCAN DARWIN

El volcán Darwin se ubica inmediatamente al Sur del Wolf. El edificio alcanza 1330 m y tiene una forma globalmente ovalada (29 km por 22 km) parcialmente escondida en sus dos uniones con el Wolf al Norte y al Alcedo en el Sur.

1. GEOMORFOLOGIA

Es el volcán escudo más simétrico del archipiélago. Sus flancos intermedios son más suaves que los del Wolf y suben gradualmente hasta una caldera circular, poco profunda, bordeada por una planicie somital relativamente estrecha.

El relieve bastante homogéneo se caracteriza además por la presencia de pequeñas quebradas alrededor de todo el volcán y de numerosas fisuras radiales en las vertientes norte y sur, asociadas en este último con numerosos conos parásitos de diferentes tamaños. Por fin, es interesante anotar la presencia en el lado oeste de dos edificios parásitos en contacto con el océano.

1.1 La construcción volcánica

1.1.1 La fase antigua e intermedia

Una cosa que sorprende al estudiar este volcán sin mucha actividad actual, es la escasez de afloramientos de las primeras fases de la construcción del volcán. Forman terrenos diseminados en la periferie, con una mayor concentración en los sectores norte y sur-sureste, los relieves son planos a ondulados y, por su posición en las márgenes del

edificio, las pendientes son débiles a moderadas.

Están constituidos por apilamiento de derrames longitudinales, algunos con superficies caóticas; la meteorización es moderada en las zonas altas húmedas con alteraciones limo-arenosas a limo-arcillosas de hasta 5-10 cm.

1.1.2 La fase reciente

Cubre todos los flancos de la cima hasta el océano y está compuesta por numerosos flujos de diferentes generaciones que se originaron, en su gran mayoría, en fisuras circunferenciales y, en menor cantidad, en fracturas radiales y conos. Cabe anotar que todas las últimas erupciones se localizaron en el flanco noroeste a lo largo de una fractura regional. En los sectores occidental y oriental se notan derrames lávicos muy estrechos particularmente en sus partes superiores. Los derrames han sido numerosos por lo que presentan interdigitaciones y pequeños abruptos terminales. No exhiben por lo general signos de meteorización avanzada.

Los relieves son planos a suavemente inclinados en las zonas costeras, ondulados en las partes medias y altas, con rellenos en las pendientes débiles a moderadas.

Por otra parte, las vertientes superiores del sector nororiental y las partes superiores e intermedias del sector suroccidental están cubiertas por depósitos de materiales piroclásticos en los cuales se produce escurrimiento difuso y concentrado de invierno que dió origen a potentes acumulaciones en rellenos. La densidad relativamente grande de pequeños barrancos en toda la circunferencia del volcán tiene que estar relacionada con este tipo de fenómenos de escurrimiento hídrico.

1.2 La caldera

Es una de las más simétricas, mide 5.2 por 5.5 km, tiene una profundidad de 250 m, está delimitada, en su parte interna, por fuertes abruptos que producen desde pequeños conos hasta grandes taludes de escombros. Tiene un escalón intermedio y un fondo plano cubierto por diversas coladas de tipo "pahoehoe" y "aa", de diferentes generaciones, no alteradas.

No se notan huellas de una actividad muy reciente o actual a excepción de vientos fumarólicos

y depósitos de azufre en el cono de la parte oriental de la caldera.

1.3 Construcciones volcánicas menores

En la base oeste-suroeste del volcán Darwin se encuentran tres conos formados por escorias y toba palagonítica, los dos más grandes tienen sus cráteres rellenos por agua de mar; las vertientes son fuertes y están marcadas por quebradillas activas en invierno y depósitos de materiales en sus partes bajas.

El cono, en el cual se localiza Caleta Tagus, muestra, además de un segundo cráter imbricado, pequeños niveles planos o inclinados que evidencian hundimientos sucesivos.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

El volcán Darwin fue recorrido sólo de Caleta Tagus a la cumbre. De acuerdo a las fotografías aéreas, el trayecto realizado atravesó las principales formaciones vegetales. Los comentarios que se dan a continuación sólo tratan de la vegetación que se vió durante los trabajos de campo y no son aplicables a zonas no recorridas.

Lo más notable de la zonificación climática es la forma asimétrica de las zonas seca y húmeda; esta última se limita a una estrecha franja en el lado norte de la caldera, mientras que ocupa más espacio en la vertiente sur. Es también original el fondo de la caldera que pertenece a la zona muy seca, mientras que sectores vecinos fueron cartografiados como zona húmeda. La falta de una zona muy húmeda podría tener las mismas explicaciones que para el volcán Wolf.

2.2 Zona árida

El límite superior de esta zona está entre 50 y 100 m de altitud y corresponde a terrenos de pendiente débil.

La cobertura vegetal es abierta o muy abierta. En los conos cerca de Caleta Tagus, la vegetación es arbórea muy abierta con un estrato arbustivo abierto. Las coladas recientes localizadas al Norte de estos conos tienen una vegetación arbustiva muy reducida y a veces una cobertura vegetal no significativa.

La única especie arborescente presente es *Bursera graveolens* (palo santo); las especies arbustivas son más numerosas, *Waltheria ovata*, *Castela galapageia*, *Macraea laricifolia* (romerillo) y *Lantana peduncularis* (supi rosa). En los claros existe una cobertura herbácea abierta.

2.3 Zona muy seca

La zona muy seca llega a altitudes de 400-500 m. La densidad general de la vegetación es muy abierta y se notan pocas especies arbóreas; la más abundante es palo santo, pero no se encontró bosques densos de esta especie. Otra especie arbórea con una notable frecuencia, sobre todo en la parte más alta (encima de 300 m de altitud), es *Zanthoxylum fagara* (uña de gato). Dentro de los arbustos se nota la disminución de la importancia de *Waltheria* mientras que *Croton scouleri* (chala) aumenta paulatinamente su densidad con la altitud.

Toda la pendiente en la zona muy seca exhibe una yuxtaposición de diversos tipos de substrato, lavas, escorias, suelos de textura fina que influyen sobre la fisionomía y la densidad de la vegetación sin que tales variaciones pudieran ser cartografiadas.

A esta zona climática pertenece también el fondo de la caldera; sólo se encuentra una cobertura vegetal significativa en rezagos de antiguos fondos de caldera, en pisos intermedios entre el actual fondo (sin cobertura vegetal notable) y al filo de la caldera; ahí se ven formaciones de palo santo y algunos sitios con dominancia de *Dodonea viscosa* (mosquero).

2.4 Zona seca

La vegetación de la zona seca es marcada por la aparición de especies más exigentes en humedad como *Pisonia floribunda* (pega-pega), *Psidium galapageium* (guayabillo), *Scalesia microcephala* (lecho-so), *Solanum erianthum* y *Darwiniothamnus tenuifolius*. El palo santo puede subsistir en las partes más secas de esta zona. Todavía la vegetación queda abierta.

La cobertura vegetal de los esparcimientos de escorias es típica: se trata de una formación arbustiva muy abierta con *Dodonea viscosa* (mosquero) y *Darwiniothamnus*, la cobertura arbórea es casi inexistente y las únicas especies que logran conformar plantas altas son *Opuntia insularis* (tuna) y

Jasminocereus thouarsii (candelabro).

Los dos cactus presentes en esta zona no tienen la misma distribución. *Jasminocereus* es frecuente entre 300 y 800 m de altitud y se localiza de preferencia en las escorias; *Opuntia* puede también crecer en escorias y a estas altitudes, pero con una densidad reducida, su mayor densidad la tiene sobre substratos de textura más fina o en zonas de altitudes superiores.

Es bastante extraño encontrar a pocos pasos de distancia especies con exigencias ecológicas tan diferentes como *Jasminocereus* y *Darwiniothamnus*. También la presencia de *Scalesia microcephala* en esta zona hace pensar que sus requerimientos de humedad no son los de *Scalesia pedunculata* de Santa Cruz por ejemplo.

El límite superior de la zona seca está marcado por manchas de una especie herbácea llamativa por sus flores amarillas, *Linum harlingii*.

2.5 Zona húmeda

La zona húmeda se localiza alrededor de la caldera, siendo mucho más extensa hacia el Sur donde puede bajar hasta 800 m de altitud. La cobertura vegetal es densa y la constituyen un estrato arbóreo abierto sobre un estrato arbustivo denso. Las especies arbóreas son *Scalesia microcephala* que alcanza en esta zona su mayor desarrollo, uña de gato y ejemplares grandes de *Opuntia insularis*. Los arbustos más abundantes son *Cordia leucophlyctis* (muyuyo) y chala.

VOLCAN ALCEDO

Volcán central de Isabela, el volcán Alcedo es bajo, 1120 m, en comparación con los precedentes. Es un volcán de tamaño mayor que presenta en plano una forma ovalada en el sentido sureste-noroeste, mide 38 por 24 km. Su cobertura vegetal relativamente densa y sus laderas bastante suaves constituyen dos características relevantes.

1. GEOMORFOLOGIA

El Alcedo está considerado como uno de los más antiguos volcanes de la isla. Sus pendientes son débiles a moderadas hasta la altitud de 800 m donde se tornan fuertes hasta las partes planas que bordean la caldera.

Las pendientes fuertes, especialmente aquellas de las vertientes orientadas al Sur tienen un sinnúmero de cárcavas con escurrimiento concentrado de invierno.

No existen fisuras circunferenciales en este volcán y las fisuras radiales están particularmente desarrolladas en las vertientes norte y sur.

Los grandes conjuntos que se utilizaron para conducir el estudio del volcán Alcedo son el edificio del volcán y la caldera.

.1 Las etapas de construcción del edificio volcánico

1.1.1 Las construcciones de edad antigua e intermedia

Afloran en todos los flancos, con una mayor abundancia al Norte y al Sur, están conformadas por lavas antiguas e intermedias, con huellas longitudinales de flujos; los derrames están superpuestos, especialmente en el Sur, donde se destacan numerosos abruptos de frente de coladas así como múltiples conos.

Las lavas están discontinuamente cubiertas por materiales piroclásticos donde se produce escurrimiento difuso y concentrado que conlleva a la formación de acumulaciones en las partes deprimidas.

1.1.2 Las construcciones de edad reciente

Esta fase se caracteriza por derrames volcánicos de diferentes generaciones y por proyecciones piroclásticas.

Los derrames superpuestos están localizados en las partes inferiores de los sectores sur-sureste y noreste y se originaron en fracturas radiales o pequeños conos.

Los depósitos de materiales piroclásticos ocupan gran parte de los flancos y pueden dividirse en tres grandes zonas:

- una zona de fuerte pendiente, alrededor de la caldera y en la vertiente superior del Noroeste, está totalmente cubierta por intercalaciones de ceniza, lapilli, piedra pómez y bloques; se nota una fuerte concentración de cárcavas, canales, cauces debido a un escurrimiento concentrado

de invierno,

- la parte inferior e intermedia de la vertiente oriental tiene una potente cobertura de alternancias de ceniza, lapilli, piedra pómez y bloques muy cementados; las quebradas pueden alcanzar 6 m de profundidad y 10 m de ancho, algunas evidencian procesos de erosión regresiva,
- las pendientes débiles y moderadas de las vertientes norte y sur tienen una cobertura parcial de materiales piroclásticos sin mayores huellas de escurrimiento.

1.2 La caldera

Está ligeramente alargada en sentido nortesur, alcanza una profundidad aproximada de 400 m y tiene varios niveles planos a poco inclinados separados por fuertes abruptos y vertientes de escombros.

En el sector noroeste se encuentran conos parásitos, sitios de fumarolas inactivas y activas; la fumarola activa más conocida, "El Geyser", se localiza en el lado sur del fondo de la caldera.

El fondo de la caldera es plano, relleno por lavas antiguas y recientes; una gran falla de sentido noroeste-sureste ha hundido una parte del fondo ocasionando un desnivel de 10-15 m.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

Por la antigüedad del substrato en la mayor parte de la superficie, el volcán Alcedo tiene una cobertura vegetal bien desarrollada y organizada en zonas climáticas de contorno regular. La disposición de estas zonas no es simétrica y sus límites no siguen con exactitud las curvas de nivel. En el volcán Alcedo, la ausencia de una zona muy húmeda no puede justificarse por factores edafológicos y con un buen contenido de materia orgánica. Entonces se debe admitir que la posición abrigada sería suficiente para impedir el establecimiento de una zona más húmeda.

Las coladas de lava que se ven en la vertiente suroeste del volcán muestran, en las fotografías aéreas, una nítida zonificación de la vegetación coloniza-

dora; por un lado existe una zonificación altitudinal, la densidad de la vegetación aumenta con la altura gracias a una mayor humedad, y, por otro lado, una zonificación lateral, los bordes de las coladas tienen una cobertura vegetal más importante que las partes centrales. Tales fenómenos justificarían una cartografía más detallada para ilustrar los mecanismos de colonización de substratos nuevos por la vegetación.

En la parte húmeda, la presencia de burros marca profundamente la fisionomía de la vegetación de esta zona; la reciente presencia de chivos en el istmo Perry y el riesgo que estos animales se propaguen hacia el Norte pueden hacer peligrar el estado de la vegetación en las zonas más secas de los volcanes al Norte del istmo.

2.2 Zona árida

La zona árida se localiza, en la vertiente noreste del volcán, desde la orilla hasta altitudes entre 100 y 200 m.

La formación vegetal dominante de esta zona es arbustiva. El aspecto actual parece más bien herbáceo, pero la cobertura de gramíneas secas encontradas se debe, según información de los guardaparques, al fuerte invierno de 1982-83. En los años con precipitaciones normales, la única cobertura vegetal es la de los arbustos. La especie más abundante es una *Scalesia* pionera, *Scalesia affinis*; otras especies arbustivas encontradas pero de menor importancia son *Waltheria ovata*, *Chamaesyce puntulata*, *Macraea loricifolia* (romerillo) y *Polygala* sp. Todas estas especies son de tamaño muy bajo, lo cual, conjuntamente con la cobertura poco densa, imprime un aspecto desolado al paisaje.

La única especie arbórea encontrada en esta zona es *Trema micrantha* (nigüito), y además en una ubicación bastante particular; estos árboles sólo se encuentran en el fondo de las encañadas, donde el material piroclástico suelto superficial fue removido por la erosión, y la lava subyacente queda descubierta; los árboles parecen haber germinado en la quebrada y votaron sus raíces entre estos dos tipos de substratos, lo que les permite aprovechar el agua infiltrada a través de las arenas piroclásticas y detenida por la superficie de la lava.

2.3 Zona muy seca

Esta zona se extiende desde orillas del mar en la costa suroeste y desde 100-200 m de altitud en los otros sitios. El límite superior está comprendido entre altitudes de 400 m en la vertiente norte y 200 m en la vertiente sur.

En la zona muy seca aparecen árboles de *Bursera graveolens* (palo santo), pero no hemos visto bosques densos de esta especie. Las especies arbustivas continúan siendo de gran importancia; todavía existen *Scalesia affinis* y *Waltheria ovata*, pero también aparecen otras especies: *Scutia pauciflora* (espino) y *Castela galapageia*; las especies arbustivas más pequeñas como *Polygala* y *Chamaesyce* pierden importancia. También en la zona muy seca persiste una cobertura de gramíneas secas debido al fenómeno del Niño de 1982-83.

2.4 Zona seca

Es la zona climática de mayor extensión. En la vertiente sur se ubica entre 200 y 500 m de altitud, en la vertiente norte empieza a los 400 m de altitud y llega hasta el fondo de la caldera cruzando la cumbre del volcán en su parte norte.

Las especies arbóreas son más numerosas que en la zona muy seca. Transitando del límite inferior al límite superior se encuentran: palo santo, *Pisonia floribunda* (pega-pega), *Psidium galapageium* (guayabillo), manchas de nigüito, *Scalesia microcephala* (lechoso) y *Zanthoxylum fagara* (uña de gato). Los arbustos más notables son *Waltheria ovata*, *Baccharis nidiifolia* y romerillo.

Algunas formaciones vegetales de esta zona merecen una descripción particular por presentar una fisionomía original.

La primera se refiere a la franja de pendiente fuerte que se debe cruzar antes de llegar a la planicie del borde de la caldera. Ahí las especies arborescentes presentes, sólo llegan a conformar árboles pequeños y la fisionomía es más bien de un chaparro ya que los árboles son apenas más altos que los arbustos.

La segunda formación vegetal particular es la del fondo de la caldera. Aparte de las superficies sin cobertura vegetal significativa y de una estrecha franja al lado sur, la cual pertenece a la zona climática húmeda, el fondo de la caldera está ocupado por

un bosque abierto mixto de palo santo y de pega-pega. Dentro de éste se ven manchas de vegetación arbustiva cuya composición florística no pudo ser determinada. La presencia de pega-pega en el fondo de la caldera justificaría la clasificación de este sitio en la zona seca, a pesar de la abundancia localizada del palo santo, lo que tal vez se debe a la frecuencia de extensiones rocosas. Una mayor información sobre la composición florística de la vegetación del fondo de la caldera sería necesario para poder confirmar la clasificación climática de este sitio.

La tercera zona que merece una atención particular es la planicie que bordea la caldera en su lado nor-este. En este sitio la vegetación es una formación muy abierta de uña de gato sobre una cobertura densa de gramíneas; las especies arbustivas son escasas y pertenecen a los géneros *Sida* y *Verbena*. El aspecto general es de una pampa con raras matas de plantas leñosas.

2.5 Zona húmeda

Esta zona climática se localiza desde el filo de la caldera hasta los 500 m de altitud en la vertiente sur; la vertiente interna del borde sur de la caldera pertenece también a la zona húmeda. Según datos bibliográficos la vegetación de la misma vertiente interna, pero del lado norte, tendría una composición florística que permitiría clasificarla en la zona húmeda.

La formación vegetal característica es un bosque cerrado de *Scalesia microcephala* con muchas epifitas de los géneros *Lycopodium* y *Peperomia* en particular. En estos bosques se encuentran también uña de gato, *Acnistus ellipticus* (cogojo) y *Tournefortia rufo-sericea* (palito negro).

La planicie que bordea la caldera en su lado sur tiene una cobertura vegetal resultante de la degradación del bosque de *Scalesia*; se trata de una formación abierta, leñosa, con dominancia de palito negro sobre un estrato herbáceo abierto compuesto principalmente de *Paspalum galapageium* con algunos arbustos bajos de *Sida* y sobre todo de *Verbena*. La existencia de esta formación debe relacionarse con la presencia y la abundancia de animales herbívoros como galápagos y burros.

VOLCAN SIERRA NEGRA

El volcán Sierra Negra es el volcán más grande del

archipiélago, tiene una forma elíptica con un alargamiento en el sentido este-oeste y mide 59 por 42 km. Presenta similitudes con el volcán Alcedo, altitud baja (1080 m), cobertura vegetal importante en el lado sur y vertientes bastante suaves.

1. GEOMORFOLOGIA

Es un volcán escudo típico y está considerado como uno de los más antiguos del archipiélago. Tiene los cambios de pendiente característicos de este tipo de volcán. Existe una marcada oposición entre las vertientes norte y sur; en la primera se observan derrames antiguos o recientes, mientras que la segunda tiene una importante cobertura de materiales piroclásticos y está totalmente cubierta de vegetación.

A pesar de su relativa antigüedad muestra signos de actividad histórica y actual, particularmente en el sector de Volcán Chico. Los fenómenos geomorfológicos actuales no volcánicos se traducen por canales de escurrimiento y signos de remoción hídrica, especialmente en los materiales piroclásticos de la mitad sur del volcán.

La diversidad de las formas geomorfológicas refleja la complejidad de su evolución y los grandes conjuntos son: el edificio del volcán propiamente dicho, la caldera, las construcciones volcánicas menores y las formas no volcánicas.

1.1 La construcción volcánica principal

1.1.1 Los derrames de edad antigua e intermedia

Los terrenos antiguos se encuentran al Sureste, Sur y Suroeste en las partes inferiores e intermedias de las vertientes. Los relieves son suaves a poco ondulados, constituidos por derrames superpuestos poco diferenciables con huellas longitudinales de flujo y escarpes terminales. Están formados de lavas vesiculares de tipo "aa" y "pahoehoe", localmente con meteorizaciones de color café-amarillento a rojizo.

Las zonas de edad intermedia se localizan de manera esporádica en las partes inferiores de las vertientes. Los relieves son heterogéneos, más ondulados a caóticos, con disección variable. Las lavas basálticas de tipo "aa" y "pahoehoe" forman apilamientos de coladas con huellas longitudinales de flujo y formas de arrugamiento; la meteorización es de color café-amarillento a rojizo. Debido a las condi-

ciones climáticas notablemente más húmedas, empiezan a formarse alteraciones muy superficiales y discontinuas de textura areno-limosa con gravas.

1.1.2 Los materiales de edad reciente

Están representados por dos tipos de formas, las coladas recientes y las proyecciones piroclásticas.

1.1.2.1 Las coladas recientes

Están presentes casi exclusivamente en la vertiente norte y en la parte inferior de la vertiente este. Los flujos provienen de fisuras radiales y circunferenciales sobre las cuales se formaron también numerosos conos parásitos. Los relieves son variables, planos a suavemente ondulados en la parte este a inclinados o caóticos en las zonas de apilamiento de derrames de la vertiente norte. Las lavas basálticas con superficies "aa" o "pahoehoe" presentan localmente coloraciones negras con pátina brillante o meteorizaciones poco avanzadas de color café-rojizo a café-negruzco según la edad del substrato y su localización en los pisos climáticos.

1.1.2.2 Las proyecciones piroclásticas

Cubren la parte superior e intermedia de los flancos sur, suroeste y oeste del volcán. Las características de los depósitos varían según la altitud y la pendiente del lugar.

En las partes superiores de relieve plano a ondulado los depósitos de ceniza y lapilli, localmente cementados, presentan superficies no disectadas y escasas marcas de escurrimiento.

En la parte intermedia de pendientes moderadas a fuertes la disección por las aguas de escurrimiento es más avanzada y produce canales y cauces.

Presentan alteraciones de hasta 50 cm de espesor, limo-arenosas a limo-arcillosas, amarillentas en las zonas más húmedas. En el sector de Alemania son arcillosas en superficie.

1.2 La caldera

Es la caldera más ancha del archipiélago, tiene la forma elíptica, alargada en el sentido Este-Oeste, mide 9.7 por 6.5 km en su filo y 9 por 5 km en su piso. Su profundidad aproximada es de 230 m.

Presenta una gran variedad de formas:

- abruptos rocosos de lavas antiguas localmente con una cobertura de lavas recientes como es el caso en el Norte de la caldera,
- conos y vertientes de escombros debidos a la acumulación de material piroclástico y de lavas antiguas meteorizadas en las cornizas internas,
- plataformas escalonadas, producto de diversas etapas del colapso; son superficies planas a ligeramente inclinadas, de lavas antiguas localmente recubiertas por material piroclástico o lavas recientes; estas plataformas se localizan en al sector norte de la caldera.

En el lado oeste del piso de la caldera se presenta una cuchilla con una altitud aproximada de 1060 m; al Sur de ella una falla Este-Oeste produjo el hundimiento del borde sur del piso de la caldera; al Oeste de esta misma cuchilla existen volcanes parásitos con una gran concentración de azufre cristalino en sus bases y, al Sur, un conjunto de conos originó flujos de lavas recientes.

El fondo de la caldera es plano a inclinado y conformado por:

- lavas antiguas de tipo "aa" y "pahoehoe" con meteorización café-amarillenta,
- lavas de edad intermedia, caóticas, de tipo "aa" y con meteorización café a café-rojizo,
- derrames recientes de superficies "aa" y "pahoehoe" de color café a negro.

Esta caldera es la sede de una gran actividad actual, relacionada con las fracturas circunferenciales, interiores como es el caso de la Mina de Azufre (fumarolas y cristalización de azufre), exteriores con actividad fumarólica y emisión de numerosos derrames hacia el Noreste en el sector de Volcán Chico.

1.3 Construcciones volcánicas menores

Se distribuyen a lo largo de todos los flancos pero se encuentran con mayor frecuencia en la parte superior del volcán. De acuerdo a su génesis, cronología y aspecto han sido divididos en tres grupos.

- aparatos volcánicos antiguos, semi-destruidos, en forma de herradura, compuestos de escorias y toba palagonítica y con disecciones variables; ejemplos, en Punta Davis, islas Los Hermanos Crossman, Tortuga, etc.
- pequeños conos con cráteres estrechos, semi-destruidos, sin huellas de actividad volcánica reciente, en forma de herradura, formados por acumulación de escorias, material piroclástico y lavas indiferenciadas; ejemplo, Cerro Paloma, cerros del sector del Muro de las Lágrimas.
- pequeños conos con cráteres estrechos, en forma de herradura, alineados sobre fisuras radiales y circunferenciales, con huellas de derrames recientes de lavas "aa", "pahoehoe" y escorias, de disección variable y con formas bien conservadas; ejemplo, sector de Volcán Chico.

1.4 Formaciones coluviales

Al Suroeste del volcán se halla un depósito coluvio-aluvial de forma longitudinal que se encuentra rellenando una depresión con arenas, gravas y material piroclástico; el relieve y la pendiente son bastante suaves.

1.5 Formaciones marinas

Son poco numerosas y sólo cuentan con superficies de abrasión marina levantadas, formadas por bloques rocosos angulosos a ligeramente redondeados, playas levantadas y las playas de arena coralífera aladeñas a Puerto Villamil. El "Arenal" al Noreste de Puerto Villamil es un antiguo relleno marino en una zona deprimida.

El perfil costero es sumamente rocoso con arrecifes a lo largo de casi todas las costas, lo que dificulta la accesibilidad. Además existen acantilados altos en el sector de Punta Davis, islas Crossman, etc.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

Es el volcán más extenso del archipiélago y ha sido recorrido sólo en su vertiente sur. Existe además un fuerte contraste entre la cobertura vegetal del lado sur y la del lado norte. La vertiente sur está expuesta a la lluvias, las garúas y es más húmeda que la vertiente norte; también existe una diferen-

cia entre las edades de los terrenos superficiales de las dos vertientes, siendo los de la vertiente sur más antiguos y alterados y con suelos que facilitaron un mayor desarrollo de la vegetación.

La exposición de la vertiente sur a los vientos cargados de lluvias o de garúa permite la presencia de todas las zonas climáticas. Además las extensiones de las zonas más secas son muy reducidas en la vertiente sur y la mayor parte corresponde a las zonas húmeda y muy húmeda. En la vertiente norte, no hemos notado la existencia de estas dos últimas zonas climáticas. Por su posición abrigada, la caldera contrasta con su entorno y es más seca que las zonas altas vecinas.

La zona actual de uso agrícola de la Isla Isabela está localizada en la parte sureste de este volcán; existía otra zona agrícola, Alemania, en el sector suroeste del volcán. La antigua zona de explotación agrícola está abandonada y es parte del Parque Nacional; todavía se nota en el campo por la abundancia de especies introducidas, cítricos, aguacate, café, higuera, papa china y guaba dentro de un bosque de guayaba.

La presencia de una zona de colonización agrícola trajo las usuales perturbaciones a la vegetación natural. Por el escaso manejo dado a las tierras agrícolas, por la falta de una linderación efectiva en la parte alta, el impacto de la ocupación humana va mucho más allá de los límites de la zona agrícola y parece más fuerte que en otras islas. La guayaba salió de la zona agrícola e invadió amplias extensiones del Parque Nacional; en las partes altas, el ganado pastorea en las pampas tanto del Parque Nacional como de los terrenos de las fincas; los fuegos encendidos para la limpieza de los campos o la caza del ganado pueden convertirse en incendios catastróficos para zonas del Parque Nacional.

2.2 Zona árida

La zona árida ocupa una estrecha franja a lo largo de la costa sur. En esta zona están incluidas las formaciones vegetales litorales que, en los alrededores de Puerto Villamil, son de tres tipos, los manglares, las formaciones herbáceas circundantes a las pozas de aguas salobres y la vegetación herbá-

cea de las playas. Cada una de estas formaciones tiene sus especies propias. Cabe notar la importancia de *Hippomane mancinella* (manzanillo) en las partes tierra adentro de los manglares:

La vegetación fuera de la influencia de las aguas saladas es muy abierta. Los árboles están dispersos y se nota la presencia de leguminosas como *Prosopis* y *Acacia*; *Parkinsonia aculeata* forma grupos densos en los sitios de resurgencia de aguas dulces. La especie más llamativa de esta zona climática es el cactus *Jasminocereus*. En coladas recientes el palo santo (*Bursera graveolens*) forma poblaciones abiertas.

La cobertura vegetal más difundida la constituyen pequeños arbustos en formaciones cerradas o abiertas. Las principales especies son *Waltheria ovata*, *Castela galapageia*, *Chamaesyce* sp. y *Scalesia affinis*. Es también notable la densidad de *Darwiniothamnus tenuifolius*, especie normalmente encontrada en zonas climáticas mucho más húmedas.

2.3 Zona muy seca

Como en otras islas, esta zona está marcada por la abundancia de palo santo. Los bosques de palo santo incluyen otras especies como *Zanthoxylum fagara* (uña de gato), *Cordia lutea* (muyuyo) y *Pisonia floribunda* (pega-pega). Las especies arbustivas son las de la zona climática anterior, más otras como *Lippia rosmarinifolia*, *Macraea rosmarinifolia*, *Croton scouleri* (chala) etc. Localmente, cuando el estrato arbóreo es abierto, *Opuntia echios* constituye grupos importantes.

La parte central y norte de la caldera pertenece también a la zona climática muy seca. En este substrato rocoso dominan las formaciones arbustivas con predominio de *Dodonea viscosa* (mosquero); las escasas formaciones arbóreas están marcadas por palo santo.

2.4 Zona seca

La zona seca ocupa una superficie notable, pero con vegetación natural restringida únicamente a la vertiente sur del Sierra Negra. Su rango altitudinal es impresionante ya que empieza desde las par-

tes bajas por la directa exposición a los vientos húmedos y llega hasta el filo de la caldera en los lados este y oeste.

Las formaciones vegetales naturales de esta zona fueron vistas tanto en la parte oeste como en la parte este de la vertiente sur. El cambio más notable es la repentina disminución de la importancia del palo santo que sólo subsiste en testigos aislados en la parte más baja, al contacto con la zona climática precedente.

La composición florística se vuelve más rica en especies y existen diferencias locales en las plantas dominantes. En las partes más bajas de la zona agrícola, así como en las zonas vecinas al Parque Nacional, domina *Sapindus saponaria* (jaboncillo), la especie arbórea más alta del archipiélago. En otras partes, como en la vertiente oeste, se nota una mezcla de especies sin que ninguna sea dominante, uña de gato, pega-pega, *Psidium galapageium* (guayabillo) o *Hippomane mancinella* (manzanillo).

El estrato arbustivo cuenta con especies tales como *chala*, *Macraea laricifolia*, *Chicocca alba*, *Tournefortia* sp., *Vallesia glabra*.

La vertiente exterior del Norte de la caldera fue cartografiada en esta zona climática en base a la interpretación de imágenes satelitarias; la interpretación de las fotografías aéreas reveló la presencia de formaciones arbustivas y herbáceas; lastimosamente el recorrido de campo no pasó por estos sitios y no podemos indicar las especies características.

El borde interior del Sur de la caldera es parte de la zona seca según las imágenes de satélite. La cobertura vegetal es principalmente arbustiva y parecida a la de la zona muy seca dentro de la caldera. Cabe señalar la importancia del cactus *Jasminocereus*.

2.5 Zona húmeda

La vegetación natural de esta zona no cubre superficies importantes. En la zona agrícola, la tala de los árboles y la invasión por la guayaba introducida sólo dejaron algunos resagos no cartografiables de bosques de *Scalesia cordata*. En las áreas de Parque Nacional, la guayaba también acabó con la

vegetación natural y sólo se ven bosques bajos y chaparros de guayaba. Subsisten en la zona agrícola las pequeñas manchas del bosque natural de *Scalesia cordata*. Las especies características de esta zona deben buscarse en los arbustos y herbáceas, *Heliotropum*, *Tournefortia*, *Solanum erianthum*, varios helechos.

Aunque la mayor parte de la zona húmeda esté ocupada por un bosque de guayaba, existen otras formaciones vegetales. En el centro de la vertiente sur se localiza un conjunto de formaciones vegetales mixtas, una mezcla de árboles con arbustos, que parecen relacionados con la existencia de condiciones edafológicas particulares.

En las partes más altas de esta zona climática se encuentran formaciones herbáceas naturales o pampas con neta dominancia de gramíneas como *Paspalum conjugatum*, *Panicum dicotomiflorum* y *Sporobolus indicus*. A más de las gramíneas se notan otras especies herbáceas y escasos arbustos; en una pampa de la zona húmeda, en el filo este de la caldera, hemos encontrado a pocos metros de distancia dos variedades de *Darwiniothamnus tenuifolius*, una de hojas estrechas y la otra de hojas anchas, lo que es sorprendente si se admite la distribución actualmente conocida de las variedades de esta especie.

2.6 Zona muy húmeda

La zona muy húmeda tiene la forma de un cacho localizado únicamente en la vertiente sur del volcán. Según la información de base utilizada es una zona bastante extensa.

La formación vegetal característica es la pampa, formación natural herbácea. El componente principal es gramíneo y son las mismas especies que en las pampas de zona húmeda. A las gramíneas se añaden las ciperáceas que tienen aquí más importancia que en la zona anterior, *Eleocharis* por ejemplo. Las otras especies herbáceas también son compartidas con la zona húmeda: *Vigna*, *Cuphea*, *Hyp-tis*, *Centella*, *Polygonum* (en los sitios más húmedos) entre otras. A más de las ciperáceas otra familia tiene mayor importancia en esta zona, los helechos; el helecho más abundante es *Pteridium aquilinum* (chontilla) que cubre grandes superficies y

que, una vez seco, es un buen combustible para los incendios. El helecho típico de este piso es *Cyathea waetherbyana* que actualmente queda restringido a sitios escarpados y de difícil acceso. Estas dos especies son las más llamativas pero existe un gran número de especies de helechos en las pampas de la zona muy húmeda.

Las formaciones arbustivas son de poca extensión. Las especies que las constituyen son de tamaño reducido, las más frecuentes son *Pernettya howellii* y *Hypericum uliginosum*. En las partes más bajas se nota cantidades importantes de matas de guayaba que pueden formar pequeños matorrales.

En esta zona se ven todavía los impactos de la acción del hombre. Existen plantas introducidas, siendo la guayaba la más abundante; otras menos importantes son *Ipomoea batatas* (camote), *Passiflora edulis* (maracuyá), *Eryobotria japonica* (níspero), *Solanum quitoense* (naranjilla), *Datura* sp. (floripondio). Existe ganado suelto al que se podría responsabilizar de la desaparición de la cobertura leñosa. Existen los incendios ocasionales que destruyen la capa orgánica del suelo y que impiden el desarrollo de especies no aptas a una rápida recuperación después del flagelo.

VOLCAN CERRO AZUL

Este volcán joven, muy activo y alto (1650 m) tiene una forma no muy regular (20 por 28 km) debido a su coalescencia con el volcán Sierra Negra.

1. GEOMORFOLOGIA

Es un volcán escudo con pendientes muy fuertes en sus partes intermedias y altas y zonas planas somitales muy reducidas. Existe, como en el volcán Sierra Negra, una marcada diferencia entre las vertientes norte y sur. Las fracturas son relativamente numerosas, la más importante se encuentra en la parte baja al Norte de Caleta Iguana.

La actividad volcánica actual es importante notándose erupciones en 1979.

1.1 El edificio volcánico

1.1.1 Los derrames de edad antigua

Se localizan en la parte inferior de las vertientes sur y oeste y en la parte intermedia del volcán. Las pendientes son débiles a moderadas y el relieve es ondulado con escasa disección; son lavas de tipo poco diferenciadas con meteorización superficial de color café-amarillento a rojizo.

1.1.2 Los derrames de edad intermedia

Se encuentran de manera dispersa alrededor del volcán, especialmente al Norte. Los relieves son caóticos por el apilamiento de derrames de lava; las lavas son de tipo "aa" y "pahoehoe" con huellas longitudinales de flujo más marcadas y abruptos terminales.

1.1.3 Las emisiones recientes

1.1.3.1 Las coladas

Son más abundantes en la parte superior de la vertiente norte; se originaron sea en fisuras radiales, circunferenciales o en conos parásitos formados sobre estas fisuras; los flujos son longitudinales, superpuestos y delimitados por abruptos; los relieves son variables, superficies onduladas, inclinadas o caóticas.

1.1.3.2 Las proyecciones piroclásticas

Recubren la parte superior e intermedia de la mitad sur del volcán.

La parte somital de relieve plano a ondulado está cubierta por cenizas y lapilli localmente cementados, disectados en cauces de escurrimiento.

La parte intermedia de pendiente moderada a fuerte presenta una mayor disección en canales de escurrimiento y marcas de remoción hídrica; los depósitos están localmente cementados.

1.2 La caldera

Tiene una forma elíptica alargada en el sentido noroeste-sureste y mide 4.3 km en su eje mayor y

3.4 km en su eje menor; su profundidad promedio es de 560 m. Presenta varias formas.

- abruptos fuertes, a veces cubiertos por lavas recientes como es el caso en los sectores sur y oeste, prolongados hacia abajo por vertientes y conos de escombros de materiales antiguos y piroclásticos acumulados por gravedad,
- niveles escalonados de materiales antiguos, unos planos con cobertura parcial de proyecciones piroclásticas, otros planos a inclinados con conos parásitos que dieron origen a una cobertura de lavas recientes. Estos niveles evidencian las diversas etapas del colapso de la caldera,
- el fondo de la caldera de dimensiones estrechas (2,3 por 1,5 km) tiene una laguna recién formada así como un pequeño cráter parásito de toba palagónica (?). Presenta también, en el lado oeste, una delgada cobertura de lavas muy recientes, provenientes de fisuras en las paredes internas de la caldera y de conos parásitos de los niveles superiores.

1.3 La actividad volcánica actual

El Cerro Azul es la sede de erupciones actuales, las últimas y más importantes se localizan:

- en el flanco este, con emisión de extensos campos de lava a partir de conos adventicios de este flanco, la última en el año 1979 participó en el relleno de la zona "El Quemado", ensillada ubicada entre los volcanes Sierra Negra y Cerro Azul.
- en la cercanía de la caldera, con actividad fumarólica en el edificio escoriáceo y por la emisión de lavas y escorias por pequeños conos alineados sobre fisuras al Oeste y Suroeste de la caldera.

1.4 Construcciones volcánicas menores

Están distribuidas en todos los flancos del volcán pero se encuentran con mayor frecuencia en las vertientes norte y noroeste. Están diferenciadas en tres grupos de acuerdo a su génesis, forma y aspecto:

- construcciones volcánicas antiguas, en forma de herradura, compuestas de escorias y toba palagónica disectadas; ejemplo, los conos del flanco inferior occidental y del interior de la caldera,
- aparatos volcánicos sin huellas de actividad reciente, conos pequeños con cráteres estrechos, semi-destruidos, en forma de herradura, alineados sobre fisuras, originados por la acumulación de escorias y materiales piroclásticos, o pequeñas bocas propias de una zona de hornitos, con una gran concentración en la parte inferior occidental,
- conos pequeños alineados sobre fisuras radiales o circunferenciales, con derrames recientes de lava basáltica; ejemplo, los conos de la parte superior de la vertiente norte.

1.4 Formas marinas

El perfil costero es sumamente rocoso, con acantilados altos en el sector de Caleta Iguana y playas levantadas en el sector occidental. No se encuentran playas coralíferas en las costas del volcán Cerro Azul.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

El volcán Cerro Azul fue cruzado desde El Quemado, la colada de lava que lo separa del volcán Sierra Negra, hasta Caleta Iguana, pasando por la cumbre. La distribución de las zonas climáticas y de sus respectivas formaciones vegetales presentó muchos problemas. Los puntos más extraños fueron la presencia de un bosque de características no áridas en la orilla sur, la gran extensión de las pampas hasta altitudes inusualmente bajas y la existencia de formaciones vegetales de clima seco en la cumbre. La interpretación de imágenes del satélite Landsat y el recorrido de campo permitieron formular algunas hipótesis.

Existe, como en el caso del Sierra Negra, un fuerte contraste entre las vertientes norte y sur, por las mismas razones expuestas anteriormente. La caldera está desprovista de una notable vegetación

(excepto las algas de una de las lagunas).

El volcán Cerro Azul soporta importantes manadas de ganado bovino cimarrón que influyen sobre el estado actual de la vegetación natural en las partes altas del volcán.

2.2 Zonas árida y muy seca

Nuestro recorrido de campo no nos permitió atravesar las formaciones vegetales correspondientes a estas dos zonas climáticas. Por lo tanto, no se puede dar información acerca de su composición florística.

La poca importancia de estas zonas en la vertiente sur del Cerro Azul se explica comunmente por la gran altura de este volcán, así como por sus pendientes fuertes que inducirían una mayor condensación del vapor de agua de las nubes; la costa, estando a poca distancia de las pendientes fuertes, podría recibir mayores precipitaciones que en el caso de pendientes más débiles.

2.3 Zona seca

La zona climática seca se localiza en dos posiciones topográficas bien diferenciadas, una a baja altitud que fue cruzada dos veces, la primera al subir después de El Quemado y la segunda detrás de Caleta Iguana; otra zona seca se ubica alrededor de la caldera.

La zona seca de baja altitud se encuentra en su posición usual tal como la hemos visto en otras islas, es decir debajo de la zona climática húmeda. Los dos sitios donde fue cruzada esta zona tienen características florísticas comunes, siendo la mayor diferencia la densidad de la vegetación arbórea; las formaciones vegetales detrás de Caleta Iguana son bosques densos mientras que arriba de El Quemado son más frecuentes las formaciones arbustivas. Las especies más abundantes son *Psidium galapageium* (guayabillo), *Pisonia floribunda* (pega-pega), *Bursera graveolens* (palo santo) en las zonas rocosas de antiguas coladas de lava, *Opuntia saxicola* (tuna), *Croton scouleri* (chala) y *Waltheria ovata*.

La vegetación de la zona seca circundante de la caldera se ubica encima de la zona húmeda y tiene características totalmente diferentes. La existencia de esta zona seca se debe a la gran altura del volcán (borde de la caldera entre 1500 y 1600 m), lo que

hace que su cumbre se encuentre encima de la capa nubosa y reciba así menos lluvias y garúa que las zonas de altitud más baja.

La formación vegetal dominante es una pampa abierta con una cobertura parcial de gramíneas, *Panicum pauperum* y *Paspalum conjugatum*. La planta más alta en esta formación vegetal es *Opuntia saxicola* (tuna). La ausencia de vegetación leñosa y la aparente falta de vigor de esta cobertura vegetal pueden relacionarse a un conjunto de factores: climáticos, relativa sequía por falta de lluvias agravada por los fuertes vientos; edáficos, recubrimientos de cenizas recientes muy permeables; bióticos, presencia de ganado bovino cimarrón pastando de preferencia en zonas de pendientes débiles.

2.4 Zona húmeda

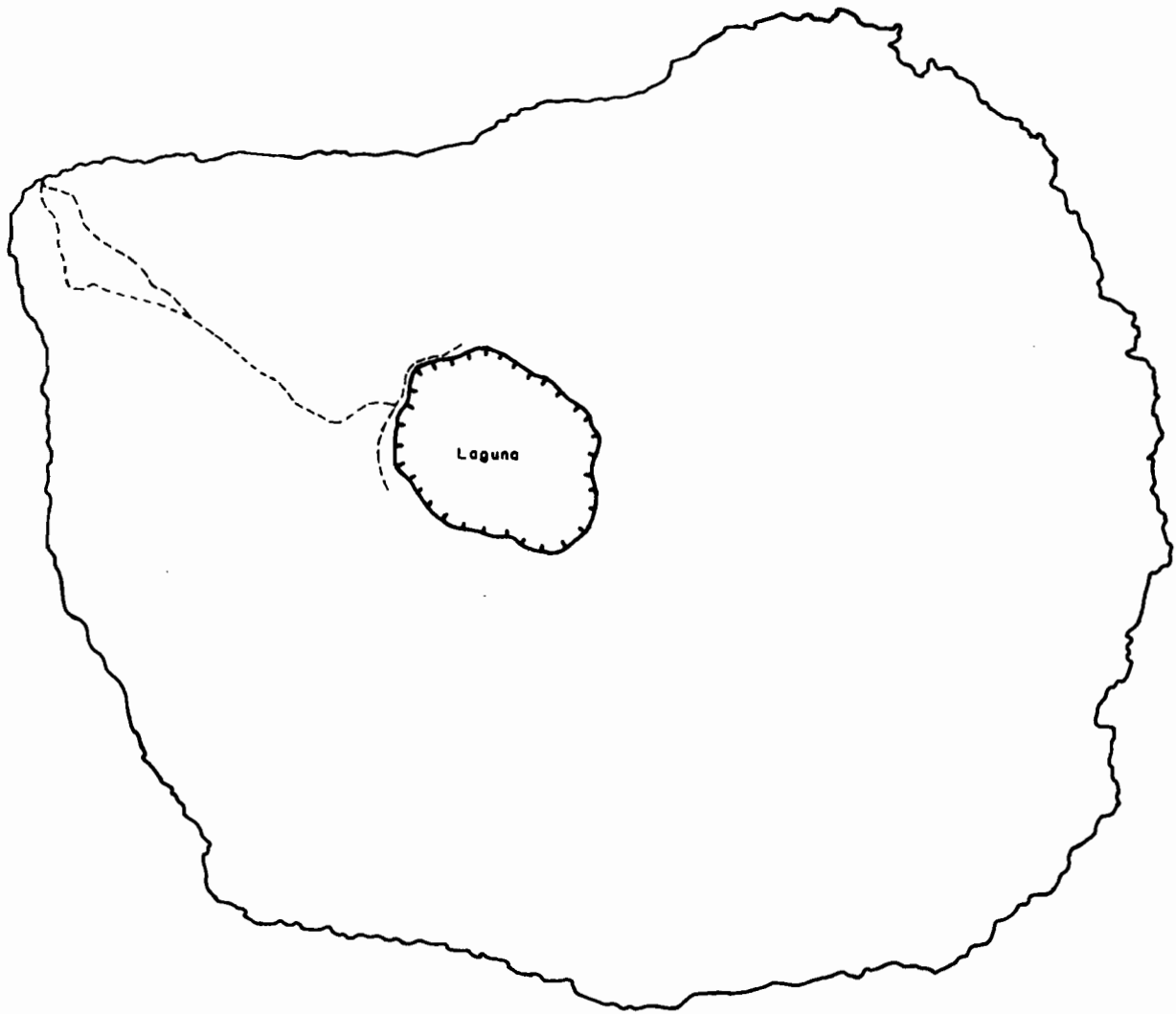
La formación vegetal dominante en la zona húmeda es una pampa más o menos abierta con presencia muy ocasional de arbustos o árboles. La vegetación leñosa tiende a ser más abundante en la parte más baja de esta zona; en las partes más altas los arbustos y árboles sólo se encuentran en las encañadas. La componente principal del estrato herbáceo es una ciperácea, *Rhynchospora corymbosa*. Dentro de las especies leñosas se puede mencionar *Dodonea viscosa* (mosquero), *Darwiniothamnus tenuifolius*, *Scalesia cordata* (lechoso), *Zanthoxylum fagara* (uña de gato) y *Tournefortia rufo-sericea* (palito negro). En las fotografías aéreas se nota la presencia de un bosque denso en el filo oeste de la caldera. No hemos podido investigarlo pero, según la bibliografía, se trata de un bosque con dominancia de *Cordia leucophyctis* (muyuyo).

La actual extensión de las pampas no parece natural, ya que existen en todas partes ejemplares adultos de árboles y arbustos. Se nota muy bien la falta de regeneración de estas especies; es decir, salvo en algunos sitios particulares, no se puede encontrar ejemplares jóvenes de plantas leñosas. Por otro lado, la presencia en las pampas de especies nativas hace pensar que son, sin embargo, formaciones naturales. Entonces se puede suponer que existían extensiones de pampas junto a formaciones vegetales leñosas; la distribución original de estas dos formaciones vegetales naturales estaba bajo la influencia de factores climáticos y edáficos. La introducción de ganado bovino debe haber cambiado este equilibrio favoreciendo la extensión de las formaciones herbáceas a costa de las formaciones le-

ñosas. Hay también que admitir una cierta fragilidad de los bosques y matorrales por haber desaparecido tan rápidamente ya que el ganado bovino fue introducido solamente al fin de los años 50.

2.5 Zona muy húmeda

Las imágenes del satélite Landsat permitieron delimitar una zona climática más en la vertiente sur del volcán; el recorrido de campo la atravesó y la formación vegetal encontrada es una pampa con dominancia de ciperáceas; la diferencia con las pampas de la zona húmeda radica en una fuerte incidencia de helechos en la base de los microrelieves.



Croquis del recorrido de campo

Fernandina constituye la isla más occidental del archipiélago y es parte del grupo de las islas mayores; mide 34 km de Este a Oeste por 23 km de Norte a Sur; está globalmente redonda, faltando solamente el arco norte. Es una isla bastante elevada, su altitud máxima es de 1410 m.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

Fernandina es una isla formada por un solo volcán de tipo escudo, La Cumbre. Sus laderas se presentan siguiendo un esquema normal; las pendientes son débiles en la parte basal y aumentan paulatinamente con la altitud hasta llegar a la zona de fracturas circunferenciales donde nuevamente prevalecen modelados suaves que culminan al borde de la caldera, excepto en una pequeña zona del flanco norte, entre Cabo Douglas y Punta Espinoza, donde las pendientes son más fuertes. Los flancos están constituidos por extensos campos de lavas superpuestas e imbricadas de tipo "pahoehoe" y "aa" y marcadas por pequeñas quebradas radiales.

En la cima, en posición ligeramente excéntrica hacia el Nor-noroeste, se localiza una caldera ovalada y muy honda con el fondo ocupado por un lago. La parte plana circundante de la caldera se caracteriza por la presencia de un sinnúmero de conos y fracturas concéntricas donde se originaron flujos recientes de lava, con disposición radial hacia los flancos inferiores del volcán.

Se notó actividad volcánica actual, particularmente en 1968 y 1984.

1.2 La construcción volcánica de edad antigua e intermedia

Los testigos de terrenos correspondientes a estas fases no son muy extensos, están restringidos a pequeñas áreas muy diseminadas en todos los flancos; de acuerdo a su ubicación, son planos en las partes cercanas a la costa y ondulados con pendientes débiles a moderadas en las partes superiores del volcán.

Algunos derrames presentan pequeños abruptos en sus frentes y superficies caóticas debido a un apilamiento desordenado además de huellas longitudinales de flujo.

A pesar de su relativa antigüedad, estas zonas se hallan muy poco meteorizadas en superficie; tienen una coloración café-amarillenta a rojiza. En las partes altas, más húmedas como la zona plana circundante a la caldera y en los primeros declives de la vertiente suroccidental, se localizan pequeñas alteraciones con una escasa vegetación; parte de éstas fueron recubiertas por las proyecciones recientes de ceniza y lapilli.

1.3 Formaciones volcánicas recientes

Consta de dos grupos de formas:

- coladas recientes,
- proyecciones piroclásticas.

1.3.1 Coladas recientes

Se localizan en todas las vertientes, con una mayor extensión en la mitad oriental de la isla. Tienen dos orígenes:

- el aporte más importante proviene de fracturas circunferenciales que rodean la caldera; estas coladas de lava descienden radialmente por los flancos, superponiéndose constantemente y formando amplios campos de derrames interdigitados con abruptos de algunos metros de desnivel en sus frentes.
- en menor cantidad se produjeron derrames originados a partir de fracturas radiales y conos alineados localizados en los flancos superiores e inferiores del volcán; presentan las mismas características que los derrames anteriores.

1.3.2 Proyecciones piroclásticas

Estos materiales han sido emitidos, en su mayor parte, desde la parte somital hacia el flanco oeste, y su fisonomía varía en función de la altitud y de la pendiente del sitio donde se depositaron.

- en la parte superior de pendiente débil, estos depósitos de más de un metro de espesor, formados por cenizas, lapilli, granillos de lava negra vitrificada y bloques intercalados, localmente cementados, presentan superficies no disecadas asociadas con zonas que muestran abundantes huellas de escurrimiento hídrico.
- en la vertiente intermedia de pendiente mode-

rada a fuerte, la capa más débil de cenizas y lapilli exhibe una disección más avanzada en canales, cauces, barrancos que a veces llegan a descubrir el substrato; el encurrimiento difuso y concentrado de invierno es más activo y se encuentran muy pocos rellenos de material coluvial.

- en la parte baja de pendiente débil se depositan los materiales transportados que cubren localmente las coladas.

Los flancos noroeste y suroeste que tienen pendientes fuertes también se caracterizan por presentar pequeños depósitos de lapilli y ceniza con una disección avanzada y huellas de escurrimiento poco abundantes.

1.4 La caldera

Tiene una forma elíptica alargada en el sentido sureste-noroeste (6.5 por 5 km), una profundidad de 1070 m aproximadamente y es actualmente la caldera más profunda del archipiélago. En junio 1968 se produjo la última fase de su colapso que presentó características especiales por su magnitud, explosión, ensanchamiento, hundimiento del piso y actividad sísmica. Además gran parte de los materiales piroclásticos encontrados en los flancos superiores e inferiores del Noreste, Suroeste y Oeste provienen de estos eventos.

Las paredes internas son cornizas y abruptos rocosos, principalmente de lavas antiguas ocasionalmente recubiertas por lavas recientes como en el sector noroeste y, con una menor extensión, en la parte sureste. Estas vertientes son todavía inestables produciéndose derrumbes.

Como resultado del colapso se formaron diferentes plataformas o niveles escalonados:

- niveles horizontales de hundimientos, planos a ligeramente ondulados, formados por lavas antiguas cubiertas por lavas recientes y, localmente, por lapilli emitidos durante las últimas erupciones de 1980 y 1984.
- niveles escalonados con un micro-relieve en forma de escalera, originados por fallas paralelas, formados por lavas antiguas; al Oeste, se localiza una zona con relieve aborregado, inclinada hacia el centro de la caldera.

En el fondo de la caldera se formaron una laguna y, al Oeste, un cono de palagonita en forma de media-luna; existen además numerosas fumarolas activas.

La actividad volcánica actual está concentrada en la caldera y sus alrededores; después del hundimiento de su piso de 300 m en 1968 acompañado de emisión de grandes cantidades de piroclásticos (1 a 2 km³) y de derrames lávicos, se produjeron varias erupciones de lapilli y escorias ocasionalmente con emisión de coladas muy localizadas a partir de conos o fisuras circundantes a la caldera somital. Los lapilli de las últimas erupciones (1980? y 1984) están todavía bien visibles en la planicie somital.

1.5 Construcciones volcánicas menores

Numerosos conos volcánicos salpican toda la superficie de la isla, en su mayoría están formados por capas de lavas escoriáceas, pudiendo diferenciarse dos grandes tipos:

- los conos antiguos presentan todavía formas bien visibles pero en proceso de destrucción. En los flancos externos se localizan quebradillas activas en invierno que acumulan materiales en su base,
- los más recientes, a veces con formas cónicas bien definidas, están generalmente agrupados o alineados en forma radial y muestran signos de actividad histórica.

1.6 Formas coluvio-aluviales

Los depósitos aluviales o coluvio-aluviales de arena y grava están muy localizados, circunscribiéndose a las partes terminales de pequeños canales, barrancos y cárcavas que se activan en invierno con escurrimiento difuso y concentrado, especialmente en las zonas planas cercanas a la costa del lado occidental (cerca de Cabo Douglas).

1.7 Los relieves marinos

Son muy escasos y de dos tipos:

- reducidas playas con depósitos de arenas coralíferas sobre lavas de tipo "pahoehoe"; la playa más importante se ubica en el sector de Punta Espinoza,
- una estrecha franja alrededor de toda la isla

presenta bloques de lava modelados por abrasión marina.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

La Isla Fernandina también fue recorrida solamente mediante la subida y bajada por el mismo camino (por Cabo Douglas), sin que se hayan hecho recorridos más extensos. Lo más notable de la vegetación de esta isla es la dominancia de las formaciones arbustivas. Las condiciones extremas creadas por fenómenos volcánicos recientes pueden ser responsables del reducido desarrollo de la cobertura vegetal.

Por la forma bastante regular de la isla, la disposición de las zonas climáticas se hace en anillos concéntricos con una muy marcada asimetría de la zona húmeda. Aunque la altura del volcán, alrededor de 1400 m, permitiría la localización de una zona muy húmeda, no hemos encontrado, ni en las imágenes, ni en la vegetación analizada en el campo, indicios de la presencia de tal zona. Nos parece que, en el caso de Fernandina, las pésimas condiciones edáficas serían responsables de la falta de una zona muy húmeda. Un estudio climático o una investigación botánica sobre las plantas epifitas podrían dar indicios valiosos sobre la humedad recibida por las partes altas de Fernandina.

2.2 Zona árida

El tipo de formación vegetal dominante es arbustivo abierto en los substratos de lavas antiguas. En las lavas recientes no existe cobertura vegetal significativa.

La especie más abundante parece ser *Castela galapageia* y las especies secundarias son *Scutia pauciflora*, *Darwiniothamnus tenuifolius*, *Vallesia glabra*, *Waltheria ovata*, *Scalesia affinis* y *Chamaesyce*. La única especie arborescente es *Bursera graveolens* (palo santo). Cabe notar, en zonas de depósito de materiales finos o en grietas, la presencia de una especie sub-leñosa, *Pectis tenuifolia*.

2.3 Zona muy seca

Las formaciones arbóreas son reducidas, siendo las formaciones arbustivas las más importantes. Cuando el palo santo está presente no logra confor-

mar verdaderos bosques y los árboles quedan de pequeña altura. Las formaciones arbustivas son, en su mayoría, formaciones abiertas; la especie más abundante es *Macraea laricifolia* asociada a otras especies como *Chiococca alba*, *Cordia* sp y *Dodonea viscosa* (mosquero). En suelos de materiales más finos se desarrolla muy bien *Coldenia*. En las zonas más rocosas domina el cactus *Jasminocereus*.

2.4 Zona seca

En la zona climática seca no hemos visto formaciones arbóreas, aunque la fotointerpretación reveló tales formaciones pero fuera de nuestro recorrido. Sólo hemos visto formaciones arbustivas ampliamente dominadas por *Baccharis gnidiifolia*; otras especies arbustivas son *Macraea laricifolia* y *Lippia rosmarinifolia*; aparecen especies más exigentes en humedad como helechos localizados en grietas o bajo la sombra de otras plantas, algunas matas de *Solanum erianthum* y ciperáceas.

2.5 Zona húmeda

La vegetación de esta zona se encuentra sobre las últimas proyecciones de cenizas depositadas al momento del colapso de la caldera. Las cenizas están parcialmente compactadas y su aspecto es parecido al de la cangahua. Estos depósitos de ceniza están ya en proceso de erosión, localmente son removidas por las aguas y dejan aparecer las rocas subyacentes y toda la superficie del manto de ceniza está agrietada. Las plantas se localizan de preferencia o en las grietas o al contacto entre las rocas y las cenizas. Tal disposición de las plantas hace sospechar problemas de abastecimiento de agua para la vegetación; las cenizas deben ser un substrato bastante permeable pero, por su débil alteración, sin mayor posibilidad de retención de agua. Por eso, las plantas se localizaron en los sitios con mayor disponibilidad de agua, en las grietas rellenas con materiales de alteración o al contacto de la roca donde corren las aguas infiltradas.

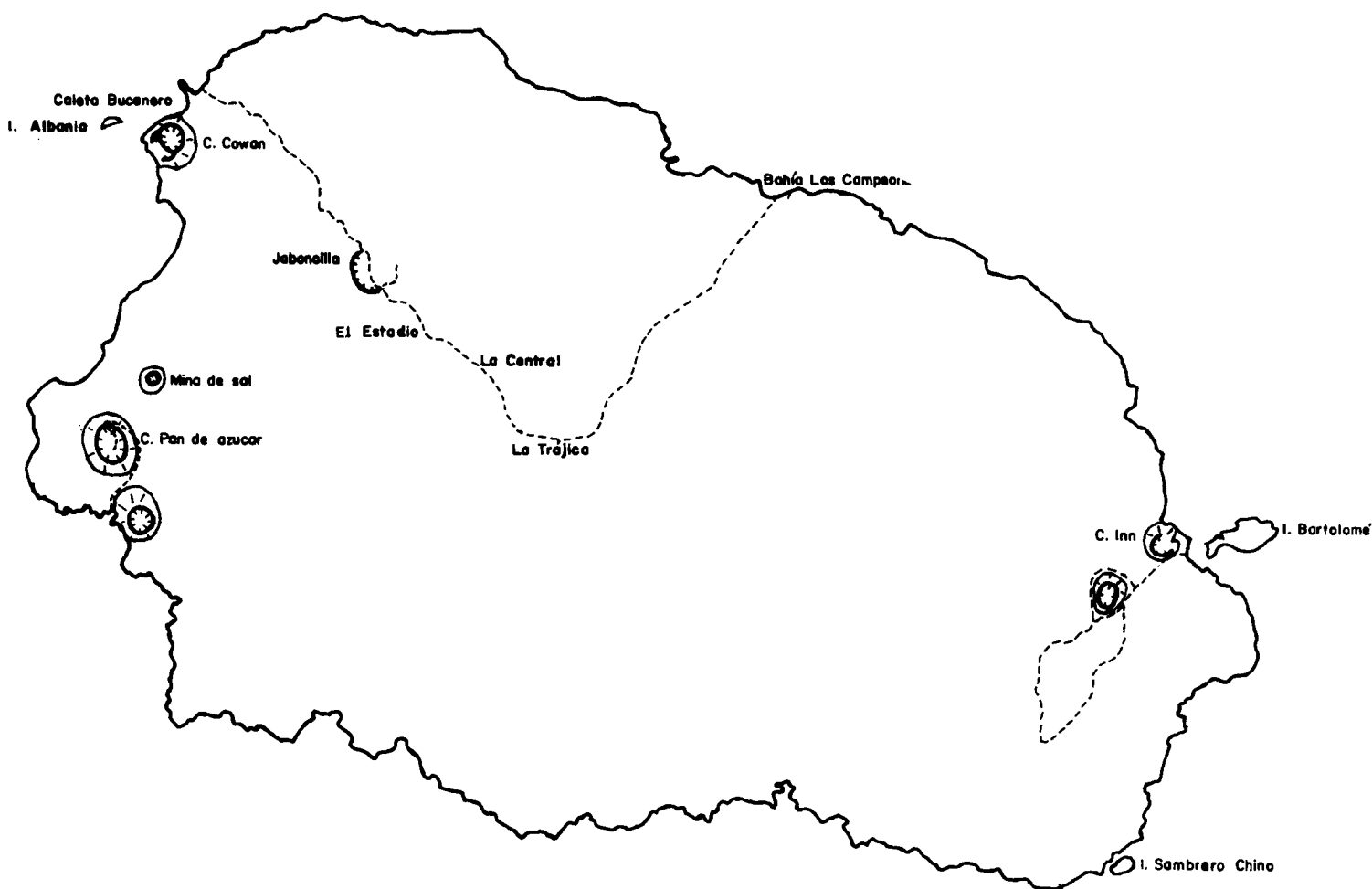
La vegetación de la zona húmeda parece pobre en especies si se la compara con formaciones vegetales de zonas húmedas de otras islas. El actual matorral, que bien podría desarrollarse hasta conformar un verdadero bosque, está dominado por dos especies, *Scalesia microcephala* y *Solanum erianthum*. Especies leñosas secundarias son *Croton scouleri* (chala) y *Psychotria rufipes*. En los espacios abiertos domina una rastrera, *Lycopersicum*

cheesmanii. Al filo de la caldera existen pequeñas manchas de una gramínea, cf. *Aristida*.

La fotointerpretación reveló la existencia de amplias extensiones de formaciones con un importan-

te componente herbáceo al este de la caldera. No hemos llegado hasta estas "pampas" pero están mencionadas en la bibliografía y la especie dominante es *Paspalum pauperum*.

ISLA SANTIAGO



Croquis del recorrido de campo

Situada al extremo noroccidental del grupo central de las islas del archipiélago, Santiago es conocida como una de las islas mayores por su gran extensión (585 km² aproximadamente). De forma alargada en dirección noroeste-sureste, su eje latitudinal (37 km) es casi el doble del eje longitudinal (21 km). En forma general, Santiago es una isla bastante alta, la cima localizada al Noroeste tiene 920 m de altitud (medición en el campo) y el manto somital se ubica entre 700 y 900 m de altitud.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

La presencia de variadas formas de relieve, típicas de los volcanes "escudo", la posición excéntrica de su cima desplazada en dirección noroeste y la ausencia de una caldera colapsada hacen de Santiago una de las islas más complejas del archipiélago.

Otros rasgos importantes del relieve son los extensos campos de lava ubicados al Sureste, así como la presencia de un gran número de pequeños conos volcánicos y construcciones menores localizadas desordenadamente en toda la superficie de la isla. Por último, hay que destacar la existencia de una gran cantidad de rellenos y zonas coluviales ubicadas en posición radial, preferentemente en la parte somital y en los flancos inferiores de la antigua construcción de la isla.

Santiago no presenta, en la actualidad, signos de actividad volcánica importante.

1.2 La construcción volcánica antigua

1.2.1 La parte basal

Excepto en el noroccidente donde los flancos inferiores de la construcción volcánica principal descienden directamente al mar, la isla está rodeada de una extensa zona basal que ocupa aproximadamente el 50 o/o del área total. Esta zona bastante uniforme sobresale pocos metros del nivel del mar y, en el interior de la isla, se eleva hasta alturas entre 20 y 50 m. Al Sur, toda la franja ha sido recubierta por una potente capa de derrames lávicos recientes quedando únicamente algunos testigos aislados de la antigua construcción.

Se trata de antiguos derrames que forman superfi-

cies escalonadas, de corte general plano a cóncavo, con gran cantidad de bloques meteorizados de color pardo-amarillento que alternan con depósitos discontinuos de material fino, generalmente limo y arena que han sido transportados hídricamente.

Localmente la homogeneidad del relieve es alterada por la presencia de pequeños abruptos rocosos al centro de la isla y por zonas con testigos de superficies más elevadas y ligeramente disectadas al Norte, originadas por antiguas abrasiones marinas con numerosos afloramientos rocosos y gran cantidad de bloques en la superficie.

1.2.1.1 Los flancos inferiores

Al Noroeste de la isla, los flancos inferiores forman un semicírculo que desciende bruscamente desde una altura aproximada de 400 m. Al Sur, esta franja se estrecha y va perdiendo altura hasta desaparecer confundida con los relieves basales de la parte central.

El relieve corresponde a una vertiente bastante escabrosa e irregular, fuertemente inclinada y disectada por un gran número de quebradillas de poca profundidad y extensión, que tienen el cauce seco en verano y muy activo en invierno.

Enormes afloramientos rocosos forman abruptos importantes, gran cantidad de bloques y piedras en superficie dominan el relieve; no existe una cobertura importante de materiales finos, ya que han sido lavados y transportados hacia zonas más bajas por las lluvias de invierno; sin embargo, localmente se puede encontrar alteraciones limosas y arenosas con gravas de tamaño variable.

Una de las características más importantes de esta zona es la presencia de las primeras huellas de actividad volcánica reciente.

1.2.1.2 Los flancos superiores

La fisonomía del relieve cambia notablemente en un anillo localizado entre los 400 y 600 m de altitud. Al Norte, forma un semicírculo alargado de superficies generalmente convexas, ligeramente onduladas a disectadas, separadas por pequeños abruptos rocosos; la pendiente es bastante débil. Al Sur, en cambio, se reduce a una franja muy estrecha y dislocada, localmente con superficies escalonadas.

Estos relieves se encuentran ligeramente modificados por una cobertura general no muy potente de ceniza y lapilli bastante meteorizados sobre un substrato de lavas macizas.

Al centro de la isla, los flancos superiores forman una vertiente inclinada de relieve pronunciadamente disectado con superficies caóticas y afloramientos rocosos y pedregosos de gran extensión, cubiertos por una muy delgada capa de proyecciones piroclásticas. Prácticamente esta zona es una transición entre los flancos superiores y los inferiores.

..2.1.3 El manto somital

Es una zona extensa y muy irregular, de forma alargada en dirección noroeste-sureste, ubicada entre los 700 y 900 m de altitud. La cima, aunque bastante erosionada y destruida, conserva la forma típica de un cono volcánico con sus paredes un tanto colapsadas; los flancos interiores son bastante caóticos, muy rocosos y de fuerte pendiente, mientras que los exteriores son de pendiente más débil, de forma convexa y ligeramente ondulados.

Localmente se observa una cobertura discontinua de proyecciones piroclásticas y gran cantidad de escombros producidos por movimientos de gravedad. En el centro del cono volcánico y en la parte externa hacia el Sureste, se ubican antiguas cuencas de relleno dispuestas escalonadamente y encerradas entre conos volcánicos parásitos; se trata de paleolagunas con una potente cobertura de lapilli y ceniza depositada por vía hídrica; están sumamente meteorizadas hasta llegar a una textura limosa a limo-arcillosa con suelos bien desarrollados.

Las superficies presentan un fuerte escurrimiento concentrado de invierno, favorecido por la degradación de la cobertura vegetal por parte de cabras y chanchos; es posible encontrar numerosas pozas de agua estancada.

1.3 Los derrames de lava

Se ubican principalmente en la franja litoral que rodea la parte sur de la isla, formando así un arco que se extiende de Este a Oeste. Las fuentes de estos derrames son generalmente pequeñas bocas o conos parásitos alineados en una dirección preferencial este-oeste. Salvo uno o dos casos, no existe aporte significativo de lava por medio de fi-

suras, lo que permite deducir que la actividad tectónica ha sido bastante incipiente; únicamente al Oeste se puede apreciar las huellas de un fuerte hundimiento debido a una falla importante de dirección noroeste-sureste y, en cuyo ángulo, se ubica la playa Espumilla.

1.3.1 Los derrames de lava de edad intermedia

Se caracterizan por ser flujos longitudinales superpuestos y bien marcados, de inclinación moderada. Las superficies son de tipo "pahoehoe", cordadas y ligeramente meteorizadas con un color pardo-amarillento.

Al Norte de la isla, los flujos son de escaso espesor, apenas una capa delgada cubrió la superficie preexistente; en cambio al Este, tienen una potencia de hasta 5 m observable en los abruptos importantes que se forman al borde de los derrames. Al Oeste de la isla forman campos de coladas que tienen una distribución caótica y un relieve ondulado, formados por lavas escoriáceas y bloques apilonados asociados con alteraciones delgadas de arena, granillo y grava.

Al Noreste y en parte de la isla Bartolomé, existen coladas caóticas apilonadas con un relieve muy particular, debido a la presencia de un gran número de conos volcánicos, hornitos y bocas parásitas que se distribuyen irregularmente por toda la superficie.

1.3.2 Los derrames lávicos recientes

Se ubican principalmente en la parte sur-sureste de la isla donde forman extensos campos de lava. Al Noreste y Oeste, existen pocos testigos de flujos asociados con derrames de edad intermedia. La fotointerpretación ha permitido diferenciar tres generaciones de flujos.

1.3.2.1 Derrames de primera generación

Los ejemplos típicos de este tipo de derrame son testigos puntuales localizados en el sector de Bahía Sullivan al Sureste de la isla, se caracterizan por formas superficiales irregulares de coladas, con huellas de flujos más recientes y testigos de superficies más elevadas, producto de erosión diferencial o abrasión marina. Litológicamente son lavas "pahoehoe" fracturadas. Al oriente de la isla se presentan en forma de flujos longitudinales superpuestos de lava "pahoehoe" del tipo planchonada

con superficies cordadas, meteorizadas con una coloración café-negrucza.

1.3.2.2 Derrames de segunda generación

Dominan casi todo el sector sur de la isla y forman una de las más hermosas zonas de todo el archipiélago. Se trata de extensos campos de lava "pahoehoe" que tienen la particularidad de presentar superficies muy variadas: cordadas, trenzadas, onduladas, tejidas, etc. Se extienden a lo largo de todo el perfil litoral y presentan signos débiles de meteorización café-negrucza. Los flujos longitudinales de lava son muy escasos, unos pocos ejemplos aparecen tanto al Este como al Sur.

1.3.2.3 Derrames de tercera generación

Afloran en sitios puntuales de la isla, los más extensos están ubicados en el centro-sur y otros en la Bahía Sullivan. Estos derrames provienen de conos volcánicos formados exclusivamente de lava; son conos bastante grandes (altura aproximada 100 m), tienen la forma de plato invertido con amplios cráteres o bocas; las lavas son de color café-rojizo por la meteorización y oxidación.

Litológicamente son flujos longitudinales bien marcados de lavas indiferenciadas tipo "aa" y "pahoehoe", muy oscuras casi negras, es típica la presencia de tuberías o canales internos que se rompen al menor esfuerzo.

1.4 Construcciones volcánicas recientes

Se diferencian claramente dos tipos de conos volcánicos.

Los conos localizados al Oeste de la isla (Cerro Pan de Azúcar) y al Este (Cerro Inn) son los más grandes (altura aproximada 150 m); tienen la forma típica de cono con un cráter perfectamente circular y un fondo relleno por sedimentos fluvio-lacustres; las paredes internas son rectilíneas y de fuerte pendiente mientras que los flancos exteriores tienen un perfil convexo con un drenaje radial muy denso y activo durante el período invernal.

Estas construcciones están formadas por una alternancia de areniscas y brechas con cemento palagónico; son deleznable en superficie pero compactas en profundidad.

Generalmente, la parte basal de estos conos tiene un perfil cóncavo muy suave y ondulado, cubierto por depósitos coluvio-aluviales de arena y grava; el escurrimiento concentrado de invierno se manifiesta por la presencia de quebradillas de poca longitud pero con cauces a veces profundos.

El otro tipo de cono se distribuye irregularmente por toda la superficie de la isla, e inclusive fuera de ella, como es el caso de la isla Sombrero Chino y de los islotes que la rodean. Son domos pequeños, comúnmente unidos en forma coalescente; tienen alturas de hasta 50 m, aunque por lo general no pasan de los 20-30 m. Los cráteres son muy estrechos y de forma circular y la gran mayoría de ellos se encuentran taponados o destruidos. La morfología externa varía de acuerdo al estado de erosión, las formas más comunes son: cono, media luna y herradura. Muchas veces al estado de erosión es más avanzado y apenas se puede distinguir testigos con formas difícilmente identificables.

Litológicamente están compuestos de bloques de lava, coladas delgadas de lava interestratificada con proyecciones piroclásticas, escorias y lapilli.

1.5 Formas no volcánicas

1.5.1 Depósitos coluviales y/o aluviales indiferenciados

Constituyen una de las características más importantes de la isla Santiago; estos depósitos son numerosos y se ubican en posición radial tanto en la plataforma somital como en los flancos superiores e inferiores del volcán principal. En los valles existe un predominio de materiales arenosos finos a gruesos con granillo y grava. Generalmente están afectados por un escurrimiento superficial en época de invierno.

1.5.2 Acantilados marinos

Únicamente al Noroeste de la isla, al pie del Cerro Inn, se localiza una zona de acantilados bajos con un desnivel inferior a 10 m.

1.5.3 Playas marinas

En Santiago, los sitios de playa no son numerosos; las playas más notables son Playa Espumilla al Noreste, dos pequeñas playas sin nombres al Sur y las playas levantadas en el sector de Puerto

Egas; todas están formadas de arenas blancas cora- líferas.

Además existen en la franja litoral de la costa norte pero no ha sido posible cartografiarlas por sus di- mensiones reducidas (por ejemplo en Bahía de las Campeonas).

2. FORMACIONES VEGETALES

Por la altura de su relieve, así como por la oposición de zonas antiguas con zonas recientes, esta isla exhibe una gran variedad de formaciones ve- getales. Es muy notable la alta densidad y variedad de animales introducidos en esta isla y su acción so- bre las formaciones vegetales en varias zonas climá- ticas, chivos en las zonas secas y húmedas, burros y chanchos en partes más húmedas.

2.1 Zona árida

Se encuentra en la parte más baja, circunva- lando toda la isla. Al lado sur llega hasta altitudes entre 50 y 150 m y en la vertiente norte altitudes entre 150 y 400 m. El volcán Pan de Azúcar, a pe- sar de estar ubicado al lado sur de la isla, no mues- tra variación de su cobertura vegetal entre su pie y su cumbre localizada alrededor de los 400 m de altitud. Esta aparente contradicción con la regla general puede explicarse sea por la ubicación aislada de este relieve o por la textura gruesa de los suelos derivados de areniscas.

Las formaciones vegetales de esta zona son sobre todo arbustivas con presencia ocasional de árboles. Las especies arbóreas más abundantes son *Cordia lutea* (muyuyo) y *Bursera graveolens* (palo santo). El palo santo puede conformar bosques abiertos y hasta bosques cerrados como en la parte este de la isla. Por su parte el muyuyo, especie muchas veces con un hábito arbustivo, puede desarrollarse hasta conformar árboles de más de 5 m de altura cuando el suelo es bastante profundo.

Los arbustos más comunes son *Castela galapageia* y *Macraea loricifolia*. El primero es más abundante en suelos profundos derivados de areniscas mien- tras que el segundo parece tener una preferencia por los suelos esqueléticos sobre derrames de lavas. Es común encontrar formaciones vegetales pione- ras en lavas de edad intermedia; dentro de estas formaciones se destaca particularmente *Scalesia atractyloides*.

2.2 Zona muy seca

Esta zona llega a altitudes entre 300 y 350 m en la vertiente sur y 550-750 m en la vertiente nor- te.

La formación vegetal dominante es el bosque de palo santo; en la vertiente sureste el bosque puede ser denso, pero en la vertiente norte se en- cuentran más bien bosques abiertos a veces asocia- dos con formaciones arbustivas. En las partes más altas, al contacto con la zona climática seca, *Piso- nia floribunda* (pega-pega) puede alcanzar densida- des significativas dentro del bosque de palo santo.

Las especies arbustivas más importantes son *Croton scouleri* y *Psychotria rufipes* (cafetillo).

2.3 Zona seca

El límite superior de esta zona climática está a 450 m de altitud en la vertiente sur y entre 650 y 800 m en la vertiente norte.

La cobertura vegetal dominante es un bosque de *Psidium galapageium* (guayabillo). El guayabillo puede estar acompañado por otras especies arbo- rescentes como pega-pega en la parte inferior de esta zona climática y *Zanthoxylum fagara* en la parte superior. Las ramas de los árboles empiezan a ser colonizadas por epifitas, en particular en la vertiente sur; a más de los musgos se notan *Peperomia*, *Pilea* y escasas especies de helechos. El bos- que de guayabillo de la vertiente sur tiene un soto- bosque denso de cafetillo.

Esta zona exhibe fuertes impactos de los animales introducidos, en particular porcinos y caprinos. El suelo muestra señales de la actividad de los chan- chos, la capa superficial se encuentra revuelta por la búsqueda de alimentos; los chivos se alimentan de las hojas del cafetillo y así crean y mantienen una franja de aproximadamente un metro de alto sin hojas.

En la parte noroeste existe una cobertura vegetal con una fisionomía particular; se trata de un bos- que abierto donde domina la uña de gato; el suelo entre los árboles se hallaba sin vegetación a la fecha de nuestro recorrido, salvo un círculo a la sombra de las copas de los árboles con algunas gramíneas, helechos y commelináceas; la garúa atrapada por las copas, al caer al suelo, mantiene esta vegeta-

ción herbácea muy localizada. Por la posición topográfica así como por la semejanza en las fotografías aéreas puede admitirse que la franja norte de la zona seca tiene estas mismas condiciones ecológicas y el mismo tipo de cobertura vegetal.

2.4 Zona húmeda

Llega hasta la cumbre en la vertiente norte y aproximadamente a 500-600 m de altitud en la vertiente sur.

Casi toda la zona está ocupada por un bosque de uña de gato el cual tiene ocasionalmente un sotobosque de *Tournefortia rufo-sericea* (palito negro). Otras especies arbóreas con una frecuencia significativa son *Acnistus ellipticus* (cogojo) y *Cordia cf anderssonii*. La incidencia de epifitas es mayor que en la zona precedente y el número de especies es también mayor.

En las formaciones arbustivas sin árboles, el palito negro forma espesos matorrales. Las formaciones herbáceas o pampas tienen una cobertura baja y densa de gramíneas dentro de las cuales domina *Paspalum conjugatum* (hierba de burro).

2.5 Zona muy húmeda

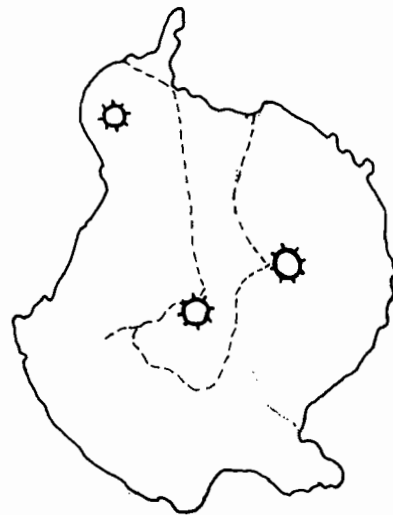
A esta zona pertenece una estrecha franja de 100-200 m de desnivel desde la cumbre hacia el Sur.

La cobertura vegetal se distingue de la de la zona húmeda por algunas particularidades. La densidad de uña de gato disminuye, las formaciones arbóreas pierden importancia y la cobertura vegetal dominante es un matorral alto de palito negro. Las epifitas son aún más numerosas particularmente dentro de los helechos (varias especies de los géneros *Asplenium* y *Polypodium*); también se encuentran plantas epifitas como *Peperomia*, una orquídea, *Epidendrum spicatum* y *Lycopodium passerinoides*.

La formación vegetal más original son las pampas. Por la mayor humedad climática tienen una alta densidad de ciperáceas, *Cyperus* y *Eleocharis*, y un gran número de otras especies herbáceas pertenecientes a los géneros *Plantago*, *Jaegeria*, *Oxalis*, *Ageratum*, *Spilantes*, etc. En algunos sitios con pendientes bien marcadas se localizan poblaciones de *Cyathea weatherbyana* (helecho arbóreo).

La cobertura vegetal de esta zona sufre fuertes daños por la presencia de animales introducidos, burros, chanchos y chivos. La alta humedad atmosférica permite la existencia de pozas temporales las cuales favorecen, conjuntamente con la abundancia de forraje, el desarrollo de las manadas. El impacto sobre la vegetación es evidente como lo demuestra el crecimiento de la vegetación en las parcelas cercadas por la Estación Charles Darwin. En las pampas no se pudo ver regeneración de especies leñosas y las manchas de arbustos y helechos arbóreos sólo se mantienen en las pendientes más fuertes o en sitios protegidos como los cráteres de los pequeños volcanes. La extensión actual de las pampas debe estar directamente vinculada a la acción de los animales introducidos.

ISLA RABIDA



Croquis del recorrido de campo

Situada al Sur de la Isla Santiago, de forma general redonda y con un diámetro aproximado de 3 km, es una de las más pequeñas de las islas mayores del archipiélago. Sin embargo presenta una topografía bastante accidentada y su punto culminante (340 m) se ubica casi al centro de la isla.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

Se trata de una isla constituida por una construcción volcánica en forma de cono, con flancos exteriores de pendiente bastante fuerte que han sido erosionados por acción marina en acantilados circundantes en toda la isla.

Está constituida por un gran volcán (tipo estratovolcán ?), únicamente su parte somital emerge del mar. En realidad, su historia geológica-geomorfológica debe ser mucho más complicada, pues los resultados de la fotointerpretación y de los trabajos de campo permitieron diferenciar por lo menos dos fases en la construcción de la isla, con depósitos correlativos bien diferenciados.

En su parte aérea, la isla Rábida no presenta ninguna actividad reciente y/o histórica; por esta razón los principales parámetros de diferenciación geomorfológica fueron los siguientes:

- formas resultantes de la actividad volcánica;
- formas resultantes de la evolución aérea actual, escurrimiento y aluvionamiento de invierno.

1.2 Los flancos externos

Resultantes de una primera fase volcánica, los flancos externos corresponden a dos generaciones de formas.

El basamento está formado por los flancos exteriores de un volcán de pendientes fuertes hacia el exterior, constituidos por una superposición de coladas de lava con pocas intercalaciones piroclásticas.

Una de las particularidades está representada por sus límites internos que resultan de los abruptos de fallas paralelas contrarias que originaron un bloque central hundido en forma de "graben". Estos abruptos bien escarpados son enteramente rocosos.

En la parte oriental quedan vestigios de una antigua construcción volcánica, actualmente bien disectada con barrancos radiales; está compuesta exclusivamente por capas alternas de lapillis y escorias cementadas en forma de gravaca, que cubren las lavas del basamento, conteniendo alteraciones, a veces significativas, limosas a areno-limosas.

1.3 Las construcciones internas

Se localizan en el "graben" cuyo fondo tiene la forma de un domo bien aplastado con una cima suave y sus alrededores más empinados y disectados.

Este fondo puede pertenecer a la misma fase volcánica que los flancos, pero la existencia de capas de escorias intercaladas, que no existen en estas últimas, hace pensar en una cobertura más reciente.

Finalmente se formó en la parte central-este, al pie de la falla oriental, un domo de lava con intercalaciones de capas escoriáceas. Su buen estado de conservación nos permite deducir que se trata de una fase más reciente.

Debido a la poca altura de esta isla, no se beneficia de condiciones climáticas húmedas, por lo que las alteraciones son siempre superficiales y se localizan en las partes más altas y de pendientes más débiles formando "islotas" entre campos de afloramientos rocosos de las coladas.

1.4 Las formas no volcánicas

Ocupan superficies muy reducidas, pero cabe mencionar la existencia de:

- pequeñas depresiones (valles, cubetas o cuencas de ángulo de fallas) rellenas por material coluvial transportado a poca distancia. Son esencialmente cantos, clastos y gravas en una matriz areno-arcillosa originada en las proyecciones piroclásticas. En caso de inviernos fuertes se origina tanto un lavado superficial por escurrimiento difuso como la formación de cárcavas por escurrimiento concentrado.
- depósitos marinos a partir de proyecciones piroclásticas removilizadas, que formaron un cordón de playa que encierra una laguna.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

Esta pequeña isla cuyos rasgos originales son el barranco con una escasa cobertura vegetal y una laguna de agua salada con una estrecha franja de vegetación halofítica, presenta tres pisos climáticos abarcando las zonas árida, muy seca y seca. La

planta característica es el palo santo (*Bursera graveolens*), el cual, por su abundancia, marca la fisonomía de la vegetación de esta isla.

2.2 Zona árida

Está localizada en la parte norte de la isla y en el barranco del lado sur.

En la parte norte existen dos formaciones vegetales, una formación herbácea muy abierta restringida a la playa detrás de la laguna y una formación arbórea abierta donde domina *Bursera graveolens* con ejemplares altos asociados a un estrato arbustivo caracterizado por *Cordia lutea* (muyuyo) y *Croton scouleri* (chala).

En la parte sur, el barranco está débilmente provisto de una vegetación herbácea muy abierta que deja al descubierto gran parte de las rocas.

2.3 Zona muy seca

En esta zona, que ocupa la mayor superficie de la isla, dominan las formaciones arbóreas. La especie característica es *Bursera graveolens* (palo santo) la cual tiene alturas y densidades diferentes según las unidades cartografiadas; el bosque cerrado está compuesto de árboles de palo santo de 4 a 6 m de alto cuyas ramificaciones a baja altura forman una cobertura vegetal tupida; ocasionalmente se puede encontrar *Opuntia galapageia* (tuna). En la formación arbórea abierta los árboles son más bajos, 2 a 4 m de alto, y asociados con tuna así como *Prosopis juliflora* (algarrobo) siendo este último muy frecuente sobre los derrumbes.

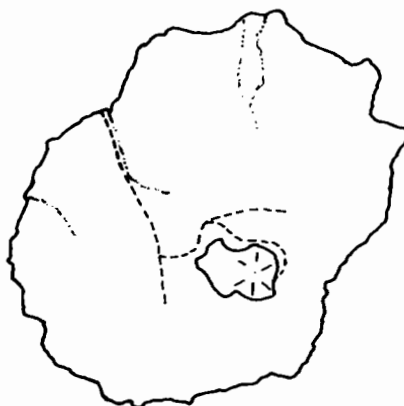
Las formaciones arbustivas se encuentran puras, en la parte este de la isla, o mezcladas con árboles en la parte sur. La especie más abundante es *Croton scouleri* (chala); otras especies encontradas son *Waltheria ovata*, y ejemplares pequeños de *Cordia lutea* (muyuyo), algarrobo, palo santo y tuna.

2.4 Zona seca

Esta zona climática es muy reducida y, aunque fácilmente delimitada en las fotografías aéreas, no muestra mayor originalidad en su composición florística; se trata probablemente de una transición de la zona muy seca a la zona seca que no pudo desarrollarse por la reducida altitud de la isla. La especie más abundante sigue siendo el palo san-

to que aquí solamente llega a 1 m de alto. Las diferencias con la zona anterior la constituyen la presencia ocasional de *Zanthoxylum fagara* (uña de gato) y la abundancia de musgos epifitos en las copas del palo santo.

ISLA PINZON



Croquis del recorrido de campo

A simple vista, la Isla Pinzón presenta características muy similares a la Isla Rábida, aunque tenga un tamaño un poco más grande; 6 km de Norte a Sur y 4 km de Este a Oeste. Pinzón se presenta como un cono ligeramente ovalado en sentido SE-NW y su altura máxima está situada en posición central a 435 m.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

Pinzón tiene un rasgo muy original en todo el archipiélago, pues resulta de la yuxtaposición de dos conos pegados según una línea de separación SW-NE. Esta yuxtaposición ha dado origen a la presencia de dos cráteres unidos pero bien individualizados. Casi seguramente provienen de dos fases en la construcción de un gran estrato-volcán cuya cima apenas emerge sobre la superficie marina.

Por esta razón las diferenciaciones se realizaron en base a las divisiones cronológicas en la elaboración de esta isla:

- el edificio volcánico del Sureste
- el edificio volcánico del Noroeste
- las formas resultantes de los fenómenos recientes.

1.2 El volcán sur-oriental

Es el más grande, el más alto y ocupa aproximadamente las dos terceras partes de la isla. Constituye una construcción excéntrica, pues su cráter está ubicado en la parte suroccidental. Se presenta como un volcán relativamente macizo, con flancos superiores de pendiente moderada, rodeados por vertientes más abruptas, bien disectadas, las mismas que han sido erosionadas en el contacto con el mar en forma de acantilados relativamente altos como sucede en la parte sur.

Esta construcción compuesta por una alternancia de lavas y capas escoriáceas ha sido el lugar de importantes movimientos tectónicos con fallas transversales que provocaron el hundimiento de numerosos bloques, especialmente en la parte sur-occidental.

1.3 El volcán nor-occidental

Tiene características muy similares al anterior, pero con dimensiones menores y alturas cercanas a 300 m. La asociación de formas es la misma pero con vertientes superiores suaves, flancos inferiores con pendientes más fuertes, más disectados y limitados por acantilados marinos.

Según datos de fotointerpretación y resultados de trabajo de campo, pensamos que éste es el más reciente, pero las evidencias no son muy claras.

1.4 Las calderas yuxtapuestas

Por su tamaño, cada una tiene un diámetro aproximado de 1.5 km, estas calderas de hundimiento constituyen la principal característica de la isla, dándole una depresión central muy marcada y rodeada por acantilados rocosos abruptos.

Cada una presenta originalidades, así:

- la del Sureste está taponada por un domo de

lava más reciente, probablemente de la última fase volcánica de la isla, que domina la caldera del Noreste con acantilados rocosos cubiertos de escombros en su base,

- la del Noreste tiene un relleno colgante que atestigua su hundimiento.

1.5 Formas no volcánicas

Pero quizás las características más relevantes son los grandes depósitos de material coluvial, el uno como relleno lacustre bordeado por pequeños conos de esparcimiento en el fondo de la caldera del Noroeste cerca de los 150 m de altitud, el otro en forma de cuerno alrededor del domo de la caldera del Sureste.

Se trata, en ambos casos, de material arcilloso bastante potente, de color rojizo con clastos y que atestigua el vigor de una intensa fase de alteración en condiciones climáticas más húmedas que las actuales y de una fase de escurrimientos posteriores a la construcción. Durante los inviernos fuertes, el interior de la caldera más baja se convierte en un lago temporal durante algunas semanas.

A los mismos fenómenos pertenecen los numerosos cauces de escurrimiento en posición radial a los conos y que presentan un avanzado lavado superficial atestiguado por bloques de lava ligeramente redondeados.

Aunque no se eleva a altitudes mucho mayores que Rábida, Pinzón llega en su parte alta al límite de la zona húmeda. No obstante esto no basta para explicar la existencia de potentes formaciones superficiales arcillosas a arcillo-arenosas generalmente de color rojizo. Dos criterios pueden considerarse para explicar la magnitud de estas alteraciones: la presencia de capas de escorias y proyecciones finas y/o la edad del substrato más antiguo que el de Rábida.

Cabe mencionar que, por sus flancos de pendientes fuertes limitados por acantilados marinos, en la isla Pinzón no hay presencia de ninguna playa.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

La Isla Pinzón, aunque pequeña, puede ser di-

vidida en cuatro zonas climáticas claramente identificadas tanto en las imágenes satelitarias o fotográficas como en el campo. El rasgo particular de su vegetación es la ausencia casi total de formaciones arbóreas bien desarrolladas, lo que contrasta con la vecina Isla Rábida que tiene una historia geológica y una zonificación climática bastante semejantes. Otra originalidad es la total ausencia de palo santo (*Bursera*); este árbol está presente en todas las otras islas dentro de las zonas árida y muy seca. Por fin, la existencia de depósitos coluviales finos en el fondo de uno de los cráteres permitió el desarrollo de una formación vegetal muy original en este sitio.

2.2 Zona árida

Se restringe a una franja que bordea la costa al lado norte de la isla. Predomina la vegetación arbustiva que se presenta como una formación muy abierta, dejando espacios sin vegetación o con una vegetación herbácea rala. Las especies dominantes son *Croton scouleri* (chala) y *Lantana pedunculata*.

2.3 Zona muy seca

Ocupa una zona en forma de cacho alargado en el sentido Este-Oeste de la isla; está comprendida entre los 100 y 250 m de altitud aproximadamente.

La vegetación arbustiva es predominante y su composición florística se parece bastante a la de la zona árida, pero con una cobertura más densa y una altura mayor. La especie dominante sigue siendo *Croton scouleri* e individuos dispersos de *Opuntia galapageia* (tuna) marcan la diferencia con la zona precedente.

La separación entre esta zona y la anterior puede parecer arbitraria, ya que la composición florística no experimenta cambios notables. Tal uniformidad de la vegetación se debe en gran parte a la ausencia de *Bursera*, especie característica de la zona muy seca en todas las otras islas. Los criterios para diferenciar estas dos zonas son los datos satelitarios que son bien claros y los límites dibujados en base a tales datos corresponden a una diferencia en la densidad de la vegetación, cambio que se pudo observar en las fotografías aéreas y en el campo.

2.4 Zona seca

Abarca los fondos de los dos cráteres y las partes bajas de las vertientes exteriores del Sur y Sureste.

Predomina la vegetación arbustiva representada por *Prosopis juliflora* (algarrobo) que, con sus ramas flexibles y espinosas, domina este piso e impone la fisionomía a este matorral difícilmente penetrable. Por las ramas espinosas y entrelazadas que no permiten transitar fácilmente, la Isla Pinzón recibió el nombre de "isla del diablo". Pequeñas depresiones ocasionales presentan una vegetación más baja y más penetrable, *Alternanthera* predomina en estas manchas. Otras especies bien desarrolladas son *Opuntia galapageia* en las zonas coluvionadas y *Zanthoxylum fagara* (uña de gato) que tiene una densidad apreciable en el sector sureste de la isla.

En el fondo del cráter del Norte se encuentra una vegetación original por el tipo de suelo y el régimen hídrico del mismo. Se trata de una extensión casi plana, con un coluvión profundo, de textura fina y con huellas de estancamiento estacional de aguas. El borde periférico de esta formación vegetal está marcado en su lado sur por una estrecha franja de *Parkinsonia aculeata* y el resto del fondo del cráter está cubierto por una vegetación herbácea donde dominan las gramíneas, *Panicum hirticaule* en particular, asociadas a *Trianthema portulacastrum* y a plantas rastreras tales como *Evolvulus glaber* y *Merremia aegyptica*.

2.5 Zona húmeda

Se encuentra a altitudes superiores a los 350 m y la vegetación es densa, arbustiva y siempre verde.

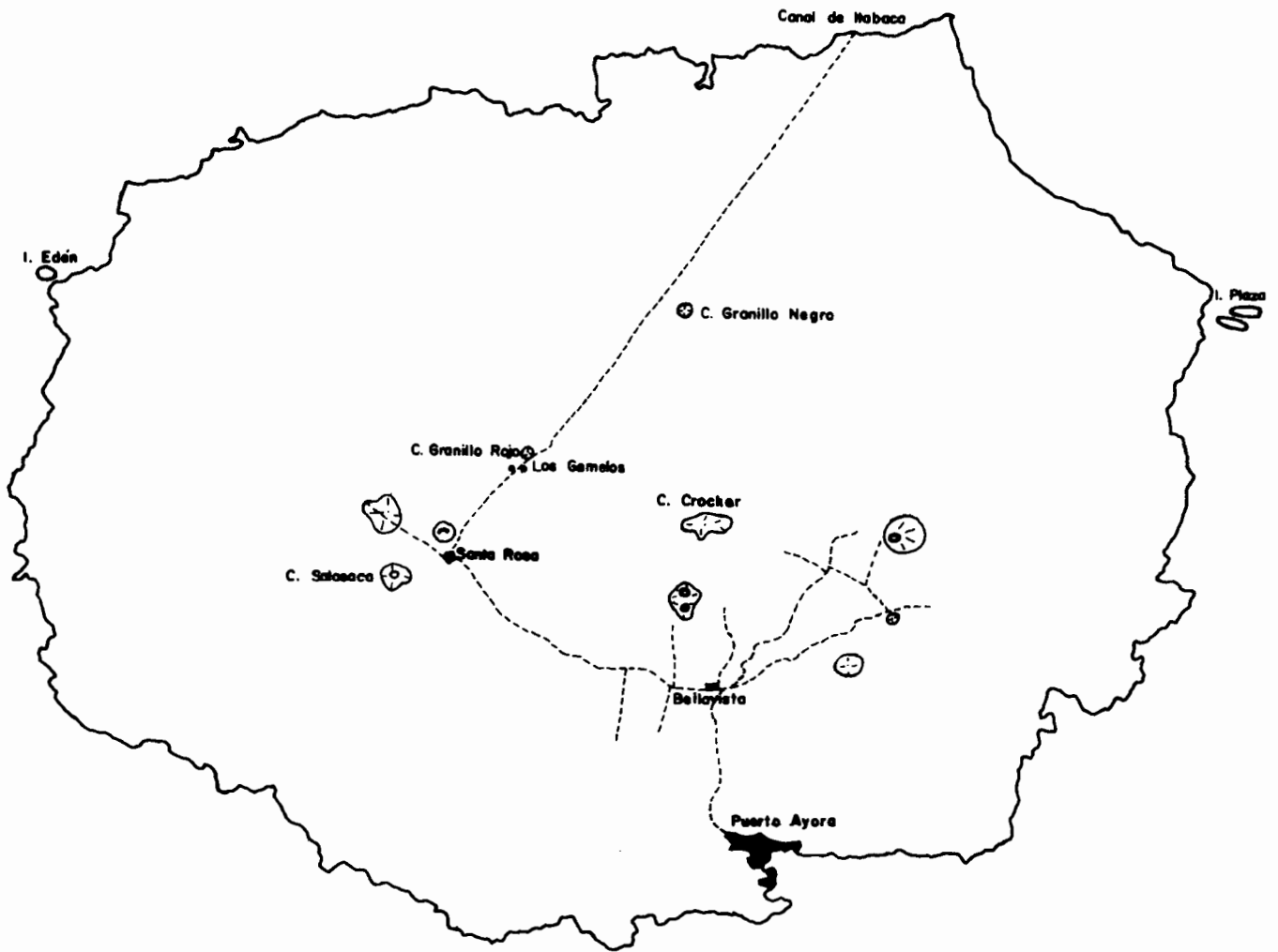
La composición florística muestra una mezcla de especies de zonas más secas y de especies características de la zona húmeda. Al primer grupo pertenecen *Lantana*, *Scaevola incisa* y *Croton scouleri* y el segundo incluye especies como *Darwiniothamnus tenuifolius*, *Duranta mutisii* y *Tournefortia*. Escasos individuos de *Pisonia floribunda* (pega pega) presentan un aspecto de árboles pequeños.

La clasificación como zona húmeda se justifica no sólo por la presencia de estas especies y el aspecto siempre verde de la vegetación, sino también por la existencia de especies epifíticas exigentes en hume-

dad atmosférica como Peperomia; pero la presencia de especies características de zonas más secas indica que nos encontramos en una formación ve-

getal de transición hacia las formaciones típicas de la zona húmeda.

ISLA SANTA CRUZ



Croquis del recorrido de campo

La Isla Santa Cruz está localizada en la zona central del archipiélago; tiene una forma ovoidal, su eje mayor de 42 km está orientado de Oeste a Este y el eje menor mide 29,5 km de Norte a Sur. El Cerro Crooker es el punto más alto, 870 m. La Isla Santa Cruz está rodeada de más de 10 islas menores e islotes.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

Santa Cruz es principalmente un gran y antiguo volcán escudo sin caldera; es una de las más antiguas islas del archipiélago. Su origen es complejo ya que en las partes bajas se puede encontrar terrenos que corresponden a una plataforma submarina levantada.

La forma general del relieve, típica de estos volcanes, es la de un plato invertido con pedientes débiles en la parte basal, pendientes fuertes a muy fuertes en la parte intermedia y otra vez pendientes débiles en la parte somital. En las vertientes es característico encontrar una alternancia de abruptos y niveles que corresponden a una superposición de mantos de lava, en unos casos concordantes y en otros discordantes. Estas lavas son de composición básica, basáltica y con pocas emisiones de materiales piroclásticos; dataciones potasio-argón efectuadas en muestras de Santa Cruz y Plaza arrojaron edades del orden del millón de años e inclusive un valor de 4.2 millones de años para Plaza.

Tomando en cuenta parámetros como génesis, posición, altitudes relativas, disectamiento y pendientes se han diferenciado 4 grandes conjuntos:

- el antiguo volcán escudo,
- las construcciones parásitas,
- las formaciones sedimentarias recientes,
- y las formaciones litorales

1.2 Basamento, flancos y parte somital del volcán escudo

1.2.1 La parte basal

Es poco inclinada y está constituida por derrames lávicos de primera generación. Esta zona abarca no sólo los terrenos más bajos de Santa Cruz sino también las islas Plaza y Seymour; el relieve es bajo, horizontal a sub-horizontal.

En la parte noreste de la isla existen unos bloques levantados de origen submarino, los mismos que forman estructuras monoclinales, poco disectadas, con un buzamiento hacia el N.N.E. Litológicamente está formado por una alternancia de lavas basálticas, areniscas y/o coquina de edad antigua que emergieron debido a procesos volcánico-tectónicos. Cabe indicar que las muestras utilizadas para las dataciones potasio-argón fueron tomadas de este sector.

El 90 o/o restante del conjunto está formado por derrames lávicos con superficies horizontales a sub-horizontales, poco disectados y con desniveles altos a bajos. Las rocas son basaltos olivínicos poco vesiculares y de color gris verdoso.

En la parte norte y noreste existen unos flujos de lava reciente, muy localizados con un escurrimiento longitudinal bien definido y superficies de tipo "pahoehoe".

1.2.2 Los flancos intermedios y superiores;

Estos flancos así como los derrames lávicos de segunda y tercera generación se encuentran sobre la parte basal, se caracterizan por relieves bajos a medios, poco a medianamente disectados y una pendiente general moderada a fuerte.

Litológicamente están formados por rocas basálticas, poco vesiculares, localmente escoriáceas y fracturadas. Las superficies de lava predominantes son de tipo "aa" y en otros casos caóticas. Cabe indicar que esta zona ha sido tectónicamente muy activa ya que se observan fallas geológicas, principalmente con dirección noroeste-sureste.

1.2.3 La parte somital

Tiene dos formas de relieve, cada una con sus características propias.

1.2.3.1 El manto somital

Es plano a poco inclinado; está formado por derrames lávicos de tercera generación con pendientes suaves y una leve inclinación topográfica hacia el Sur. Los derrames han formado abruptos circundantes con pendientes moderadas a fuertes.

1.2.3.2 Los derrames lávicos caóticos

Forman una estructura pseudo-monoclinal alargada en dirección oeste-este y con un buzamiento hacia el Sur; el relieve es bajo y poco disectado. Afloran las rocas basálticas escoriáceas, poco vesiculares y con pequeños cristales de olivino.

Debido a la influencia del clima húmedo predominante en las partes altas, el substrato y los materiales piroclásticos se han alterado formando suelos limo-arcillosos a limo-arenosos.

1.3 Construcciones volcánicas menores

Estas construcciones se encuentran distribuidas mayormente en los flancos de la isla y en la parte somital. Su morfología traduce su estado de conservación y se puede distinguir los conos bien conservados, en proceso de destrucción y destruidos.

Litológicamente estas construcciones están compuestas de escorias volcánicas y lavas basálticas escoriáceas en unos casos y, en otros casos, de proyecciones piroclásticas intercaladas con lavas. Todas estas rocas presentan en superficie alteraciones limosas a limo-arenosas.

1.4 Formaciones coluviales y coluvio-aluviales

Estos depósitos y formaciones superficiales se encuentran distribuidos en toda la isla, especialmente en la vertiente sur donde la humedad es más alta y, por consiguiente, hubo una más fuerte alteración de las rocas y posteriormente un mayor arrastre del material meteorizado.

Las formas son longitudinales y, generalmente, los depósitos presentan un relieve plano a poco ondulado con pendientes suaves a moderadas. Se trata de depósitos de bloques, cantos rodados y grava en una matriz arenosa, cubiertos por alteraciones limo-arenosas.

1.5 Formaciones litorales

Resultan de la acción de las aguas marinas que han modelado y erosionado las rocas formando superficies de abrasión con diferentes niveles y playas de arena, unas bajas y otras levantadas. Las superficies de abrasión están formadas de bloques generalmente rodados con depósitos intersticiales de

arena. Las pequeñas playas están constituidas por arenas coralíferas de grano medio a grueso, localmente removidas por el viento.

Cabe indicar que en Santa Cruz existen reducidas extensiones de vegetación halofítica (manglares), la mayoría de ellas desarrolladas sobre superficies de abrasión.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

Por la presencia de la Estación Científica Charles Darwin, la Isla Santa Cruz es, por el momento, la isla más estudiada en cuanto a vegetación. También en ella se definieron las zonas de vegetación que muchas veces no pudieron ser encontradas en otras islas.

Por su altura y su exposición directa a los vientos del Sur y Sureste, la Isla Santa Cruz tiene la totalidad de las zonas climáticas definidas para las islas Galápagos.

A pesar de tener una extensa zona de uso agrícola, Santa Cruz tiene todavía áreas significativas de cada tipo de formación vegetal natural. La zona húmeda de la vertiente sur se encuentra casi totalmente ocupada por la agricultura, pero las formaciones vegetales correspondientes pueden verse en la vertiente norte. Además el desmonte no es total y bosques de *Scalesia* persisten en forma de pequeñas manchas dentro de la zona agrícola. También se debe anotar que *Scalesia* tiene un buen poder de recuperación, por ejemplo pastos abandonados en los límites superiores de la zona húmeda son rápidamente recolonizados por *Scalesia* nacidos en semillas.

A más del desmonte, las formaciones vegetales naturales sufren de dos impactos diferentes por la acción del hombre. Por un lado, el empobrecimiento en ciertas especies buscadas por su madera, como es el caso de *Piscidia carthagenensis* (matazarno) y, por otro lado, la invasión por plantas introducidas como son la guayaba y la cascarilla.

2.2 Zona árida

Esta zona llega a altitudes de apenas 50 m en la costa sur y superiores a 100 m en la vertiente norte.

Existe una marcada oposición entre las formaciones del Sur y las del Norte. Al Sur de la isla, la formación dominante es la arbustiva densa, a veces con árboles dispersos, y sólo el sector occidental tiene una cobertura arbórea densa. Al lado norte de la isla, la vegetación es más abierta, tanto la arbustiva como la arbórea. En la franja litoral puede presentarse un cordón de vegetación diferenciada por la cercanía de las aguas marinas, una formación arbórea, el manglar, o una formación arbustiva caracterizada por *Cryptocarpus pyriformis* (monte salado).

Las principales especies de las formaciones vegetales no expuestas a la acción del mar son, dentro de los árboles: *Parkinsonia aculeata*, *Jasminocerus thouarsii* (candelabro), *Cordia lutea* (muyuyo), *Bursera graveolens* (palo santo), *Piscidia carthagenensis* (matazarno), *Acacia* (algarrobo) y *Opuntia echios* (tuna); dentro de las especies arbustivas: *Castela galapageia* y *Scutia pauciflora* (espino).

Estas especies no se distribuyen de manera homogénea, siendo la parte sur la que mayor número tiene. En la parte norte, la vegetación puede ser tan reducida en especies que, sobre superficies importantes, sólo se observan *Parkinsonia* y *Scutia*, ambos en formaciones muy abiertas. Los bosques y matorrales del lado sur cuentan con un gran número de especies combinadas en formaciones más densas. También es muy notable que las formaciones arbóreas de esta zona no pueden caracterizarse por la dominancia notable de algún árbol, mientras tanto la cobertura vegetal de la vertiente norte es mucho más abierta y puede ser caracterizada por *Parkinsonia*.

2.3 Zona muy seca

El límite superior de esta zona se encuentra en altitudes de alrededor de 100 m en la vertiente sur y de 400-500 m en la vertiente norte. Es muy notable, y tal vez rara, la extensión de la zona muy seca hasta la orilla del mar en el lado oeste de la isla. Esta información obtenida a través de las fotografías aéreas, datos satelitarios y la bibliografía no pudo ser confirmada por observaciones personales en el campo; la mayor humedad en esta zona podría explicarse por el fenómeno de ondas inducido por las alturas centrales de la isla; las nubes, al haber pasado la cumbre siguen un movimiento oscilatorio vertical subiendo y bajando, lo que permite la descarga de humedad residual, en forma de

lluvias dispersas. Una imagen del satélite Landsat mostró claramente una sucesión de bandas paralelas de nubes que es el síntoma clásico del fenómeno de ondas.

La formación vegetal característica de la zona es un bosque cerrado de palo santo; las otras especies arbóreas son de poca importancia, matazarno, *Erythrina velutina* (caco), *Pisonia floribunda* (pega-pega) y *Zanthoxylum fagara* (uña de gato). El estrato arbustivo presente bajo los árboles tiene como especies principales *Waltheria ovata* y *Chiococca alba* (espuela de gallo). Hacia el límite inferior de la zona muy seca, el bosque es menos denso y en el soto-bosque se encuentran ejemplares de tuna.

2.4 Zona seca

Ocupa una franja estrecha de más o menos 50 m de altitud. Aunque reducida, está bien caracterizada; además su pequeña extensión traduce muy bien los cambios rápidos de la humedad con la altura. Su forma elíptica y suposición concéntrica con las otras zonas climáticas no deben hacer olvidar su ubicación asimétrica con relación a la topografía; en el lado norte llega a altitudes de hasta 600 m y en el lado sur apenas de 200 m.

La única formación vegetal cartografiada es un bosque cerrado donde domina *Psidium galapageium* (guayabillo); otras especies arbóreas menos abundantes son pega-pega y uña de gato. Pero lo más notable es la repentina ausencia de palo santo. Muchas veces las ramas de guayabillo soportan líquenes y otras plantas epifitas, lo que traduce cierta influencia de la garúa en esta zona. El sotobosque cuenta con arbustos tales como *Clerodendrum molle* (rodilla de caballo) y *Psychotria rupifex* (cafetillo). La transición hacia la zona húmeda se hace a través de un bosque denso en el cual domina uña de gato.

La acción del hombre sobre la vegetación se hace sentir en esta zona, sea por el desmonte en la zona de uso agrícola, sea por la tala clandestina de árboles de guayabillo y de matazarno en la zona de Parque Nacional.

2.5 Zona húmeda

La mayor parte de la extensión de esta zona climática corresponde a la zona de uso agrícola y la vegetación natural ha sido reemplazada por cul-

tivos, pastos o rastrojo. La vegetación natural subsiste en la vertiente norte de la isla así como en pequeñas manchas testigos dentro de la zona agrícola.

La vegetación natural de la zona es un bosque de *Scalesia pedunculata* (lechoso) con especies arbóreas secundarias como uña de gato y *Acnistus ellipticus* (cogojo). El arbusto más representativo es *Darwiniothamnus*. Es muy notable la gran variedad y cantidad de helechos, tanto terrestres como epifitas, así como de plantas epifitas en general. La densidad de líquenes y otras epifitas puede ser tan elevada que incluso se nota en las fotografías aéreas por una tonalidad más oscura.

Las especies vegetales introducidas por el hombre tienen por lo menos tres tipos de comportamiento. El primer caso sería el mantenimiento de la planta sólo en los cultivos por su escaso poder de diseminación; podemos mencionar la yuca y los plátanos. El segundo caso se refiere a especies que pueden escapar de las parcelas de cultivo sin que su diseminación llegue a niveles amenazantes para la vegetación natural; el tabaco y en menor grado el aguacate y el cedro estarían en esta situación. El último caso es el de las plantas invasoras que logran poner en peligro las formaciones vegetales naturales; los mejores ejemplos son el pasto elefante, la cascarilla y la guayaba.

2.6 Zona muy húmeda

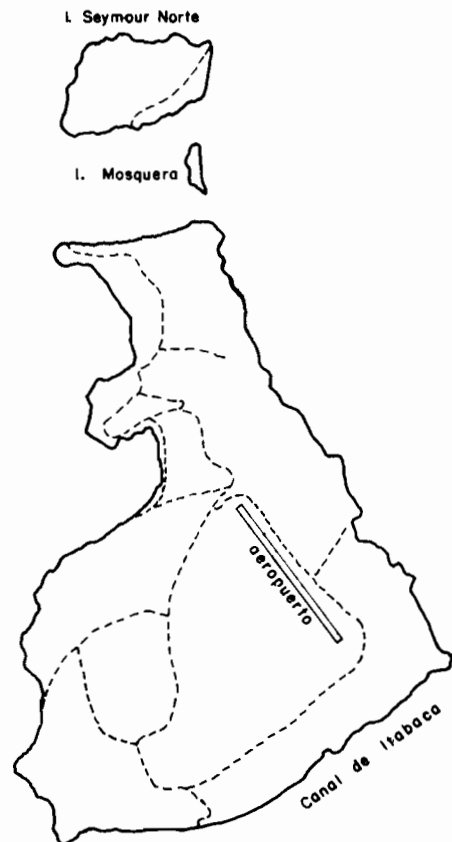
La parte más alta de la isla corresponde a la zona muy húmeda. El límite inferior está a pocos metros de altitud debajo de la cumbre en la vertiente norte, pero puede llegar a altitudes de 400 m en la vertiente sur. Dos grandes tipos de formaciones vegetales caracteriza esta zona.

La primera, en contacto con la zona húmeda, es baja, arbustiva y densa; la especie dominante y casi exclusiva es *Miconia robinsoniana* (cacaotillo). Este arbusto sólo presente en Santa Cruz y en San Cristóbal forma, en la primera isla, un matorral tupido y visible desde muy lejos por el color rojizo de las hojas. *Miconia* es dominante y está asociado con escasos helechos como *Pteridium aquilinum* (chontilla) y *Ctenitis*. Los claros son ocupados por una vegetación herbácea baja. Aunque en gran parte localizadas fuera de la zona de uso agrícola, las formaciones de *Miconia* sufren el impacto de la ocupación humana; la zona está abierta al paso y

al pastoreo del ganado, lo que favorece la extensión de las formaciones herbáceas en detrimento de las formaciones arbustivas. La superficie original del chaparro de *Miconia* fue mucho mayor a la actual, pudiendo apreciarse rezagos de *Miconia* hasta en los pastizales cerca de Santa Rosa. Las formaciones de *Miconia* sufren de la invasión de la cascarilla y por los incendios de fin de estación seca en las pampas.

La segunda formación vegetal natural de la zona muy húmeda es herbácea, las pampas. La interpretación de las fotografías aéreas y el recorrido de campo permitieron diferenciar dos grandes tipos de pampas. Las de la vertiente sur, hasta el pie de los conos somitales, tienen una cobertura herbácea. Los conos volcánicos de la cumbre así como la vertiente norte tienen una cobertura herbácea más densa y con un mayor número de especies de las familias euphorbiáceas, malváceas, compuestas, labiáceas, etc. Esta diferencia no puede atribuirse a diferencias en las condiciones climáticas y se debería más bien a variaciones en las texturas de los suelos, siendo los de la vertiente sur de textura más gruesa que los de los conos.

ISLAS BALTRA Y SEYMOUR



Croquis del recorrido de campo

Situadas al Norte de Santa Cruz las Islas Baltra y Seymour, hoy individualizadas, están estrechamente relacionadas entre sí, tanto en sus características como en su origen.

Son dos islas muy pequeñas (8 x 6 km para Baltra y 2 x 1,5 km para Seymour) con altitudes máximas bajas de (45 m en Baltra y 50 m en Seymour), los puntos más altos se ubican en las partes orientales de las islas.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

El relieve es igualmente monótono en ambas islas; son planicies subtabulares que surgieron del mar con pequeños acantilados en la parte oriental y suavemente inclinadas hacia el Oeste donde desaparecen sumergidas mediante un plano inclinado muy suave. La oposición entre las costas se encuentra también en sus dibujos en plano, son rectilíneas son dirección NW-SE en las costas orientales y con amplias sinuosidades al Oeste.

Estas islas no muestran huellas de construcciones volcánicas aéreas recientes y los trabajos de interpretación y de campo permitieron evaluar el importante papel de la tectónica. Baltra, Seymour así como el sector nororiental de Santa Cruz forman parte de un sólo conjunto proveniente de antiguas erupciones volcánicas, posteriormente falladas y basculadas por movimientos tectónicos.

Tres conjuntos de formas existen en estas dos islas:

- las formas heredadas de la historia volcánico-tectónica,
- las huellas de acciones marinas recientes,
- los rellenos coluvio-aluviales.

1.2 Las arquitectura general de las islas

Antiguas erupciones volcánicas aéreas, o tal vez submarinas, han formado una construcción hoy desaparecida o sumergida. Por efecto de movimientos tectónicos verticales, pequeñas partes de esta construcción se encuentran en posición emergida y su origen explica sus rasgos geomorfológicos.

Estas islas presentan una sucesión de bloques tectónicos de estilo típico "tecla de piano", separados

por fallas de dirección E-W hasta ENE-WSW. Estos bloques, con un ancho comprendido entre 1 y 3-4 km, presentan un buzamiento hacia el Oeste pero con dominancia NW en Santa Cruz y W-SW en Baltra y Seymour.

Así se explica la conformación de las islas: acantilados sobre una línea de falla en la costa este y al contrario, en la costa oeste, bahías conformadas por los bloques hundidos (por ejemplo Bahía Aeolian en Baltra) y cabos debidos a bloques levantados. Los dos canales de Itabaca y Seymour son bloques más hundidos y la isla Seymour constituye el último bloque levantado al Norte.

Las formaciones aflorantes están esencialmente constituídas por superposición de derrames lávicos antiguos, macizos, poco fracturados, con intercalaciones de lavas escoriáceas. Puntos importantes de observación geológica están localizados en los abruptos norte y sur de Caleta Aeolian donde intercalaciones discontinuas de areniscas, conglomerados y lumaquelas atestiguan fases marinas concomitantes de las erupciones.

En superficie se asocian dos tipos de formas:

- bloques rocosos a menudo redondeados, de dimensiones decimétricas a métricas, siempre cubiertos por una pátina café-rojiza a ferruginosa,
- intercalaciones de alteraciones café-rojizas de algunos decímetros de espesor, de textura dominante arcillosa con un contenido relativamente alto en material de tipo coluvial o marino, lentes de arenas gruesas, cantos rodados de rocas volcánicas o removilizados a partir de las capas sedimentarias intercaladas (areniscas, conglomerados y coquinas).

1.3 Las huellas de acciones marinas recientes

Niveles escalonados bien visibles en la parte oriental de Seymour, pero también perceptibles en el acantilado oriental de Baltra, atestiguan el levantamiento de este conjunto de islas. Se puede observar marcas de abrasión marina, bloques con superficies rodadas y esmeriladas asociados a depósitos marinos de arena fina a gruesa y cantos rodados del substrato dispuestos entre los bloques. Localmente, en Seymour, se puede ver removilizaciones superficiales recientes de tipo glacis.

Pequeños "islotos" del mismo material se encuentran en toda la superficie de las islas; se nota también la presencia de numerosos bloques rodados de lumaquela y arenisca, como en la zona del aeropuerto por ejemplo. Comprueban una fase generalizada de abrasión marina.

A la misma generación y origen de formas pertenece la playa levantada encima del acantilado de Caleta Aeolian. Aquí, un arco de arena coralífera, localmente removilizada en nebkas, constituye la continuación, al Norte, de la playa de la bahía actual, levantada por movimientos tectónicos.

El islote Mosquera, por su parte, corresponde a la esquina somital del bloque hundido en el canal de Seymour, subaflorante al nivel de las aguas y sobre el cual se depositaron arenas marinas.

1.4 Los rellenos coluviales

Algunas zonas situadas principalmente en el Sur de Baltra, presentan rellenos bajo la forma de valles coluviales. Son depósitos café-rojizos, bastante ferruginizados, de textura arcillo-arenosa con intercalaciones arenosas gruesas y presencia de pequeños cantos; de espesor muchas veces inferior al metro, estos depósitos rellenan pequeños valles cóncavos sin actividad actual a excepción de escurrimientos superficiales de invierno.

2. FORMACIONES VEGETALES

Las dos pequeñas Islas de Seymour y Baltra están totalmente dentro de la zona árida. Eso se debe a la baja altitud de las mismas y a su posición protegida de los vientos húmedos por la masa de la isla Santa Cruz. Su superficie está constituida sobre todo por bloques de lava que no permiten un fácil desarrollo de la vegetación.

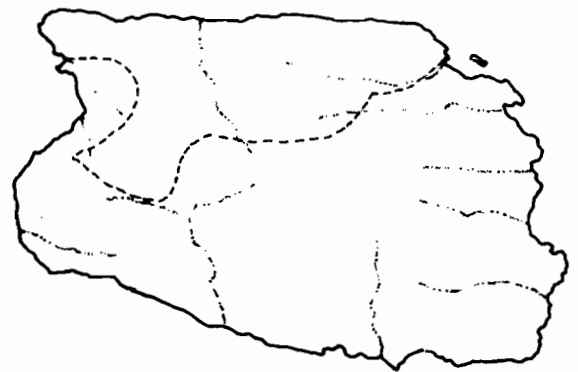
Baltra sufre, desde la segunda guerra mundial, la presencia del hombre que imprimió su marca degradando la vegetación. Los árboles son escasos y localizados en las zonas periféricas de la isla. Se trata sobre todo de palo santo (*Bursera malacophylla*, especie endémica) y de *Parkinsonia aculeata*; *Opuntia echios* participa también en la conformación del estrato arbóreo. Los arbustos son más abundantes y la especie dominante es *Castela galapageia*. El abrupto del canal de Itabaca tiene una vegetación bien desarrollada donde se destaca particularmente la presencia de *Scalesia crockeri*.

Dentro de los impactos del hombre sobre la vegetación de la Isla Baltra, podemos notar la muy probable tala de árboles, así como una reciente limpieza de los arbustos en la cercanía de la pista de aterrizaje. La antigua pista, ubicada en el suroeste de la isla, ofrece otro ejemplo de recolonización por la vegetación de un medio nuevo; en las grietas de la pista se instalaron gramíneas y ciperáceas muy dispersas, esta vegetación no se parece a la vegetación colonizadora de los derrames volcánicos, aunque las condiciones ecológicas parezcan semejantes.

Esta isla ofrece también un buen ejemplo de los cambios en la fisonomía de la vegetación por las fuertes lluvias. Normalmente, es decir en estación seca o durante los inviernos con precipitaciones normales (o sea escasas), la isla Baltra presenta, desde el avión, un color general rojizo por la débil cobertura vegetal; en tierra, toda la parte central de la isla se ve como una planicie recubierta de bloques de lava y la vegetación es de árboles esparcidos, *Parkinsonia*, *Cordia* y cactus. En un año con precipitaciones anormalmente elevadas, se desarrolló una cobertura continua de gramíneas y, desde el avión, la isla tiene un inusual aspecto verde; en tierra, la fisonomía de la vegetación es la de una sabana con una cobertura gramínea que alcanza una altura de hasta un metro.

La isla Seymour parece menos rocosa, sufrió menos de la presencia del hombre y tiene una vegetación más densa, con un estrato arbóreo abierto de palo santo (en este caso *Bursera malacophylla*) sobre un estrato arbustivo cerrado de *Croton scouleri* (chala). La parte este de la isla, más baja, tiene una cobertura abierta de *Cordia lutea* (muyuyo) y gramíneas.

ISLA SANTA FE



Croquis del recorrido de campo

Situada al Sureste de Santa Cruz, la Isla Santa Fe tiene la forma de un rectángulo alargado en sentido este-oeste con dimensiones de 8 por 5 km. No presenta relieves muy altos y culmina solamente a 255 m en su parte oeste.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

La isla Santa Fé constituye un caso particular en todo el archipiélago, pues no se presenta como una construcción volcánica normal en forma de cono o de escudo. Al contrario, tiene características de una "altiplanicie" bastante irregular limitada en todos sus contornos por acantilados vivos de 50 a más de 100 m de desnivel.

Está compuesta en detalle por franjas paralelas de alrededor de 1 km de ancho, orientadas este-oeste y que constituyen una sucesión de bloques monoclinales, fallados, con buzamiento hacia el Sureste y separados por abruptos de fallas.

Estas huellas tectónicas muy claras, así como la ausencia de actividad volcánica reciente, hacen pensar en un origen de la isla por levantamiento y fallamiento de una antigua construcción volcánica en avanzado proceso de destrucción.

Por esta razón, las principales divisiones geomorfológicas están en función de los factores siguientes:

- formas heredadas de la evolución histórica-tectónica,
- formas debidas a la evolución aérea actual, escurrimiento y coluvionamiento.

1.2 Las mesas volcánicas monoclinales

Estas formas del relieve constituyen los grandes rasgos geomorfológicos de la isla. Se presentan en fajas paralelas Este-Oeste, buzando hacia el Sur; el bloque sur bordea al bloque norte mediante abruptos cuyo desnivel puede sobrepasar los 50 m. Datos de fotointerpretación como de los trabajos de campo indican que estos bloques y desniveles se originaron por fracturamiento y movimientos tectónicos posteriores a la fase de construcción de un antiguo edificio volcánico.

El material dominante está constituido por una alternancia de lavas generalmente fluidas, intercala-

das con capas piroclásticas variadas de tobas, brechas y escorias localmente consolidadas en grauwacas.

Debido a la aridez bien marcada del clima, las alteraciones son muy poco avanzadas y bien localizadas. Se trata de pequeños "islotos" de menos de 20 a 50 cm de profundidad y de 10 a 20 m de diámetro, encerrados entre grandes extensiones de bloques caóticos de color café-rojizo con meteorización superficial.

Se realizó una diferenciación de las superficies en función de su estado de conservación y/o de su disección, lo que indica diferentes grados de evolución.

Por su parte, los abruptos presentan características comunes; los más altos son acantilados rocosos con cobertura de escombros en su parte inferior y, aquellos cuyas formas han sido erosionadas, quedan solamente como bloques caóticos.

1.3 Los conos volcánicos erosionados

Este segundo conjunto de formas resulta de una segunda fase volcánica de carácter explosivo, con construcción de pequeños conos de 1 km máximo de diámetro y con perfil achatado, desnivel inferior a 100 m y ubicados en las líneas de fracturas. Están constituidos por proyecciones piroclásticas poco diferenciadas de brechas y escorias localmente bien cementadas con alteraciones superficiales muy delgadas.

Estudiando su grado de conservación, se ha podido diferenciar dos tipos de conos: unos muy deteriorados y poco reconocibles y otros con formas más identificables.

De todas maneras, cabe recordar que se trata de edificios volcánicos ya extinguidos, sin actividad reciente.

1.4 Las formas coluviales

Este conjunto es, tal vez, el más interesante de la isla. En efecto, grandes extensiones han sido remodeladas por acciones coluviales que originaron una serie completa de formas.

Comenzaron como vertientes coluviales y "glacis" con perfiles característicos cóncavos que se desa-

rollan normalmente de materiales piroclásticos, prolongando de esta manera los conos volcánicos.

Luego de cortas distancias de transporte, el material ha sido depositado para constituir hermosos ejemplos de "graben de ángulo de falla". El material está principalmente constituido por arenas, gravillas y clastos a veces redondeados en una matriz areno-arcillosa localmente rojiza y ferruginizada.

Constituyen generalmente formas heredadas, pues la única evolución actual que se ha notado está representada por un escurrimiento difuso y concentrado durante la estación lluviosa (invierno), mediante la elaboración de pequeños canales de escurrimiento y de depositación localizados.

1.5 Las formas marinas

Tratándose de bloques levantados, las costas no presentan mayores playas, a excepción de aquella ubicada en el extremo N-E, donde una tectónica en "tecla de piano" ha originado una bahía resguardada.

La mayoría de las costas son naturalmente acantilados rocosos de origen tectónico, localizándose los más altos al Sur. En la esquina sureste existen pequeños niveles de abrasión colgantes que atestiguan un levantamiento tectónico.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

La baja altitud de esta isla, así como su exposición directa a los vientos húmedos, hacen que sólo dos zonas climáticas estén bien desarrolladas, la tercera zona climática, la zona seca, abarca una superficie muy reducida.

2.2 Zona árida

La zona árida se extiende a lo largo de la costa norte; la costa sur directamente expuesta a los vientos está desprovista de la franja de este clima.

En su mayor proporción, la cobertura vegetal está conformada de arbustos con árboles dispersos. Los arbustos más abundantes son *Lanata* peduncularis (supi rosa) y *Scutia pauciflora* (espino).

El estrato arbóreo es muy abierto y la especie más notable es *Opuntia echios* var *barringtonensis*, la tuna más alta del archipiélago que alcanza hasta 6 metros de alto; en la parte noreste de la isla, este cactus forma conjuntos relativamente densos. Otras especies arbóreas de la zona son *Bursera graveolens* (palo santo) y *Cordia lutea* (muyuyo), a esta última sería tal vez mejor clasificarla como arbusto ya que raras veces llega a conformar árboles.

En la zona árida se notó un patrón de repartición de la vegetación que no se pudo cartografiar: la vegetación leñosa es muy abierta en los abruptos y se vuelve más y más densa cuando se avanza hacia el abrupto siguiente, donde, otra vez, disminuye bruscamente la densidad para después volver a crecer al alejarse del abrupto.

2.3 Zona muy seca

Esta zona climática cubre la mayor extensión de la isla.

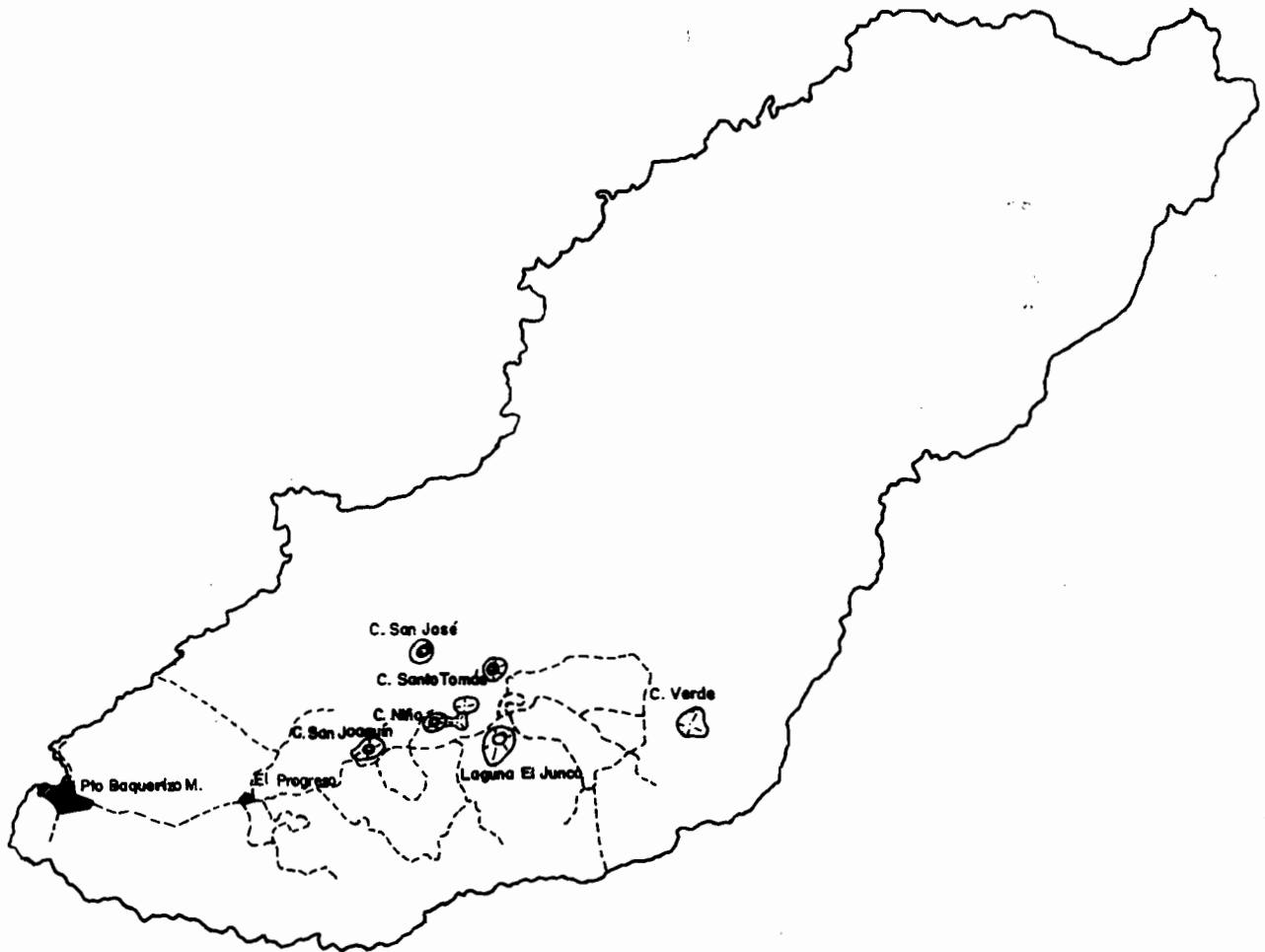
A parte del extremo este de la isla, donde predominan bosques de palo santo, la situación es bastante confusa y no se puede definir especies dominantes para la totalidad de la zona; existen dominancias locales, tales como palo santo en sitios con bloques de lava al descubierto, *Scalesia helleri* en el barranco suroeste y *Cryptocarpus pyriformis* (monte salado) en los suelos desarrollados sobre coluviones. En los demás sitios, la vegetación es un conjunto heterogéneo, en su gran mayoría arbustivo, con especies tales como: *Alternanthera filifolia*, *Castela galapageia*, *Prosopis juliflora* (algarrobo) y *Croton scouleri* (chala).

Los árboles se hallan esparcidos y la especie más abundante es palo santo; se encuentran también escasos ejemplares de muyuyo. En los sitios no rocosos y sin vegetación leñosa crecen gramíneas anuales que se encontraban secas al momento del recorrido de campo.

2.4 Zona seca

La parte más alta de la isla fue cartografiada como zona seca y la formación vegetal es arbustiva y cerrada. A más de la supi rosa presente desde la zona árida, crece aquí en gran abundancia una compuesta, *Encelia hispida*, que confiere su aspecto particular a esta zona.

ISLA SAN CRISTOBAL



Croquis del recorrido de campo

San Cristóbal se encuentra localizada en el extremo oriental del archipiélago. Presenta la forma de una "S" alargada e inclinada en dirección noreste-suroeste, con una longitud de 48 km aproximadamente y un ancho alrededor de 13,5 km. La altitud máxima es de 730 m que corresponde al Cerro San Joaquín (altitud medida en el campo).

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

Esta isla presenta una gran originalidad que es la unión entre dos zonas bien distintas, por un lado una construcción alta y antigua y por otro una plataforma baja con evidencias de fenómenos volcánicos recientes; por lo tanto, el estudio de la isla puede ser dividido en dos partes.

La parte sur-occidental tiene la forma típica de un volcán escudo evolucionado, con la zona basal de pendiente débil, los flancos intermedios de fuerte pendiente y un manto somital de relieve suave. Está constituida de mantos lávicos superpuestos correspondientes a varios episodios volcánicos. La evolución del edificio volcánico lo atestigua la presencia de numerosos valles coluvio-aluviales y profundos encañonamientos, sobre todo en la ladera sur expuesta a los vientos húmedos del Sureste.

La segunda parte está localizada al Noreste y corresponde a una plataforma baja con escasas construcciones volcánicas menores (altitud máxima 200 m) y derrames lávicos recientes.

En ambas zonas las lavas son macizas, de tipo basáltico y resultan de derrames de un material muy fluido; una datación por el método potasio-argón en una muestra del Suroeste de la isla arrojó la edad de 0.66 millones de años. Los materiales piroclásticos son escasos.

No existen signos de una actividad volcánica actual.

1.2 Zona sur-occidental, alta y antigua

1.2.1 El antiguo volcán escudo

1.2.1.1 La parte basal

Forma un anillo ovoidal localizado entre la costa y las fuertes pendientes del volcán. Está formada de coladas de lava horizontales a poco in-

clinadas con superficies ligeramente onduladas y localmente disectadas.

Este basamento está constituido por lavas basálticas macizas, poco vesiculares. Debido al clima muy seco en esta área, las alteraciones son discontinuas, poco profundas y de textura arcillosa.

1.2.1.2 Los flancos inferiores, intermedios y superiores

Presentan superficies de coladas horizontales a poco inclinadas con una disección variable. Los frentes de los derrames son marcados por abruptos casi circundantes, de pendiente moderada a fuerte. En la parte occidental se han cartografiado numerosas fallas con dirección este-oeste que modificaron localmente el relieve, levantando unos bloques y hundiendo otros.

Las rocas son basálticas poco vesiculares; en su superficie, se desarrollaron alteraciones diferentes de acuerdo a la altitud y al régimen de humedad; en la parte baja y seca las alteraciones son discontinuas, poco profundas, arcillosas y de color rojizo; en la parte alta y húmeda son continuas, profundas, de textura limo-arcillosa a limo-arenosa y de color amarillento.

Las morfo-dinámica actual es poco activa en los flancos inferiores y activa en los flancos superiores, donde se observa áreas de fuerte escurrimiento, terracetas, pie de vaca por pisoteo del ganado y movimientos de gravedad.

1.2.1.3 El manto somital

Está formado de capas contínuas de lava, producto de los últimos eventos volcánicos. Las diferentes emanaciones han formado superficies suavemente onduladas, unas horizontales, otras ligeramente inclinadas, muy disectadas con franjas planas, paralelas y separadas por profundas gargantas.

Al igual que en las unidades anteriores, el substrato está formado por rocas basálticas pero, en este caso, cubiertas por proyecciones piroclásticas y por alteraciones muy profundas, amarillentas y de textura arcillosa a arcillo-limosas; la fuerte humedad existente en las partes altas de la isla permitió el desarrollo de estas potentes alteraciones.

1.2.2 Construcciones volcánicas menores y aisladas

Pequeños conos volcánicos parásitos se encuentran distribuidos en toda la zona sobre las unidades descritas anteriormente. De acuerdo a su forma, se pueden distinguir conos bien conservados, en proceso de destrucción y conos casi completamente destruidos.

Litológicamente están constituidos por proyecciones piroclásticas alternadas de escorias y lapilli, intercaladas con lavas. En superficie, estos materiales han formado alteraciones arcillo-limosas, profundas, especialmente en las partes más altas de la isla.

Los fenómenos morfo-dinámicos actuales son un escurrimiento muy localizado de invierno en los flancos de las construcciones y movimientos de gravedad en el interior de los cráteres.

1.2.3 Formas de erosión

Pertenecen a este conjunto las gargantas (encañonamientos) y quebradas formadas por la acción fluvial. Generalmente las gargantas son rocosas, presentan localmente acumulaciones de escombros y depósitos aluviales limosos y arcillosos con gravas.

Estas formas se observan solamente en la vertiente sur de la isla. Las gargantas son la sede de movimientos de gravedad y de escurrimiento concentrado durante la estación lluviosa.

1.3 Zona nor-oriental, baja y reciente

1.3.1 Basamento y derrames lávicos de diferentes generaciones

1.3.1.1 El basamento antiguo

Aflora en el sector oriental; se caracteriza por una superficie somital moderadamente ondulada, caótica y flancos ligeramente inclinados y medianamente disectados.

Sobre toda la zona nor-oriental se encuentran restos de otro basamento posterior al precedente que se caracteriza por relieves macizos y caóticos y flancos ondulados a planos.

Litológicamente estos basamentos se encuentran constituidos por un apilamiento de estrechos derrames lávicos indiferenciados y localmente intercalados con escorias. En superficie estos materiales han sido meteorizados formando alteraciones arcillosas muy discontinuas.

1.3.1.2 Los derrames recientes de primera y segunda generación

Afloran en el sector occidental; presentan formas caóticas ligeramente onduladas con numerosas bocas, cráteres y micro-conos. Además existen derrames longitudinales con huellas de flujos bien marcadas, unos ligeramente inclinados y otros subhorizontales y más bajos.

Las rocas que componen estos derrames son lavas indiferenciadas con superficies "pahoehoe" a veces cordadas.

1.3.1.3 Los derrames recientes de tercera generación

Se encuentran encima de los precedentes, formando pequeñas extensiones muy localizadas con huellas nítidas de los flujos de lava.

Las rocas son lavas escoriáceas con superficies principalmente de tipo "aa".

1.3.2 Construcciones volcánicas menores

Este conjunto ocupa una reducida superficie y está formado de pequeños conos antiguos, generalmente en forma de media-luna. Litológicamente están constituidos por proyecciones de lapilli y ceniza con un cemento palagonítico; los fondos de los cráteres están rellenos por depósitos coluvio-aluviales de arena y limo.

Durante la estación lluviosa se observa un escurrimiento concentrado en cárcavas en los flancos exteriores y un escurrimiento difuso y concentrado en los flancos interiores de los conos.

1.4 Formas no volcánicas

En la Isla San Cristóbal existen conjuntos formados por procesos exógenos; estos conjuntos se localizan tanto en la zona sur-occidental como en la nor-oriental.

1.4.1 Formaciones coluvio-aluviales

Se encuentran en toda la isla, especialmente en la parte central, formando unidades alargadas. Geomorfológicamente se puede distinguir las siguientes formas de relieve:

- valles cóncavos a planos, unos con un perfil longitudinal suave, otros con un perfil inclinado,
- relieves coluvio-aluviales, unos inclinados y otros en forma de pequeños conos de esparcimiento coalescentes.

Los materiales que se encuentran en estos depósitos son sedimentos limo-arcillosos con cantos rodados, gravas y arenas.

1.4.2 Formaciones litorales

Se deben a la acción marina que ha modelado y erosionado las rocas formando superficies de abrasión con diferentes niveles y playas de arena. Las superficies están constituidas por bloques totalmente redondeados, mientras que las playas son de arenas coralíferas localmente removidas por el viento.

Los procesos morfo-dinámicos actuales son la erosión marina en las superficies de abrasión bajas y, en forma muy localizada, la erosión eólica sobre las playas.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

La Isla San Cristóbal consta de dos partes bien diferenciadas: la parte occidental, alta, de substrato antiguo y alterado, y la parte oriental más baja y de origen reciente. La costa sur está sometida al impacto directo de los vientos cargados de humedad. Sólo en la parte oeste de la isla se puede observar toda la gradación climática existente en el archipiélago.

La existencia ya antigua de la colonización humana en esta isla llevó consigo impactos sobre la vegetación natural, eliminación de los bosques nativos de la zona húmeda y diseminación de plantas introducidas como la guayaba y la poma-rosa.

2.2 Zona árida

La franja representativa de la zona climática árida rodea la isla con notables variaciones en su extensión. En la costa sur, esta zona es muy estrecha hasta desaparecer localmente, y al contrario, en la costa norte, es más ancha, particularmente en su parte este.

La cobertura vegetal parece abierta por la poca densidad del estrato arbóreo pero localmente el estrato arbustivo es denso. Según los sitios, el estrato arbóreo puede ser dominado por diversas especies tales como *Piscidia carthagenensis* (matazarno), *Jasminocereus thouarsii* (candelabro) o *Prosopis juliflora* (algarrobo); otras especies arbóreas de menor importancia son *Opuntia megasperma* (tuna), *Bursera graveolens* (palo santo) y *Hippomane mancenilla* (manzanillo). Esta última especie está localizada en los lechos de los ríos temporales.

Las especies arbustivas más importantes son *Scutia pauciflora* (espino), *Croton scouleri* (chala), *Vallesia glabra* (peralillo) y *Gossypium barbadense* (algodón).

2.3 Zona muy seca

La vegetación de esta zona se caracteriza por la presencia de palo santo en bosques cerrados. Otro árbol que logra dominar localmente es el manzanillo en los lechos de los ríos. En pendientes suaves se nota la existencia de un bosque mixto de palo santo y manzanillo.

En San Cristóbal existe sin embargo un bosque de zona muy seca bastante original que no obedece a la regla; se trata de un bosque localizado al Sur de la zona agrícola. Aquí los árboles de palo santo están esparcidos y asociados a un conjunto de especies arbóreas que parece una mezcla entre especies de zona árida y de zona seca. Se encuentran candelabro, tuna, matazarno, *Psidium galapageium* (guayabillo), *Pisonia floribunda* (pega-pega) y *Zanthoxylum fagara* (uña de gato); no se puede distinguir dominancia de una u otra especie en este bosque.

El espacio abierto dejado por los árboles es aprovechado por los arbustos, notándose un buen desarrollo de chala, peralillo, *Macraea laricifolia* (romerillo), *Chicocca alba* (espuela de gallo) y *Waltheria ovata*.

2.4 Zona seca

Está localizada en la parte oeste de la isla, entre 100 y 250 m de altitud en la vertiente sur y entre 400 y 750 m en la vertiente norte.

La única formación vegetal de esta zona es un bosque denso ampliamente dominado por guayabillo. Especies arbóreas secundarias son pega-pega y uña de gato. La mayor densidad de uña de gato se encuentra en las partes más bajas, al contacto con la zona muy seca. El palo santo desaparece y el manzanillo puede estar presente sin estar ligado a condiciones edáficas particulares; además logra tamaños impresionantes en esta zona climática.

2.5 Zona húmeda

Esta zona llega hasta la cumbre por la vertiente norte y a altitudes entre 400 y 450 m en la vertiente sur.

El recorrido de campo no permitió encontrar extensiones significativas de vegetación natural ya que la zona de uso agrícola abarca todo este piso climático. Los escasos rezagos de vegetación natural se localizan en zonas escarpadas y de difícil acceso; se caracterizan por la abundancia de *Scalesia pedunculata* (lechoso). La vegetación espontánea de esta zona está dominada por la guayaba introducida y por *Eugenia jambos* (poma-rosa) en algunos

sitios. La transición entre las zonas seca y húmeda está localmente marcada por un bosque mixto de guayaba y guayabillo (*Psidium galapageium*).

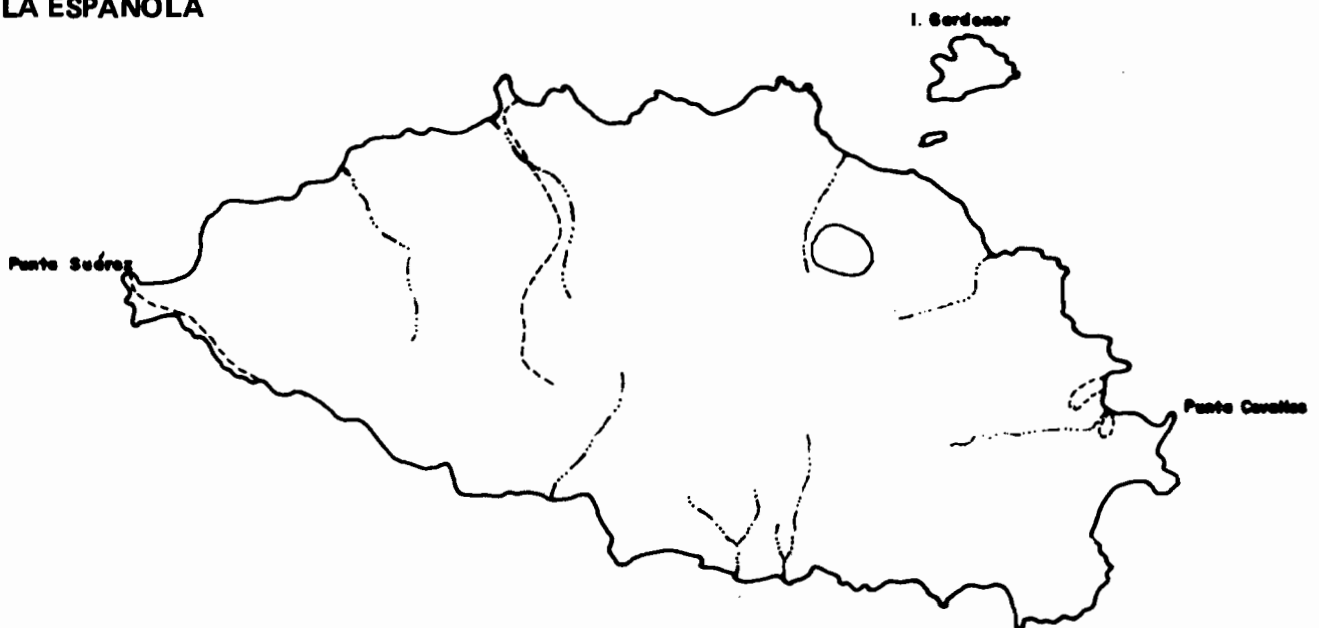
2.6 Zona muy húmeda

Con la única excepción del cerro El Junco, esta zona está totalmente dentro del área de uso agrícola y su vegetación exhibe impactos de la actividad humana. La zona muy húmeda abarca las partes más altas de la vertiente expuesta al Sur.

La vegetación muestra variaciones entre las partes bajas, cercanas a la zona húmeda, y la parte más alta. La vegetación de la parte baja es una asociación de vegetación herbácea, pampas naturales o pastos de origen antrópico, y rezagos de vegetación mixta con especies nativas e introducidas; la especie nativa más notable es *Miconia robinsoniana* (cacaotillo) que se encuentra restringida a las encañadas y suelos pantanosos o con mal drenaje. En las partes de pendiente suave y con buen drenaje se estableció la guayaba introducida que puede conformar localmente matorrales densos.

En las zonas más altas la vegetación se torna casi exclusivamente herbácea y las únicas plantas leñosas son matas de guayaba de poca altura. En los sitios más protegidos, como en barrancos, sobreviven algunos ejemplares de *Cyathea weatherbyana* (helcho arbóreo).

ISLA ESPAÑOLA



Croquis del recorrido de campo

Situada en el extremo Sur del archipiélago, Española pertenece al grupo de las islas pequeñas; tiene una forma de almendra de 14 km de Oeste a Este y 6,5 km de Norte a Sur. Es una isla de relieve poco acentuado que culmina a 220 m en su parte central sur.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

La Isla tiene una forma no muy representativa del relieve volcánico. Se presenta como un cono muy aplastado con pendientes regulares relativamente suaves, con superficies caóticas en sus flancos con excepción de su parte sur, que se encuentra truncada por un acantilado marino, rectilínea, de 50 a 100 m de desnivel.

El origen de Española es controvertido, coladas submarinas levantadas o construcciones aéreas. Nuestras observaciones (datos de fotointerpretación y observaciones de campo) concuerdan para interpretar Española como la cima emergida de la parte norte de una grande y vieja construcción volcánica; su parte visible no muestra ni cráter, ni caldera, ni boca de erupción. El acantilado sur, de dirección ESE-WNW, es la huella geomorfológica de una importante falla que hundió la parte sur del antiguo edificio volcánico.

Tres grandes grupos de formaciones caracterizan esta isla:

- las formaciones volcánicas de construcción de la isla,
- las formaciones volcánicas de remodelaje superficial,
- las formaciones no volcánicas, coluviales y marinas.

1.2 La construcción de la isla

La casi totalidad de la isla pertenece a esta etapa de la construcción del cono somital. Diferencias morfológicas o de yacimiento permiten subdividir esta etapa en tres fases y/o conjuntos distintos.

1.2.1 La parte baja sur-oriental

Representa la fase más antigua actualmente observable de esta construcción aérea. Son relieves generalmente en posición baja, ondulados a suavemente inclinados que pueden ser sea laderas del volcán, sea antiguas superficies de origen marino (abrasión) o tectónico (bloques monoclinales fallados).

En superficie dominan bloques de lava hasta multi-decimétricos, relativamente bien redondeados por meteorización y/o abrasión marina, con una pátina café-rojiza-negruzca, asociados con islotes de alteraciones arcillo-arenosas, café-rojizas o de bolsas de arenas con cantos, que atestiguan al menos una fase localizada de inmersión marina.

1.2.2 La parte central-sur

Constituye el segundo conjunto que da a la isla sus altitudes máximas. Se compone de derramamientos en forma superpuesta que presentan, por la tectónica posterior, un aspecto decimétrico, flancos de noreste a sureste caóticos, rocosos, abruptos en escalones y flancos de oeste a noroeste, rectilíneos o cóncavos que bajan suavemente hacia el Noroeste mediante estructuras monoclinales. La altitud máxima se encuentra sobre una zona de bloques caóticos situada exactamente al borde de uno de estos abruptos.

Tres caracteres importantes definen este conjunto.

1.2.2.1 Los afloramientos rocosos

Están constituidos por bloques redondeados por meteorización, con una pátina café-rojiza a negruzca bastante lisa. Bloques caóticos marcan los abruptos orientados hacia el Este y también los pisos escalonados entre los derrames lávicos de las vertientes suaves del Norte.

La observación más relevante se refiere a la presencia de alteraciones avanzadas, arcillosas a arcillo-arenosas, de color café fuertemente rojizo, de hasta 50 cm de profundidad. En los flancos, a partir de 60 a 80 m de altitud, las alteraciones forman islotes entre los bloques, y llegan a cubrir 30 o/o de la superficie somital. Atestiguan una antigua fase de alteración en condiciones más húmedas que las actuales.

1.2.2.2 Los nódulos calcáreos

Igualmente, la presencia de cantos relativamente rodados de nódulos calcáreos, arriba de los 60 m de altitud, es una prueba de estos cambios climáticos. Sin duda, deben ser concreciones de origen edafológico (se han encontrado en perfiles de observación) por la precipitación de soluciones calcáreas favorecida por alternancias climáticas secas/húmedas. Su esparcimiento posterior en la superficie se realizó por el escurrimiento difuso responsable también del lavado superficial: bloques redondeados, pavimento de clastos, canales de desagüe.

1.2.2.3 La meteorización

Por fin, la presencia en gran cantidad de formas de meteorización y disolución superficial en los bloques de lava aflorantes, así como ollas decimétricas, micro-canales de escurrimiento y formas de pseudo-lapiez se observa tanto en los bloques caóticos de la cima como en las vertientes inferiores.

Este conjunto de observaciones nos permite deducir:

- la edad relativamente antigua del substrato de la isla,
- que la mayoría de las formas son testigos de condiciones climáticas antiguas más húmedas que las actuales.

1.3 Los derrames volcánicos del flanco norte

Los últimos derrames ocupan gran parte del flanco norte de Española, pero su papel es solamente un remodelaje superficial de las vertientes. Compuestos esencialmente de lavas oscuras, macizas a vesiculares, muy resistentes e intercaladas con capas más escoriáceas, estos derramamientos dieron origen a 3 paisajes:

- al Noroeste, coladas monótonas, superpuestas con relieves escalonados en pequeñas escaleras y superficies rocosas,
- al Norte relieves fuertes con escalones más marcados y laderas empinadas. Aquí se observan proyecciones escoriáceas intercaladas, originadas por conos volcánicos contemporáneos de

los derrames; la isla Gardner es uno de ellos,

- por fin, al Noreste, el derrame más reciente toma la forma de una colada muy singular con su parte central hundida. La roca es muy vesicular, densa, particularmente resistente y no alterada con la excepción de las formas superficiales de disolución.

Por estar ubicadas en zonas climáticamente secas, estas formas no presentan alteraciones superficiales muy significativas. Son casi exclusivamente amontonamientos de bloques aflorantes.

1.4 Las formas no volcánicas

1.4.1 Las formas aluviales

Comprenden tanto valles suavemente inclinados con perfiles cóncavos, como rellenos sub-horizontales. Los depósitos varían de bloques rodados con muy poca matriz en los primeros (lavado superficial), hasta bloques y cantos en una matriz arcillo-arenosa en los segundos (depósitos coluviales sensu-stricto).

Son formas muy extensas también heredadas de condiciones climáticas antiguas más húmedas.

1.4.2 Las formas litorales

Se localizan en las orillas y presentan diversos aspectos como:

- playas actuales y/o recientes de cantos y/o arenas coralíferas,
- superficies más antiguas de abrasión marina levantadas de algunos metros. En superficie, afloran bloques rodados hasta multidecimétricos, asociados a arenas localmente removilizadas por el viento,
- el acantilado continuo de la costa sur. Este no es más que un abrupto de línea de falla al límite del bloque sur del volcán, hundido y hoy sumergido.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

Por su exposición directa a los vientos húme-

dos del Sur y la presencia de un barranco alto en su costa sur, la isla Española muestra una distribución muy asimétrica de sus zonas climáticas. Por otra parte, por la baja altura (punto culminante a 220 m de altitud), sólo dos zonas climáticas están bien representadas, la presencia de la zona seca puede ser cuestionada como se discutirá más adelante.

En general, el análisis de la vegetación en la isla Española fue dificultoso por la abundancia de hierbas y arbustos secos. La fecha del recorrido de campo no permitió ver la vegetación en un estado activo con sus hojas, pero también se puede suponer que muchas de estas ramas secas son el producto del fuerte invierno debido al fenómeno del Niño de 1982-83; es muy probable que toda esta masa vegetal no volverá a reverdecer si no se presentan otra vez precipitaciones excepcionales.

2.2 Zona árida

La zona árida se extiende sobre más de la mitad de la isla y abarca todo su lado norte.

La fisonomía dominante es arbórea; en una reducida zona incluso se nota una formación arbórea cerrada o sea un bosque denso. Las especies más abundantes son: *Proposis juliflora*, *Acacia cf rorudiana* (algarrobos), *Parkinsonia aculeata*, *Cordia* (muyuyo). *Opuntia megasperma* (tuna) y *Bursera graveolens* (palo santo). La distribución de estas especies no es uniforme en toda la zona árida; los algarrobos son dominantes en la parte más baja, donde la cobertura arbórea es la más densa; el palo santo se ubica preferentemente en zonas con rocas descubiertas, en los abruptos; la tuna aparece cerca del del límite superior de la zona árida.

Las formaciones arbustivas no son muy extensas pero pueden ser localmente densas. *Lantana cf peduncularis* es la especie más abundante, también existen densidades significativas de *Croton scouleri* (chala), *Vallesia glabra* (peralillo) y *Castela galapageia*.

Cuando la vegetación leñosa se vuelve muy abierta, los claros son ocupados por un estrato herbáceo abierto compuesto por gramíneas anuales (cf *Bouteloua leptochloa*) y perennes.

2.3 Zona muy seca

La zona muy seca empieza a más de 100 m de

altitud en la vertiente norte y a la orilla en la vertiente sur.

Las formaciones arbóreas son dominantes y las especies más representativas son palo santo, tuna y *Zanthoxylum fagara* (uña de gato). El palo santo es característico de la zona y forma bosques densos, aún fuera de los sitios rocosos; la tuna se presenta en ejemplares aislados, en los espacios abiertos desprovistos de vegetación arbórea.

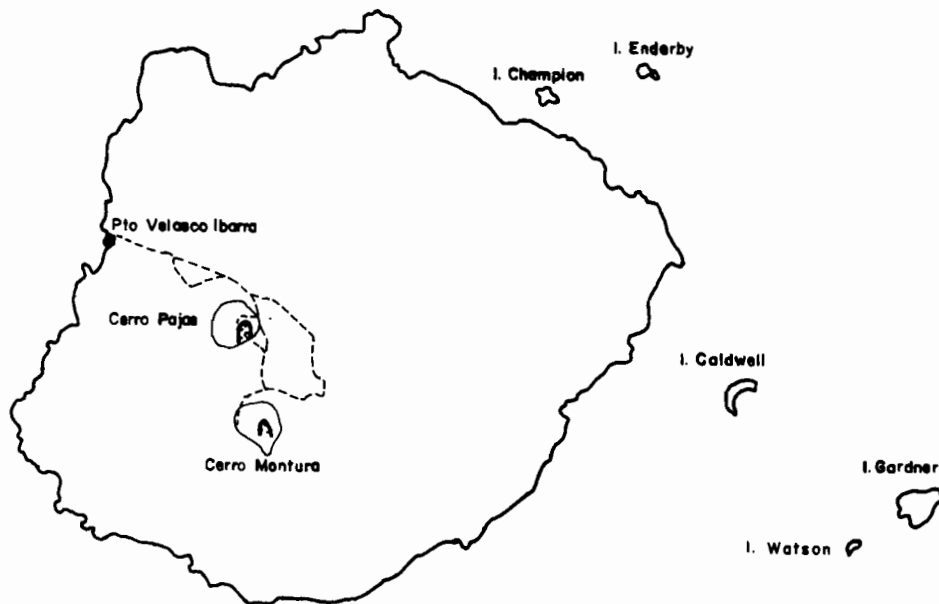
La vegetación arbustiva no muestra cambios florísticos sensibles entre la zona árida y la zona muy seca.

2.4 Zona seca

La zona cartografiada como seca en la cumbre de la isla se diferencia por escasos factores de la zona muy seca. Se trata de una pendiente muy suave hacia el Norte bordeada por un abrupto rocoso hacia el Sur.

La pared del abrupto tiene una vegetación original muy dependiente de la humedad atmosférica y es dominada por helechos refugiados en las grietas. La pendiente suave está cubierta por una asociación de árboles con arbustos. No hay diferencia florística importante de esta zona con la precedente, salvo la presencia de una especie arbórea parecida a *Pisonia floribunda*, pero cuya determinación queda dudosa por encontrarse los árboles sin hojas, ni flores a la fecha. El cambio más notable es la alta densidad de líquenes tanto en las ramas como en las rocas, lo que demuestra un mayor impacto de la garúa a esta altitud.

ISLA SANTA MARIA (FLOREANA)



Croquis del recorrido de campo

Situada al extremo Oeste del grupo de las islas del Sur. Santa María es la más pequeña de las islas habitadas y también la menos poblada. Se caracteriza por dimensiones relativamente importantes y tiene la forma de un cuadrilátero aproximado de 15 km de NE a SW y de 13 km de NW a SE con una punta marcada al Norte de Puerto Velasco Ibarra.

Es también una isla bastante alta con su punto culminante, el volcán Pajas, a una altura aproximada de 550 m (altitud medida en el campo) y una planicie somital comprendida entre 300 y 350 m.

1. GEOMORFOLOGIA

1.1 Presentación general

La simple observación de los paisajes revela la

complejidad de Santa María. La isla presenta globalmente la forma cónica típica de la cima de un volcán escudo, parte basal suave, vertientes inferiores y medias más fuertes con una transición paulatina hacia la plataforma somital, pero tiene también caldera y además está salpicada de numerosos conos de escorias.

Por otra parte, no hay tampoco indicios de una actividad volcánica reciente importante con excepción de la parte noroeste. Santa María es un volcán de tipo escudo de construcción antigua que ha sido remodelado en superficie por una fase de volcanismo explosivo que dio origen a conos de escorias y, localmente, a coladas más recientes.

En este contexto, los grandes conjuntos geomorfológicos son los siguientes:

- el edificio mismo de la isla con las diversas etapas de su construcción,
- las coladas de lava localizadas,
- las formas no volcánicas, coluvio-aluviales y marinas.

1.2 El edificio de la isla

1.2.1 La parte basal de la isla

Está presente en todas las vertientes, muestra pendientes relativamente débiles con dominancia rectilínea a cóncava que bajan regularmente hacia el mar. Se trata de coladas sobrepuestas y los límites entre los diferentes componentes dan lugar a pequeños desniveles métricos. En la parte sur de la isla, esta sucesión de coladas origina pendientes más abruptas y caóticas que dominan el mar con acantilados vivos.

El substrato está compuesto por coladas de lavas macizas e intercaladas con escasas capas más escoriáceas.

A pesar de la edad relativamente antigua de la formación, las condiciones climáticas secas de este piso no han permitido el desarrollo de alteraciones potentes y las formaciones superficiales se limitan a pequeñas bolsas aisladas de alteritas limo-arenosas a limo-arcillosas asociadas con bloques de lava con patina superficial.

1.2.2 La parte intermedia

Un segundo nivel, bien marcado, de coladas está visible en el flanco sureste de la isla; corresponde a una segunda fase de coladas generalizadas, pero no visibles en otro lugar por estar recubiertas por emisiones más recientes. Todas las otras características son idénticas a las del nivel precedente.

1.2.3 La parte somital

El tercer nivel, más extenso, constituye la plataforma somital de la isla. Se diferencia de los precedentes por una disposición regular con un abrupto continuo, caótico en la circunferencia, que domina las unidades precedentes con un desnivel de 50 a 100 m, y una superficie somital entre 300 y 350 m. De la misma manera que la unidad precedente, este nivel superior desaparece al Noreste bajo una cobertura de materiales de emisión más reciente.

El substrato, idéntico en todas las unidades, se compone de una dominancia de lavas macizas con capas escoriáceas. Pero aquí, la presencia de un clima un poco más húmedo ha favorecido la formación de alteritas más evolucionadas, moderadamente profundas, limo-arcillosas a areno-arcillosas en las vertientes.

Además, la plataforma somital ha sido recubierta, posteriormente a su formación, por proyecciones más recientes de lapillis y escorias de espesor a veces considerable, emitidas por los volcanes cercanos. En esta unidad, de la cual la zona agrícola es bien representativa, se puede observar suelos arcillosos a limo-arcillosos, negros a café-amarillentos, sobre una cobertura de lapillis alterados ubicados aproximadamente a 50 cm de profundidad.

1.3 Las coladas localizadas

El flanco oeste de la isla está parcialmente ocupado por derrames de lava más recientes y emitidos cerca del abrupto de la superficie somital. Dos conjuntos de lava se yuxtaponen:

- al sur de Puerto Velasco Ibarra, una emisión, la más antigua, parece provenir del conjunto volcánico del Cerro Pajas y recubre la totalidad de la vertiente con un apilamiento de coladas en escaleras separadas por abruptos de frente de colada que presentan superficies rocosas muy caóticas.

Estas coladas, como en la mayor parte de la isla, están constituidas por alternancias de lava maciza dominante y de capas más escoriáceas, poco meteorizadas en superficie, bloques con patina café-negrucza a café-rojiza, muy escasas bolsas de alteración, pero con una relativa buena colonización por la vegetación.

- al Norte de Puerto Velasco Ibarra, las coladas más recientes tienen también su origen en las faldas al Norte del Cerro Pajas, punto a partir del cual se dividen en dos ramales, el más importante sobre el flanco oeste y uno secundario sobre el flanco norte de la isla. Se trata de una sola y misma colada continua, con un aspecto superficial muy caótico y compuesta de bloques métricos de lava negra, no o muy poco meteorizada, no colonizada por la vegetación ni en la parte baja, ni en la parte alta más húmeda. Es una de las últimas manifestaciones del volca-

nismo en esta isla, ya que contornan conos de escorias de la fase de volcanismo explosivo.

1.4 Los conos y los campos de escorias

Sobrepuestos a todos los elementos más antiguos, un gran número de conos volcánicos salpican la totalidad de la isla. Se trata, en la mayoría de los casos, de conos formados de una alternancia de coladas de lava generalmente escoriácea y de grandes cantidades de proyecciones, cenizas, lapillis y escorias.

Aunque relativamente recientes comparándoles con la constitución de la isla, los conos no son todos contemporáneos. Por fotointerpretación es perfectamente posible distinguir 4 generaciones:

- los más antiguos, destruidos y reconocibles solamente bajo la forma de aristas, necks, etc.,
- los intermedios con formas todavía visibles pero en proceso de destrucción,
- los más recientes con sus formas originales,
- los últimos con huellas de actividad histórica.

Según la zona climática en la cual se ubican, estos conos llevan formaciones superficiales bien diferenciadas: afloramientos rocosos, lapillis y gravas no alterados en los conos de las partes bajas y secas y, al contrario, suelos arenosos a limo-arcillosos de 20-30 cm de espesor sobre un horizonte gravosos en sitios más húmedos como la cima del Cerro Pajas por ejemplo.

Por otra parte, concomitantemente a la construcción de los conos más recientes, se produjo la proyección de grandes cantidades de escorias, lapillis y cenizas que fosilizaron los relieves pre-existentes en el cuadrante noreste de la parte somital de la isla. El abrupto somital y las vertientes altas están recubiertas de una capa localmente métrica de proyecciones piroclásticas finas. Además, las condiciones climáticas relativamente húmedas han favorecido la removilización de estos depósitos por vía hídrica (escurrimiento difuso y concentrado), su transporte y depositación en forma de vertientes suaves, rectilíneas a cóncavas con huellas paralelas superficiales de escurrimiento de invierno con numerosos cauces. Los suelos moderadamente profundos son generalmente arenosos a gravosos.

1.5 Los relieves no volcánicos

1.5.1 Los relieves coluviales o coluvio-aluviales

La abundancia de rellenos y valles coluviales o coluvio-aluviales constituye una de las originalidades de Santa María y son de dos tipos:

- zonas de sedimentación. Antiguos lagos rellenados, cuencas de recepción ligeramente inclinadas y situadas en posición somital,
- verdaderos valles coluviales cóncavos en posición radial que zebran los flancos externos de la isla, desde la cima hasta el litoral.

En ambos casos, es el mismo material, depósitos no diferenciados con dominancia arcillo-arenosa, con gravas y bloques sobre la mayoría de las acumulaciones diseminadas en toda la isla, pero arenosos a areno-gravosos en la zona noroeste donde removilizan depósitos piroclásticos.

Todos son la sede de escurrimiento de superficie en épocas de invierno y algunas lagunas se encuentran todavía funcionando en la misma época en los relieves más altos.

Pero a qué se debe una densidad tal de formas coluviales? Por una parte, se trata de formas heredadas de un período más húmedo que el actual, y, por tal caso, funcionan solamente de manera esporádica. Sin embargo, se debe destacar que a pesar de su altitud máxima débil (550 m), la isla Santa María recibe cantidades de precipitaciones relativamente importantes de lluvias y también de garúas y neblina; los atestiguan algunas fuentes que son el resultado de infiltraciones, en la base de ciertos conos como sucede en Asilo de la Paz.

Algunos de los valles pueden todavía tener remodelajes superficiales en estación lluviosa, como lo demuestra el canal de escurrimiento coluvial que desciende del Cerro Pajas hacia Puerto Velasco Ibarra.

1.5.2 Los relieves marinos

Son poco numerosos y de tres tipos:

- pequeños depósitos localizados de playa y/o de cordones litorales situados al Noroeste de la isla, entre Puerto Velasco Ibarra y Punta Cor-

morán, que encierran una laguna en posición trasera. Son depósitos de arenas marinas, poco coralíferas que cubren parcialmente bloques de lava redondeados,

- niveles de abrasión marina levantados, constituidos de bloques de lava redondeados por abrasión y situados únicamente en las costas noroeste y noreste,
- acantilados medianos y altos (de 20 a 50 m de desnivel al mínimo), ubicados casi exclusivamente en las costas sureste y suroeste. Aquí las fuertes corrientes marinas erosionan los flancos inferiores de la isla en acantilados vivos; algunos de los valles coluviales se encuentran así en posición de valles suspendidos.

2. FORMACIONES VEGETALES

2.1 Presentación general

Por la forma simétrica de la isla, las zonas climáticas se colocan en áreas concéntricas casi regulares. La posición totalmente desprotegida de la isla frente a los fuertes vientos húmedos del Sur permite un ambiente general menos árido que en islas en posición abrigada por la presencia de otras islas.

La presencia de una zona agrícola favoreció la propagación de especies introducidas, chivos para los animales, guayaba y falsa mora para los vegetales. La diseminación de estas plantas ajenas a la isla cambió totalmente la fisonomía y la composición florística de la vegetación natural, particularmente en la zona húmeda, mientras que los chivos afectan más a zonas menos húmedas.

2.2 Zona árida

Esta zona climática ocupa una superficie reducida por las razones antes mencionadas; además al alto acantilado de la orilla sur no permite la instalación de una franja árida en esta costa. La zona árida se ubica en el lado noreste de la isla, en la orilla protegida de los vientos del Sureste por los relieves del centro de la isla.

La vegetación es abierta con asociaciones de formaciones arbóreas y arbustivas. Los arbustos más abundantes pertenecen a las especies siguientes: *Castela galapageia*, *Scutia pauciflora* (espino), *Prosopis juliflora* (algarrobo) y *Croton scouleri* (chala).

El árbol más frecuente es *Parkinsonia aculeata* pero en los sitios rocosos domina localmente *Bursera graveolens* (palo santo).

2.3 Zona muy seca

La zona climática muy seca circunda totalmente la isla.

Como en otras islas la especie característica es palo santo que puede conformar hasta bosques tupidos. Los arbustos son más diversificados y los más notables son: *Vallesia glabra* (peralillo), *Clerodendrum molle* (rodilla de caballo), *Opuntia megasperma* (tuna) y *Waltheria ovata*.

Los espacios abiertos de esta zona fueron invadidos por una densa cobertura de 60 cm de alto de *Blavillea dicotoma* durante el invierno de 1987. Este estrato herbáceo no podía verse, ni adivinarse, a la época de nuestros trabajos de campo.

2.4 Zona seca

La zona climática seca abarca un anillo concéntrico al interior de la zona muy seca. El límite inferior está alrededor de 100 m de altitud en la vertiente sur y de 200 m en la vertiente norte.

Las formaciones vegetales arbóreas dominan en la parte suroeste y el resto de la zona seca está cubierto por formaciones arbustivas. La especie arbórea dominante es *Pisonia floribunda* (pega-pega), pudiéndose encontrar individuos aislados de *Geoffroea spinosa* (seca) tal vez introducido y de palo santo. La característica mayor del paisaje en esta zona es una formación arbustiva formada fundamentalmente por tres especies, dos nativas *Macraea laricifolia* (romerillo) y *Croton scouleri* (chala), y una especie introducida, *Lantana camara* (falsa mora). Estos chaparros son bien densos y de difícil penetración. A lo largo de los caminos abunda otra especie introducida, *Kalanchoe pinnata* (hoja de cera).

2.5 Zona húmeda

La zona climática húmeda ocupa la parte más alta de la isla; su límite inferior está entre 200 y 300 m de altitud de acuerdo a la exposición de la vertiente. La parte central está reservada al uso agropecuario.

La vegetación natural fuera de la zona agrícola puede ser perturbada por plantas introducidas como *Psidium guajava* (guayaba) y la falsa mora. Un tes-tigo de vegetación natural poco perturbada puede encontrarse en el fondo del cráter del Cerro Pajas; ahí se ve un bosque denso de *Scalesia pedunculata*

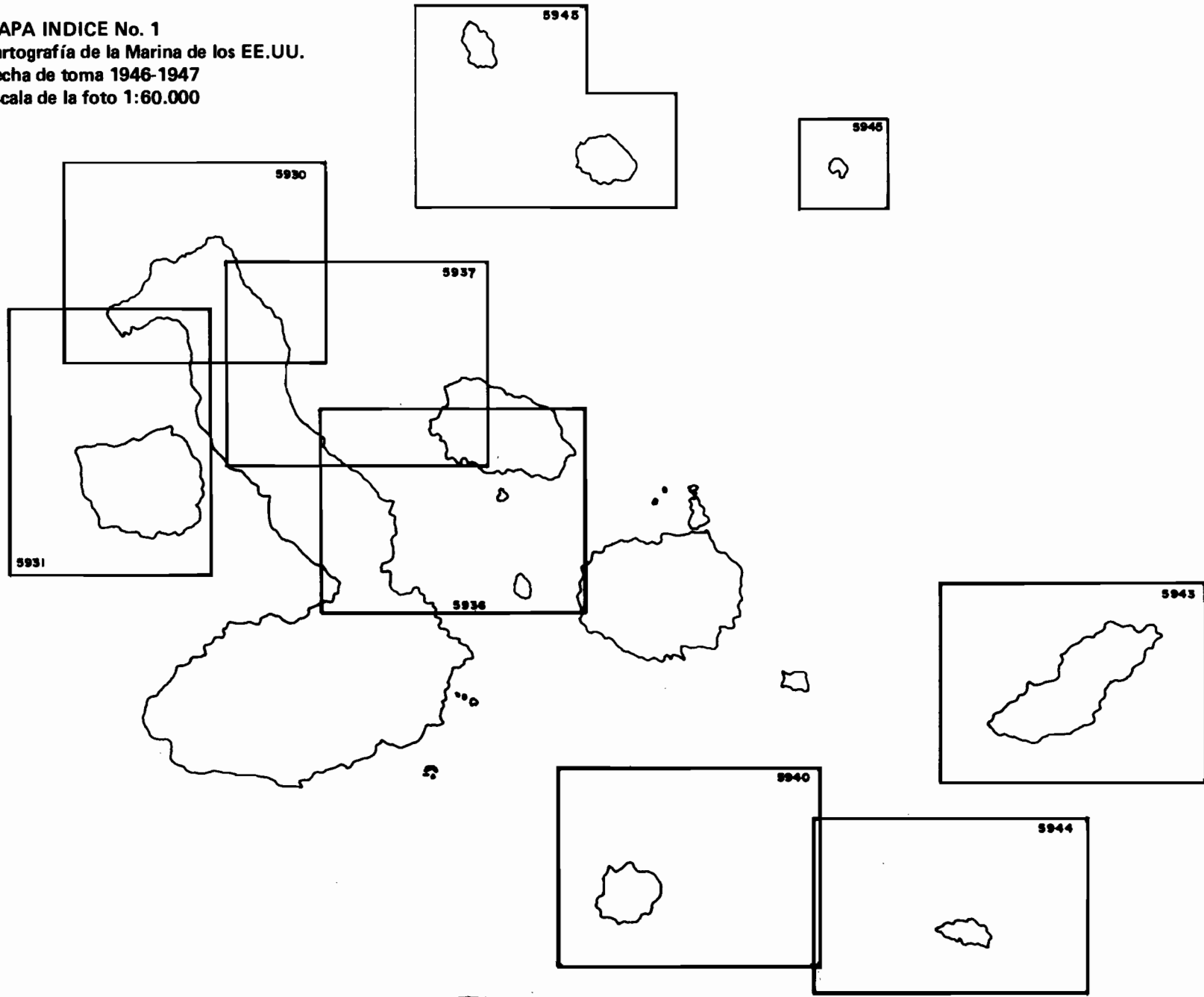
(lechoso) con un sotobosque donde se destacan *Darwiniothamnus tenuifolius* y la endémica *Lippia salicifolia*. En zonas de transición hacia la zona se-ca se observa la presencia de *Zanthoxylum fagara* (uña de gato) y de romerillo.

ANEXOS

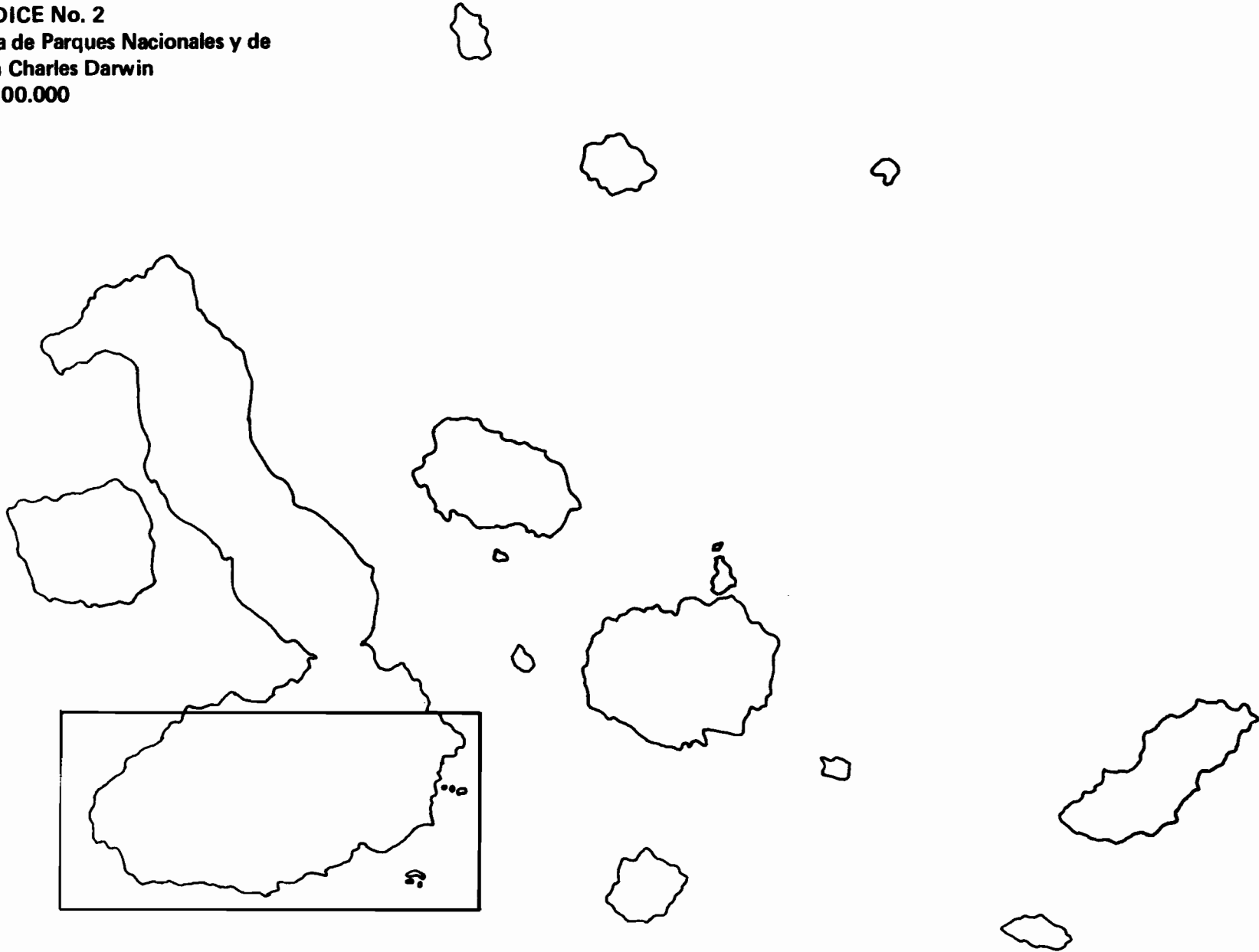
MAPAS INDICES

- 1 Cartografía de la Marina de los Estados Unidos
 - 2 Cartografía de Parques Nacionales y de la Estación Científica Charles Darwin
 - 3 Cartografía diversa de ubicación de las zonas de colonización
 - 4 Foto-índice Isla Isabela
 - 5 Foto-índice Isla Isabela
 - 6 Foto-índice Isla Santa Cruz
 - 7 Foto-índice Isla Santa Cruz
 - 8 Foto-índice Islas San Cristóbal, Española, Santa María, San Salvador, Genovesa, Marchena, Pinta
 - 9 Foto-índice Isla Isabela
 - 10 Fechas de toma fotográfica
 - 11 Imágenes Landsat
-

MAPA INDICE No. 1
Cartografía de la Marina de los EE.UU.
Fecha de toma 1946-1947
Escala de la foto 1:60.000

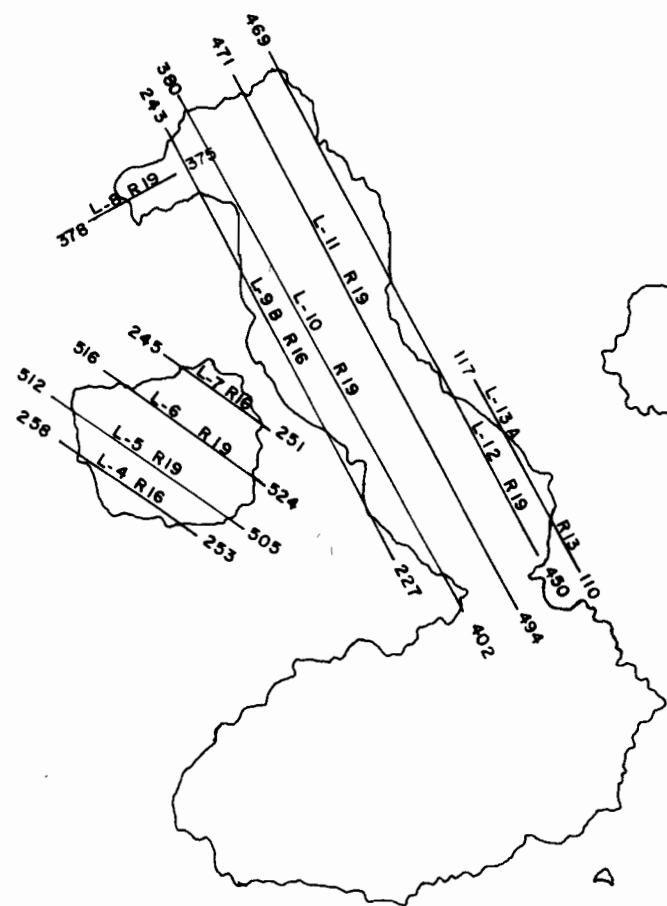


MAPA INDICE No. 2
Cartografía de Parques Nacionales y de
la Estación Charles Darwin
Escala 1:100.000

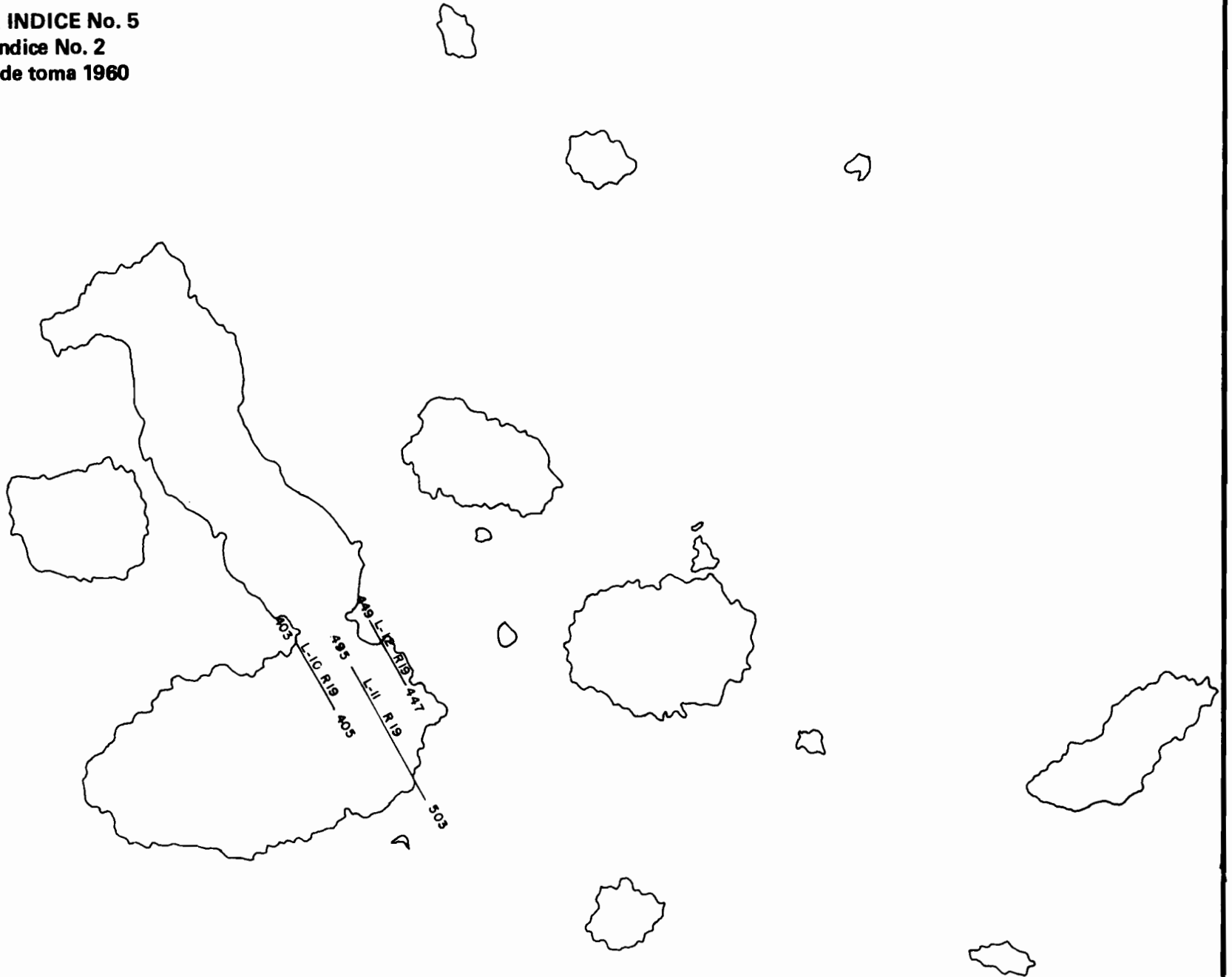


MAPA INDICE No. 3**Cartografía diversa de ubicación de las zonas de Colonización****FI.OREANA 1:5.000****STA. CRUZ-ISABELA 1:20.000****SAN CRISTOBAL 1:10.000**

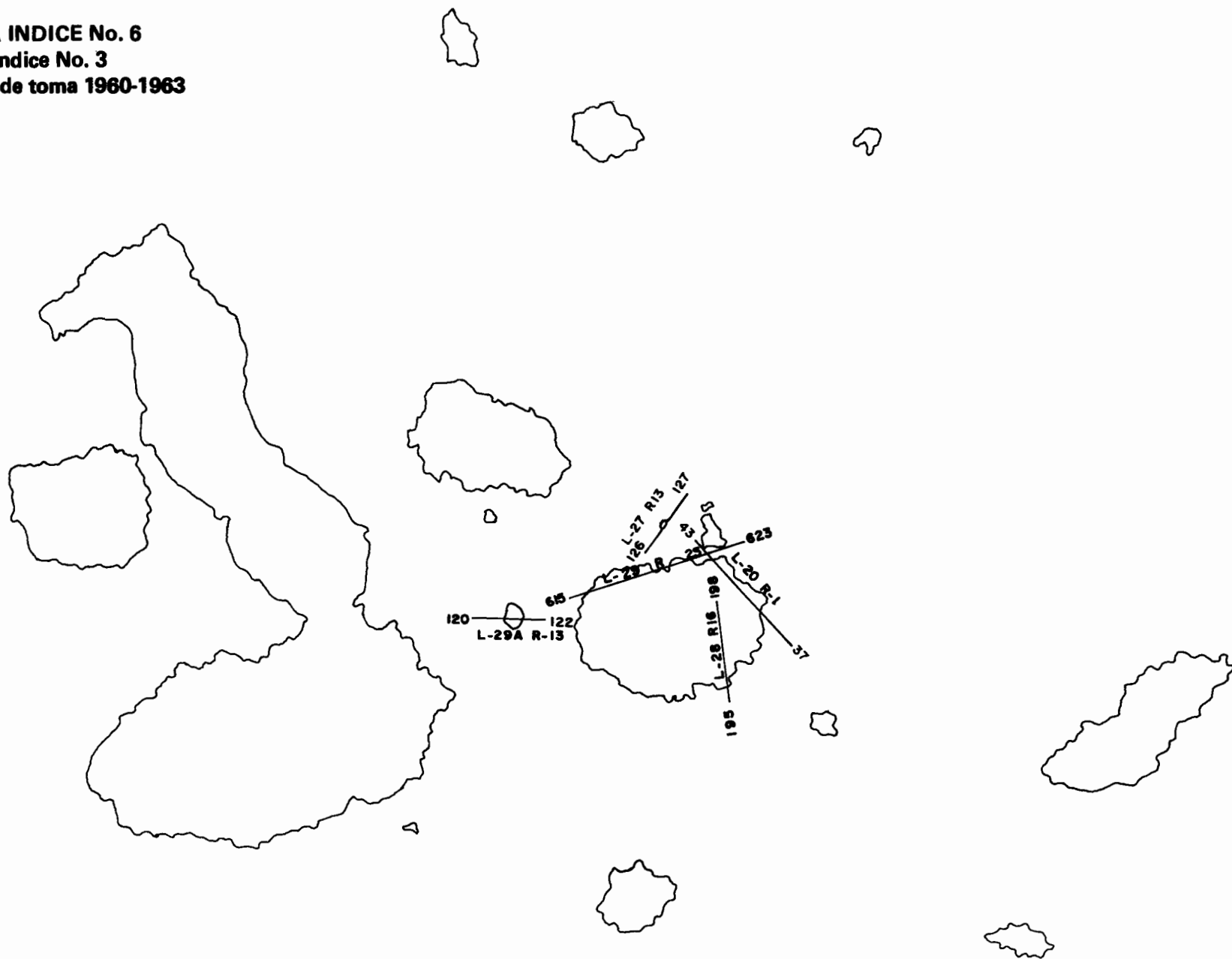
MAPA INDICE No. 4
Foto-índice No. 1
Fecha de toma 1960



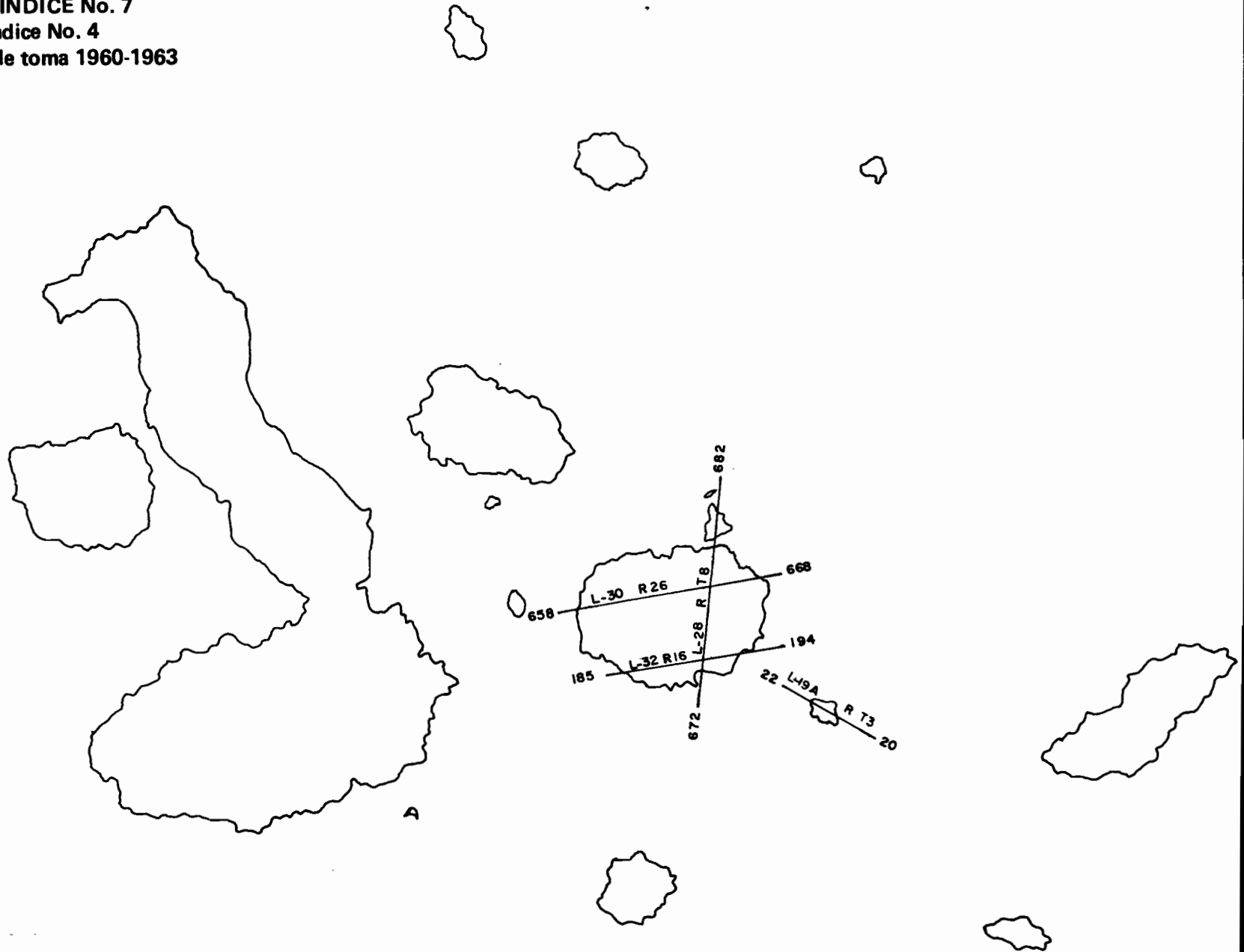
MAPA INDICE No. 5
Foto-índice No. 2
Fecha de toma 1960



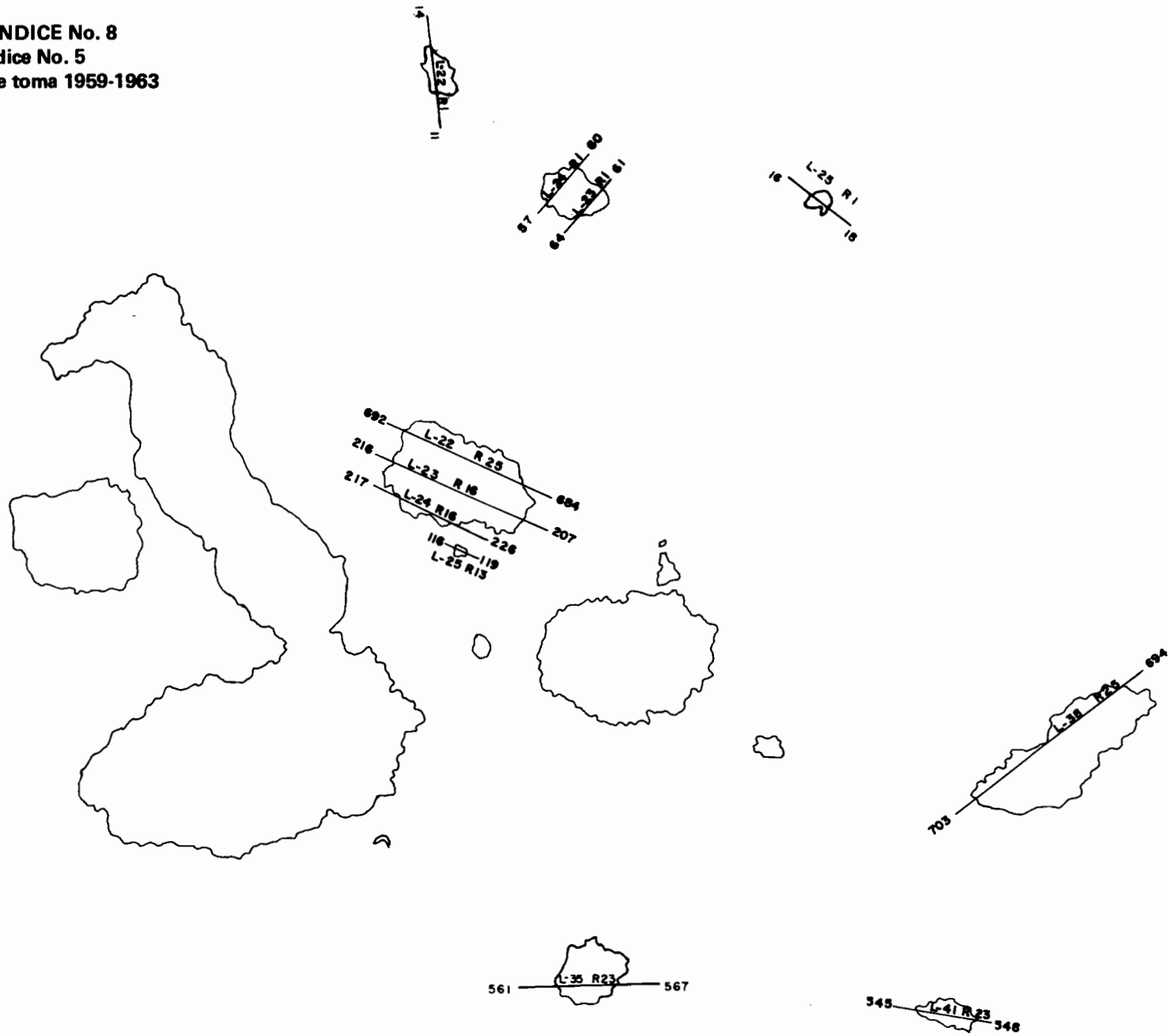
MAPA INDICE No. 6
Foto-índice No. 3
Fecha de toma 1960-1963



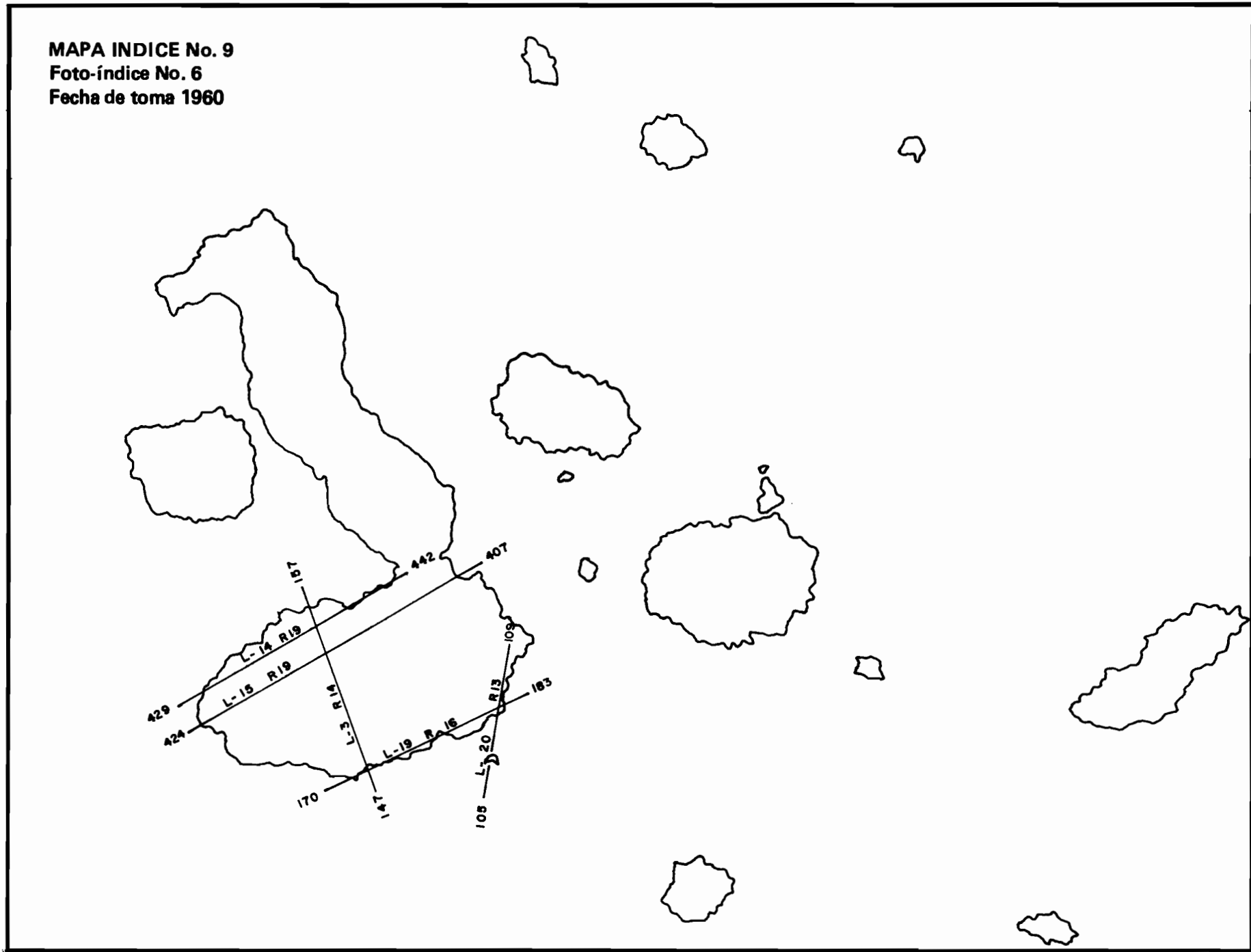
MAPA INDICE No. 7
Foto-índice No. 4
Fecha de toma 1960-1963



MAPA INDICE No. 8
Foto-índice No. 5
Fecha de toma 1959-1963



MAPA INDICE No. 9
Foto-índice No. 6
Fecha de toma 1960

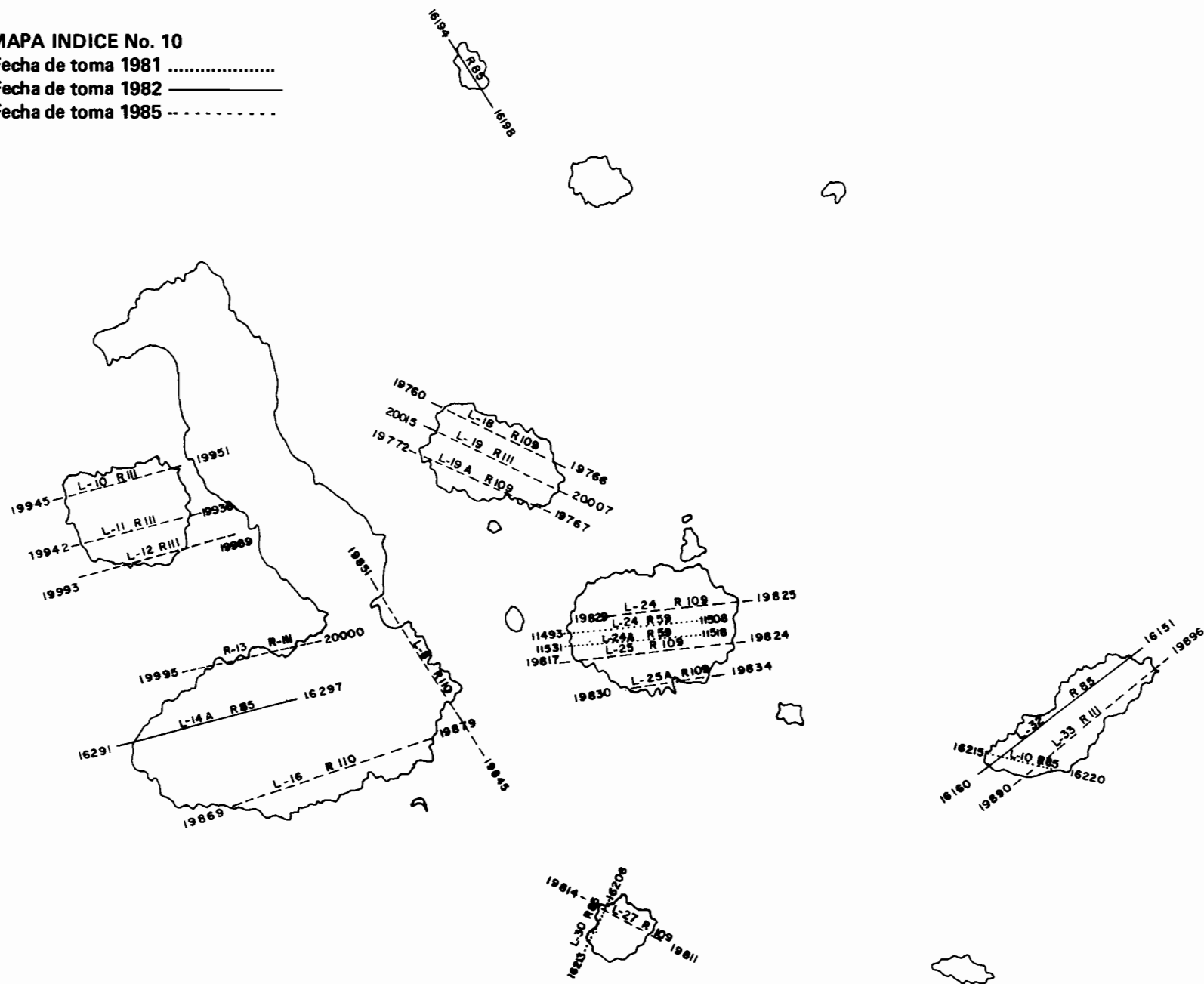


MAPA INDICE No. 10

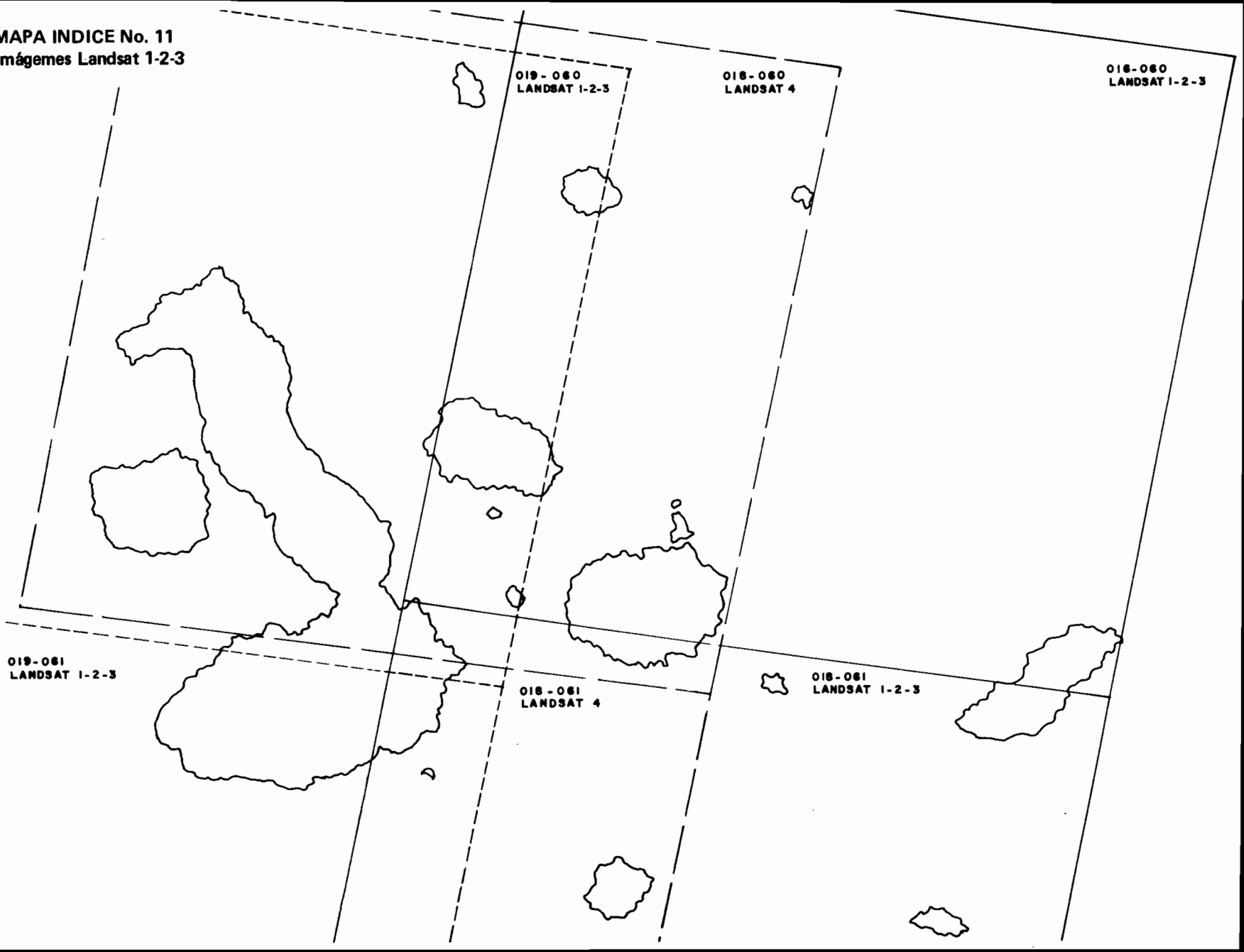
Fecha de toma 1981

Fecha de toma 1982 _____

Fecha de toma 1985 - - - - -



MAPA INDICE No. 11
Imágenes Landsat 1-2-3



2 RECURSOS HIDRICOS DE LAS ZONAS HABITADAS

I PROBLEMATICA GENERAL

Las Islas Galápagos, constituidas por 14 islas principales y varios islotes, se encuentran aproximadamente a 1000 km al Oeste de la Costa ecuatoriana. A pesar de la relativa pobreza de su fauna y de su flora, presentan un excepcional interés biológico y constituyen un santuario de la Ciencia puesto en evidencia por Charles DARWIN quien encontró allí la fuente de su teoría de la evolución. Descubiertas en 1535, las islas se encontraban deshabitadas, pero desde entonces, se convirtieron en teatro de una destrucción de la naturaleza debido a la introducción de plantas y animales procedentes del continente y, en menor grado, por los intentos de cultivar la tierra, contrariando de esta manera la vocación de sus áreas ecológicas. En la actualidad, el Ecuador ha tomado medidas enérgicas y ha declarado como Parque Nacional la mayor parte del Archipiélago considerado como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

Según el censo de 1982, la población de las islas, principalmente constituida por agricultores y pescadores, alcanza 6119 habitantes distribuidos en 4 islas de la siguiente manera:

- 3154 hab. en la Isla Santa Cruz
- 2265 hab. en la Isla San Cristóbal
- 644 hab. en la Isla Isabela
- 56 hab. en la Isla Floreana (Santa María).

Por otra parte, dado el carácter excepcional de su fauna y flora, recibe un importante contingente de turistas y científicos evaluado en 17.850 en 1985, de los cuales los 2/3 son extranjeros.

La mayoría de la población se encuentra concentrada en los puertos de acceso (Puerto Ayora, Puerto Baquerizo Moreno, Puerto Villamil y Puerto Velasco Ibarra); sin embargo, existe un número apreciable de agricultores esparcidos en diferentes parroquias rurales asentadas en la parte meridional de las islas, debido a condiciones climáticas especiales que confieren más humedad a estas zonas.

En efecto, uno de los problemas más graves que afecta al desarrollo del Archipiélago, es la escasez de recursos hídricos disponibles, que resulta ser el principal factor limitante tanto en el sector agrario como en las ciudades. La débil e irregular pluviosidad de las zonas de mediana y baja altitud así como la falta casi generalizada de ríos permanentes, sumándose a una geología poco adecuada para conformar grandes reservorios de aguas subterráneas, son factores que contribuyen para generar una producción agroganadera muy aleatoria y una extremadamente limitada distribución de agua para el consumo humano. Por ejemplo, el abastecimiento de los campamentos militares y grandes yates de turismo, es realizado con agua del continente.

A continuación, se darán algunas indicaciones sobre las características del clima y de la pluviometría ya que conforman el recurso hídrico directo de origen climático o el recurso hídrico superficial por aprovechamiento de ríos permanentes, así como sobre las condiciones geológicas ya que condicionan la existencia de zonas acuíferas o la formación de drenes subterráneos.

II CLIMA Y PLUVIOMETRIA

El clima insular es de tipo ecuatorial pero se caracteriza por una gran irregularidad según la altura y la exposición de las vertientes en relación con la dirección predominante de los vientos.

En las zonas litorales, el clima varía de semi-árido a muy seco hasta aproximadamente 100 m de altura, pasando paulatinamente a semi-húmedo o húmedo conforme aumenta la altitud. Sin embargo, es preciso subrayar que la red de observaciones climatológicas y pluviométricas es deficiente y que los datos disponibles no son siempre muy confiables, lo que no permite adelantar conclusiones definitivas. En el estado actual de los conocimientos, parece necesario diferenciar el régimen pluviométrico de las zonas de baja altitud del régimen que reina en las zonas altas. En el primer caso se observan dos estaciones relativamente más húmedas de aproximadamente 3 meses cada una, centradas en los meses de Febrero y Junio/Septiembre; en el segundo caso, interviene un factor suplementario ya que, en las cumbres de las montañas y zonas aledañas, el enfriamiento adiabático provoca la condensación de la humedad del aire y llega a conformar neblinas localmente llamadas "garúas". En estos últimos sectores, el período más húmedo se sitúa generalmente entre Noviembre y Febrero, con variaciones locales.

En el cuadro 1 se presentan algunas series de pluviometrías mensuales y anuales escogidas entre las estaciones más confiables. Se nota la gran heterogeneidad de la distribución espacial de las lluvias anuales que pueden variar entre aproximadamente 100 mm hasta cerca de 2.000 mm. Estos valores demuestran, por una parte la influencia de la exposición a los vientos, siendo más húmedas las zonas ubicadas al Sur de las islas: en la misma isla de Santa Cruz, para iguales alturas, se observan al Norte 92.3 mm en la estación de Seymour y 365 mm en la estación Charles Darwin ubicada al Sur; por otra parte se evidencia el fuerte gradiente pluviométrico que aumenta con la altura, tal como es el caso en la isla San Cristóbal: 288.9 mm a 30 metros de altura, 1.383.7 mm a 300 metros de altura y 1.706.6 mm a 400 metros de altura.

Otra característica es la gran irregularidad interanual de las pluviometrías. En efecto, el régimen pluviométrico general se sujeta a la influencia de 2 factores principales: los desplazamientos del FIT

(Frente Inter-Tropical) que sigue el movimiento aparente del sol y del FE (Frente Ecuatorial) que marca la zona de transición entre las aguas frías de la corriente de Humboldt y las aguas calientes de la corriente ecuatorial Sur. Todo cambio anómalo de estos dos factores puede provocar enormes diferencias en las alturas pluviométricas anuales habitualmente observadas, con períodos de precipitaciones anuales habitualmente observadas, con períodos de precipitaciones excepcionales o sequías drásticas. Es así como una posición muy meridional del FIT (a la que se suman las condiciones excepcionales descritas por K. WYRTKI y J. BJERNES para explicar el fenómeno del Niño) y del FE produce condiciones favorables al incremento de las pluviometrías. Por el contrario, los años con una pluviometría deficitaria responden a un patrón opuesto, ubicándose y permaneciendo el FIT y el FE en una situación septentrional anómala, la misma que impide el ingreso de aire caliente húmedo mientras la zona está sometida al aire relativamente frío originado por la corriente de Humboldt.

En conclusión, el recurso hídrico de origen pluviométrico es muy escaso en las zonas litorales donde se ubican los puertos principales, los mismos que deberán encontrar en las zonas altas las fuentes necesarias para el suministro de agua a las poblaciones. De igual manera, los perímetros agrícolas se ubican en altura, por un lado porque las condiciones climáticas son más propicias y por otro lado porque allí se ubican las mejores tierras (suelos derivados de la meteorización de las rocas volcánicas).

III GEOLOGIA

Las Islas Galápagos están conformadas por la cúspide de un grupo "de volcanes basálticos toleíticos y alcalinos" que han crecido sobre una plataforma submarina de aproximadamente 40.000 km² con una profundidad entre 2400 y 3400 m.

Según la teoría de la "Tectónica de placas" la litósfera se divide en una docena de placas de forma y extensión variable, desplazándose todas en relación con las otras, constituyéndose las dorsales medioocénicas como proveedoras de material litosférico. El límite entre dos placas divergentes corresponde a una estrecha zona fracturada por la cual sube el magma subyacente para dar nacimiento a las placas oceánicas, es decir nuevas partes de la corteza terrestre que se separan y se alejan continuamente. Por supuesto, ya que el planeta tiene dimensiones

constantes y para respetar la ley de conservación de la materia, se hace necesario que una cantidad equivalente de material desaparezca, lo que se realiza a lo largo de las fronteras entre placas convergentes, llamadas "zonas de subducción" donde una placa se hunde bajo otra para ser absorbida por el manto.

En el Pacífico Sur-Este, a 2 grados de latitud Norte y 102 grados de longitud Oeste, existe el "punto triple de Galápagos" a partir del cual divergen tres placas: al Oeste la placa Pacífica, al Nor-Este la placa Cocos y al Sur-Este la placa Nazca. Estas dos últimas están separadas por la zona de fractura de Galápagos, que se encuentra recortada por fallas transversales transformantes N-S que permiten movimientos laterales.

De la placa Nazca, a la altura de la parte central del Ecuador, nace la cordillera submarina de Carnegie que se vuelve más joven hacia el Oeste y se junta con otra cordillera submarina, la de Cocos, para formar la plataforma submarina Galápagos que dió lugar al Archipiélago debido a un volcanismo plio-cuaternario.

A las Islas Galápagos se las ha dividido en 5 unidades (M.L. HALL, 1977) pero las 4 islas aquí tratadas sólo pertenecen a dos de estos grupos: al grupo de los volcanes de escudo que no han tenido actividad reciente (Floreana, San Cristóbal y Santa Cruz) y al grupo occidental de volcanes de escudo muy activos (Isabela).

III.1 Isla Isabela

La Isla Isabela está constituida por 6 volcanes de escudo aún muy activos con lavas de tipo basalto-toleíticos pobres en olivino. En la parte Sur que nos interesa, se destaca el volcán Sierra Negra que es el más grande y posiblemente el más antiguo, con una caldera de 9 km en la parte media, que ha erupcionado por lo menos 4 veces en este siglo y aún tiene las más activas fumarolas (M.L. HALL, 1977). La parte intermedia con el litoral, al Sur-Este (Santo Tomás) y Sur-Oeste (Alemania) está constituida por lapillis y cenizas en parte meteorizadas aptas para una actividad agrícola. Por el contrario, la zona baja está compuesta por lavas muy compactas de tipo pahoehoe o aa.

Desde el punto de vista hidrogeológico, estas for-

maciones no son propicias para conformar acuíferos de gran magnitud. Sin embargo, aunque la morfología no permite detectarlos, existen drenes subterráneos consecutivos a procesos de enfriamiento brusco o debidos a fracturas radiales. Estos drenes constituyen caminos privilegiados para transportar hacia la zona baja las aguas procedentes de las estribaciones altas del Sierra Negra, donde las precipitaciones son mucho más importantes.

III.2 Isla Floreana

La Isla Floreana exhibe varios conos y cráteres pequeños relativamente jóvenes y verosimilmente superpuestos encima de un gran volcán de escudo original. La mayoría de las rocas expuestas provienen de etapas tardías y consisten esencialmente de lavas de tipo basaltos olivínicos alcalinos, generalmente pahoehoe, y de tobas basálticas de grano grueso con cenizas y escorias. Esta última formación se asemeja a una microbrecha volcánica, acumulación de elementos escoriáceos cuyo tamaño más frecuente varía entre 02. - 2 cm, con presencia de clastos más grandes, siendo la cementación muy diversa según los lugares.

Desde el punto de vista hidrogeológico debe destacarse la particular importancia de esta formación tobacea ya que conforma un acuífero potencial. Se la encuentra alrededor de los diferentes pequeños conos jóvenes, en especial alrededor del Cerro Wittmer (Cerro de la Paz), del Cerro Pajas y en las cercanías de las "Cuevas de los Piratas"

III.3 Isla San Cristóbal

La parte media occidental de la isla corresponde a un solo volcán antiguo erosionado con unos pocos conos parásitos. Las lavas son principalmente basálticas olivínicas ricas en magnesio. Las zonas aledañas al poblado de El Progreso, entre 250 y 350 m.s.n.m., se encuentran fuertemente meteorizadas y presentan varias formaciones de tipo aluvio-coluvial.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona de El Progreso es apta para conformar un acuífero local, con un potencial notable ya que se encuentra probablemente alimentado mediante una red de fracturas procedentes de la zona alta con mayor pluviosidad.

III.4 Isla Santa Cruz

La Isla Santa Cruz consiste principalmente en un volcán de escudo suavemente elevado, con conos parásitos alineados a lo largo de fracturas con dirección E-O, especialmente en su parte superior (J.W. BALDOCK, 1982). Las lavas son de tipo basaltos olivínicos alcalinos.

La estribación Sur de la isla, en su parte intermedia, se encuentra conformada por coluviones, en especial en el sector de Bellavista. Cabe también señalar la existencia de una red bastante densa de fracturas y de fallas de poca amplitud. Por otra parte, al realizar la exploración de algunas cuevas ubicadas al pie del Cerro Crocker, hemos comprobado la existencia de una formación tobacea subyacente a la formación de lavas superficiales.

Desde el punto de vista hidrogeológico, las fracturas y fallas constituyen drenes desde la parte alta más lluviosa. Además, de comprobarse su extensión, la formación tobacea podría constituir un acuífero aprovechable y permitir la perforación de pozos, en particular en los lugares que coinciden con alineamientos de fracturas o fallas.

IV IDENTIFICACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS

IV.1 Isla Isabela

IV.1.1 Recurso superficial

No existen ríos permanentes aprovechables y sólo hay escurrimiento durante las precipitaciones elevadas que generalmente están relacionadas con fenómenos del Niño.

IV.1.2 Recurso subterráneo y puntos de agua

Se llevó a cabo el inventario más exhaustivo posible a base del examen de las fotografías aéreas existentes y de las informaciones recibidas por parte de los pobladores, principalmente cazadores y guardias del Parque Nacional. La ubicación de los diferentes puntos de agua investigados consta en el mapa correspondiente y su descripción se da a continuación.

A. Zona al norte de Pretoria - El Cura - El Papal

Se observaron los puntos de agua siguientes:

- "Los Boliches" - altura: 685 m.s.n.m. Se trata de dos pequeñas fracturas sin presencia de agua pero que contienen un lodo húmedo. La filtración del agua debe estar directamente relacionada con las precipitaciones anteriores y estos puntos carecen de importancia para un posible aprovechamiento.
- "Poza La Ventana" - altura: 720 m.s.n.m. Se trata de una fosa en la cual se acumulan las aguas lluvias mas no de un afloramiento de aguas subterráneas. No reviste importancia para un suministro.
- "Poza La Zanja" - altura: 790 m.s.n.m. Descripción idéntica a la anterior.
- "Cueva El Inviernillo de Cerro Grande" - altura: 850 m.s.n.m. Es una grieta profunda en la cual sólo se logró penetrar 15 m por no tener el equipo adecuado. Existe una reducida poza de agua, producto del goteo de las paredes y techo, posiblemente originado por la condensación del aire y no por el rezumamiento de aguas subterráneas. Carece de importancia.

B. Sector de Alemania

Se trata de una antigua zona agrícola, actualmente abandonada e incluida en la zona del Parque Nacional. En las fotografías aéreas se observan diferentes lineamientos que bajan desde el Sierra Negra hasta una altura aproximada de 300 m.s.n.m. A pesar de observar una red hidrográfica superficial seca, es posible que el agua se escurra en forma subterránea aprovechando la cobertura meteorizada aparentemente potente. Eso explicaría la presencia de la "Poza del Caracol" que se ubica al límite entre suelos profundos y zona pedregosa; se observa un nivel de agua pero la dureza de la formación hace muy difícil su explotación mediante pozos excavados o perforados.

A 460 y 510 m.s.n.m., se observan dos zonas coluviales que presentan algunas posibilidades de encontrar aguas subterráneas. En todo caso, serían acuíferos de poca productividad.

C. Zona aledaña a Puerto Villamil

Se observaron varias pozas e incluso manantiales de agua dulce. Cabe señalar que, contrariamente a la opinión equivocada expresada por algu-

nos moradores y colonos, no se trata de agua marina filtrada. Su origen radica en las precipitaciones de las zonas altas del volcán Sierra Negra. Estas se reúnen y circulan por las principales fracturas, probablemente profundas en las alturas medias (entre 20 y 600 ms.n.m.), pero que en su trayecto por la llanura litoral se encuentran más cercanas a la superficie, produciéndose el afloramiento del agua en algunos puntos privilegiados, pozas o manantiales (véase la fig. 2).

Los principales afloramientos cercanos a Puerto Villamil se describen a continuación:

- "Poza del Cementerio", es una poza de gran tamaño que rodea la parte Nor-Oeste de Puerto Villamil. Se caracteriza por su salinidad relativamente baja a pesar de estar en contacto directo con las aguas oceánicas, lo que indica que el aporte subterráneo de agua dulce es importante. Este recurso subterráneo es difícilmente aprovechable ya que los sitios de aporte se encuentran bajo el nivel del agua salobre de la poza.
- "Poza San Vicente", se trata de un afloramiento aislado de agua dulce en lavas recientes. Según las informaciones recibidas, su nivel varía con las mareas.
- "Poza del Manzanillo", es una poza de aproximadamente 400 m², alimentada a partir de una grieta encontrada al excavar materiales de construcción. Ha sido explotada para llenar diariamente 15 tanqueros de 8 m³ de capacidad sin que se observe abatimiento algunos mientras se bombeaba. Probablemente se podría explotar con un caudal de 2 l/s aproximadamente.
- "Pozo el Chapín", este pozo da lugar a la obra de captación realizada por el IEOS para el abastecimiento de toda la isla. Se explota con un caudal aproximado de 10 l/s durante 1h45 mn para llenar una cisterna de 70 m³. Sin duda, este pozo podría suministrar una mayor cantidad de agua.
- "Pozas del Aeropuerto", se trata de tres afloramientos ubicados al Este del Aeropuerto en construcción. Localizadas en grietas de lavas jóvenes muy fracturadas, el agua es de calidad aceptable a pesar de su elevado contenido en cloruros.

- "Vertiente de El estero", se encuentra ubicada a unos 3 km al Oeste de Puerto Villamil, en el cauce de un pequeño estero sumergido en marea llena. Varias salidas a presión dan un caudal que ha sido estimado entre 150 y 200 l/s. Debido a la carga hidráulica existente en la fractura de alimentación, el agua que brota es dulce a pesar de la cercanía al mar. Según el período del año, el caudal podría variar entre 70 y 400 l/s.

Entre todas las fuentes conocidas, ésta es la más importante. Con un acondicionamiento apropiado, podría ser una de las alternativas para incrementar el abastecimiento de agua potable a la población e incluso para el riego de la zona agrícola.

IV.2 Isla Floreana

IV.2.1 Recurso superficial

A excepción del escurrimiento producido por las fuertes precipitaciones, no existen ríos permanentes aprovechables.

Sin embargo, es preciso señalar la presencia de una notable poza de almacenamiento, ubicada al Nor-Este de la isla, aproximadamente a 11 km al ENE de Puerto Velasco Ibarra. Se ubica en el cráter de un pequeño volcán (Cerro de la Laguna) a una distancia de 2.100 m del mar en dirección Sur-Oeste a partir de las "Cuevas de Los Piratas".

Se trata de una poza de almacenamiento de aguas lluvias siendo nulo el aporte subterráneo. No es permanente y se llena esporádicamente en el transcurso de los fuertes inviernos como fue el caso durante el fenómeno del Niño de 1982-1983.

Durante nuestra estadía (9-10 de Mayo de 1985) la laguna tenía una forma casi circular con un diámetro estimado en 270 m. Se realizaron mediciones batimétricas, tomando las profundidades en numerosos puntos con los cuales se trazaron isolíneas de igual profundidad. El volumen calculado a la fecha era alrededor de 125.000 m³, su superficie de 54.600 m² y su profundidad media 2.3 m, alcanzando 3.6 m en la parte más honda. A base de las huellas se ha estimado el nivel más alto de almacenamiento, probablemente ocurrido en Julio de 1983: 0.9 m en relación con el nivel observado. En este entonces, el volumen acumulado era de

aproximadamente 178.000 con un espejo de 63.200 m².

IV.2.2 Recurso subterráneo y puntos de agua

A. Manantiales

En la actualidad están aprovechadas dos fuentes para el consumo humano y animal, localizadas en el mapa correspondiente.

- "Vertiente de la Paz", se ubica en el Cerro Wittmer (Cerro Azul o Cerro de la Paz) a 280 m.s.n.m., presentándose como un goteo a lo largo de un acantilado verosímilmente producido por una falla. En éste, se observan dos tipos de materiales, en la parte inferior una lava impermeable de color oscuro y sobrepuesta a ésta una toba volcánica, microbrecha poco consolidada con clastos livianos tipo pumita cuyo tamaño varía de 0.2 a 1 cm.

Con la pequeña obra de captación realizada, se obtiene un caudal de 0.1 l/s, medido el 25.02.85, el mismo que aumenta en tiempo de lluvia. Almacenada en un tanque, el agua es conducida hacia otro tanque de 70 m³ cercano al puerto, por intermedio de una tubería con tres tanques de descompresión. Se tiene previsto utilizar este recurso para el abastecimiento de la zona agrícola.

- "Vertiente del Doctor Ritter", se encuentra ubicada en la finca del Sr. Eliecer Cruz a 110 m.s.n.m. La vertiente actúa como dren del agua almacenada en la formación de microbrechas presente en las faldas del Cerro Pajas. Según información del Sr. Cruz, en su estado natural la vertiente era intermitente, secándose durante los veranos prolongados; ha sido acondicionada con una excavación de 3 m de profundidad aumentando de esta manera el área de captación útil de la fractura de tal forma que, después de un largo período de sequía, su caudal alcanza 0.35 l/s, medido el 25.02.85. En la actualidad, la vertiente es de uso exclusivo de la finca.

B. Recursos subterráneos probablemente aprovechables

- Debe destacarse la particular importancia de la formación de micro-brechas que conforma un

acuífero potencial. Se extiende en una superficie considerable de la parte alta, en especial alrededor del Cerro Wittmer donde la potencia llega a más de 10 m y donde hemos observado varios índices de filtración. Se podría implementar un sistema de captación mediante galerías o perforaciones sub-horizontales, incrementando notablemente de esta manera el caudal reducido explotado en la vertiente de la Paz.

- Indicio de agua: desde el Cerro Comunista hacia el Este, se observa un alineamiento de árboles verdes que debe coincidir con un accidente estructural que desempeña el papel de dren en la formación de micro-brechas, el mismo que a partir del pico del Cerro Pajas pasa por la vertiente del Dr. Ritter y sigue en dirección de Puerto Velasco Ibarra.

IV.3 Isla San Cristóbal

IV.3.1 Recurso superficial

San Cristóbal es la única isla que dispone de un recurso superficial permanente. La zona de interés se encuentra en la parte Sur comprendida entre los sitios Cerro Azul y Cerro Verde. La existencia de este recurso se debe a tres factores condicionantes particularmente propicios:

- Elevadas pluviométrías, particularmente en la zona alta donde deben alcanzar e incluso superar 2.000 mm.
- La existencia en esta misma zona alta de terrenos con muy poca pendiente que llegan a conformar diferentes pozas de acumulación, entre las cuales debe destacarse la laguna de El Junco.
- La existencia de un fuerte fracturamiento superficial, al que se suma un basamento de lavas impermeables por debajo de los suelos, lo que constituye una red de drenes que permite la circulación del agua desde la zona lluviosa.

De esta manera existe una red hidrológica superficial bien desarrollada, con ríos que presentan un escurrimiento apreciable a lo largo de la mayor parte del año. En general se agotan durante los veranos a excepción de las quebradas de la Policía y de Cerro Gato cuyo flujo es permanente. Debido al fuer-

te fracturamiento, todas las quebradas presentan una característica muy especial: el caudal no va siempre aumentando hacia aguas abajo y el flujo puede disminuir notablemente entre dos lugares, recuperándose en otro sitio.

En el cuadro 2 constan los caudales medidos en diferentes sitios y a diferentes épocas.

En la actualidad, para el abastecimiento de El Progreso y de Puerto Baquerizo Moreno, existe una captación con represamiento de la quebrada de La Toma, con transvase de las aguas de la quebrada del Plátano. Durante el verano este recurso es insuficiente y el abastecimiento se hace con tanqueros a partir de las quebradas de Cerro Gato y de la Pollicía. Con un acondicionamiento adecuado, estas dos quebradas podrían suministrar un caudal continuo de 6 l/s, suficiente para una población de 3.000 personas.

Desde el punto de vista ecológico y porque su cuenca de alimentación es bastante reducida, no parece aconsejable acondicionar la laguna de El Junco para una explotación permanente, conservándose este recurso para casos de suma emergencia.

IV.3.2 Recurso subterráneo

Aunque el recurso superficial parezca suficiente para la población actual, es importante destacar la presencia, en las cercanías de El Progreso, de una zona que ofrece un interesante potencial en aguas subterráneas, la misma que se encuentra ubicada en el mapa correspondiente. Una investigación geológica detallada y la realización de sondeos eléctricos han permitido ubicar con precisión 4 sitios particularmente propicios (véase el mapa).

IV.4. Isla Santa Cruz

Por ser la más poblada, ser el centro de operaciones de turismo y por ubicarse allí la estación Charles Darwin, base de estudios científicos de toda índole, la Isla Santa Cruz es la que tiene los mayores requerimientos. Por esta razón ha sido tempranamente equipada con varias estaciones de bombeo que explotan el recurso de las fallas cercanas: de "Los Alemanes", "Parque Nacional" y "Pampa Colorada". Sin embargo, al aumentar la demanda y por no tener otro recurso aprovechable, se ha llegado a una sobre-explotación que genera un grave

problema, el de la calidad del agua. Debido a las comunicaciones que existen entre las fallas y el océano, el bombeo excesivo ha producido una progresiva intrusión de aguas saladas, con la consecuente elevación de cloruros lo que hace que el agua de la red de distribución sea poco apta para el consumo humano. Aun más, su calidad bacteriológica se ve paulatinamente afectada por la contaminación proveniente de innumerables fosas sépticas construidas sin observar las debidas normas.

IV.4.1 Recurso superficial

No existen ríos permanentes y sólo ha sido posible localizar algunas pozas de almacenamiento que no revisten importancia. Entre los diferentes escurrimientos generados en estación lluviosa por el Cerro Crocker, la más notable es la vertiente 11 que produce menos de 1 l/s cinco meses al año.

IV.4.2 Recursos subterráneos y puntos de agua

El recurso subterráneo proviene principalmente del agua drenada por el intermedio de fracturas y fallas, sin descartar la posibilidad de que exista un acuífero aprovechable en un sector centrado sobre el poblado de Ballavista con una extensión hacia el Nor-Este.

Las aguas que afloran en las fallas cerca de Puerto Ayora han sido aprovechadas mediante captaciones por bombeo para el suministro a la ciudad. En el caso del sector de Bellavista, la presencia efectiva de aguas subterráneas se relaciona directamente con dos factores: el primero es la existencia de una importante meteorización o micro-fracturamiento además de una alimentación procedente de las zonas más altas, siendo el segundo la posible presencia de la formación tobácea encontrada en una cueva al pie del Cerro Crocker; sólo una campaña de pozos de prueba y de explotación podría confirmar el potencial de esta zona. A continuación se dan algunas indicaciones sobre las investigaciones realizadas acerca de los puntos de agua y en la zona de interés hidrogeológico.

A. Zona aledaña a Puerto Ayora

- "Falla Parque Nacional", da lugar a dos captaciones, la "del Barranco" para la ciudad y la de la "Estación Charles Darwin" para su propio consumo. En la actualidad, el caudal de bom-

beo en El Barranco varía entre 7 y 9 l/s y se ha programado incrementarlo hasta 14 l/s. La bomba está ubicada a 3 m bajo el nivel del mar y, a pesar de esta situación, el agua es de calidad aceptable; el aumento previsto del caudal de bombeo tendría como resultado probable una sustancial elevación de la salinidad. En la Estación Charles Darwin, el bombeo es reducido, inferior a 1 l/s; el agua es bastante salobre y sólo sirve para uso doméstico y para los animales.

- "Falla de los Alemanes", está captada en dos lugares, el uno para un uso esporádico del barrio de Los Alemanes y el otro en Pampa Colorado para el suministro a la ciudad. En este último caso, el caudal bombeado sobrepasa las verdaderas posibilidades, resultando una agua mediocre con alta salinidad. En la red de distribución, su mezcla con las aguas del Barranco contribuye para que se suministre a la población un agua casi salobre poco apta para el consumo.
- "Falla de La Torta", en esta falla paralela a la de Los Alemanes existe un punto de agua llamado de "La Camiseta", todavía no utilizado y situado a 3 km de Puerto Ayora. Se trata de una poza de 2 m de ancho, 6 m de profundidad y más de 6 m de largo ya que continúa en forma invisible a lo largo de la factura. El nivel del agua es de 4 m.s.n.m. Su salinidad es un poco elevada ya que debe tener comunicación con el océano. Podría ser una de las opciones para un abastecimiento adicional a Puerto Ayora pero, por supuesto, deben hacerse varias pruebas de bombeo para definir el caudal óptimo de extracción y la calidad del agua.

B. Zona con una altitud superior a 400 m.s.n.m.

- "Manantial de Santa Rosa", esta vertiente se ubica a 1.5 km al Norte del poblado de Santa Rosa. Su caudal proviene de la filtración a través de una formación coluvial cuya alimentación la constituyen las neblinas que condensan al chocar contra el cerro. El caudal es inferior a 0.5 l/s pero puede variar notablemente en función de la alimentación, secándose casi totalmente en verano. Hemos dado algunas indicaciones para su acondicionamiento, actualmente terminado.

- "Cuevas en las cercanías de los cerros Crocker y Media Luna", ya que una misión espeleológica francesa había informado, sin precisar su ubicación, de una cueva llamada "del Caballo", con notable acumulación de agua, se investigó el mayor número posible de grietas y cuevas existentes en la zona alta. La mayoría de ellas no presenta ningún interés a excepción de una, que hemos denominado "Pie de Crocker", ubicada a 700 mm.s.n.m. al SSO de la cumbre del cerro. A partir de un pozo de entrada reducido, se ha llegado a una caverna de notables dimensiones en la cual se recorrió aproximadamente 250 m, hasta llegar a un derrumbe que no permitió el paso por falta del equipamiento adecuado; sin embargo, se pudo observar que la cueva se prolongaba. A lo largo del recorrido efectuado hemos encontrado varias formaciones geológicas de tipo tobáceo con una cantidad apreciable de arena y se observaron rezumamientos y escurrimientos débiles, lo que hace suponer que podría existir una cierta acumulación de agua en la parte extrema de la cueva. Sería aconsejable proseguir con la exploración del lugar que sin duda presenta un cierto interés.

- En la finca del Sr. Roberto Schiess se excavó un pozo ubicado en la parte alta de su propiedad. Tiene una profundidad de 5 m, observándose bloques de lava compacta. De acuerdo a su ubicación las posibilidades de obtener aguas son mínimas.

- En la finca del Sr. Herrera, una vertiente captada presenta las mismas características que los escurrimientos de la zona del cerro Crocker y Media Luna. Es de tipo intermitente, aflorando el agua por la diferencia de permeabilidad de la roca.

C. Zona de Bellavista

Anteriormente ya se han presentado diferentes indicaciones sobre esta zona cuyo potencial queda por confirmar. Indudablemente, si los pozos de prueba dan buen resultado, sería posible realizar perforaciones que tomen en cuenta a la vez el espesor de la formación tobácea o micro-fracturada y un posible accidente tectónico. Como una indicación preliminar, han sido ubicados en el mapa dos sitios aparentemente propicios, sin descartar otra zona de interés más localizada en dirección Nor-Este a partir del poblado.

V. CONCLUSIONES

Sin duda, el potencial de las islas, tanto hidrológico como hidrogeológico, es bastante reducido en las cercanías de las zonas pobladas. Sin embargo, no es nulo y hemos presentado algunas alternativas que podrían contribuir para incrementar el presente suministro de agua a las poblaciones y mejorar las actuales condiciones del área rural.

Para terminar, queremos dejar constancia de nuestros agradecimientos a todas las personas que en las diferentes islas nos brindaron una colaboración sin restricción y un apoyo determinante: personal y funcionarios del INGALA, del PARQUE NACIONAL del MAG y de la ESTACION CHARLES DARWIN, así como todos los moradores y colonos que en forma desinteresada nos dieron informaciones sin las cuales no hubiera sido posible llevar a cabo nuestras investigaciones.

ANEXOS

Cuadro 1	Precipitaciones
Cuadro 2	San Cristóbal. Caudales
Figura 1	Situación Geológica
Figura 2	Esquema explicativo

Informes de la Dirección de Administración del Agua y Ordenamiento de Cuencas del INERHI.

CUADRO 1

PRECIPITACIONES MENSUALES Y ANUALES
(en mm)

Altitud msnm	Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
SAN CRISTOBAL														
30	Puerto Baquerizo 64-70/74-81	56.7	87.3	111.7	66.7	20.8	4.3	7.7	5.4	5.7	6.7	5.1	10.8	288.9
300	El Progreso 64-81	197.5	146.9	146.1	147.4	82.5	96.6	115.0	93.0	98.1	77.1	74.7	108.8	1.383.7
400	Pampa Mía 64-82	168.7	126.3	135.6	147.5	135.4	109.8	146.8	154.1	169.9	121.6	115.0	175.9	1.706.6
FLOREANA														
3	En la playa 72-81	43.5	37.3	30.4	45.7	4.2	9.0	0.9	0.4	0.2	0.0	0.3	11.3	183.2
310	Asilo de la Paz 72-82	87.4	52.8	41.2	53.6	31.3	43.2	44.9	44.0	53.9	47.0	45.0	74.5	618.8
ISABELA														
5	Puerto Villamil 64-82	61.6	44.9	51.6	47.3	21.7	16.3	8.2	6.5	7.2	6.6	13.9	14.9	300.7
SANTA CRUZ														
3	Charles Darwin 64-82	67.1	61.8	63.6	61.3	21.2	14.6	11.1	9.7	11.2	11.2	10.6	21.6	365.0
200	Bellavista 62-72/78	124.3	109.5	139.8	80.0	69.3	69.8	105.6	67.6	101.7	69.7	66.4	70.9	1.074.6
20	Seymour 64-76	23.2	15.0	29.0	12.8	1.2	0.0	0.1	0.1	0.4	0.5	0.0	0.1	92.3

CUADRO 2

SAN CRISTOBAL - CAUDALES MEDIDOS A DIFERENTES ALTURAS

Quebrada	Fecha	Altitud (m)					
		100	200	300	400	450	500
La Policía	15.08.85			4 *			
	22.06.85			3.9	3.1		
	24.06.86			3.7			
Cerro Gato	02.10.84	12.9	11.2				
	25.06.86		4.7	4.0			
La Toma	29.09.86		11.3	8.9	7.2	9.3	
	23.06.86			0.9	0.9	0.8	
El Plátano (antes del represamiento)	05.10.84						1.1
	23.06.86						0.2
Honda	01.10.84	17.3	10.0	4.6	10.3	2.1	
	26.06.86			10.7			6.4
La Naranja	25.06.86			7.7			
El Chino	02.10.84				de 1 a 2*		
	26.06.86				3.7		

* caudal estimado

Figura 1. Situación Geológica de Galapagos

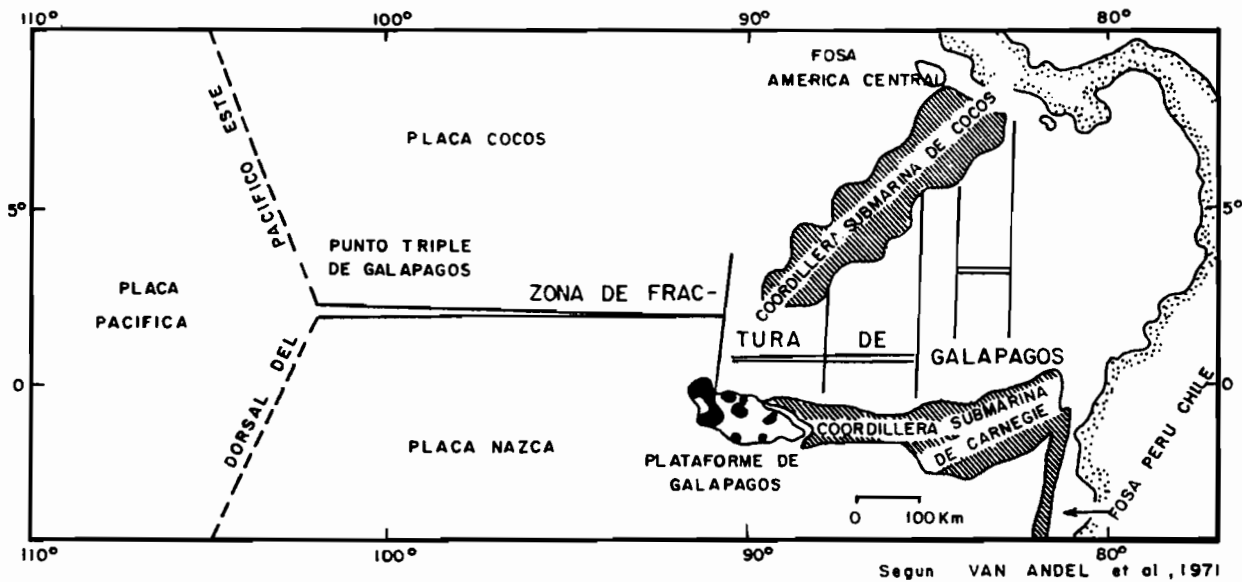
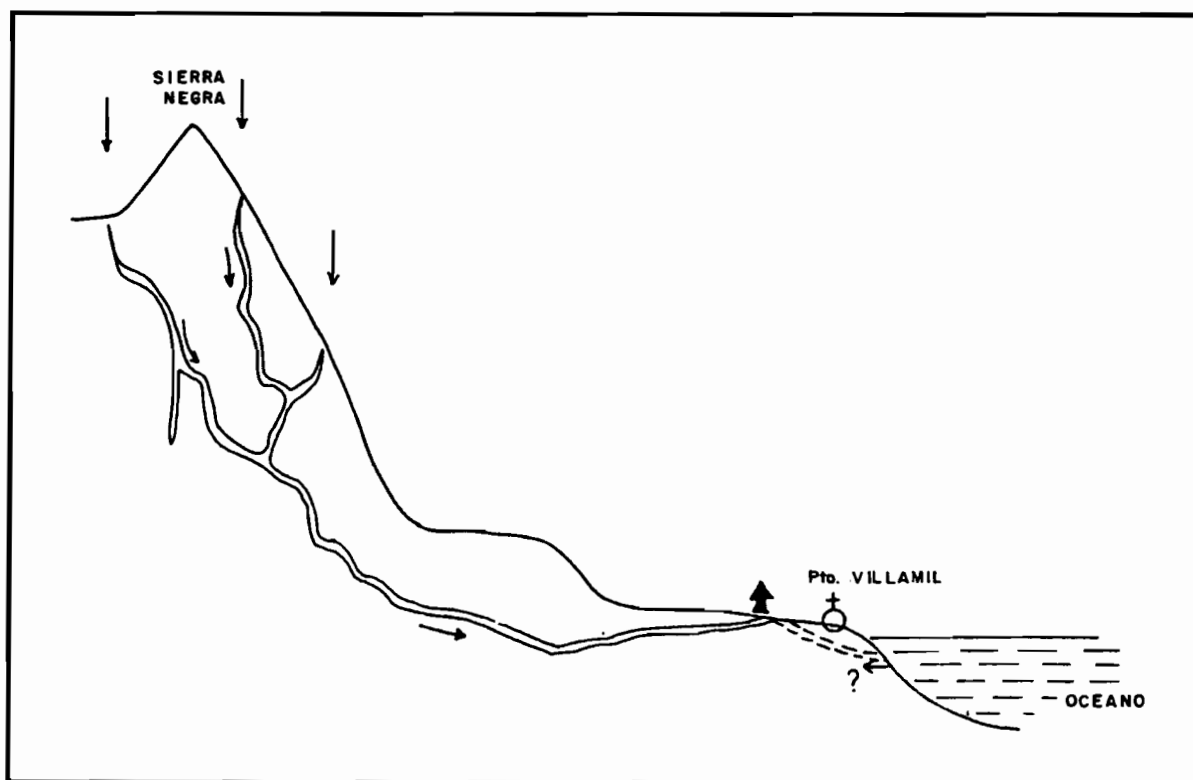


Figura 2. Esquema explicativo



" I N E R H I "

DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS

LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

ISLA SANTA CRUZ - POZA LA CAMISETA

MUESTRA PROCEDENTE DE : M - No. 1, Santa Cruz, Galápagos No. LAB: 1.277 (511)
REMITIDA POR : INGALA
FECHA : 85.08.12

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C : * Colonias/cm³

Investigación de bacterias del grupo coliforme
Prueba Presuntiva : *
Prueba Confirmativa : *
Prueba Complementaria : *
N M P : *
GRAM : *
Hongos : *

Físico-Químico
Conductividad : 3.485,00 Micromhos/cm
Turbiedad : 5,00 F T U
Color : 0,00 Unidades de Color
Temperatura : * °C
pH : 7,20
Alcalinidad F. : 0,00 mg/l
Alcalinidad T. : 155,00 mg/l
Calcio : 50,10 mg/l
Cloro Residual : * mg/l
Cloruros : 1.053,00 mg/l
Dureza Total : 355,00 mg/l
Fluor : * mg/l
Fosfatos : 0,30 mg/l
Hierro : 0,00 mg/l
Potasio : 24,00 mg/l
Magnesio : 55,90 mg/l
Manganeso : 0,00 mg/l
N. Amoniacal : 0,50 mg/l
N. Nitrito : 0,020 mg/l
N. Nitrate : 0,25 mg/l
Sodio : 700,00 mg/l
Sulfatos : 100,00 mg/l
D.B.O. : * mg/l
O.D. : * mg/l
Sólidos totales : 3.157,00 mg/l
Sólidos en suspensión : 20,00 mg/l
Sólidos Disueltos : 3.137,00 mg/l
Indice de Langelier : *

Otras pruebas : * análisis no solicitado

Interpretación

Agua no apta para el consumo humano, sin previa remoción de sólidos y sales sódicas. Se recomienda realizar análisis Bacteriológico a fin de determinar su calidad sanitaria.

Quito, 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS
LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

ISLA SANTA CRUZ - CAPTACION CHARLES DARWIN

MUESTRA PROCEDENTE : M-No. 2, Estación Darwin-Galápagos No. LAB: 1.277 (512)
REMITIDA POR : INGALA
FECHA : 85.08.12

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C : * Colonias/cm³

Investigación de bacterias del grupo coliforme

Prueba Presuntiva : *
Prueba Confirmativa : *
Prueba Complementaria : *
N M P : *
GRAM : *
Hongos : *

Físico-Químico

Conductividad	: 5.664,00	Micromhos/cm
Turbiedad	: 0,00	F T U
Color	: 10,00	Unidades de Color
Temperatura	: *	oC
pH	: 7,30	
Alcalinidad F.	: 0,00	mg/l
Alcalinidad T.	: 170,00	mg/l
Calcio	: 48,10	mg/l
Cloro Residual	: *	mg/l
Cloruros	: 1.890,00	mg/l
Dureza Total	: 630,00	mg/l
Fluor	: *	mg/l
Fosfatos	: 0,50	mg/l
Hierro	: 0,00	mg/l
Potasio	: 44,00	mg/l
Magnesio	: 124,00	mg/l
Manganeso	: 0,00	mg/l
N. Amoniacal	: 1,50	mg/l
N. Nitrito	: 0,065	mg/l
N. Nitrato	: 0,25	mg/l
Sodio	: 1.090,00	mg/l
Sulfatos	: 160,00	mg/l
D.B.O.	: *	mg/l
O.D.	: *	mg/l
Sólidos Totales	: 5.118,00	mg/l
Sólidos en Suspensión	: 20,00	mg/l
Sólidos Disueltos	: 5.098,00	mg/l
Indice de Langelier	: *	

Otras pruebas : * análisis no solicitado

Interpretación

Agua no apta para el consumo humano sin previo ablandamiento y remoción de sales sódicas. Se recomienda realizar análisis bacteriológico a fin de determinar su calidad sanitaria.

Quito, a 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS

LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

ISLA SANTA CRUZ - CAPTACION DEL BARRANCO

MUESTRA PROCEDENTE DE : M-No. 3, Barranco - Galápagos No. LAB: 1.277 (513)
REMITIDA POR : INGALA
FECHA : 85.08.12

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C	:	*	Colónicas/cm ³
Investigación de bacterias del grupo coliforme			
Prueba Presuntiva	:	*	
Prueba Confirmativa	:	*	
Prueba Complementaria	:	*	
N M P	:	*	
GRAM	:	*	
Hongos	:	*	
Físico-Químico			
Conductividad	:	2.832,00	Micromhos/cm
Turbiedad	:	10,00	F T U
Color	:	0,00	Unidades de Color
Temperatura	:	*	°C
pH	:	6,70	
Alcalinidad F.	:	0,00	mg/l
Alcalinidad T.	:	155,00	mg/l
Calcio	:	34,10	mg/l
Cloro Residual	:	*	mg/l
Cloruros	:	822,70	mg/l
Dureza Total	:	400,00	mg/l
Fluor	:	*	mg/l
Fosfatos	:	0,60	mg/l
Hierro	:	0,20	mg/l
Potasio	:	18,00	mg/l
Magnesio	:	76,60	mg/l
Manganeso	:	0,00	mg/l
N. Amoniacal	:	0,38	mg/l
N. Nitrito	:	0,010	mg/l
N. Nitrato	:	0,25	mg/l
Sodio	:	449,00	mg/l
Sulfatos	:	90,00	mg/l
D.B.O.	:	*	mg/l
O.D.	:	*	mg/l
Sólidos Totales	:	2.579,00	mg/l
Sólidos en Suspensión	:	30,00	mg/l
Sólidos Disueltos	:	2.549,00	mg/l
Indice de Langelier	:	*	

Otras pruebas * análisis no solicitado

Interpretación Agua no apta para el consumo humano sin previa remoción de sólidos disueltos y sales sódicas. Se recomienda realizar análisis bacteriológicos, a fin de determinar su calidad sanitaria.

Quito, a 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

**DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS
LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION**

ISLA SANTA CRUZ - VERTIENTE SANTA ROSA

MUESTRA PROCEDENTE DE : M-No. 4, Santa Rosa - Galápagos No. LAB: 1.277 (514)
REMITIDA POR : INGALA
FECHA : 85.08.13

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C	: *	Colonias/cm ³
Investigación de bacterias del grupo coliforme		
Prueba Presuntiva	: *	
Prueba Confirmativa	: *	
Prueba Complementaria	: *	
N M P	: *	
GRAM	: *	
Hongos	: *	
Físico-Químico		
Conductividad	: 180,00	Micromhos/cm
Turbiedad	: 5,00	F T U
Color	: 20,00	Unidades de Color
Temperatura	:	°C
pH	: 6,70	
Alcalinidad F.	: 0,00	mg/l
Alcalinidad T.	: 50,00	mg/l
Calcio	: 10,00	mg/l
Cloro Residual	:	mg/l
Cloruros	: 21,30	mg/l
Dureza Total	: 65,00	mg/l
Fluor	:	mg/l
Fosfatos	: 0,50	mg/l
Hierro	: 0,20	mg/l
Potasio	: 2,00	mg/l
Magnesio	: 9,70	mg/l
Manganeso	: 0,00	mg/l
N. Amoniacal	: 0,20	mg/l
N. Nitrito	: 0,00	mg/l
N. Nitrato	: 0,25	mg/l
Sodio	: 10,00	mg/l
Sulfatos	: 8,00	mg/l
D.B.O.	:	mg/l
O.D.	:	mg/l
Sólidos Totales	: 207,00	mg/l
Sólidos en Suspensión	: 45,00	mg/l
Sólidos Disueltos	: 162,00	mg/l
Índice de Langelier	:	*

Otras pruebas * análisis no solicitado

Interpretación Desde el punto de vista físico-químico agua apta para el consumo humano, se recomienda análisis bacteriológico para determinar su calidad sanitaria.

Quito, a 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.,
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

**DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS
LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION**

ISLA SANTA CRUZ - POZO DEL SR. CHIESS

MUESTRA PROCEDENTE DE : M-No. 5, Pozo Sr. Chiess - Galápagos No. LAB: 1.277 (515)
REMITIDA POR : INGALA
FECHA : 85.08.13

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C	:	*	Colonias/cm ³
Investigación de bacterias del grupo coliforme			
Prueba Presuntiva	:	*	
Prueba Confirmativa	:	*	
Prueba Complementaria	:	*	
N M P	:	*	
GRAM	:	*	
Hongos	:	*	
Físico-Químico			
Conductividad	:	150,00	Micromhos/cm
Turbiedad	:	10,00	F T U
Color	:	10,00	Unidades de Color
Temperatura	:	*	°C
pH	:	7,10	
Alcalinidad F.	:	0,00	mg/l
Alcalinidad T.	:	30,00	mg/l
Calcio	:	8,00	mg/l
Cloro Residual	:	*	mg/l
Cloruros	:	28,40	mg/l
Dureza Total	:	60,00	mg/l
Fluor	:	*	mg/l
Fosfatos	:	0,60	mg/l
Hierro	:	0,05	mg/l
Potasio	:	4,00	mg/l
Magnesio	:	9,70	mg/l
Manganeso	:	0,25	mg/l
N. Amoniacal	:	0,08	mg/l
N. Nitrito	:	0,00	mg/l
N. Nitrato	:	0,25	mg/l
Sodio	:	6,00	mg/l
Sulfatos	:	3,00	mg/l
D.B.O.	:	*	mg/l
O.D.	:	*	mg/l
Sólidos Totales	:	180,00	mg/l
Sólidos en Suspensión	:	45,00	mg/l
Sólidos Disueltos	:	130,00	mg/l
Indice de Langelier	:	*	

Otras pruebas * análisis no solicitado

Interpretación Desde el punto de vista físico-químico agua apta para el consumo humano. Se recomienda análisis bacteriológico, a fin de determinar su calidad sanitaria.

Quito, a 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS
LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

ISLA SANTA CRUZ - GRIETA DE LOS ALEMANES:

MUESTRA PROCEDENTE DE : M - No. 6, Grieta de los Alemanes No. LAB: 1.277 (516)
 REMITIDA POR : INGALA - Galápagos
 FECHA : 85.08.14

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C	:	*	Colonias/cm ³
Investigación de bacterias del grupo coliforme			
Prueba Presuntiva	:	*	
Prueba Confirmativa	:	*	
Prueba Complementaria	:	*	
N M P	:	*	
GRAM	:	*	
Hongos	:	*	
Físico-Químico			
Conductividad	:	4.510,00	Micromhos/cm
Turbiedad	:	10,00	F T U
Color	:	5,00	Unidades de Color
Temperatura	:	*	°C
pH	:	7,60	
Alcalinidad F.	:	0,00	mg/l
Alcalinidad T.	:	115,00	mg/l
Calcio	:	32,10	mg/l
Cloro Residual	:	*	mg/l
Cloruros	:	1.322,70	mg/l
Dureza Total	:	420,00	mg/l
Fluor	:	*	mg/l
Fosfatos	:	1,40	mg/l
Hierro	:	0,00	mg/l
Potasio	:	29,00	mg/l
Magnesio	:	79,00	mg/l
Manganeso	:	0,00	mg/l
N. Amoniacal	:	0,50	mg/l
N. Nitrito	:	0,010	mg/l
N. Nitrato	:	0,25	mg/l
Sodio	:	680,00	mg/l
Sulfatos	:	148,00	mg/l
D.B.O.	:	*	mg/l
O.D.	:	*	mg/l
Sólidos Totales	:	3.775,00	mg/l
Sólidos en Suspensión	:	40,00	mg/l
Sólidos Disueltos	:	3.735,00	mg/l
Indice de Langelier	:	*	

Otras pruebas : * Análisis no solicitado

Interpretación Agua no apta para el consumo humano sin previa remoción de sólidos y sales sódicas, se recomienda realizar análisis bacteriológico a fin de determinar su calidad sanitaria.

Quito, 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
 BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

**DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS
LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION**

ISLA SANTA CRUZ - GRIETA DE PAMPA COLORADA

MUESTRA PROCEDENTE DE : M - No. 7, Pampa Colorada, Santa Cruz No. LAB: 1.277 (517)
REMITIDA POR : INGALA
FECHA : 85.08.14

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C	:	*	Colonias/cm ³
Investigación de bacterias del grupo coliforme			
Prueba Presuntiva	:	*	
Prueba Confirmativa	:	*	
Prueba Complementaria	:	*	
N M P	:	*	
GRAM	:	*	
Hongos	:	*	
Físico-Químico			
Conductividad	:	3.159,00	Micromhos/cm
Turbiedad	:	10,00	F T U
Color	:	5,00	Unidades de Color
Temperatura	:	*	°C
pH	:	7,90	
Alcalinidad F.	:	0,00	mg/l
Alcalinidad T.	:	135,00	mg/l
Calcio	:	42,10	mg/l
Cloro Residual	:	*	mg/l
Cloruros	:	971,60	mg/l
Dureza Total	:	395,00	mg/l
Fluor	:	*	mg/l
Fosfatos	:	3,10	mg/l
Hierro	:	0,20	mg/l
Potasio	:	23,00	mg/l
Magnesio	:	70,50	mg/l
Manganeso	:	0,25	mg/l
N. Amoniacal	:	0,38	mg/l
N. Nitrito	:	0,010	mg/l
N. Nitrato	:	0,25	mg/l
Sodio	:	613,00	mg/l
Sulfatos	:	100,00	mg/l
D.B.O.	:	*	mg/l
O.D.	:	*	mg/l
Sólidos Totales	:	2.898,00	mg/l
Sólidos en Suspensión	:	55,00	mg/l
Sólidos Disueltos	:	2.843,00	mg/l
Indice de Langelier	:	*	
Otras Pruebas	:	* análisis no solicitado	

Interpretación

Agua no apta para el consumo humano sin previa remoción de sólidos y sales sódicas. Se recomienda realizar análisis bacteriológico a fin de determinar su calidad sanitaria.

Quito, 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS

LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

ISLA FLOREANA - VERTIENTE LA PAZ

MUESTRA PROCEDENTE DE : M - No. 9, Grieta de la Paz - Floreana No. LAB.: 1.277 (518)
REMITIDA POR : INGALA - Galápagos
FECHA : 85.10.19

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C : * Colonias/cm³

Investigación de bacterias del grupo coliforme

Prueba Presuntiva : *
Prueba Confirmativa : *
Prueba Complementaria : *
N M P : *
GRAM : *
Hongos : *

Físico-Químico

Conductividad	: 430,00	Micromhos/cm
Turbiedad	: 10,00	F T U
Color	: 40,00	Unidades de Color
Temperatura	: *	°C
pH	: 6,90	
Alcalinidad F.	: 0,00	mg/l
Alcalinidad T.	: 140,00	mg/l
Calcio	: 18,00	mg/l
Cloro Residual	: *	mg/l
Cloruros	: 42,60	mg/l
Dureza Total	: 170,00	mg/l
Fluor	: *	mg/l
Fosfatos	: 2,90	mg/l
Hierro	: 0,05	mg/l
Potasio	: 4,00	mg/l
Magnesio	: 30,40	mg/l
Manganeso	: 0,50	mg/l
N. Amoniacal	: 0,20	mg/l
N. Nitrito	: 0,010	mg/l
N. Nitrato	: 0,25	mg/l
Sodio	: 28,00	mg/l
Sulfatos	: 14,00	mg/l
D.B.O.	: *	mg/l
O.D.	: *	mg/l
Sólidos Totales	: 447,00	mg/l
Sólidos en Suspensión	: 60,00	mg/l
Sólidos Disueltos	: 387,00	mg/l
Indice de Langelier	: *	

Otras pruebas : * análisis no solicitado

Interpretación Desde el punto de vista físico-químico agua apta para el consumo humano.
Se recomienda realizar análisis bacteriológico a fin de determinar su calidad sanitaria.

Quito, 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

**DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS
LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION**

ISLA SANTA CRUZ - POZA SR. CHIESS

MUESTRA PROCEDENTE DE : M - No. 10, Finca Sr. Chiess, Galápagos No. LAB:
REMITIDA POR : INGALA
FECHA : 85.10.22

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C	:	*	Colonias/cm ³
Investigación de bacterias del grupo coliforme			
Prueba Presuntiva	:	*	
Prueba Confirmativa	:	*	
Prueba Complementaria	:	*	
N M P	:	*	
GRAM	:	*	
Horgos	:	*	
Físico-Químico			
Conductividad	:	100,00	Micromhos/cm
Turbiedad	:	50,00	F T U
Color	:	180,00	Unidades de Color
Temperatura	:	*	°C
pH	:	5,90	
Alcalinidad F.	:	0,00	mg/l
Alcalinidad T.	:	10,00	mg/l
Calcio	:	6,00	mg/l
Cloro Residual	:	*	mg/l
Cloruros	:	21,30	mg/l
Dureza Total	:	45,00	mg/l
Fluor	:	*	mg/l
Fosfatos	:	0,50	mg/l
Hierro	:	1,55	mg/l
Potasio	:	4,00	mg/l
Magnesio	:	7,30	mg/l
Manganeso	:	0,50	mg/l
N. Amoniacal	:	0,80	mg/l
N. Nitrito	:	0,030	mg/l
N. Nitrato	:	0,25	mg/l
Sodio	:	4,00	mg/l
Sulfatos	:	10,00	mg/l
D.B.O.	:	*	mg/l
O.D.	:	*	mg/l
Sólidos Totales	:	130,00	mg/l
Sólidos en Suspensión	:	40,00	mg/l
Sólidos Disueltos	:	90,00	mg/l
Indice de Langelier	:	*	

Otras pruebas : * análisis no solicitado

Interpretación

Agua no apta para el consumo humano sin previa coagulación, sedimentación y filtración. Se recomienda realizar análisis bacteriológico a fin de determinar su calidad sanitaria.

Quito, a 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS

LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

ISLA SANTA CRUZ

MUESTRA PROCEDENTE DE : M- No. 11 Sra. Odilia de Herrera No. LAB: 1.277 (520)
REMITIDA POR : INGALA - Galápagos
FECHA : 85.08.22

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24H - 37°C	: *	Colonias/cm ³
Investigación de bacterias del grupo coliforme		
Prueba Presuntiva	: *	
Prueba Confirmativa	: *	
Prueba Complementaria	: *	
N M P	: *	
GRAM	: *	
Hongos	: *	
Físico-Químico		
Conductividad	: 100,00	Micromhos/cm
Turbiedad	: 15,00	F T U
Color	: 50,00	Unidades de Color
Temperatura	: *	°C
pH	: 5,40	
Alcalinidad F.	: 0,00	mg/l
Alcalinidad T.	: 15,00	mg/l
Calcio	: 8,00	mg/l
Cloro Residual	: *	mg/l
Cloruros	: 24,80	mg/l
Dureza Total	: 30,00	mg/l
Fluor	: *	mg/l
Fosfatos	: 0,60	mg/l
Hierro	: 1,30	mg/l
Potasio	: 4,00	mg/l
Magnesio	: 2,40	mg/l
Manganeso	: 0,50	mg/l
N. Amoniacal	: 0,90	mg/l
N. Nitrito	: 0,010	mg/l
N. Nitrato	: 0,25	mg/l
Sodio	: 5,00	mg/l
Sulfatos	: 2,00	mg/l
D.B.O.	: *	mg/l
O.D.	: *	mg/l
Sólidos Totales	: 160,00	mg/l
Sólidos en Suspensión	: 70,00	mg/l
Sólidos Disueltos	: 90,00	mg/l
Indice de Langelier	: *	

Otras pruebas : * análisis no solicitado

Interpretación

Agua no apta para el consumo humano sin previa sedimentación y filtración.
Se recomienda realizar análisis bacteriológico a fin de determinar su calidad sanitaria.

Quito, 22 de Octubre de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

" I N E R H I "

**DIRECCION DE ADMINISTRACION DEL AGUA Y ORDENACION DE CUENCAS
LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION**

ISLA SANTA CRUZ - POZA LA CAMISETA:

MUESTRA PROCEDENTE DE : Isla Santa Cruz Galápagos Barranco La Torta No. LAB: 1.226 (23)
REMITIDA POR : PRONAREG - ORSTOM
FECHA : 85.05.23

BACTERIOLOGICO

Recuento Total 24 H - 37°C : * Colonias/cm³

Investigación de bacterias del grupo coliforme

Prueba Presuntiva : *
Prueba Confirmativa : *
Prueba Complementaria : *
N M P : *
GRAM : *
Hongos : *

Físico-Químico

Conductividad : 3.329,00 Micromhos/cm
Turbiedad : 5,00 F T U
Color : 5,00 Unidades de Color
Temperatura : * oC
pH : 7,30
Alcalinidad F. : 0,00 mg/l
Alcalinidad T. : 150,00 mg/l
Calcio : 56,10 mg/l
Cloro Residual : * mg/l
Cloruros : 1.071,00 mg/l
Dureza Total : 390,00 mg/l
Fluor : * mg/l
Fosfatos : 1,25 mg/l
Hierro : 0,03 mg/l
Potasio : 26,00 mg/l
Magnesio : 60,80 mg/l
Manganeso : 0,00 mg/l
N. Amoniacal : 0,35 mg/l
N. Nitrito : 0,002 mg/l
N. Nitrato : 0,75 mg/l
Sodio : 630,00 mg/l
Sulfatos : 100,00 mg/l
D.B.O. : * mg/l
O.D. : * mg/l
Sólidos Totales : 3.026,00 mg/l
Sólidos en Suspensión : 30,00 mg/l
Sólidos Disueltos : 2.996,00 mg/l
Indice de Langelier : *

Otras Pruebas : * Análisis no solicitado

Interpretación : Agua no apta para el consumo humano por presencia excesiva de Cloruros.

Quito, 19 de Junio de 1985

Dr. Hernán Riofrío C.
BIOQUIMICO

JEFE DE LA SECCION LABORATORIO DE AGUAS Y CONTROL DE CONTAMINACION

3 RECURSOS BIOFISICOS (clima, vegetación, relieve y suelos) DE LAS AREAS DE COLONIZACION

1. METODOLOGIA

1.1 Documentos utilizados

Los diferentes trabajos ejecutados se realizaron en base a una recopilación exhaustiva de la información existente y disponible.

1.1.1 Información cartográfica

Debido a la carencia de una cartografía a mediana y gran escala del Instituto Geográfico Militar, los únicos mapas abarcando las zonas agrícolas y disponibles a la época fueron los siguientes:

- De la Marina de los Estados Unidos (US Navy), a escala 1/160 000
 - . Isla Santa María, mapa No. 5940, primera edición noviembre 1946
 - . Isla San Cristóbal, mapa No. 5943, primera edición marzo 1947
- Del Servicio del Parque Nacional Galápagos (SNPG), a escala 1/100 000
 - . Isla Isabela: propuesta de limitación del Parque Nacional, julio 1967
- Del Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (IERAC), levantamientos cartográficos catastrales
 - . Isla Santa Cruz, escala 1/40 000, enero-marzo 1974
 - . Isla San Cristóbal, escala 1/25 000, 1974
 - Isla Floreana, escala 1/5000, febrero 1974
 - . Isla Isabela, escala 1/20 000, marzo 1983 (en colaboración con INGALA).

1.1.2 Información fotográfica

Existen dos series de coberturas fotográficas aéreas pancromáticas.

1.1.2.1 Cobertura antigua

a) Isla Santa Cruz

Escala	Rollo	Línea	Fotos	Fecha
1/50 000	R 16	L 32	185 - 194	abril/60
1/50 000	RT18	L 28	672 - 682	abril/63
1/50 000	R 26	L 30	658 - 682	mayo/63

b) Isla Floreana

1/50 000	R 23	L 35	561-567	nov./60
----------	------	------	---------	---------

c) Isla San Cristóbal

1/50 000	R 25	L 38	694-703	mayo/63
----------	------	------	---------	---------

1.1.2.2 Cobertura reciente

a) Isla Santa Cruz

Escala	Rollo	Línea	Fotos	Fecha
1/25 000	R 59	L 24	11493-11508	abril/81
1/25 000	R 59	L 24A	11518-11531	abril/81
1/60 000	R 109	L 25	19817-19824	abril/85
1/50 000	R 109	L 24	19825-19829	abril/85

b) Isla San Cristóbal

1/60 000	R 85	L 32	16151-16160	marz/82
1/25 000	R 85	L 10	16215-16220	marz/82
1/60 000	R 111	L 33	19890-19897	abril/85

1.1.3 Información satelitaria

Se utilizó únicamente información proveniente de satélites Landsat disponible en dos formas, MSS (Multi Spectral Scanner) en los canales 4, 5 y 7 procesados en composiciones coloreadas en falsos colores y RBV (Return Beam Vidicon) imágenes video en blanco y negro.

a) Isla Santa Cruz

Tipo de imagen	Columna	Línea	Codificación	Fecha
MSS	018	060	E 30749-15252	23-III-80
MSS	018	060	E 40546-15440	13-I-84
RBV	018	060	830785-15-240 XC	28-IV-80
MSS	018	061	830785-15-243 XA	28-IV-80

b) Isla Floreana

MSS	018	061	830785-15-243 XA	28-IV-80
-----	-----	-----	------------------	----------

c) Isla San Cristóbal

RBV	018	060	830785-15-240 XD	28-IV-80
RBV	018	061	830785-15-243 XB	28-IV-80
MSS	018	060	E 30749-15252	23-III-80

d) Isla Isabela

MSS	019	061	E 30750-15312	24-III-80
MSS	019	060	E 21375-15201	28-X-78

1.2 Metodología utilizada

Debido a la falta de cartografía a gran escala y con un grado de confiabilidad suficiente para trabajos de restitución cartográfica, fue necesario elaborar la totalidad de las bases cartográficas.

1.2.1 Los mapas bases

En general se utilizó como base ampliaciones fotográficas a escala 1/100 000 de imágenes satelitarias Landsat MSS y RBV; estas ampliaciones fueron realizadas por el Servicio de Teledetección de ORSTOM en Francia.

De esta manera se obtuvo un documento de base de cada isla sobre el cual se ubicaron los puntos de referencia más sobresalientes y fácilmente identifi-

cables para realizar el traspaso de la información interpretada en las fotografías aéreas: red hidrográfica, vial y urbana, accidentes topográficos, volcanes, etc., mediante la utilización de un Zoom Transfer Scope ZT4 de Bausch and Lomb.

En una segunda fase se procedió a la delimitación de la zona agrícola en el mapa antes mencionado utilizando para el efecto los diferentes mapas catastrales de INGALA y IERAC. Luego se completó el mapa base por las operaciones siguientes:

- Ampliación a escala 1/50 000 de la información básica anteriormente realizada.
- Homogeneización de las escalas de las fotografías aéreas mediante ampliaciones o reducciones.
- Rectificaciones eventuales utilizando las fotografías aéreas interpretadas.

Los principales nombres geográficos (toponomía) fueron sacados de los diversos mapas disponibles realizados por US Navy, IERAC, SNPG e INGALA.

La información altitudinal proviene de la transformación de pies a metros de las curvas de nivel existentes en los mapas de la US Navy. Las altitudes de puntos notables fueron controladas en el campo mediante el promedio de lecturas de tres altímetros Thommen. En el caso de existir cierta discrepancia se procedió a las respectivas rectificaciones.

En la Isla Santa Cruz donde no existe ninguna información topográfica se realizaron numerosas mediciones en el campo y el trazado posterior de curvas de nivel basadas en estas mediciones y en la interpretación de las fotografías aéreas es solamente provisional e indicativo.

1.2.2 Los mapas temáticos

El proceso de realización de los mapas temáticos es bastante similar a aquel de elaboración de los mapas bases. La mayor diferencia radica en el enfoque de la fotointerpretación que se realizó en toda la cobertura fotográfica existente. Se hicieron dos interpretaciones, una orientada a la delimitación de las formaciones vegetales y de los tipos de uso del suelo y la otra enfocada hacia la cartografía de unidades morfológicas, de suelos y de pendientes.

Se utilizaron también composiciones coloreadas a falsos colores de los canales 4, 5 y 7 de imágenes MSS con la finalidad de estudiar la zonificación climática de una parte y las diferentes formaciones volcánicas por otra parte.

Todos los límites así encontrados fueron posteriormente restituidos sobre los mapas bases previamente elaborados para obtener documentos utilizables en los trabajos comprobatorios de campo.

1.2.3 Los trabajos de campo

Se ejecutaron en las zonas agrícolas trabajos y verificaciones de campo según dos procedimientos:

- Recorrido sistemático de todas las vías carrozables y de transporte animal mediante jeeps, camiones y caballos.
- Itinerarios secundarios a pie en las zonas de difícil acceso.

En esta fase del trabajo se conformaron tres grupos que trabajaron en forma independiente:

- Uno para los estudios geomorfológicos recolectando información sobre relieve, pendiente, litología, formaciones superficiales y morfodinámica actual.
- Otro para los estudios de suelos investigando los criterios de repartición de las diversas unidades, describiendo los suelos in situ mediante cortes y perfiles y recolectando muestras para análisis físicos y químicos.
- Un tercero para el estudio de formaciones vegetales y uso del suelo notando las plantas características o dominantes en cada unidad, los cultivos y los pastos más abundantes y su respectivo estado.

Las informaciones así recolectadas permitieron rectificar y completar los documentos elaborados mediante fotointerpretación y realizar los tres mapas temáticos definitivos descritos a continuación.

2. DOCUMENTOS CARTOGRAFICOS

La totalidad de la información cartográfica está representada en un juego de tres mapas.

2.1 El mapa morfo-edafológico

Se trata de un mapa convencional en el cual se representan las grandes regiones geográficas subdivididas en conjuntos de paisajes y en unidades morfo-edafológicas homogéneas.

Las características de estas unidades contemplan los aspectos siguientes:

- Litología y/o formaciones superficiales o sea el substrato que aflora en superficie o a poca profundidad y cuya alteración constituye el material de los suelos.
- Formas de relieve o caracterización del relieve por su origen, sus formas principales y secundarias, su disección y pendientes.
- Características de los suelos que son estudiados según los parámetros siguientes:
 - . características físicas tales como profundidad, textura, discontinuidad, pedregosidad, grado de humedad;
 - . características químicas, exceso o carencia de elementos indispensables.

Los suelos son clasificados según la "Soil Taxonomy USDA". Este mapa constituye el documento base que permite elaborar posteriormente el mapa de aptitudes agrícolas en lo referente a las limitaciones de origen morfo-edafológico (relieves y suelos).

2.2 El mapa de formaciones vegetales y uso actual

Este segundo documento cartográfico temático contiene una información doble:

- Una delimitación de las grandes formaciones vegetales naturales caracterizadas por su medio climático, su fisonomía y sus principales especies (composición florística).

La observación de la vegetación permitió discriminar zonas climáticas a pesar de la escasez de datos climatológicos; estas zonas sirven para la elaboración del mapa de aptitudes agrícolas en lo referente a las limitaciones de orden climático.

- Una cartografía de los diferentes tipos de uso de los suelos:

- . agricultura, plantaciones permanentes, cultivos de ciclo corto con sus respectivas especies cultivadas;
- . pastizales, naturales y artificiales.

Se anota para cada categoría representada el grado de intensidad de la explotación y las principales prácticas culturales.

La asociación de diversos cultivos está representada por asociaciones de unidades cartográficas.

2.3 El mapa de aptitudes agrícolas

Este documento, quizás el más importante, contiene toda la información referente a los recursos potenciales del sector agrícola y constituye un documento de síntesis que integra el conjunto de limitaciones del medio biofísico. Se presenta como un documento de entradas múltiples.

2.3.1 Limitaciones climáticas

Cada zona climática está caracterizada por sus mayores parámetros cuantitativos (temperatura, precipitaciones, déficit hídrico y número de meses secos); está identificada por una nomenclatura sencilla y sus características climáticas implican consecuencias para el uso agropecuario, básicamente necesidades de riego y de prácticas agrícolas.

2.3.2 Limitaciones morfo-edafológicas

Los factores limitantes de orden morfo-edafológico (relieve, suelos) están clasificados en un cuadro recopilativo que integra:

- La naturaleza de la limitación, pendiente, profundidad, textura, pedregosidad del suelo, etc.
- Y, para cada factor limitante, una estimación de su incidencia sobre el uso agropecuario y de su importancia en una escala de 4 clases, inexistente, ligero, importante y muy importante.

2.3.3 Aptitudes de las diferentes zonas

Cada unidad cartográfica morfo-edafológica se caracteriza por la ausencia o la presencia de uno o más factores limitantes. Mediante el cruzamiento de estas variables se puede llegar a una jerarquización de todas las unidades estudiadas en función de la incidencia de las limitaciones sobre la utilización agrícola y las prácticas culturales.

La leyenda explicativa presenta la jerarquización de estas zonas según 3 niveles:

- Primer nivel (primera columna). Presenta los grandes tipos de vocación agropecuaria previstos en el marco de la regionalización agraria del Ecuador, cultivos, pastizales, bosques.
- Segundo nivel (segunda columna). Se clasifican las prácticas culturales aconsejadas en 6 categorías de manejo:
 - . C1 Zonas muy fácilmente mecanizables y regables,
 - . C2 Zonas fácilmente mecanizables pero con riego difícil,
 - . C3 Mecanización y riego difíciles o imposibles; se aconseja la explotación con técnicas manuales,
 - . C4 Zonas cultivables con medidas de protección, se aconseja plantaciones permanentes para una buena protección del suelo,
 - . P Zonas marginales para cultivos o cultivables con fuertes medidas de protección; las limitaciones son tan severas que permiten solamente el desarrollo de pastizales que brinden además una buena protección al suelo, y
 - . B Son zonas con limitaciones demasiado fuertes para ser aprovechadas mediante cultivos o pastizales; deben ser protegidas por una cobertura de bosque natural o antrópico.
- Tercer nivel (tercera columna). Es una clasificación interna de cada categoría en función de sus limitaciones, partiendo de las mejores zonas a las de calidad inferior:
 - sub-categoría a: sin limitaciones,
 - sub-categoría b: con limitaciones ligeras,
 - sub-categoría c: con limitaciones importantes
 - sub-categoría d: con limitaciones muy importantes.

Las columnas siguientes contienen informaciones explicativas de la clasificación efectuada.

- columna 4: número de referencia de las unidades en el mapa morfoedafológico.
- columna 5: características principales de la unidad con sus potencialidades y limitaciones.
- columna 6: listado de los principales factores limitantes según la clave expuesta en el cuadro "Limitaciones morfo-edafológicas".

2.3.4 Algunos ejemplos de utilización del mapa

Las utilizaciones de este documento son múltiples y variadas, entre ellas podemos citar las siguientes:

- Evaluación cuantitativa de las tierras a nivel de limitaciones climáticas y morfo-edafológicas.
- Determinación de las prácticas culturales más aconsejadas, riego, mecanización, explotación manual, reforestación, etc.

Si se requiere realizar la zonificación de un cultivo, este documento contiene toda la información requerida para establecerla. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Conocer las exigencias climáticas y morfo-edafológicas del cultivo.
- Buscar en el cuadro "clima" la zona cuyas características correspondan a las exigencias del cultivo.
- Proceder de la misma manera para satisfacer las exigencias edafológicas del cultivo. Se utilizará esencialmente la columna 6 del cuadro para escoger las unidades que presenten las características más favorables.

Las unidades escogidas mediante el segundo proceso y ubicadas dentro de la zona climática escogida en el primer proceso presentan las características más favorables para el desarrollo del cultivo considerado.

Como última indicación se debe señalar que las categorías de aptitudes asignadas a una unidad constituyen la optimización de sus potencialidades. Resulta imposible hacer una utilización C2 en una categoría C4 por ejemplo: al contrario, es evidente que se puede subaprovechar una unidad por debajo de su aptitud óptima, es posible, por ejemplo, utilizar una unidad de categoría C1 en pastizales. En otras palabras se puede hacer en una unidad los tipos de uso y manejo de las unidades situadas en posición inferior en la leyenda; lo contrario es imposible.

Es necesario recalcar que la zonificación potencial de los cultivos aquí presentada ha tomado en consideración únicamente factores o parámetros bio-físi-

cos, clima, relieve y suelos. Para una zonificación integral habría que tomar en consideración parámetros y variables socio-económicos, tomando como base el documento cartográfico temático anteriormente descrito.

3. LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y SU USO ACTUAL

3.1 Isla Santa Cruz

3.1.1 Características geográficas

El área de colonización de la Isla Santa Cruz se divide en dos partes distintas:

- La zona urbana de Puerto Ayora,
- La zona agrícola ubicada en el lado sur de la isla en la parte mediana de la vertiente.

Estas dos partes están unidas por una buena carretera afirmada, transitable todo el año y que une Puerto Ayora a Bellavista por un tramo norte-sur de 6.5 km; luego la carretera cruza toda la zona agrícola describiendo un arco de círculo hacia Santa Rosa al Oeste. A partir de allí, toma una dirección noreste hacia el Canal de Itabaca y al aeropuerto de la Isla Baltra.

La zona agrícola ocupa una superficie cuyas estimaciones varían entre 11.320 y 11.394.10 ha. Tiene la forma de un cacho de alrededor de 20 km de largo de Este a Oeste y 5-7 km de ancho de Norte a Sur. Sus puntos extremos están materializados por los cerros Cascajo y Masa al Este, Lechoso y Pisque Cacha al Oeste.

Las altitudes están comprendidas entre 100 m (via Puerto Ayora-Bellavista) y 520 m al límite perimetral norte entre Santa Rosa y Los Gemelos.

3.1.2 Características climáticas

Debido a su ubicación en la vertiente sur de la isla, la zona agrícola está expuesta a todas las corrientes atmosféricas que aportan humedad desde el Sur-Sureste, lluvias de diciembre a marzo-abril y garúa durante la estación seca.

Las variaciones de altitud provocan una estratificación climática bien marcada:

- Entre 100 y 150 m de altitud se extiende la zona seca cálida.
- Entre 150 y 400 m de altitud se encuentra la zona húmeda cálida; tiene la forma de un cacho que abarca la mayor parte de la zona agrícola desde Bellavista al Sur hasta Santa Rosa al Norte.
- Sobre los 400 m de altitud se ubica la zona muy húmeda templada. Ocupa solamente una estrecha franja al Norte de la zona agrícola, al contacto con los suaves relieves somitales.

Las características detalladas de estas zonas están explicadas en el capítulo 4.1.

3.1.3 Relieve, geomorfología y suelos

3.1.3.1 Características geomorfológicas

Geomorfológicamente hablando, el área agrícola se encuentra en una zona relativamente simple compuesta de los elementos siguientes:

- a) La arquitectura general proviene de un apilamiento de coladas de lavas (basaltos), macizas y oscuras provenientes del Norte y sobrepuestas sin mayor influencia de una tectónica posterior. De esta manera, la mayoría de las formas de relieve se descomponen:
 - En superficies de coladas con relieves suaves y moderados de acuerdo al estado de disección.
 - En pequeños abruptos que visualizan los frentes de avance de las coladas hasta su enfriamiento. Estos frentes sobrepasan rara vez los 5 a 8 m y se presentan generalmente con formas atenuadas debido a la meteorización posterior.

Según sus condiciones de formación, el apilamiento de las coladas ha generado grandes conjuntos de relieve bien diferenciados:

. En la parte inferior, desde Bellavista hacia el Sur, constituye una zona suavemente ondulada con una pendiente general orientada hacia el Sur. Predominan las superficies extensas, casi horizontales, localizadas entre pequeños frentes de coladas,

. En la parte superior, desde Bellavista hacia el Norte de Santa Rosa, se caracteriza, al contrario, por un relieve más fuerte.

Las superficies, bastante inclinadas hacia el Sur, están frecuentemente entrecortadas por numerosos frentes de coladas que la carretera cruza mediante un perfil en forma de escalera. Además cabe anotar la existencia de altiplanicies sub-horizontales y suavemente onduladas en la parte noroeste que constituyen la prolongación del manto somital de lava que conforma la cima de la isla.

b) El segundo tipo de formas de relieve está constituido por todos los depósitos de origen coluvio-aluvial, con materiales de granulometría fina a media transformados y depositados por vía hídrica. Se subdividen en tres categorías:

- Las vertientes coluviales con un recubrimiento delgado (espesor inferior a 50 cm hasta 1 m) de partículas gruesas (arenas gravas y lapillis) transportadas por escurrimiento difuso, como en el caso al Oeste de Santa Rosa donde se esparcieron proyecciones piroclásticas de un cono volcánico.
- Los valles coluviales de origen muy similar a las zonas precedentes. Estos valles se distinguen por dimensiones laterales más reducidas y donde el escurrimiento es mayormente concentrado. Por esta razón, los depósitos más potentes sobrepasan el metro.
- Los valles coluvio-aluviales ubicados aguas abajo de los precedentes. La mayor parte de las aguas da lugar a un escurrimiento concentrado, a veces potente, que origina deposición de aluviones que son productos de la removilización de los depósitos coluviales superiores o laterales de los cauces. En ciertos lugares da origen a rellenos de depresiones como es el caso de Bellavista. Por supuesto, son formas antiguas cuyos mayores rasgos han sido heredados de su época de depositación. Pero son lugares frágiles donde la erosión puede fácilmente reactivarse en épocas lluviosas o en inviernos fuertes como se ha comprobado durante el invierno 1982-1983, cuando verdaderos ríos corriendo en estos valles desbordaron cavando gargantas en los antiguos depósitos, destruyeron también la carretera cada vez que ésta cruzaba tal zona.

- c) El tercer grupo, de extensión reducida, está constituido por los diferentes pequeños conos volcánicos.

Son edificios parásitos, diseminados en los flancos de la isla y cuya actividad se restringió a la proyección de cenizas, lapillis y escorias que constituyen los conos y las pendientes suaves circundantes. Generalmente están relacionados con la emisión de las coladas volcánicas que conforman el basamento de la isla. Sus dimensiones son bastante reducidas, de 500 m a 1 km de diámetro en la base y de 150 a 200 m de altura máxima. Los más recientes tienen caracteres bien marcados, al contrario, los antiguos, en avanzado proceso de destrucción, no conservan sus formas originales.

3.1.3.2 Características de los suelos

Tratándose, en esta zona, de derrames lávicos antiguos ya en equilibrio con las condiciones del medio, consideramos que la edad de las formaciones no tiene mayor importancia como factor de diferenciación. De hecho la repartición de las formaciones superficiales y alteraciones de la roca madre de los suelos está determinado por las características climáticas: esencialmente por la cantidad de lluvia del lugar considerado.

En las zonas secas y muy secas, debajo de los 250 m, predominan los afloramientos rocosos asociados con alteraciones arcillosas superficiales de extensión y espesor reducidos.

Al contrario, sobre los 250 m en donde la garúa y precipitaciones son más fuertes, las alteraciones limosas o limo-arcillosas se encuentran de mayor profundidad y una cobertura continua de suelos de 30 a 50 cm de espesor se desarrolló sobre las rocas. El espesor de éstos es aún mayor en las zonas coluvionadas. Por supuesto contienen numerosas piedras y bloques hasta la superficie y están asociados con frecuentes afloramientos rocosos.

Gran parte de estos suelos se caracterizan por un contacto lítico a menos de 50 cm de profundidad. Generalmente los horizontes superficiales del suelo contienen escorias, gravas y piedras de origen basáltico; el grado de meteorización de éstas varía según las condiciones climáticas del lugar.

3.1.3.3 Descripción de las unidades de suelo

- a) Parte alta muy húmeda y templada, derrames lávicos somitales y conos volcánicos.

Unidad 1.- Suelos de las superficies onduladas y disectadas, lithic Dystrandeps.

Se desarrollan sobre derrames lávicos moderadamente alterados con cobertura de materiales piroclásticos, cenizas, lapillis. Son suelos de color pardo-amarillento, de textura franco-limosa, medianamente profundos y de consistencia muy friable. La retención de agua se sitúa entre 50 y 100 o/o. La reacción al NaF es moderada. La saturación de bases es inferior al 50 o/o, el pH es ácido a ligeramente ácido (cerca de 6.0) y la fertilidad es de nivel medio.

Por las variaciones de profundidad, pedregosidad y la presencia de afloramientos rocosos, se puede observar y cartografiar los tipos de suelos de las unidades 2 y 3.

Unidad 2.- Suelos de abruptos, de pendientes fuertes, compuestos por derrames lávicos, andeptic lithic Troorthents asociados con lithic Dystrandeps de la unidad precedente. Son suelos poco profundos con numerosos afloramientos rocosos y de fertilidad baja.

Unidad 3.- Suelos en zonas coluvionadas y valles, lithic Dystrandeps.

Son suelos similares a los de la unidad 1, pero más profundos y con textura algo arenosa (franco-arenosa).

Unidad 4.- Suelos de conos volcánicos, typic Argiudolls y/o lithic Argiudolls. Todos estos suelos pertenecen a los conos volcánicos desarrollados sobre proyecciones volcánicas de escorias, lapillis y cenizas fuertemente alteradas.

Son suelos pardo-oscuros, arcillosos ricos en materia orgánica y con un horizonte superficial pardo-rojizo. Son profundos a medianamente profundos con las siguientes características químicas: saturación de bases inferior al 50 o/o, capacidad de intercambio catiónico inferior a 30 meq/100 g, pH cercano a 7 (neutro). Poseen una fertilidad media.

- b) Parte intermedia, húmeda, cálida.

Unidad 5.- Suelos de derrames (zona central), lithic Dystropepts.

Estos suelos están localizados en la parte media de la zona agrícola, de relieve moderado con pendientes que oscilan entre 12 y 40 o/o.

Son de color pardo-rojizo, franco-arcillosos a limosos, medianamente profundos, con ligera reacción al NaF y a menos de 50 cm hay presencia de abundante grava de lava y piedra basáltica moderadamente meteorizadas.

Las características químicas son las siguientes: saturación de bases inferior al 50 o/o pH de 6.5 (ligeramente ácido), capacidad de intercambio catiónico superior a 30 meq/100 g. La fertilidad se encuentra a un nivel medio.

En la misma zona, por las variaciones de profundidad y pedregosidad se puede observar y cartografiar los suelos de las unidades 6 y 7.

Unidad 6.- Suelos de abruptos con pendientes fuertes, andeptic lithic Troorthents asociados con lithic Dystropepts de la unidad precedente.

Son muy similares a los suelos de la unidad 5, pero menos profundos y con afloramientos rocosos. Tienen una fertilidad baja.

Unidad 7.- Suelos de los rellenos, valles y conos, typic lithic Dystropepts.

Son muy similares a los suelos de la unidad 5, pero un poco más profundos. Están ubicados en valles y conos coluvio-aluviales y son de fertilidad media.

Unidad 8.- Suelos de derrames cubiertos por materiales piroclásticos (zona noroeste), lithic Tropudalfs.

Estos suelos se encuentran en superficies onduladas de pendientes ligeras a moderadas (12 al 50 o/o). Son de color pardo-rojizo, de textura arcillosa, medianamente profundos con presencia de piedra basáltica y a veces con depósitos de materiales piroclásticos a menos de 50 cm de profundidad. Las características químicas son la capacidad de intercambio catiónico mayor de 30 meq/100 g, saturación de bases mayor al 50 o/o, pH cerca de la neutralidad. La fertilidad es media.

En esta misma zona se observan los suelos de las unidades 9 y 10 en relación a variaciones de profundidad y pedregosidad.

Unidad 9.- Suelos de abruptos con pendientes fuertes, lithic Troorthents asociados con lithic Tropudalfs de la unidad precedente. Son suelos muy poco profundos y de fertilidad baja.

Unidad 10.- Suelos de rellenos, valles y conos, lithic Tropudalfs.

Están ubicados en los valles coluvio-aluviales y son semejantes a los suelos de la unidad 8 pero un poco más profundos. Tienen una fertilidad media.

Unidad 11.- Suelos de derrames lávicos moderadamente alterados (zona suroeste), lithic Argiudolls.

Estos suelos están localizados en las superficies de lava poco o moderadamente disectadas, derivadas de materiales volcánicos (basalto) medianamente alterados debido a las condiciones climáticas.

Son suelos pardo-rojizos oscuros, arcillosos, de profundidad media con presencia de abundante material basáltico en forma de grava y piedra a menos de 50 cm de profundidad.

Las características químicas son la capacidad de intercambio catiónico mayor que 24 meq/100 g, saturación de bases mayor al 50 o/o, pH ligeramente ácido (6.0 a 6.5). Presenta una fertilidad media.

En la misma zona se han observado, en relación con variaciones de pedregosidad y profundidad, las dos siguientes unidades de suelos (unidades 12 y 13).

Unidad 12.- Suelos de abruptos con pendientes fuertes. lithic Troorthents asociados con lithic Argiudolls de la unidad precedente.

Son suelos muy poco profundos y de fertilidad baja.

Unidad 13.- Rellenos, valles y conos, lithic Argiudolls. Son suelos similares a los de la Unidad 11, pero más profundos y están localizados en los rellenos de los pequeños valles aluviales con pendientes ligeras a moderadas. Poseen una fertilidad baja.

Unidad 14.- Suelos de derrames lávicos moderadamente alterados y parcialmente cubiertos con materiales piroclásticos (zona sur en transición con la zona seca), udic lithic Argiustolls. Estos suelos se encuentran en áreas ligeramente onduladas a onduladas con pendientes de 5 a 25 o/o. Son de color pardo-rojizo oscuro, arcillosos y medianamente profundos.

Tienen como características químicas una capacidad de intercambio catiónico superior a 30 meq/100 g, una saturación de bases superior al 50 o/o, un pH neutro (7.0). Son de fertilidad media.

En la misma zona sur, en relación con variaciones de pedregosidad y de profundidad, se cartografiaron las unidades 15 y 16.

Unidad 15.- Suelos de abruptos, lithic Troporthents asociados con udic lithic Argiustolls de la unidad precedente.

Son suelos muy poco profundos, rocosos. A veces presentan características vérticas (grietas). Son de fertilidad baja.

Unidad 16.- Suelos de los valles coluviales, udic lithic Argiustolls.

Están ubicados en los valles aluviales y coluvio-aluviales con ligeras pendientes. Son un poco más profundos que los de la Unidad 14. Tienen una fertilidad media.

c) Parte baja cálida, seca.

Unidad 17.- Suelos de derrames lávicos poco alterados, vertic lithic Haplustalfs.

Se encuentran en las superficies de lavas de relieve ondulado con pendientes ligeras o moderadas. Son suelos de color pardo-rojizo, de textura franco-arcillosa, bien estructurados con grietas abiertas hasta la roca apenas meteorizada, medianamente profundos y con las siguientes características químicas: capacidad de intercambio catiónico mayor a 30 meq/100 g, saturación de bases mayor que el 50 o/o, pH neutro (7.2). Son de fertilidad media.

En la parte baja, en relación a variaciones de pedregosidad y profundidad, se puede observar las dos unidades 18 y 19.

Unidad 18.- Suelos de pendientes fuertes, lithic Ustorthents asociados con vertic lithic

Haplustalfs de la unidad precedente.

Son suelos muy poco profundos con pedregosidad superficial y fertilidad baja.

Unidad 19.- Suelos de conos, valles coluvio-aluviales, rellenos, vertic lithic Haplustalfs.

Están ubicados en conos y valles de origen coluvio-aluvial y son semejantes a los de la unidad 17 pero un poco más profundos.

Unidad 20.- Suelos de conos volcánicos compuestos por materiales de proyecciones piroclásticas, escorias, lapillis y cenizas poco alteradas, lithic Argiustolls.

Son de color pardo-rojizo, arcillosos y profundos a medianamente profundos.

Las características químicas indican capacidad de intercambio catiónico superior a 30 meq/100 g, saturación de bases superior al 50 o/o, pH neutro (7.0) y fertilidad baja.

Unidad 21.- Suelos de quebradas de las partes media y baja. Troporthents, Ustorthents.

Están ubicados en los valles encañonados y en las gargantas de fuertes pendientes. Se desarrollan sea sobre derrames lávicos in situ o sobre materiales coluviales de estos mismos derrames.

Son muy rocosos y pedregosos. Tienen una fertilidad muy baja y además están sujetos a la concentración de las aguas.

3.1.4 El uso actual

La Isla Santa Cruz posee la zona agrícola más grande y desarrollada del archipiélago. Tiene dos centros poblados, Bellavista y Santa Rosa y se halla dividida en los siguientes sectores: Salasaca, Bellavista, El Carmen, Occidente, Santa Rosa, El Camote y El Cascajo.

Gracias a la variedad climática se siembra una amplia gama de cultivos abasteciéndose la isla casi totalmente con la sola excepción de las gramíneas (arroz, trigo, etc.) que son llevadas del continente. El sector más representativo es el ganadero, seguido por el cafetalero, las únicas que exportan hacia el continente. Las otras producciones del agro sirven para el autoconsumo o la comercialización dentro del archipiélago.

3.1.4.1 Los cultivos

En la Isla Santa Cruz los principales limitantes para el establecimiento de cultivos productivos son las pendientes fuertes y la débil profundidad de los suelos.

a) Los diversos tipos de cultivos

Los cítricos como naranja, toronja, limón y mandarina ocupan grandes extensiones de la zona agrícola; pero tan solo el 20-30 o/o de las plantaciones son huertos frutales tecnificados, el resto se halla diseminado desordenadamente por toda la zona; no se trata de un cultivo con rentabilidad comercial.

El café es el único cultivo comercial cuya producción se envía a Guayaquil para su comercialización.

El banano con sus diversas variedades ocupa el siguiente lugar en una clasificación descendente. Generalmente se cultiva para autoconsumo en la finca o para la venta en la misma isla, tales como los cítricos. Solo un 20 o/o de las plantaciones son establecidas técnicamente.

El aguacate constituye un caso especial; se trata de la variedad llamada tropical y se encuentra repartido por toda la zona agrícola. Sirve únicamente para alimentar a los chanchos y para establecer cercas y cortinas rompevientos.

A continuación se encuentran las hortalizas cultivadas unas veces bajo cubiertas plásticas y otras veces con la protección de cortinas rompevientos: col, lechuga, tomate, fréjol, cebolla, acelga, rábano y pepino se cultivan con gran éxito.

El maíz y la papa siguen en el orden de importancia descendente. Del primero se dan las dos clases, suave para consumo humano y duro para alimentación animal.

Seguidamente se ubican los cultivos de sandía y melón cuyas producciones en 1983 se establecieron en 20.000 unidades de sandía y 6.000 de melón.

Sin llegar a ser un verdadero cultivo se debe mencionar la guaba la cual se halla dispersa en toda la zona agrícola, sobre todo como árbol de sombra en los cafetales, y que tiene una buena producción.

Cultivos menores se realizan cerca de las casas muchas veces para el autoconsumo: yuca, caña de azúcar, pera noruega, papaya, cacao, maní, naranjilla, mora, etc.

b) Zonificación de cultivos en función de las zonas climáticas

- La zona seca se caracteriza por un uso reducido, encontrándose todavía extensiones de vegetación natural (bosques de guayabillo, *Psidium galapageium*). Existen algunas parcelas de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y esporádicos cultivos de ciclo corto como maíz que se hallan en pésimas condiciones por la falta de humedad. Esta zona se localiza cerca del límite de la zona agrícola, al Sur de Bellavista.

- La zona húmeda cuenta con cultivos tales como café, banano, cítricos, etc. y grandes parcelas de pastos así como bosques artificiales de especies maderables.

- La zona muy húmeda tiene principalmente vegetación natural, *Scaevola pedunculata*, *Miconia robinsoniana*, pampas herbáceas. Solo una pequeña parte de la zona agrícola tiene este tipo de vegetación.

c) Observaciones sobre prácticas culturales y el estado de los cultivos

En Santa Cruz, al igual que en las otras zonas agrícolas del archipiélago, un bajísimo porcentaje de cultivos se realizan de manera tecnificada o con un mínimo de controles fitosanitarios, siendo el cultivo de hortalizas la excepción.

Los cítricos se hallan por lo general cubiertos de musgos, bromeliáceas y otros epífitos: no se realizan trabajos de limpieza de los árboles, mantenimiento como la poda o control de enfermedades criptogámicas, etc.

Los colonos de Galápagos no se han preocupado por cultivar nuevas variedades mejoradas de aguacate por ejemplo. La actualmente presente variedad llamada tropical produce frutos fibrosos poco apetecidos y utilizables sólo en alimentación animal.

El riego cuando existe se lo realiza por gravedad, sin mayor tecnificación, y en zonas incipientes. La

escasez de agua dulce y su uso prioritario para consumo humano y animal justifican tal vez la importancia reducida del riego.

La mecanización es inexistente. Varios factores pueden explicar esta situación: la pedregosidad en muchos sectores, las pendientes a veces fuertes, la débil profundidad de la mayoría de los suelos, el alto precio de los combustibles así como el fracaso del uso de tractores en la Isla San Cristóbal.

3.1.4.2 Los pastizales

- Los pastizales artificiales

Estos pastos establecidos con gramíneas introducidas ocupan el 70 o/o de la zona agrícola y muchas áreas de cultivo han sido convertidas en praderas. El pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), es el más difundido; por su fortaleza, altura y gran capacidad de macollamiento se halla extendido por toda la zona agrícola, hasta convertirse de planta agresiva en formaciones vegetales naturales. De menor importancia son la saboya (*Panicum maximum*), pangola (*Digitaria decumbens*), pasto janeiro (*Eriochloa polystachya*) y gramolote (*Axonopus scoparius*).

Generalmente los finqueros no realizan un buen manejo de los potreros por lo cual la mayoría de los pastizales tienen evidencias locales de sobre-pastoreo y de envejecimiento de la pastura; lo más notable es la paulatina invasión por la guayaba (*Psidium guajava*).

Paradójicamente, el ganado contribuye a destruir su propio alimento, al diseminar por sus heces las semillas de guayaba. La zona agrícola está infestándose en forma progresiva por un chaparro de guayabo el cual por el formidable desarrollo de su sistema radicular, impide el crecimiento de pastos o cultivos. Este sistema radicular dificulta también la erradicación del invasor; al cortar los troncos, el guayabo rebrota de la cepa y el número de tallos se multiplica. Los pastizales tienen otras malezas que pueden disminuir su valor nutritivo, escoba (*Sida sp.*) y la mora (*Caesalpinia bonduc*).

Los pastizales se encuentran muchas veces asociados a cultivos arborescentes; el caso más frecuente lo constituye los cítricos, pero se encuentran también pastizales con cercas de ár-

boles maderables como el cedro (*Cedrela odorata*).

- Los pastizales naturales

Son formaciones vegetales naturales de *Paspalum conjugatum*, ciperáceas y helechos; el uso de estas zonas es sumamente extensivo.

3.2 ISLA SAN CRISTOBAL

3.2.1 Características geográficas

En la Isla San Cristóbal la zona de colonización está también dividida en dos partes:

- La zona urbana representada por la ciudad de Puerto Baquerizo Moreno, capital administrativa de la provincia de Galápagos, y localizada al extremo Oeste de la isla.

De ella parte una carretera afirmada, transitable todo el año que conduce hacia el Este a la zona agrícola.

- La zona de uso agropecuario ocupa alrededor de 6.946 ha. (censo agropecuario de 1974) y que se divide en dos subzonas,

• una estrecha franja de colonización reciente de 500 m de ancho, ubicada a ambos lados de la carretera a la salida de la ciudad,

• la zona agrícola propiamente dicha que está situada hacia el Este, en la zona de mayor relieve de la isla.

La zona agrícola tiene una forma ovalada de 17 km de largo del Este al Oeste y 6 km de ancho de Norte a Sur. Cabe señalar que en la parte central superior la zona agrícola engloba un cuadrilátero de Parque Nacional alrededor del cerro El Junco.

Las variaciones de altitud son marcadas ya que la máxima es de 730 m en el cerro San Joaquín y la mínima de 130 m en el límite sur.

3.2.2 Características climáticas

Por su ubicación en la vertiente sur y la variación de altitud, la zona agrícola de San Cristóbal, al igual que la de Santa Cruz, presenta una gran diversidad climática que va desde un clima muy seco y cálido en la parte más baja hasta un clima muy húmedo templado en las zonas de mayor altitud. Así mismo la exposición al Sur y a las co-

rientes atmosféricas húmedas provee una relativa abundancia de lluvias en la estación invernal y de garúa en la estación seca. Las zonas climáticas identificadas son:

- La zona muy seca cálida que solo ocupa una muy reducida parte de la zona agrícola en la parte más baja.
- La zona seca cálida bajo 150-250 m de altitud
- La zona muy húmeda templada que se encuentra en las partes más altas.

Las características de cada una de estas zonas se dan en el capítulo 4.1.

Antes de entrar en la descripción de la zona agrícola hay que señalar que la pequeña zona de colonización a lo largo de la carretera Puerto Baquerizo-El Progreso no puede tener uso agrícola por las severas limitaciones climáticas que se dan en esta zona y que, por su cercanía a la ciudad, debe considerarse como zona de futura expansión urbana.

3.2.3 Relieve, geomorfología y suelos

3.2.3.1 Las características geomorfológicas

Desde el punto de vista geomorfológico, la zona agrícola abarca un número significativo de conjuntos. Igualmente, como en el caso de Santa Cruz, la conformación general de la isla proviene de un apilamiento de coladas sucesivas de lava.

- a) La estratificación vertical de estos conjuntos originó una sucesión de niveles poco o moderadamente inclinados limitados por abruptos circundantes con relieves y pendientes más fuertes.

Los primeros se desarrollan sobre las superficies de coladas, en tanto que los segundos constituyen las partes terminales de los derrames lávicos. La zona al Oeste de El Progreso y toda la faja norte de la zona constituyen buenos ejemplos de este tipo de relieve, con una sucesión muy marcada de niveles con inclinación suave y de abruptos cuyos desniveles alcanzan a veces los 20 m.

Cabe anotar que todos los niveles tienen un buzamiento orientado hacia los bordes, con una inclinación hacia el Sureste.

- b) Esta estructura general, aunque existente, se revela muy poco visible en todo el flanco sureste debido a la existencia en esta zona de fuerte disección originada por una densa red hidrográ-

fica. Las principales formas de relieve asociadas son las siguientes:

- Las formas dominantes están constituidas por un verdadero plano inclinado hacia el Sur tallado en un sinnúmero de interfluvios longitudinales en forma de tiras o fajas con un relieve moderadamente ondulado.

Se caracteriza por una pendiente rectilínea longitudinal fuerte en la mitad superior (40 a 70 o/o) y más suave en la mitad inferior cóncava (25 a 40 o/o).

Cada una de estas estrechas fajas de terreno está diseccionada en superficies por pequeños barrancos paralelos longitudinales con vertientes convexas.

- El segundo grupo de formas muy significativas en esta zona es la existencia de grandes quebradas profundas (desnivel a veces mayor a 50-70 m) cuyo ancho puede alcanzar 200 m. Presentan flancos rocosos abruptos que dominan generalmente un cauce encañonado. En la parte superior en donde se ramifican, los perfiles transversales presentan formas más suaves en "V" y un fondo cóncavo de origen coluvio-aluvial. Una gran parte de estas quebradas desembocan en la costa sur.

- c) El tercer grupo de formas lo constituye el manto somital de lava entre 500 y 600 m y que presenta una estructura bastante simple. Se trata de productos de la última fase de actividad volcánica que originó derrumbes de lava relativamente localizados en forma de "galletas" de diseño ovalado con su eje mayor orientado de Suroeste a Noreste.

Este manto se caracteriza por la presencia de una superficie monótona entre 550 y 600 m hacia la Poza Colorada con una dirección en colinas suaves, convexas, separadas por pequeños barrancos nacientes o zonas de relleno coluvial generalmente pantanosas.

El abrupto circundante se encuentra bien marcado al Norte, donde comienza la típica bajada de los flancos en forma de escaleras. Al contrario, al Sur, está casi totalmente borrado por la disección de las quebradas que suben hasta el contacto con la superficie somital.

- d) El último conjunto de formas está constituido por los volcanes diseminados especialmente en la superficie superior. Se trata de pequeños edi-

ficios de lavas y escorias con un desnivel relativo generalmente de unos 100 m. Pueden subdividirse en dos grupos-

- Los más antiguos en avanzado proceso de disección.
- Los más recientes, mejor conservados, que culminan con el cerro San Joaquín a 750 m y que a veces presentan un lago en su cráter, como en el caso del volcán El Junco.

A esta última fase volcánica de tipo explosivo se puede relacionar las proyecciones de cenizas y lapillis que cubren las zonas altas, en avanzado proceso de meteorización dadas las condiciones climáticas.

e) Las dos pequeñas áreas de colonización situadas al Oeste de la isla, en posición periférica de la población de San Cristóbal, se caracterizan por condiciones originales:

- Están exclusivamente situadas sobre antiguas coladas de lava provenientes de las fases de la construcción de la isla y presentan un aspecto de pequeñas ondulaciones en las superficies de las coladas y de abruptos atenuados en los frentes de los derrames.
- Debido a las condiciones áridas a muy secas, la alteración está muy poco avanzada y afloran bloques de lava hasta la superficie con algunas áreas muy localizadas de alteraciones arcillosas muy poco desarrolladas. Existen dos excepciones: un antiguo cauce actualmente seco con depósitos coluvio-aluviales, más profundos y una antigua construcción constituida solamente de afloramientos rocosos.

3.2.3.2 Características de los suelos

Todas las formaciones geológicas en esta zona son antiguas. Por eso consideramos que la edad del substrato no interviene como factor responsable de la repartición de las formaciones superficiales y de los suelos. Esto se explica por la naturaleza de las formaciones y las pendientes y más que todo por las características climáticas.

Así, en la zona seca inferior, están asociadas alteraciones poco profundas de tipo arcilloso con presencia de roca a poca profundidad y afloramientos rocosos importantes en las áreas de fuertes pendientes como quebradas y frentes de coladas.

Al contrario, más arriba, en las zonas más húmedas se encuentran alteraciones mucho más profundas, superiores a 1 m de espesor, de textura limosa a arcillo-limosa, con escasos afloramientos de lava. Naturalmente, en estas últimas zonas, los flancos de las quebradas con pendientes a menudo superiores al 70 o/o, están constituidas de afloramientos rocosos.

Así, según la zona donde se ubican, unos suelos son profundos, franco-arcillosos en la superficie y arcillosos en profundidad, de color pardo-rojizo, amarillento y rojizo, bien estructurados con horizonte argílico; otros con características vérticas y algunos con contacto lítico y/o paralítico.

En cuanto a las características químicas, la fertilidad natural de estos suelos es baja debido al contenido medio en nitrógeno, bajo en fósforo y potasio, la capacidad de intercambio catiónico es menor a 24 meq/100 g de suelo y la saturación de bases menor al 50 o/o.

3.2.3.3 Descripción de las unidades de suelo

a) Parte alta, húmeda a muy húmeda, templada

Unidad 1.- Suelos de los conos volcánicos, Rhodudalfs.

Se encuentran estos suelos en la parte alta y corresponden a los conos volcánicos de topografía ondulada a colinada con vertientes moderadas a fuertes. Se derivan de materiales volcánicos fuertemente meteorizados, generalmente con gravas y piedras en profundidad. Son suelos profundos, de color rojizo, de textura arcillosa.

Como características químicas importantes podemos anotar pH 5.3 (ácido), capacidad de intercambio catiónico menor a 14 meq/100 g, saturación de bases menor del 50 o/o y la fertilidad se encuentra en un nivel muy bajo.

Unidad 2.- Suelos de las superficies superiores de disección variada, oxic Dystropepts.

Son suelos fuertemente meteorizados derivados de lavas basálticas, de color pardo-rojizo amarillento, de textura franco-arcillo-limosa, profundos.

Se localizan en superficies de relieve ondulado, entrecortadas por pequeños abruptos de disección moderada a fuerte.

El nivel de fertilidad de estos suelos es bajo: la capacidad de intercambio catiónico es menor a 24 meq/100 g, la saturación de bases está por debajo del 50 o/o y el pH se encuentra entre 5.0 a 6.0 (ácido).

En esta zona se observan como variantes de los suelos anteriormente anotados, suelos poco profundos que descansan sobre roca volcánica fuertemente meteorizada y que generalmente tienen mal drenaje. Ocupan pequeñas áreas planas o ligeramente cóncavas de la parte alta y han sido clasificados como aquic paralithic Dystropepts y paralithic Tropaquepts.

b) Parte intermedia, húmeda y cálida

Unidad 3.- Laderas de fuertes pendientes, vertic Tropudalfs. Son suelos pardo-rojizos, franco-arcillo-limosos, profundos. Se localizan en la parte media de la zona agrícola con topografía ondulada y disectada por abruptos y quebradas.

A pesar de que el suelo se encuentra en régimen de humedad único, el tipo de arcilla (montmorillonita) provoca agrietamiento del suelo en la estación seca (características vérticas).

Las características químicas principales son: una capacidad de intercambio catiónico menor a 24 meq/100 g, saturación de bases menor o igual al 50 o/o, el pH es ligeramente ácido, (6.2) y la fertilidad es baja.

Unidad 4.- Suelos de las zonas coluvio-aluviales, vertic Tropudalfs.

Son suelos con similares características a las de la unidad 3. Sin embargo, debido a su origen por acumulación de materiales, se han formado suelos más profundos (mas de 1 m).

c) Parte inferior, seca y cálida

Unidad 5.- Suelos de las vertientes inferiores, vertic Haplustalfs.

Los suelos de esta unidad se localizan en la parte baja de la zona agrícola donde se observa una topografía ligeramente ondulada e interrumpida por pequeños abruptos. Son suelos profundos de color pardo-rojizo, de textura franco-arcillo-limosa a arcillosa. Debido a que el suelo permanece seco más

de tres meses y al tipo de arcilla dominante (montmorillonita) las características vérticas o agrietamiento del suelo son claras.

Los análisis del laboratorio indican las siguientes características químicas: capacidad de intercambio catiónico menor de 24 meq/100 g, saturación de bases mayor o igual al 50 o/o, pH ligeramente ácido (6.5). El nivel de fertilidad en estos suelos es medio.

Unidad 6.- Suelos de las zonas coluvio-aluviales, vertic Haplustalfs.

Los suelos poseen similares características a los de la unidad 5, sin embargo son más profundos por su origen coluvio-aluvial.

c) Parte inferior, muy seca o árida, cálida

Unidad 7.- Suelos de las superficies de coladas de las laderas occidentales, vertic lithic Haplustalfs.

A esta unidad pertenecen los suelos que se ubican en las superficies de relieve suave a moderadamente ondulado. Son de color pardo-rojizo, de textura franco-arcillo-limosa, poco profundos a causa de la presencia de piedras y rocas a menos de los 50 cm. de profundidad. El clima seco y el tipo de arcilla dominante (montmorillonita) han determinado el agrietamiento del suelo, profundizándose generalmente hasta los primeros 50 cm.

Poseen una fertilidad baja; la capacidad de intercambio es menor a 24 meq/100 g, la saturación de bases es inferior al 50 o/o y el pH se encuentra ligeramente ácido (6.5).

Unidad 8.- Suelos de abruptos circundantes, lithic Torriorthents.

Los suelos de esta unidad se localizan en la parte superior de las superficies de las coladas. El relieve moderadamente ondulado se halla interrumpido por abruptos rocosos. Los suelos son muy poco profundos de color pardo-rojizo con abundante pedregosidad y afloramientos rocosos. La fertilidad es muy baja.

e) Zonas diversas

Unidad 9.- Suelos de quebradas y valles encañados, Troporthents, Ustorthents.

En esta unidad se han originado suelos muy poco profundos con dominancia de afloramientos rocosos. Se localizan en quebradas y angostos valles, encerrados por vertientes de fuertes pendientes. La fertilidad es baja.

3.2.4 Uso actual del suelo

De acuerdo al criterio generalmente recogido, la zona agrícola de esta isla sería óptima, es decir que aquí es donde se da el uso más eficiente a la zona reservada a la agricultura. En la conclusión de este capítulo se tratará de hacer una evaluación de esta opinión muy difundida.

Según las estimaciones la superficie de la zona agrícola varía de 7.000 a 10.000 ha. siendo la segunda extensión en el archipiélago. Aquí se conoció un intento de aprovechamiento agro-industrial con la introducción del cultivo de la caña de azúcar.

Al igual que en otras islas los sectores más importantes son el ganadero y el cafetalero.

3.2.4.1 Los cultivos

Una amplia gama de cultivos permite un autoabastecimiento de la isla en productos agrícolas con la excepción de las gramíneas.

Existen dos zonas mayores de producción agrícola paradójicamente ubicadas en los dos extremos de la zona reservada al uso agropecuario, la una al Oeste (Soledad, Socabón, Progreso) y la otra al Este (Cerro Gato, Cerro Verde, Cerro Chino). Zonas de menor producción agrícola se encuentran en Cerro Azul. Tres Palos y Goteros.

a) Los diversos cultivos

Las zonas agrícolas mayores son productoras de café, *Coffea arabica*, especialmente en Socabón, Progreso y Soledad. El café se cultiva a la sombra de árboles tales como cedro, guabo, guayabillo, guayabo, aguacate, cítricos. La isla San Cristóbal produce la mayor parte del café de Galápagos.

Los cítricos ocupan el siguiente lugar en una clasificación en orden descendente; se hallan dispersos por toda la zona agrícola. Por su abundancia y consecuentemente bajo precio no es un cultivo rentable.

El banano sigue en importancia pero su cultivo no es tecnificado. Pequeñas plantaciones de banano se encuentran en toda la zona.

Otros productos que se cultivan para autoconsumo o comercialización en la propia isla son maíz, papa, caña de azúcar, piña, aguacate, hortalizas, papaya, guaba, yuca, sandía, mora y leguminosas como fréjol.

b) Zonificación de la vegetación y del uso

La zona agrícola de San Cristóbal puede dividirse en 5 grandes conjuntos de acuerdo al uso y a criterios climáticos:

- Las dos zonas de mayor producción agrícola ubicadas en los dos extremos y mencionadas anteriormente. Entre ellas se localizan tres conjuntos diferenciados de acuerdo a la humedad.
 - La zona seca, es decir la más baja donde las parcelas son pequeñas, con algunos cultivos diversificados y pastizales artificiales afectados por una invasión gradual de guayaba.
 - La zona central que es también la más húmeda y la menos intervenida por el hombre. Se trata de una extensa pradera natural o pampa con cobertura herbácea densa, baja y sin árboles. Pero, en las partes más altas, se encuentran especies leñosas con una ubicación específica; la guayaba que se localiza en zonas de poca pendiente y buen drenaje, *Miconia robinsoniana* que se restringe a dos nichos: las planicies pantanosas y las vertientes de las encañadas. Son los sitios donde esta especie endémica se mantiene protegida del desmonte y de la competencia de especies introducidas como la guayaba. En altitudes menores existían bosques de *Scaleisia* que fueron tallados para aprovechar la madera y para abrir espacio a la agricultura. El uso del suelo en esta zona es una ganadería muy extensiva en pastizales naturales o artificiales paulatinamente invadidos por la guayaba.
 - La zona más septentrional que ocupa el piso húmedo de la vertiente norte y que se encuentra cubierta por un bosque denso de guayaba.
- c) Observaciones sobre prácticas agrícolas y el estado de los cultivos

La actividad agrícola actual es un intento de reconquista de zonas ya intervenidas por el hombre e invadidas por la guayaba. Un uso intensivo del suelo solamente se da en los extremos de la zona agrícola y superficies importantes están abandonadas o utilizadas de manera ocasional o extensiva.

Las prácticas agrícolas son tradicionales. No existe riego en zonas que lo necesitan como en Soledad por ejemplo; en Cerro Chino y Cerro Verde existen pequeñas zonas con riego por gravedad. Los agricultores de San Cristóbal no utilizan fertilizantes para sus cultivos. Además no existe asistencia técnica de los organismos encargados.

Uno de los mayores problemas para el buen estado de los cultivos es la presencia de plantas agresivas que han invadido las partes altas de la isla. En San Cristóbal existe a más de la guayaba otra especie agresiva, la pomarosa (*Eugenia jambos*), utilizada para estacas en las cercas. Este árbol puede invadir superficies importantes gracias a su alta aptitud a la propagación y convertirse en un peligro aún más grave que la guayaba; crece en forma tan densa que no permite el desarrollo de otras especies a su sombra.

3.2.4.2 Los pastizales

La ganadería en la isla San Cristóbal parece menos desarrollada que en Santa Cruz aunque los pastizales estén en mejor estado.

a) Los pastizales artificiales

Son praderas establecidas con gramíneas introducidas tales como pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), pasto estrella (*Chloris gayana*), pasto angola (*Digitaria decumbens*), pasto saboya (*Panicum maximum*).

Los pastos artificiales son abundantes entre El Cementerio y El Progreso, en Socavón, Soledad, Cerro Chino, Cerro Gato y Cerro Verde. Estas zonas son afectadas por la invasión de guayabos; esta planta introducida forma matorrales de 2 m de alto y sus raíces compactas impiden el desarrollo del pasto. La erradicación de los guayabos se torna difícil ya que el corte provoca el rebrote de numerosos tallos.

b) Los pastizales naturales

Son praderas de especies nativas (*Paspalum conjugatum*), ciperáceas, helechos y otras especies herbáceas. Se localizan en la parte alta de la isla y en la zona climática muy húmeda. El uso en esta zona se limita a una ganadería muy extensiva, el ganado vagando sobre grandes extensiones de pasto natural generalmente no cercadas.

3.3 Isla Floreana

3.3.1 Características geográficas

De la misma manera que en otras islas, la zona de colonización está dividida en dos partes unidas por un sendero:

- La parroquia de Puerto Velasco Ibarra localizada en la costa oeste.
- La zona agrícola ubicada aproximadamente en el centro de la isla, en su parte somital.

Es una zona bastante reducida cuya área varía según las fuentes entre 272 y 309.85 ha. Presenta la forma de un polígono irregular con la diagonal mayor (3 km) orientada de Noroeste a Sureste y la menor (2.5 km) de Norte a Sur. Está enclavada dentro de un conjunto de volcanes de los cuales el más alto es el Pajas, 550 m de altitud.

3.3.2 Características climáticas

Por su posición en la planicie somital de la isla, la zona agrícola está completamente comprendida dentro de la zona climática húmeda y cálida. Se trata de la zona más lluviosa y se caracteriza por garúa durante la estación seca.

La temperatura en la zona agrícola parece fresca durante la noche en la época de garúa; el cambio de temperatura es notable al cruzar la línea de separación de aguas a la altura del cerro Pajas.

3.3.3 Relieve, geomorfología y suelos

3.3.3.1 Características geomorfológicas

La zona agrícola de Floreana se halla totalmente ubicada en la parte somital de la isla y comprende tres clases de paisajes:

La planicie alta somital constituida por la superficie superior de las coladas de lava de la última fase de construcción de la isla. Todas estas superficies de pendientes suaves a moderadas han sido cubiertas posteriormente por proyecciones piroclásticas de lapillis y cenizas de 50 hasta 80 cm de espesor. Esta unidad ocupa alrededor del 90 o/o del área agrícola, en su parte central.

Los campos de escorias de la parte sur-oriental provienen del transporte y esparcimiento de material piroclástico proyectado desde la parte superior en ciertos sitios por procesos dinámicos de tipo glacis. Las pendientes y disección son más fuertes.

Los límites de la zona agrícola se ubican en muchos lugares sobre los flancos interiores e inferiores de los pequeños conos volcánicos diseminados alrededor de la superficie superior. Están constituidos generalmente por un apilamiento de coladas de lavas intercaladas con lapillis y escorias, los cuales cubren totalmente las superficies de los volcanes. Es preciso mencionar la presencia de estas mismas proyecciones, a veces cementadas, como en el caso del Sureste del sitio La Paz, en donde una capa de lapillis y escorias formaron, por cementación, una brecha y/o grauvaca; aquí se observa una importante filtración de agua.

A esta uniformidad del material parental se asocia una homogeneidad del clima, húmedo y cálido, de tal manera que no se nota ninguna influencia de las variaciones climáticas sobre la pedogénesis.

Los criterios de diferenciación en el estudio de los suelos tuvieron que hacer intervenir especialmente el parámetro de profundidad a la que se encuentran las capas de lapillis en proceso de meteorización.

3.3.3.2 Características de los suelos

La totalidad de los suelos de la zona provienen de la alteración de lavas, escorias, lapillis y cenizas. Presentan un color pardo-rojizo y la textura varía de franco-arcillosa a arcillosa en profundidad. En general son suelos medianamente profundos con presencia de materia parental moderada a fuertemente meteorizado a menos de 50 cm de profundidad (contacto lítico) y a una profundidad mayor en las partes planas.

La evolución relativamente antigua de los materiales volcánicos permitió la formación de un horizonte enriquecido de arcilla (B textural) aunque difícilmente identificable en el campo, puesto que sus características no son aún muy claras.

Los diferentes suelos observados presentan características muy similares debido a la homogeneidad del material parental y del clima (menos de tres meses secos: régimen údico). Por esta razón los únicos factores de diferenciación tomados en cuenta son la profundidad de los suelos y el estado de meteorización del material parental.

3.3.3.3 Descripción de los suelos

a) Parte alta húmeda, templada, manto superior de derrames lávicos

Unidad 1.- Suelos de la planicie central, ultic Tropudalfs. Esta unidad está compuesta por suelos de color pardo-rojizo y de textura franco-arcillosa a arcillosa. Generalmente, a los 70 cm de profundidad, contienen gravas y piedras moderadamente meteorizadas, por lo que se los puede considerar como profundos. El horizonte superior es de poco espesor (10-15 cm) y su contenido de materia orgánica sobrepasa el 3 o/o.

Las características químicas en relación con su fertilidad son: capacidad de intercambio catiónico superior a 40 meq/100 g, saturación de bases menor al 50 o/o y pH ligeramente ácido. Estos datos caracterizan un nivel de fertilidad entre bajo y medio.

Unidad 2.- Suelos de la planicie central ligeramente ondulada, paralithic Tropudalfs.

En esta zona se encuentran suelos pardo-rojizos medianamente profundos. Son de textura arcillosa o arcillo-arenosa. Se han desarrollado a partir de un substrato de lapillis en proceso de meteorización que se ubica a menos de 50 cm de profundidad. Las características y los datos químicos del horizonte superior son iguales a las indicadas para la unidad anterior.

Se incluyen en esta unidad pequeñas áreas de suelos superficiales y pedregosos que a este nivel de estudio no pueden ser representados en el mapa.

Unidad 3.- Suelos de los conos volcánicos, ul-

tic paralithic Tropudalfts.

Se observaron en esta unidad suelos pardos rojizos con características morfológicas y químicas similares a las de los suelos encontrados en la unidad 2, variando únicamente la posición geomorfológica en que se presentan. No se observan los suelos superficiales anteriormente señalados.

3.3.3.4 El uso actual del suelo

Aunque esta isla haya conocido la colonización agrícola desde 1832, el aspecto de la zona de uso agrícola traduce más bien perturbaciones de origen antrópico que un verdadero uso. Los límites actuales del perímetro reservado a la agricultura no se notan ni en las fotografías aéreas, ni en el campo; es decir que las actividades agrícolas no logran ocupar de manera visible todo el espacio que está atribuido para tal efecto. En la parte más grande de la zona agrícola solo se ven perturbaciones de las formaciones vegetales naturales, lo que significa que especies introducidas han desplazado la flora autóctona por competencia interespecífica la misma que se originó gracias a los desmontes y rastrojos.

En la zona agrícola los cultivos y pastizales aprovechan casi el 10 o/o de la superficie. Los cultivos de ciclo corto son los más importantes; son más bien huertos cerca de las casas que verdaderas parcelas. Hemos observado cultivos de papa, maíz, yuca, sandía y hortalizas.

Los pastizales vienen en segundo lugar; son pastos artificiales de saboya (*Panicum maximum*) muchas veces con pequeñas plantaciones de cítricos o aguacate. Los cultivos permanentes de banano, café o frutales son el tercer tipo de uso del suelo y ocupan superficies muy reducidas.

Por estar ubicada la zona agrícola dentro de la zona climática húmeda, no se puede detectar ninguna zonificación de los cultivos; la distribución de los mismos se hace en función de la cercanía a las casas. Es así que los huertos de cultivos siempre se encuentran más cerca de las casas que los pastizales.

Se nota una abundancia de plantas introducidas que logran subsistir en los campos abandonados y que en algunos casos pudieron invadir la vecina ve-

getación natural. Las especies menos agresivas son frutales introducidos, los cítricos (naranjos en mayoría), aguacate y guanábana. Estas dos últimas especies logran un desarrollo impresionante y se mantienen en parcelas abandonadas durante mucho tiempo. Como en otras islas el guayabo se desarrolló hasta convertirse en plaga, lo que da a la zona agrícola de Floreana el aspecto de un bosque denso y bajo de guayabos con algunos claros dedicados a los cultivos.

Pero la planta introducida más agresiva es la falsa mora (*Lantana camara*), arbusto de la familia Verbenaceae, que presenta tallos flexibles y espinosos, llamativas flores de color anaranjado o rojo. Esta falsa mora no tiene ninguna relación con la mora del continente; su nombre se debe tal vez a la semejanza de los frutos y a la presencia de espinas en sus ramas flexibles. Su introducción data de hace unos 40 años como planta ornamental, pero actualmente ha invadido toda la zona agrícola, incluyendo también la zona seca en el camino hacia la playa, y zonas más altas en el cerro Pajas. Su erradicación se presenta bastante difícil ya que las especies del género *Lantana* tienen un sistema radicular potente lo que casi impide el arrancar las matas. Además su poder de regeneración a partir de las cepas, luego de cortes o quemas, es muy alto. A eso se suma la calidad de los frutos apetecidos por las aves las cuales se encargan de la propagación de esta plaga. La falsa mora existe en otras islas, Santa Cruz e Isabela, sin que llegue a la importancia que tiene en Floreana.

3.4 Isla Isabela

3.4.1 Características geográficas

El área de colonización está dividida en dos zonas:

- El sector urbano de Puerto Villamil al Sur.
- La zona de ocupación agrícola ubicada a unos 20 km de esta población. Cubre una superficie cuyas estimaciones varían de 3.471 a 5.450 ha. Situada en el flanco este-sureste del volcán Sierra Negra, la zona agrícola tiene la forma de un rectángulo alargado hacia el Sureste de 20 km de largo por 10 a 13 km de ancho. Las altitudes extremas son de 750-800 m en El Cura cerca de la caldera del Sierra Negra y 165 m en el límite perimetral sur.

3.4.2 Características climáticas

Existe una zonificación climática debida a la exposición a las corrientes atmosféricas y a las variaciones de altitud. Las zonas reconocidas son:

- La zona seca y cálida se encuentra en la parte inferior hasta una línea de orientación suroeste-noreste que cruce por Esperanza y Cerro Verde a una altitud de alrededor de 320 m.
- La zona húmeda y cálida llega hasta un límite de igual orientación ubicada a 1 km al Sur de El Papal y El Cura a una altitud aproximada de 550-600 m.
- La zona muy húmeda y templada abarca el espacio comprendido entre el límite precedente y el límite de la zona agrícola.

3.4.3 Relieve, geomorfología y suelos

3.4.3.1 Las características geomorfológicas

En contraste con las otras islas, la zona agrícola de Isabela presenta características originales:

- El volcán Sierra Negra es un típico volcán escudo de tipo hawaino con pendientes suaves en la parte inferior y más fuertes en la parte superior de la vertiente hasta el borde de la caldera. La zona agrícola se ubica en la parte superior del flanco sureste del volcán.
- La arquitectura general ha sido heredada del apilamiento de coladas provenientes de las zonas cercanas a la caldera al Noreste y que afloran en forma sobrepuesta.
- Tratándose de un volcán que presenta en la actualidad manifestaciones de actividad (fuera de la zona agrícola en Volcán Chico y Volcán de Azufre), existe, en las zonas superiores y cercanas a la caldera, una cobertura más reciente de piroclásticos (lapillis dominantes).

Lastimosamente, debido a las condiciones técnicas del trabajo (especialmente en lo que se relaciona a la falta de una cobertura fotográfica aérea, inclusive antigua), no se pudo elaborar documentos cartográficos precisos y trabajos en función de ellos. Por esta razón, los resultados obtenidos presentan

una precisión relativa y un grado de confiabilidad más bajos que en las demás islas.

Sin embargo se ha podido diferenciar tres grandes grupos de formas de relieve.

a) En la parte inferior de la zona agrícola, situada al Sur y Sureste, afloran casi exclusivamente coladas sobrepuestas de lava. Las formas de relieve son de dos tipos:

- Las superficies de coladas se caracterizan por presentar relieves ondulados suaves a moderados, más o menos caóticos según el tipo de derrame.
- Los frentes de progresión de las coladas hasta su posición de enfriamiento se notan en el paisaje por la presencia de abruptos de 5 hasta 20 m de desnivel que dan así a la zona su típico perfil escalonado.

Este sector inferior de la zona agrícola puede subdividirse en dos partes distintas:

- El extremo Sur-Sureste (zona de Los Lojanos) hasta el límite perimetral se caracteriza por un predominio de fuertes pendientes (12 a 40 o/o) que tienen su origen en los abruptos de las coladas o en las superficies más inclinadas.
- Al contrario, en todo el sector de la Esperanza dominan las superficies suavemente onduladas con pendientes menores (5 a 12 o/o).

b) Otra parte de la zona agrícola, los sectores más altos al Oeste y Noroeste, presentan también el mismo basamento constituido por el apilamiento de coladas, pero con una importante cobertura de proyecciones piroclásticas de lapilli. Como resultado de esta cobertura, la superficie presenta un relieve más suave, menos ondulado y los suelos más profundos y menos rocosos se desarrollan a partir de este material parental de lapillis. Sin embargo existen también los abruptos de borde de coladas con características idénticas a los de la zona precedente.

Desde el punto de vista geomorfológico, a los relieves de esta zona se los puede subdividir en:

- La franja norte hasta una altura de 450 m, que se caracteriza por relieves moderados

(asociación de superficies y abruptos) con pendientes del 5 a 25 o/o.

- Las faldas medias del volcán sobre los 450-500 m donde el relieve se vuelve más fuerte y las pendientes aumentan gradualmente en forma de anillos concéntricos.
- Las faldas superiores desde los 550-600 m hasta el límite superior de la zona agrícola donde los relieves escalonados presentan una pendiente de 25 a 40 o/o.

Es preciso anotar las profundas quebradas abruptas con flancos rocosos que jalonan las coladas paralelamente a la pendiente y que presentan actualmente poca actividad.

- c) La tercera unidad de formas está representada por los aparatos volcánicos parásitos constituidos principalmente por proyecciones piroclásticas: cenizas, lapilli y escorias intercaladas con derrames de lava.

Se reparten en dos categorías:

- Al Este, los dos pequeños edificios de la Cazuela del Papal.
- En el extremo Noreste, el conjunto de edificios de la zona de Cerro Verde y Cerro Grande.

Existen también pequeñas acumulaciones de tipo aluvial como por ejemplo en la zona de Los Ceibos y el bajo de Los Lojanos. Lamentablemente su tamaño muy reducido y la falta de información fotográfica aérea impidió su cartografía.

3.4.3.2 Características de los suelos

Tratándose de una zona sin mayor actividad volcánica reciente, la edad de las formaciones no interviene en la diferenciación de los suelos. Los tres factores predominantes son los siguientes:

- El clima:
La estratificación climática, del seco al muy húmedo en la parte superior de la isla, tuvo una importancia mayor en la repartición de los suelos y de sus principales características. Así los suelos profundos de la parte alta muy

húmeda se oponen a los de la parte Sureste más baja y seca donde las lavas afloran en formaciones caóticas entrecortadas por pequeñas áreas aisladas de alteraciones arcillosas poco profundas.

- La naturaleza del substrato:
Aquí se contraponen los dos grandes tipos de suelos observados:
 - por una parte los derrames lávicos que constituyen un material parental muy duro, poco alterable que está cubierto por alteraciones de poco espesor como se mencionó anteriormente.
 - al contrario, la cobertura de lapillis de la zona superior constituye una formación blanda y alterable. De hecho, inclusive en clima seco, las alteraciones limosas o limo-arcillosas sobrepasan muchas veces los 50 cm y aun más en las partes húmedas.
- Las pendientes:
Como es lógico suponer, mientras más fuerte la pendiente, menos profundas son las alteraciones como es el caso de los abruptos de las coladas; en las zonas de pendiente suave con ondulaciones se encuentran las más profundas alteraciones, ya sea desarrolladas in situ o por acumulación de tipo coluvio-aluvial.

3.4.3.3 Las diferentes unidades morfo-edafológicas (croquis 1)

a) Zona alta, húmeda, templada

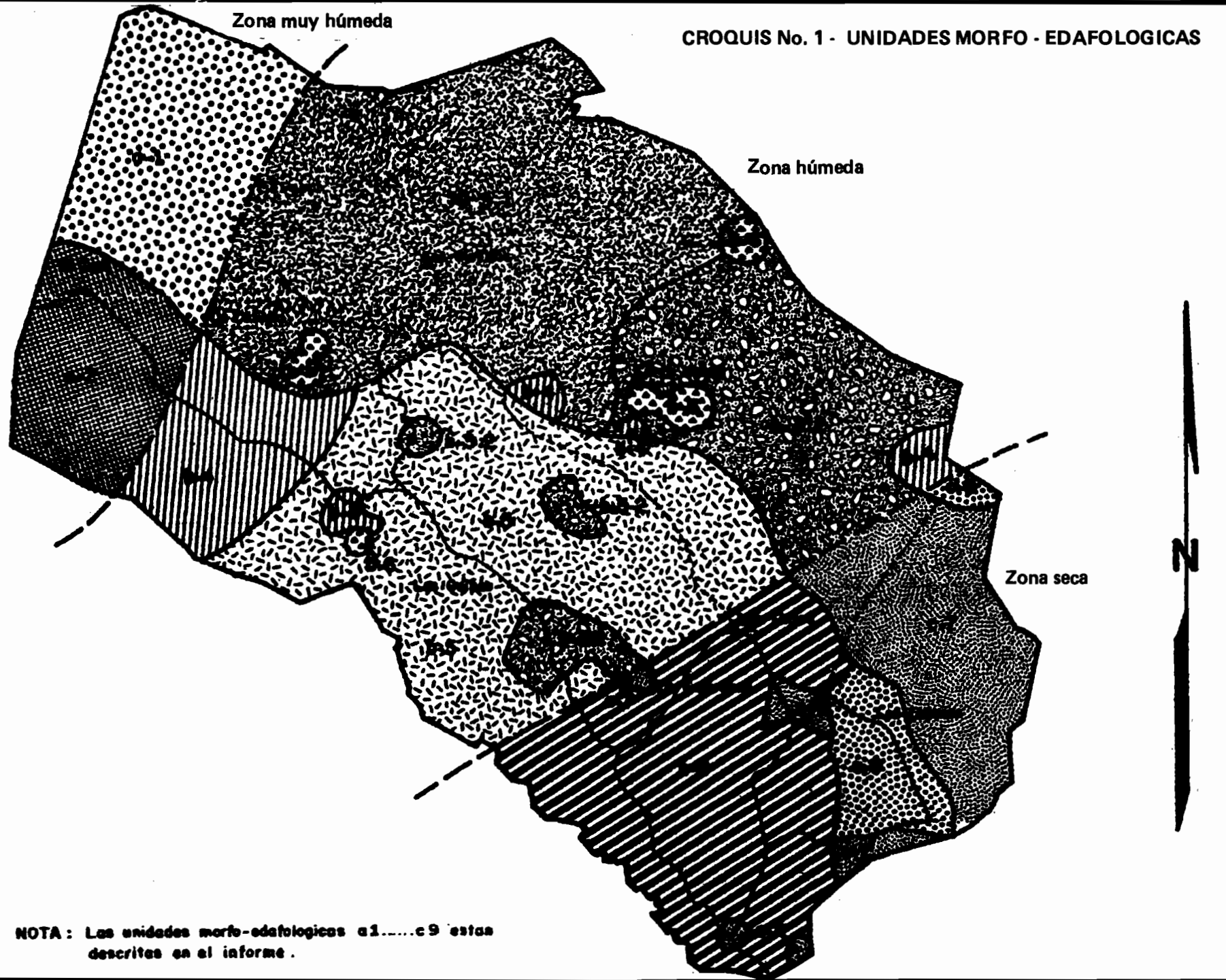
Unidad 1.- Suelos de los flancos superiores del volcán con pendientes moderadas a fuertes, lithic umbric Vitrandepts.

Son suelos de color pardo-rojizo, de textura franco-arenosa fina, de consistencia muy friable, no tixotrópicos, con reacción media al NaF y retención de agua inferior al 30 o/o. Son medianamente profundos (30 a 60 cm de espesor) y descansan sobre un substrato continuo de lapillis (escorias del tamaño de grava); los lapillis son moderadamente meteorizados y tienen un espesor mayor de 1 m cerca del volcán.

El horizonte superficial (10 a 15 cm) es pardo-oscuro, desaturado y con buena cantidad de raíces.

En cuanto a las características químicas, la capacidad de intercambio catiónico es mayor

CROQUIS No. 1 - UNIDADES MORFO - EDAFOLOGICAS



NOTA: Las unidades morfo-edafológicas a1.....c9 están descritas en el informe.

a 24 meq/100 g, la tasa de saturación de bases es menor al 30 o/o y el pH es ácido (5,5 a 6.0). La fertilidad está en nivel medio.

Unidad 2.- Suelos de los pequeños rellenos separados por ligeros abruptos rectilíneos de los flancos superiores del volcán, lithic Vitrandepts.

Son suelos pardo-rojizos a pardo-amarillentos con horizontes superficiales oscuros y textura franco-arcillo-arenosa. Son poco profundos (espesor de 15 a 30 cm) y se encuentran sobre un substrato de derrames lávicos moderadamente meteorizado. Entre las rocas se puede hallar material fino que es aprovechable por las raíces de las plantas. La reacción al NaF es media y el tixotropismo moderado. La retención de agua es inferior al 50 o/o.

Las principales características químicas son: capacidad de intercambio catiónico mayor a 30 meq/100 g, saturación de bases menor al 50 o/o, pH ligeramente ácido. El nivel de fertilidad es bajo.

En esta unidad se incluyen pequeñas áreas que corresponden a colinas bajas y a abruptos. En las primeras los suelos son semejantes a los de la unidad 1, lithic Vitrandepts. En los abruptos generalmente dominan afloramientos rocosos de escorias provenientes de proyecciones volcánicas con suelos muy poco profundos, lithic Troporthents.

b) Zona media, húmeda y cálida

Unidad 3.- Suelos de los flancos intermedios con cobertura continua de lapillis, lithic Vitrandepts.

Esta unidad presenta suelos de color pardo-rojizo, de textura franco-arenosa con pocos lapillis.

Las características químicas son similares a las de los suelos de la unidad 1. Del Norte al Sur se observa un aumento del porcentaje de lapillis lo que induce una diferenciación textural en dos variantes:

- Suelos de textura franco-arenosa fina
- Suelos de textura franco-arenosa media con mayor contenido de grava.

Unidad 4.- Suelos de las superficies suavemente onduladas con pequeños abruptos, origi-

nados por derrames lávicos y con cobertura de lapillis y cenizas, lithic Dystropepts. Esta unidad incluye suelos con características similares a las identificadas en la unidad 2, variando únicamente en la menor retención de agua y por una ligera reacción al NaF al contacto de la roca meteorizada.

Asociados a los suelos desarrollados en la cobertura de lapillis se observan suelos localizados en los abruptos con afloramientos rocosos, lithic Vitrandepts y lithic Troporthents.

Unidad 5.- Suelos de las superficies suavemente onduladas de derrames lávicos y abruptos rocosos, lithic Dystropepts y lithic Troporthents.

Corresponden a suelos de color pardo-rojizo, de textura franco-arcillo-arenosa con reacción al NaF muy ligera, poco profundos (15 a 30 cm de espesor), cubriendo el subsuelo rocoso de derrames lávicos en estado de meteorización.

Los numerosos abruptos de efusiones volcánicas han determinado en la zona abundantes afloramientos rocosos.

Como características químicas más importantes tenemos saturación de bases menor al 50 o/o, ligeramente ácido (6.0 a 6.5). La fertilidad es baja.

Unidad 6.- Suelos de los conos volcánicos de diferentes generaciones, formados por proyecciones piroclásticas de escorias, lapillis e intercalaciones de derrames volcánicos, lithic Troporthents.

Son suelos muy poco profundos (10-20 cm de espesor), de color pardo-rojizo, con una textura franco-arenosa. Están desarrollados sobre una capa continua y de gran espesor (superior a 1 m) de lapillis.

c) Zona baja, seca y cálida

Unidad 7.- Suelos de los flancos inferiores del volcán de relieve moderado con cobertura continua de lapillis. lithic Vitrandepts.

Son suelos similares a los de las unidades 1 y 3 pero más saturados y arenosos. Se ubican en áreas menos húmedas a partir de un material parental ligeramente meteorizado.

Unidad 8.- Suelos de los frentes de coladas y relieves caóticos de los flancos inferiores del

volcán, lithic Ustropepts y lithic Ustorthents. En esta unidad las características morfológicas de los suelos son similares a los descritos en la unidad 3, diferenciándose en que son más saturados. Los suelos tienen un pH cercano a la neutralidad (6.8) y se desarrollan en áreas menos húmedas (régimen ústico). El nivel de fertilidad es medio.

Unidad 9.- Suelos de los flancos del volcán con frentes de derrames lávicos y coberturas de lapillis y cenizas, lithic Vitrandepts y lithic Ustropepts, lithic Ustorthents.

Localmente en el área transicional de las unidades 7 y 8 se presentan indistintamente suelos similares a los anotados en dichas unidades.

3.4.4 El uso actual del suelo (croquis 2)

El rasgo dominante de la utilización del suelo en esta zona es su débil intensidad. La presencia de áreas pertenecientes al Parque Nacional dentro de la zona agrícola es una de las causas de tal impresión, a la que se suma la reducida proporción de tierras utilizadas en cada lote.

La falta de documentación básica fue parcialmente superada por recorridos de campo, pero no se pudo elaborar un mapa semejante a los realizados en Santa Cruz o San Cristóbal.

Las observaciones de campo permitieron trazar dos límites climáticos y tres límites de tipo de uso.

3.4.4.1 Los límites climáticos

Dos límites cruzan la zona agrícola delimitando tres zonas:

- La zona seca llega a altitudes cercanas a 300 m y se caracteriza por la abundancia de jaboncillo (*Sapindus saponaria*) en los bosques naturales.
- La zona húmeda está ubicada entre 300 y 640 m de altitud. Su principal característica botánica es la predominancia de guayabo que aniquiló toda la vegetación natural de esta zona.
- La zona muy húmeda es una zona de matorrales con arbustos nativos mezclados con guayabo y que alternan con praderas naturales o pampas.

3.4.4.2 Los límites de los tipos de uso actual

- a) La zona más baja está totalmente localizada en la zona climática seca. A pesar de este inconveniente es la zona que presenta el mayor grado de aprovechamiento agropecuario. Tal situación contradictoria solo podría explicarse por la densidad de la red vial en esta zona, por la cercanía a Puerto Villamil y los hábitos de los colonos, por su origen, están acostumbrados a una agricultura de zona seca.

El uso agrícola es mixto, es decir agricultura y ganadería, cada actividad ocupa más o menos la mitad de las superficies desmontadas. De los cultivos el más importante es el café; otros cultivos de menor importancia son el banano, los cítricos y la papaya. Los pastizales son artificiales y sembrados con pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) o saboya (*Panicum maximum*). En todos los cultivos como en los pastizales se pudo notar los efectos negativos de la intensa y prolongada sequía reinante al momento de los trabajos de campo; los cafetales estaban sin hojas, las frutas de los cítricos secándose en los árboles y los pastizales, especialmente el pasto saboya, secos y amarillos.

A pesar de presentar esta sub-zona el uso más intenso de toda la isla, la vegetación natural ocupa todavía 80-90 o/o de su superficie. La vegetación natural es un bosque de jaboncillo que ha sufrido las consecuencias del último incendio y cuya supervivencia puede ser afectada por la quema de las raíces.

- b) La segunda sub-zona homogénea de uso agrícola llega a altitudes cercanas a 400 m. El límite climático seco/húmedo la divide en dos partes pero no afecta el tipo de uso. El uso agrícola es aún más reducido y la superficie utilizada puede estimarse entre 5 y 10 o/o.

Los cultivos son los mismos que en la sub-zona anterior siendo el café y el banano los más importantes. El aguacate, la yuca y los cítricos conforman el grupo de cultivos secundarios más destacados.

La ganadería también parece reducida. Los pastizales y los cultivos presentan un mayor desarrollo vegetativo de acuerdo al cambio climático. Las zonas no cultivadas tienen una mez-

CROQUIS No. 2 - USO ACTUAL DEL SUELO

Zona muy húmeda

Zona húmeda

Zona seca







USO d

USO e

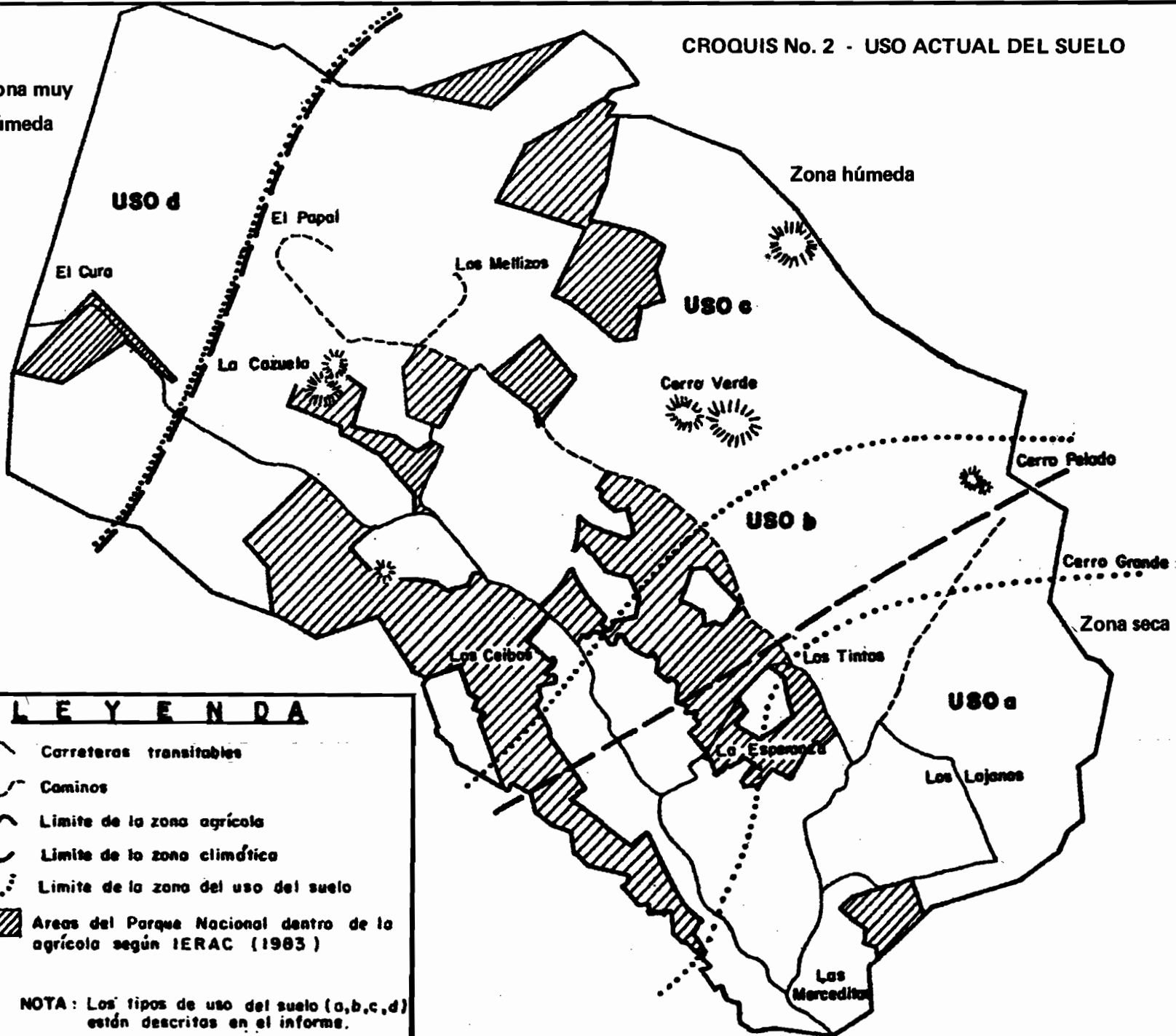
USO b

USO a

LEYENDA

-  Carreteras transitables
-  Caminos
-  Limite de la zona agrícola
-  Limite de la zona climática
-  Limite de la zona del uso del suelo
-  Areas del Parque Nacional dentro de la agrícola según IERAC (1983)

NOTA: Los tipos de uso del suelo (a,b,c,d) están descritas en el informe.



cla de vegetación natural y de bosques de guayaba.

- c) La tercera sub-zona tiene como límite superior la línea de demarcación climática húmedo/muy húmedo. Esta zona que es la más amplia es también la de menor uso, la superficie utilizada representa menos del 5 o/o. La planta característica es la guayaba que coloniza toda la zona agrícola; todas las formaciones arbóreas y arbustivas están constituídas por esta especie.

La agricultura es incipiente notándose un decrecimiento de la importancia del café. El banano ocupa el primer lugar y los demás cultivos podrían considerarse como secundarios, café, maíz, cítricos, caña de azúcar.

La actividad humana más característica es la ganadera en base a pastizales artificiales de pasto elefante más o menos invadidos por guayabos. Es así que en esta zona un pastizal puede variar entre una pradera pura de elefante, caso muy excepcional, y un bosque de guayabo con algunas matas dispersas de pasto.

- d) La cuarta sub-zona es la más alta y se caracteriza por la ausencia de agricultura, pues toda la zona está dedicada a la ganadería extensiva en pampas o praderas naturales con gramíneas como la hierba de burro (*Paspalum conjugatum*).

En su parte más baja las pampas presentan una densidad notable de arbustos tales como guayabo, floripondio (*Dautra arbórea*), chilca (*Baccharis sp.*) y *Darwiniothamnus tenuifollus*. A medida que aumenta la altitud disminuye la proporción de plantas leñosas y las formaciones vegetales se tornan exclusivamente herbáceas.

4. EVALUACION DE LAS APTITUDES AGRICOLAS

Como se explicó anteriormente el contenido de este mapa se divide en tres partes:

- Las limitaciones o restricciones climáticas.
- Las limitaciones o restricciones morfo-edafológicas (relieve, suelos).
- Las aptitudes agrícolas de las diferentes zonas.

4.1 Limitaciones climáticas

Están expuestas en los dos cuadros adjuntos. Datos climáticos más completos recopilados de las estaciones climatológicas existentes se encuentran en anexo.

4.1.1 Características de las zonas climáticas (cuadro 1)

Zonas	Límites altitudinales superiores				Precipitaciones mm/año	Déficit hídrico mm/año	No. meses secos	Consecuencias sobre el uso agrícola
	Cruz	Cristóbal	Floreana	Isabela				
Arida cálida	25/50	0/50			300-400	1000	12	
Muy seca cálida	50/100	100/200			400-800	600-1000	10-12	- Cultivos de ciclo muy corto - Pastos artificiales riesgosos - Riego necesario
Seca cálida	150/300	200/300	300	300/350	800-1000	300-600	8-10	- Cultivos de ciclo corto - Posibilidad de pastos artificiales - Riego recomendado
Húmeda cálida	400/450	400/450		600/650	1000-1500	200-300	4-8	- Amplia gama de cultivos - Pastos artificiales - Riego facultativo - Humedad atmosférica alta. Garúa muy frecuente durante la estación seca
Muy húmeda templada					>1500	<200	1-4	- Gama reducida de cultivos - Vocación ganadera y forestal

Las diferentes columnas se refieren a los temas siguientes:

- Zonas
Cada zona está identificada por su temperatura (cálida, templada) y las precipitaciones que aumentan desde la zona árida a la zona muy húmeda.
- Límites altitudinales
Se indican los límites superiores de cada zona climática en las varias zonas agrícolas.
- Precipitaciones
Son las variaciones extremas de las precipitaciones anuales en mm.
- Déficit hídrico
Es la suma de los déficit mensuales estimados por la diferencia entre evapotranspiración potencial (calculada por el método de Thornthwaite) y precipitación expresados en mm.
- Número de meses secos
Es la suma del número de meses del año durante los cuales la evapotranspiración potencial es superior a las precipitaciones.
- Consecuencias sobre el uso agrícola
Se exponen las consecuencias de las limitaciones climáticas sobre el uso del suelo indicando los grandes tipos de uso aconsejables y las necesidades de riego.

Información adicional sobre características climáticas se da en dos cuadros de datos que se encuentran en anexo de este informe.

4.1.2 Principales cultivos adaptados al clima (cuadro 2)

Están indicados en un cuadro de doble entrada, las columnas refiriéndose a los cultivos y las líneas a las zonas climáticas. Una adaptación óptima de un cultivo en una zona climática se representa por una línea completa en el cuadro correspondiente, mientras que una media línea significa una adaptación riesgosa o problemática. Así, por ejemplo, los cítricos pueden cultivarse con adaptación óptima en la zona húmeda (H) y con algunos riesgos en la zona seca (S).

4.2 Limitaciones morfo-edafológicas

En un cuadro están indicadas las principales limitaciones de orden morfo-edafológico que influyen sobre el comportamiento agrológico de las tierras en Galápagos y que han sido tomadas en cuenta en la elaboración del mapa de aptitudes agrícolas. Estas son las siguientes:

- La pendiente expresada en porcentajes y ordenados en seis clases.
- La profundidad del suelo en centímetros (10 clases) tomando en cuenta la dureza del substrato:
 - . duro: obstáculo para las raíces, por ejemplo, basalto
 - . blando: sin obstáculo para las raíces, por ejemplo, arcilla
- La textura en seis clases
- La pedregosidad y los afloramientos rocosos en cinco clases
- La fertilidad en dos clases
- El riesgo de inundaciones en seis clases
- La heterogeneidad o variabilidad dentro de la unidad representada
- La erosión representada según tres tipos de manifestaciones, por gravedad (escombros, derrumbes), en masa (soliflucción, deslizamientos) y/o por escurrimiento sea concentrado sea difuso. Se clasificó en:
 - . riesgos potenciales, localizados o generalizados
 - . fenómenos actualmente activos, localizados o generalizados.

Se sintetizó el nivel de importancia de las limitaciones morfo-edafológicas en cuatro grandes grupos:

- Sin factor limitante
- Con factor limitante ligero, de incidencia débil
- Con factor limitante importante, de grave incidencia
- Con factor muy importante y/o insuperable

4.3 Aptitudes de las tierras en las diferentes islas

Para una mejor comprensión del contenido de la leyenda y su modo de empleo, favor referirse al capítulo 2.3.

tores limitantes valorados en importantes a muy importantes; lo que muestra el papel preponderante de las limitaciones morfo-edafológicas sobre las aptitudes al uso agrícola de los suelos. Estas limitaciones son en orden decreciente de importancia:

- La profundidad de los suelos que nunca sobrepasa de un metro, inclusive en la zona alta que tiene una cobertura discontinua de proyecciones piroclásticas. Las profundidades más comunes oscilan entre 20 y 50-60 cm, llegando hasta cerca de 10 cm en la parte baja en clima seco.
- Se debe también mencionar que el substrato está siempre constituido por derrames de lava po-

co o nada alterada que forma así una barrera infranqueable para las raíces.

- La pedregosidad, es decir la presencia de bloques de lava no alterados en el suelo o en la superficie. El porcentaje de piedras y/o afloramientos rocosos varía del 10 o/o hasta más del 40 o/o en ciertas unidades y constituye una limitación insuperable.
- La pendiente y los riesgos potenciales de erosión por una explotación más intensa y sin precaución, los problemas químicos en la parte alta muy húmeda (pH un poco ácido y tasa de saturación de bases inferior al 50 o/o) juegan un papel muy poco importante.

4.3.1.3 Repartición de las diferentes categorías

	Hectáreas	Porcentaje
- Zonas mecanizables y regables		
- C1b limitaciones ligeras	78	0.7
- C1c limitaciones importantes	1.675	15.1
- C1d limitaciones muy importantes	2.652	24.0
Total	4.405	39.8
- Zonas de riego y mecanización difíciles		
- C2c limitaciones importantes	2.500	22.6
- C2d limitaciones muy importantes	1.199	10.8
Total	3.699	33.4
- Zonas de explotación manual aconsejada		
- C3c limitaciones importantes	269	2.4
- C3d limitaciones muy importantes	30	0.3
Total	299	2.7
- Zonas con cultivos de protección		
- C4c limitaciones importantes	78	0.7
- C4d limitaciones muy importantes	535	4.8
Total	613	5.5
- Zonas para pastizales		
- Pc limitaciones importantes	30	0.3
- Pd limitaciones muy importantes	1.792	16.2
Total	1.822	16.5
- Zonas con bosques de protección		
- Bc limitaciones importantes	169	1.5
- Bd limitaciones muy importantes	64	0.6
Total	233	2.1
Gran Total	11.071	100.0

El examen del mapa de aptitudes agrícolas de Santa Cruz hace necesario tres comentarios:

- Existe una superficie significativa de tierras regables en las zonas secas y húmedas pero hay dificultades para encontrar agua disponible para uso agrícola. La fuente principal está situada en la parte somital y proviene de lluvias o garúa que originan, durante la estación lluviosa, escurrimientos superficiales en este sector; aquí se podría realizar captaciones para regar la parte alta de la zona húmeda cuyas exigencias no son muy grandes.

Posteriormente estos escurrimientos se pierden en las principales fallas y fracturas, en las cavidades internas, en las coladas de lava o en las profundidades de los cauces coluvio-aluviales actualmente poco activos. Es muy difícil captar estos escurrimientos subterráneos a veces muy profundos para regar las zonas prioritarias, es decir la parte inferior de la zona húmeda y la zona seca (ver informe de hidrología).

- Se han cartografiado pocas zonas aptas para pastizales. Esto se debe al sistema mismo de elaboración del mapa de aptitudes agrícolas que permite asignar a cada unidad el uso óptimo en función de las condiciones biofísicas. De esta manera, muchas de las unidades que permiten en el mejor de los casos una explotación agrícola (C3c, C3d, C4c, C4d inclusive C2c) pueden también ser aprovechadas para pastizales cuando las limitaciones se presentan importantes (sub-categoría c) o muy importantes (sub-categoría d).
- Existen grandes superficies cartografiadas como C2c y C2d, es decir con posibilidad de mecanización. Fueron cartografiadas así porque pensamos que pueden ser mecanizadas con las debidas precauciones. En efecto existen limitaciones tanto de profundidad (20-50 cm) como de pedregosidad (10-40 o/o) especialmente en la sub-categoría C2d que excluyen la mecanización con tractores. En tal caso se aconseja el uso de pequeños motocultivadores que deberán permitir la preparación de estas tierras superando así las limitaciones antes mencionadas.

4.3.2 ISLA SAN CRISTOBAL

La zona agrícola de la isla San Cristóbal presenta las características más favorables en comparación con las demás islas del Archipiélago.

4.3.2.1 Limitaciones climáticas

La zona agrícola está ubicada de manera relativamente satisfactoria, pues abarca la parte superior de la zona seca, la totalidad de la zona húmeda; es decir zonas donde existe la posibilidad de explotar una amplia gama de cultivos.

Las principales limitaciones se encuentran:

- En la parte inferior al Sur de la zona Agrícola donde la falta de precipitaciones impide el desarrollo normal de los cultivos.
- En la planicie somital donde la alta humedad atmosférica (nubes y neblina) y la temperatura más baja permiten solamente una explotación ganadera.

4.3.2.2 Limitaciones morfo-edaforológicas

Los suelos de San Cristóbal presentan una gran diversidad, pues se identificaron 11 sub-categorías de las 25 posibles.

Las principales limitaciones son en orden decrecientes de importancia:

- La pendiente y consecuentemente los riegos de erosión en caso de una explotación más intensa y sin cuidado.
- Las deficiencias químicas de los suelos de la zona alta muy húmeda, con un pH un poco ácido y una tasa de saturación de bases inferior al 50 o/o.

Es importante anotar que, contrariamente a las otras islas, los factores de profundidad y pedregosidad no juegan un papel importante a excepción de pequeñas áreas en la zona seca y/o en pendientes fuertes. La textura, generalmente arcillosa, no constituye tampoco una limitación edafológica.

De esta manera son relativamente restringidas las superficies de las sub-categorías que presentan limitaciones muy importantes, siendo las más extensas

las unidades de las sub-categorías con limitaciones ligeras a importantes. Las categorías más difundidas son de tipo C2c (mecanización fácil, riego difícil o imposible, explotación manual aconsejada) con limitaciones importantes.

Las zonas regables tienen extensiones significativas en los sitios El Progreso, Socabón y Goteras; por otro lado en las partes altas existen precipitaciones orográficas así como aportes ocultos de agua por las neblinas que podrían ser aprovechados para la irrigación de las partes bajas.

4.3.2.3 Repartición de las diferentes categorías

	Hectáreas	Porcentaje
- Zonas mecanizables y regables		
- C1b limitaciones ligeras	841	10.2
- C1d limitaciones muy importantes	314	3.8
Total	1.155	14.0
- Zonas de riego y mecanización difíciles		
- C2c limitaciones importantes	1.637	20.0
- C2d limitaciones muy importantes	496	6.0
Total	2.133	26.0
- Zonas de explotación manual aconsejada		
- C3c limitaciones importantes	1.272	15.5
- C3d limitaciones muy importantes	251	3.1
Total	1.523	18,6
- Zonas con cultivos de protección		
- C4c limitaciones importantes	253	3.1
Total	253	3.1
- Zonas para pastizales		
- Pc limitaciones importantes	506	6.2
- Pd limitaciones muy importantes	398	4.8
Total	904	11.0
- Zonas para bosques de protección		
- Bc limitaciones importantes	1.166	14.2
- Bd limitaciones muy importantes	1.079	13.1
Total	1.245	27.3
Gran Total	8.213 ha.	100.0

4.3.3 ISLA FLOREANA

La zona agrícola de la Isla Floreana, a pesar de tener condiciones climáticas y morfo-edafológicas favorables, no tiene mayor importancia por su pequeña extensión. Su producción agropecuaria está orientada casi exclusivamente al autoconsumo por la escasa población de la isla.

4.3.3.1 Limitaciones climáticas

Se trata de una zona favorecida por estar totalmente ubicada dentro de la zona climática húmeda lo que permite utilizar una amplia gama de cultivos.

Además, la existencia de un cinturón casi contínuo de volcanes en la periferie de la zona agrícola impide la entrada de los vientos húmedos provenientes de Sureste, por lo cual la garúa es menor en comparación con las otras islas.

4.3.3.2 Limitaciones morfo-edafológicas

Los suelos de textura arcillosa o franco-arcillosa presentan en general características por tener poca cantidad de piedras y su profundidad casi nunca constituye una limitación insuperable al uso agrícola. Pues la roca madre, aunque a poca profundidad no ocasiona una acentuada discontinuidad en el perfil por estar el suelo desarrollado casi exclusivamente sobre un potente depósito de proyecciones de lapillis de textura fina a media.

4.3.3.3 Repartición de las diferentes categorías

Siendo la mayor parte de la zona agrícola de la Isla Floreana potencialmente regable, es importante señalar que existe relativamente poca agua disponible durante la estación seca. Una de las mayores vertientes (cerca del Asilo de la Paz) está utilizada para proveer agua potable a la población de Puerto Velasco Ibarra.

	Hectáreas	Porcentaje
- Zonas regables y mecanizables		
- C1b limitaciones ligeras	104	33.7
- C1c limitaciones importantes	138	43.2
Total	237	76.9
- Zonas de mecanización y riego difíciles		
- C2c limitaciones importantes	36	11.7
Total	36	11.7
- Zonas de explotación manual aconsejada		
- C3c limitaciones importantes	3	1.0
Total	3	1.0
- Zonas con cultivos de protección		
- C4c limitaciones importantes	9	2.9
Total	9	2.9
- Zonas con bosques de protección		
- Bc limitaciones importantes	23	7.5
Total	23	7.5
Gran Total	308	100.0

4.3.4 ISLA ISABELA

Debido a las condiciones de trabajo en esta isla y por la falta de una cobertura fotográfica correcta, fue imposible realizar una cartografía por fotointerpretación y consecuentemente elaborar el mapa de aptitudes como en las demás islas.

El resultado de los estudios está presentado bajo la forma de un diagnóstico elaborado en función de los datos de campo y esquematizado en el croquis adjunto.

La zonificación de las aptitudes agrícolas de la isla resulta del cruzamiento de la repartición de los dos factores principales.

4.3.4.1 El clima

Las diferentes zonas climáticas se suceden de acuerdo a franjas paralelas orientadas de Suroeste a Noreste. Así encontramos yendo de la parte más baja a la parte más alta:

- La zona seca que llega hasta la altura de La Esperanza.
- La zona húmeda que se termina al pie de la vertiente fuerte al Sur de El Cura.
- La zona muy húmeda hacia arriba.

La mayor parte de la zona agrícola se ubica en las zonas húmeda y muy húmeda, siendo solo el sector Sureste comprendido en la zona seca.

El grado de alteración de las formaciones superficiales y la profundidad de los suelos aumentan paralelamente con la humedad.

4.3.4.2 El conjunto formaciones superficiales/pendientes (Pendientes en el croquis 3)

Desde el punto de vista morfo-edafológico la zona agrícola se caracteriza por una oposición bien marcada entre la parte sur y la parte norte.

La parte sur tiene afloramientos de superficies de derrames volcánicos donde las rocas afloran superficialmente o se encuentran a escasa profundidad; las rocas son cubiertas localmente por suelos arcillosos poco profundos (5-20 cm). Los abruptos terminales que delimitan cada generación de coladas son naturalmente rocosos en su totalidad.

Al contrario la parte norte se encuentran cubierta por una capa casi continua de proyecciones piroclásticas de lapillis por lo cual los suelos son más profundos y los afloramientos rocosos más escasos. En resumen, las condiciones biofísicas en la Isla Isabela no favorecen el desarrollo de las actividades agropecuarias. De las seis zonas identificadas solo una presenta aptitudes bastante favorables, la parte norte de la zona húmeda donde el clima permite una amplia gama de cultivos y los suelos, a pesar de ser arenosos, no constituyen una estricta limitación. En todas las otras partes el clima demasiado seco o húmedo y las propiedades de los suelos son siempre una limitación insuperable a la utilización agrícola.

4.3.4.3 Repartición de las diferentes categorías

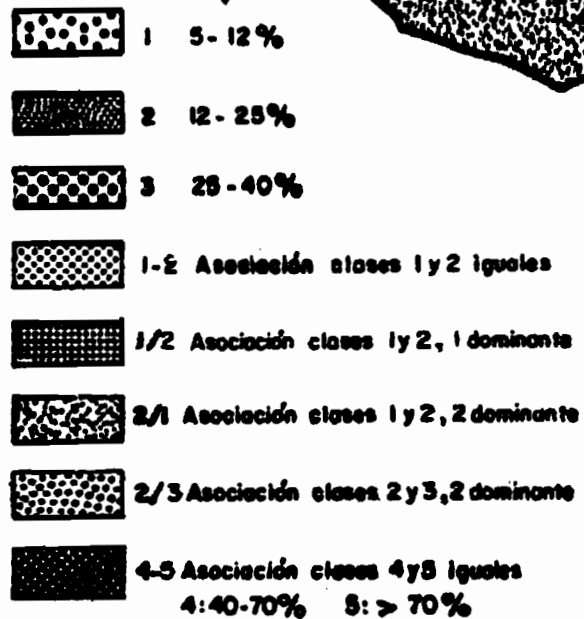
Identificación de la zona		Principales características y limitaciones	Aptitudes agrícolas
Zona alta muy húmeda	Parte Sur	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura discontinua de lapillis - Afloramientos de rocas - Relieves moderados a fuertes - Pendientes dominantes 25-40 o/o - Profundidad 15-30 cm - Textura franco-arcillosa 	Zona apta para pastizales, pero con limitaciones por pedregosidad y profundidad

Identificación de la zona		Principales características y limitaciones	Aptitudes agrícolas
Zona alta muy húmeda	Parte Norte	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura continua de lapillis - Relieves moderados - Pendientes 25-40 o/o - Suelos generalmente profundos - Textura franco-arenosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Zona apta para cultivos de explotación manual - Pastizales recomendados por la humedad
	Parte Sur	<ul style="list-style-type: none"> - Relieves suaves presencia de quebradas - Pendientes 5-15 o/o - Suelos generalmente poco profundos sobre lavas (15-30 cm) - Textura franco-arcillosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Zona para cultivos en las partes con suelos profundos (lapillis) - Pastizales recomendados en otras partes
Zona húmeda	Parte Norte	<ul style="list-style-type: none"> - Relieves muy suaves - Pendientes 5-25 o/o - Profundidad 25-50 cm - Textura franco-arenosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Zona para cultivos arbustivos adaptados a la humedad - Presencia de partes mecanizables y regables - Pastizales mejorados aconsejados
	Conos volcánicos	<ul style="list-style-type: none"> - Relieves fuertes - Pendientes superiores a 40 o/o - Profundidad 10-15 cm - Textura arenosa con gravas y escorias 	<ul style="list-style-type: none"> - Cultivos permanentes arbustivos en las partes bajas - Necesidad de protección para el suelo bosques
	Parte Sur	<ul style="list-style-type: none"> - Relieves moderados - Pendientes 12-40 p/o - Profundidad 5-20 cm - Rocas y piedras aflorantes - Textura franco-arcillosa 	<ul style="list-style-type: none"> - Cultivos de ciclo corto en suelos profundos - Zona marginal para cultivos - Pastizales posibles en zonas de suelos rocosos y/o afloramientos
Zona seca	Parte Norte	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve muy suave - Pendientes 5-25 o/o - Suelos moderadamente profundos (20-40 cm) sobre lapillis - Textura arenosa con gravas 	<ul style="list-style-type: none"> - Cultivos reducidos por falta de humedad - Presencia de partes mecanizables y regables - Riego necesario - Posibilidad de pastizales artificiales con riego

CROQUIS no. 3 - LIMITES DE PENDIENTES

Zona
muy húmeda

Zona húmeda



Zona seca

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De las cuatro zonas agrícolas del archipiélago, el análisis del uso agrícola y de las aptitudes, permite las conclusiones siguientes:

5.1.1 Evaluación del uso actual

- De acuerdo al área reservada para la actividad agrícola existe una sub-utilización de estas tierras, por lo cual la producción no cubre las demandas de la población.
- La diferencia entre producción y demanda es de dos órdenes:
 - . Cualitativa, pues existe demanda de productos agrícolas no cultivados en las islas como el arroz por ejemplo.
 - . Cuantitativa porque la producción de ciertos productos agrícolas que se podrían explotar en las islas, papas y hortalizas por ejemplo, no cubre las necesidades locales lo cual obliga a introducirlos del continente.
- Existe un mal aprovechamiento de la producción agrícola, tal es el caso de los cítricos, naranjas en particular, que se pudren miserablemente por no tener actualmente mercado.
- Se detecta una marcada tendencia de desplazamiento de la mano de obra desde las actividades agropecuarias hacia los sectores de turismo, pesca y servicios en general creando una falta de mano de obra en el campo que da como resultado un descenso de la producción y ciertos efectos colaterales como es la invasión de la guayaba en pastizales y rastrojos.

5.1.2 Evaluación del manejo

- Una parte de los suelos sin vocación agrícola son utilizados con fines agrícolas sin las debidas precauciones (Santa Cruz y sobre todo Isabela).
- El uso de la tecnología (mecanización, riego, fertilizantes, etc.) es incipiente.

5.1.3 Evaluación de las potencialidades

- Existe una zona marginal para el uso agropecuario debido a su reducido tamaño, Floreana.
- Otra zona agrícola tiene condiciones muy desfavorables para el uso agrícola, Isabela.
- Solamente dos islas tienen vocación agrícola, Santa Cruz con suelos poco profundos y pedregosos aptos para ganadería y San Cristóbal con suelos más profundos aptos para agricultura.
- De las cuatro zonas agrícolas, tres (Santa Cruz, San Cristóbal e Isabela) poseen una infraestructura vial que bien podrían envidiar los habitantes de regiones más productivas del continente.

5.2 Recomendaciones

Pueden clasificarse en dos grupos.

5.2.1 Incentivar la producción de las zonas aptas

Gran parte de San Cristóbal, pequeñas áreas de Santa Cruz y otras aún más reducidas de Isabela podrían tener una producción mayor para cuyo efecto se recomienda:

- Mejoramiento de las prácticas culturales mediante la utilización del riego y de una mecanización apropiada (motocultivadores) en las zonas aptas.
- Lucha más eficaz contra las plagas que constituyen las invasiones de plantas introducidas como la guayaba, la pomarosa y la falsa mora; estas plantas no solo limitan la eficiencia de la agricultura pero son también una amenaza para el equilibrio ecológico de las islas. Para lograr este objetivo no se necesita únicamente un voluminoso aporte financiero, sino también un intenso y prolongado esfuerzo de todos los organismos vinculados con la economía del archipiélago.
- Una asistencia técnica agrícola más eficiente para poder introducir mejoras técnicas tales como tratamientos fitosanitarios, selección de variedades adaptadas, etc.

5.2.2 Mejorar la comercialización

La comercialización de los productos agrícolas podría ser mejorada tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Desarrollo de sistemas adecuados de comercialización en cada isla y entre islas con la finalidad de obtener una salida para los productos agrícola y un abastecimiento racional de los centros urbanos; hay que anotar que por la distancia de las islas al continente, la exportación fuera de las islas de productos agrícolas no es muy rentable a excepción tal vez del ganado bovino y de algunos productos ya procesados (enlatados o elaborados).
- Orientar la oferta y la demanda en esta óptica tanto en el aspecto cualitativo como en el aspecto cuantitativo.

- Estudiar la posibilidad de participar en una forma más completa en el abastecimiento de las embarcaciones turísticas operadas por particulares o empresas.
- Encontrar la posibilidad de aprovechar la producción de guáyaba mediante productos transformados elaborados en el archipiélago: jugos, frutas enlatadas, mermeladas, alcohol, etc.

Sin embargo, por las condiciones particulares del medio natural (limitaciones climáticas y morfoedafológicas), el archipiélago de Galápagos deberá ser considerado como una zona marginal para la agricultura.

Contribuir al autoabastecimiento de la población insular debería ser la meta del desarrollo agrícola durante los próximos años.

Anexo

- 1 LISTA DE LAS ESTACIONES
 - 2 PRECIPITACIONES
 - 3 OTRAS CARACTERISTICAS CLIMATICAS
-

1. LISTA DE LAS ESTACIONES

Nombre	Isla	Altitud	Zona climática
Bellavista	Santa Cruz	160	Húmeda
Charles Darwin	Santa Cruz	5	Arida
Seymour	Baltra	45	Arida
Puerto Baquerizo	San Cristóbal	5	Arida/muy seca
El Progreso	San Cristóbal	290	Húmeda
La Soledad	San Cristóbal	410	Seca/húmeda
Pampa Mía	San Cristóbal	500	Muy húmeda
Puerto Villamil	Isabela	5	Arida
Asilo La Paz	Floreana	310	Seca/húmeda
En la Playa	Floreana	5	Arida/muy seca

2. PRECIPITACIONES

Estación y período de funcionamiento	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Bellavista 1964-72, 1978	124.3	109.5	139.8	80.0	69.3	69.8	105.6	67.6	101.7	69.7	66.4	70.9	1074.6
Charles Darwin 1964-75, 1978	71.0	66.4	51.1	59.3	23.8	16.7	11.5	11.1	11.9	12.1	10.5	21.6	367.0
El Progreso 1964-78	210.6	151.4	170.4	161.5	94.8	92.7	110.4	97.9	100.8	71.9	77.3	122.1	1463.6
Puerto Villamil 1964-74, 1978	66.5	46.8	50.6	52.3	21.1	15.8	7.3	6.1	6.9	6.5	14.6	13.8	308.3
Seymour 1964-76	23.2	15.0	29.0	12.8	1.2	0.2	0.1	0.7	0.4	0.5	0.1	0.5	82.3
Pampa Mía 1965-67, 1974-78	205.3	143.2	156.6	166.1	151.8	103.9	148.9	161.2	164.8	114.8	112.9	171.9	1810.5
Asilo La Paz 1965-70, 1972-78	90.6	78.9	107.8	81.4	56.5	45.2	58.7	55.4	70.9	47.1	45.1	68.0	805.5
En la Playa 1974-78	39.1	87.8	120.3	70.5	0.3	5.1	0.0	0.6	0.1	0.0	0.8	1.0	324.9
La Soledad 1974-78	318.5	227.8	209.3	186.7	132.8	112.6	153.0	152.8	85.0	87.9	94.6	132.2	1896.2
Puerto Baquerizo 1964-70, 1974-78	62.8	95.6	119.9	70.6	23.3	4.3	6.6	6.3	5.8	5.1	4.3	10.0	411.3

3. OTRAS CARACTERISTICAS CLIMATICAS

Estación	Temperatura en C°	Humedad relativa en o/o	Nubosidad en décimas	Velocidad del viento m/seg.	Evaporación mm/año
Bellavista	Min. 17.5 (IX)	87 (III-IV)	4 (III-IV)	0.9 (III)	445.5
	Med. 21.7	89	7	1.4	
	Max. 24.6 (III)	92 (VII)	8 (VII-IX)	1.8 (V)	
Ch. Darwin	Min. 21.2 (IX)	82 (X)	3 (III-IV)	1.7 (IV)	840.1
	Med. 23.7	85	5	2.7	
	Max. 26.5 (III)	86 (VIII)	7 (VIII-X)	3.6 (IX)	
El Progreso	Min. 18.3 (IX)	90 (IV)	4 (III)	2.6 (XI)	
	Med. 21.1	92	6	3.2	
	Max. 23.8 (III)	93 (VII-X)	7 (VII-X)	3.9 (VI)	
Pto. Baquerizo	Min. 21.1 (IX)	75 (XI)	3 (III-IV)	1.8 (III)	1546.9
	Med. 23.6	80	4	3.3	
	Max. 26.3 (III)	82 (III)	6 (VIII)	3.9 (VIII)	
Seymour	Min. 22.2 (VIII)	75 (XI)	3 (II-VI)	3.1 (III)	
	Med. 24.7	77	4	4.0	
	Max. 26.7 (II-III)	80 (IV)	5 (XI-XII)	4.8 (VIII-IX)	
Pto. Villamil	Min. 21 (VII)	84 (XI)	2 (II-III)	4.1 (III-IV)	
	Med. 23.7	87	3	4.5	
	Max. 26 (IV)	88 (II)	5 (IX)	4.8 (VII)	

NOTAS:

Min. : valor mínimo

Med. : valor promedio

Max. : valor máximo

Las cifras romanas entre paréntesis se refieren a los números de los meses

4 FORMACIONES ECOLOGICAS

INTRODUCCION

Es muy conocido que la temperatura disminuye progresivamente al aumentar la altitud. Algunos reportes sobre Galápagos demuestran un aumento de la precipitación con la altura. Los vientos que acompañan a la corriente fría de Humbolt, producen en las Islas Galápagos, una biotemperatura promedio, excepcionalmente baja, en relación con la latitud y altitud, a causa de la advección; y, una precipitación menor en cantidad y duración, a la que existiría sin su presencia, especialmente por debajo de los 300 msnm, y aumenta, conforme aumenta la altitud.

Por otra parte, es muy conocido que los climas "marinos" ocasionan una distribución estacional anormal de la biotemperatura en relación con la latitud y/o altitud, y una perturbación en la duración de la época seca.

Por lo expuesto, todas las asociaciones ecológicas de las Islas Galápagos, corresponden a las categorías de atmosféricas frías, pudiendo combinarse con asociaciones atmosféricas secas generalmente hasta los 300 msnm, y húmedas o muy húmedas a mayores altitudes. Es posible que también puedan combinarse con asociaciones edáficas, pero estas no pueden ser determinadas con exactitud por falta de suelos en la mayoría de las islas. Por último en unas pocas depresiones, se identifican asociaciones hídricas, que no son cartografiables a esta escala de estudio.

Agrupando dichas asociaciones, se encuentra que existen las siguientes zonas de vida o formaciones

ecológicas.

matorral desértico Tropical	(m.d.T.)
monte espinoso Tropical	(m.e.T.)
monte espinoso Pre Montano	(m.e.P.M.)
bosque seco Pre Montano	(b.s.P.M.)
bosque muy seco Tropical	(b.m.s.T.)
bosque seco Tropical	(b.s.T.)
bosque húmedo Pre Montano	(b.h.P.M.)

Este orden se observa partiendo del nivel del mar hacia las cimas de los volcanes, sin embargo, no es una regla, así, el bosque seco Pre Montano y sus asociaciones húmedas y muy húmedas se ubican casi exclusivamente en la parte sur de las cimas, concordante con la dirección de la corriente fría de Humbolt que llega en dirección Sur-Este.

DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES ECOLOGICAS

matorral desértico Tropical (m d T)

Comprende dos tipos de asociaciones:

Se trata de una asociación atmosférica fría, por tener una temperatura media anual algo inferior a 24 °C, pese a tener una altitud inferior a 300 msnm, y una estación seca permanente a pesar de que llueve cerca de los 250 mm anuales. Se asienta sobre lava volcánica meteorizada en forma incipiente.

La otra asociación que existe en esta formación, está caracterizada por la vegetación perárida en for-

ma de matorral que está compuesta por cactus pequeños y espaciados de los géneros *Opuntia*, *Brachycereus*, *Trichocereus* y *Armatoureus* como especies dominantes. La fauna está compuesta por aves marinas y reptiles postmarinos. No tiene ningún potencial agropecuario-forestal por la falta de los recursos, suelos y agua.

monte espinoso Tropical (me T)

Corresponde a una asociación atmosférica fría por tener una temperatura media anual inferior a 24 °C. Está comprendido entre la franja del matorral desértico Tropical (mdT) y la cota altitudinal de los 300 msnm, en donde existe una precipitación de 250 - 500 mm anuales.

Se asienta sobre lava volcánica algo más meteorizada que en la formación anteriormente descrita.

La vegetación árida en forma de monte está dominada por palo santo, jaboncillo, guayabillo y manzanillo que subordinan a los cactus. La fauna es muy escasa especialmente en las zonas alejadas del mar. Tampoco tiene potencial agropecuario-forestal dada la escasez de agua y suelo laborable.

monte espinoso Pre Montano (m.e.P.M.)

Se trata de una asociación atmosférica fría, ya que tiene una temperatura media anual inferior a los que corresponde a estas altitudes, pues se ubica sobre los 300 msnm a excepción de las secciones del sur de los cráteres; su precipitación media anual es algo inferior a los 500 mm, repartidos de mayo a septiembre.

Se asienta sobre lava volcánica mejor meteorizada que en la formación anteriormente citada, dando origen a un suelo muy superficial, que son capaces de sostener a la guayaba, al pega-pega y al jaboncillo que se levantan por sobre el palo santo y guayabillo desplazando casi totalmente a los cactus.

En esta formación se ubica la llamada "zona de colonización" en donde se asientan Tomás de Berlanga, Loja, Los Tintos, Pretoria y otros puntos escasamente poblados.

Sus habitantes viven de pequeñas chacras de maíz duro, fréjol, tomate, café, sandía y yuca. La guayaba se ha convertido en una planta invasora y existe durante todo el año.

En la mayoría de los años la población vive en condiciones difíciles por la falta de agua que no abastece ni al consumo humano. La fauna nativa ha sido reemplazada por chivos que destrazan la flora natural y diseminan la guayaba.

bosque seco Pre Montano (b.s.P.M.)

En esta formación se distinguen dos asociaciones ecológicas, una atmosférica fría y húmeda y otra atmosférica fría muy húmeda, ubicadas en la sección sur de los cráteres. La temperatura media anual es algo superior a los 16 °C, y la precipitación media en forma de garúas, apenas sobre pasa los 500 mm bien repartidos en el año; esto produce condiciones húmedas y muy húmedas con la ayuda del rocío.

En el volcán Alcedo es el habitat del galápagos y el gavián, mientras que en el volcán Sierra Negra se ha dedicado a pastos, con aceptables rendimientos.

Las zonas no intervenidas han sido invadidas por asnos y perros salvajes en estado de desnutrición crónica, los mismos que actualmente están siendo eliminados.

Es la única formación que tiene suelo agrícola y agua en los pozos que forma la lava; por consiguiente existe un relativo potencial agrícola-ganadero de subsistencia; sin embargo la población humana es muy reducida en Sierra Negra y no existe en el Alcedo.

bosque muy seco Tropical (b.m.s.T.)

En esta formación existen las asociaciones edáfica fértil, atmosférica húmeda y la edáfica seca.

Los límites de esta formación están entre la franja del monte espinoso Tropical (me T) y la cota de los 300 msnm, con una temperatura algo más de 24 °C y una precipitación media anual de 500 - 1000 mm.

Se asientan sobre suelos derivados de antiguos sedimentos marinos levantados o intemperizados, donde los depósitos sedimentarios son principalmente de pizarra y arenisca. Desde el punto de vista agrícola estos suelos son relativamente pobres, por lo que su utilización sería únicamente para pastizales.

Entre los cultivos que existen en esta formación es-

tán el maíz duro, yuca, pero que requieren de un riego complementario. La vegetación semihúmeda que corresponde a esta formación está representada por orquídeas, gaubillo, cafetillo, lechoso, Huicundo.

bosque seco Tropical (b.s.T.)

Esta formación ecológica está representada por la asociación edáfica fértil. Las características climáticas en cuanto a altitud y temperatura son similares a la anteriormente descrita, variando tan solo en la precipitación que tiene un rango de 1000 - 2000 mm anuales.

Se asientan sobre suelos desarrollados de cenizas volcánicas recientes, localizados sobre ondulaciones suaves a lomas de pendientes regulares. La vegetación que caracteriza a esta formación está formada por Licopodios, cacaotillo, lengua de serpiente, hierba de burro.

bosque húmedo Pre Montano (b.h.P.M.)

Esta formación abarca una asociación atmosférica húmeda, y se extiende altitudinalmente desde los 300 hasta los 2000 msnm, donde la temperatura oscila entre los 18 - 24 °C teniendo como precipitación media anual de 1000 - 2000 mm.

Se desarrolla sobre suelos derivados de cenizas volcánicas y otros materiales, pero con presencia de cuarzo, más o menos meteorizados.

La vegetación característica de esta zona está conformada principalmente por orquídeas, cola de caballo, helechos arbóreos.

Asociaciones Ecológicas

En las diferentes formaciones ecológicas existentes en las Islas Galápagos, a más de la asociación atmosférica fría descrita en las zonas matorral desértico Tropical (mdT), monte espinoso Tropical (meT) y monte espinoso Pre Montano (mePM) se encuentran las siguientes asociaciones:

Asociación Edáfica Seca (AES)

Que son áreas ocupadas por una comunidad vegetal, desarrolladas sobre suelos muy superficiales, pedregosos o con presencia de lava. Su identificación en las zonas climáticas depende únicamente

del estado de la vegetación, siendo la de menor tamaño y menos densa la vegetación representativa de la zona ecológica más seca.

Asociación Atmosférica Húmeda (AAH)

A este tipo de asociación se lo puede identificar cuando las condiciones climáticas locales se desvían de lo normal, por exceso de humedad, como es el caso del contacto de la vegetación y superficie del suelo en forma periódica con la neblina, y el rocío especialmente, así como por la presencia de la capa freática elevada sobre una capa de arcilla, lo que sirve para que el área tenga una humedad mayor a la que verdaderamente le corresponde cuando está en una zona climática pura.

Asociación Atmosférica muy Húmeda (AAMH)

Son áreas caracterizadas por la presencia constante de la neblina y el rocío sobre la vegetación y el suelo, por la capa freática alta durante todo el año, lo que da a la zona un elevado contenido de humedad, que es demostrado por la presencia abundante de plantas epifitas, musgos y helechos gigantes, que dan la apariencia de otra zona ecológica con características climáticas diferentes (precipitación).

Asociación Edáfica Fértil(AEF)

Son formaciones ecológicas desarrolladas sobre suelos jóvenes, generalmente de origen volcánico y de rocas de composición básica, que son mucho más fértiles que el resto de unidades edáficas de la zona ecológica pura, lo que se demuestra por el desarrollo exuberante de la vegetación.

Transición (mdT - meT)

Es una forma de representación de dos zonas ecológicas que se encuentran inmersas en el interior de una unidad de suelo o formación vegetal, y que no ha sido posible graficarlo por separado; también puede ser el caso de que estas unidades estén divididas por una cota altitudinal. Sus características son las de las formaciones indicadas en estas asociaciones.

5 MAPAS TEMATICOS

**Impresión a cargo del I. G. M.
Instituto Geográfico Militar**

Dictado de Mapas Impresos

en blanco y negro:

ISLAS GALAPAGOS
SANTA MARIA - SAN CRISTOBAL
Mapa de Recursos Hídricos
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
ISABELA SUR
Mapa de Recursos Hídricos
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
SANTA CRUZ
Mapa de Recursos Hídricos
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
PINTA - MARCHENA - GENOVESA
Mapa Ecológico
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
ISABELA NORTE - FERNANDINA
Mapa Ecológico
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
ISABELA SUR - FERNANDINA
Mapa Ecológico
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
SANTA CRUZ - BALTRA - SANTIAGO
RABIDA - PINZON
Mapa Ecológico
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
SAN CRISTOBAL - SANTA FE
Mapa Ecológico
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
SANTA MARIA - ESPAÑOLA
Mapa Ecológico
1:100.000

en color:

ISLAS GALAPAGOS
PINTA - MARCHENA - GENOVESA
Mapa formaciones vegetales
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
ISABELA NORTE - FERNANDINA
Mapa de formaciones vegetales
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
ISABELA SUR - FERNANDINA
Mapa de formaciones vegetales
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
SANTA CRUZ - BALTRA - SANTIAGO
RABIDA - PINZON
Mapa de formaciones vegetales
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
SANTA MARIA - ESPAÑOLA
Mapa de formaciones vegetales
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
SAN CRISTOBAL - SANTA FE
Mapa de formaciones vegetales
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
SANTA CRUZ - BALTRA - SANTIAGO
RABIDA - PINZON
Mapa Geomorfológico
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
ISABELA SUR - FERNANDINA
Mapa Geomorfológico
1:100.000

ISLAS GALAPAGOS
SAN CRISTOBAL - SANTA FE
Mapa Geomorfológico
1:100.000

**ISLAS GALAPAGOS
PINTA - MARCHENA - GENOVESA
Mapa Geomorfológico
1:100.000**

**ISLAS GALAPAGOS
ISABELA NORTE - FERNANDINA
Mapa Geomorfológico
1:100.000**

**ISLAS GALAPAGOS
SANTA MARIA - ESPAÑOLA
Mapa Geomorfológico
1:100.000**

**ISLAS GALAPAGOS
ZONAS AGRICOLAS
SANTA MARIA - SANTA CRUZ - SAN CRISTOBAL
Mapa Morfo-pedológico
1:50.000**

**ISLAS GALAPAGOS
ZONAS AGRICOLAS
SANTA MARIA - SANTA CRUZ - SAN CRISTOBAL
Mapa de formaciones vegetales y uso actual del suelo
1:50.000**

**ISLAS GALAPAGOS
ZONAS AGRICOLAS
SANTA MARIA - SANTA CRUZ - SAN CRISTOBAL
Mapa de Aptitudes Agrícolas
1:50.000**

CONTENIDO

PRESENTACION	3
1 INVENTARIO CARTOGRAFICO DE LOS RECURSOS	5
2 RECURSOS HIDRICOS DE LAS ZONAS HABITADAS	91
3 RECURSOS BIOFISICOS (clima, vegetación, relieve y suelos) DE LAS AREAS DE COLONIZACION	115
4 FORMACIONES ECOLOGICAS	153
5 MAPAS TEMATICOS	157



**Coordinación de la Edición
y Fotografías
José Rodríguez Rojas**

**Levantamiento de textos
Sonia de Maldonado**

**Diagramación y Diseño
Luis Maldonado Ortega**

**Impreso en los Talleres de la
Editora Nacion:**

Tiraje 1.000 ejemplar

Quito - Ecuador, 19