

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

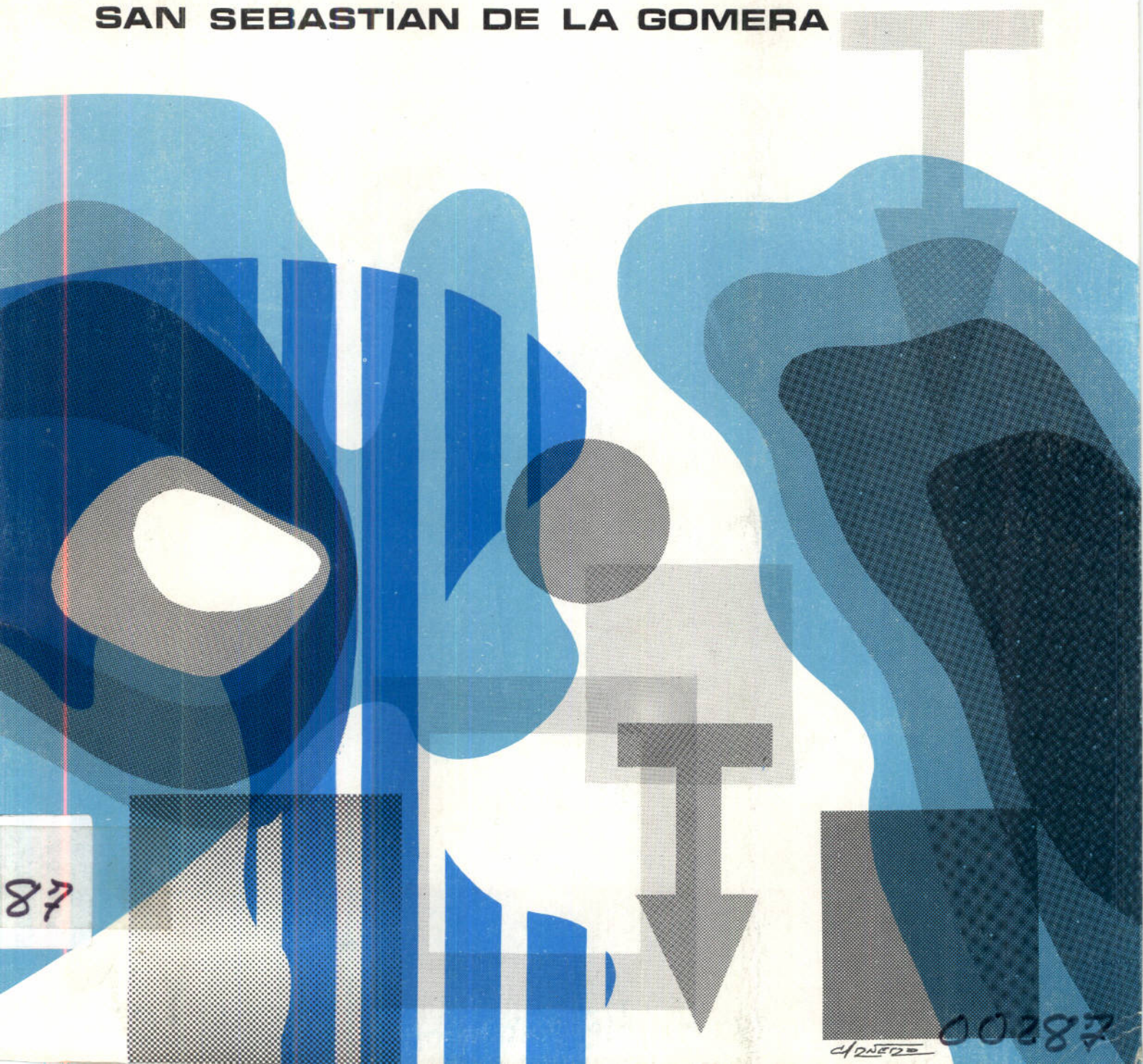
HOJAS	9-10/10/9-10/11
	89 / 90

00287

MAPA GEOTECNICO GENERAL

STA. CRUZ DE LA PALMA

SAN SEBASTIAN DE LA GOMERA



87

00287

cl/2NE20

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOTECNICO GENERAL
E:1/200.000**

**STA. CRUZ DE LA PALMA
SAN SEBASTIAN DE LA GOMERA**

HOJAS 9-10 / 10 / 9-10 / 11 / 89 / 90

El presente estudio ha sido realizado por
GEOTEHIC, S.A. Ingenieros Consultores en régi-
men de contratación con el Instituto Geológico y
Minero de España

Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal M32368 - 1976

Talleres Gráficos IBERGESA - Crta. de Burgos km 12,200 - Madrid

INDICE

	pág
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	3
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	8
Sustrato volcánico	9
Evolución geológica	11
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	11
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	16
Formaciones superficiales	16
Sustrato	17
2.5. Características geomorfológicas	20
2.6. Características hidrogeológicas	23
2.7. Características geotécnicas	26
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	31
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	31
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	31
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	31
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	32

1. INTRODUCCION

El estudio del comportamiento mecánico del subsuelo constituye hoy una técnica muy desarrollada, investigadora de las tensiones y deformaciones que el suelo experimenta bajo estados de carga. No puede decirse lo mismo de la cartografía geotécnica, ya que, dada la complejidad de los posibles problemas a considerar, resulta difícil su representación en un número limitado de documentos gráficos. Esta es la razón por la que no se ha llegado a establecer en el mundo una sistemática para la confección de mapas geotécnicos.

Ante esta situación ha sido preciso establecer una metodología para la confección de mapas geotécnicos en nuestro país, para la que se ha tenido presente los resultados de dos estudios realizados:

- Cartografía geotécnica que se realiza en el mundo, sus finalidades, sus métodos y sus resultados.
- Problemas geotécnicos derivados del desarrollo inmediato en nuestro país.

Se han establecido los criterios de clasificación de los terrenos. Dado que esta clasificación hay que obtenerla a partir de innumerables datos de tipo geológico y mecánico, se ha establecido el tratamiento que es necesario dar a aquéllos para llegar a resultados utilizables.

Se consideran factores principales para la confección de mapas de aptitud de terrenos, la topografía y morfología; las formaciones litológicas blandas y consolidadas, así como sus características mecánicas; niveles freáticos y posibilidades de drenaje. Los factores secundarios serán los que se refieren a la climatología, sismología y la existencia o no de recursos naturales (agua, vegetación, arbolado, materiales rocosos para construcción).

La cartografía geotécnica es, pues, aquella rama de la geotecnia que mediante estudios de investigación de la estructura tectónica de la corteza terrestre, composición de

las rocas que forman la parte más superficial de la misma, análisis de los fenómenos geológicos actuales —aguas subterráneas y geomorfología—, y con las experiencias habidas en otras zonas geológicas y geográficas similares, establece una distribución de las condiciones geotécnicas de la corteza terrestre, explica el carácter zonal y regional de la distribución de los procesos y fenómenos geotécnicos, descubre los factores que rigen las condiciones geológicas para la construcción, y predice los cambios que en las condiciones geotécnicas pueden producir esas construcciones.

Los mapas geotécnicos serán mapas geológicos en los que se incluyen las características geotécnicas necesarias para el cálculo de estructuras industriales y urbanas, diferenciándose de aquéllos por suministrar datos cualitativos y cuantitativos del terreno, que podrán ser de aplicación inmediata en obras de construcción e ingeniería civil.

El fin de estos mapas será determinar las propiedades técnicas de cada unidad de clasificación y qué límite extensional, según los cambios de las mismas.

Los mapas "Generales" facilitarán, dentro de las limitaciones que impone la escala 1:200.000, las características físicas y mecánicas de los terrenos y sus límites de variación según varíen sus condiciones geológicas, hidrogeológicas, geomorfológicas, geodinámicas y geotécnicas.

Los resultados obtenidos durante la realización de los mismos se incluyen de forma sintetizada en el presente documento, quedando el conjunto de datos barajados para su elaboración archivados de forma sistemática en este Organismo, encargado, aparte de esta primera fase de confección, de su actualización en el tiempo a medida que se perfeccionen las técnicas de investigación, valoración y representación.

2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA

Se describen, seguidamente, todos aquellos factores que tienen una incidencia más o menos directa sobre las características geotécnicas o geomecánicas de los materiales, tales como:

- . Factores físico-geográficos (situación geográfica, climatología, etc.)
- . Factores geológicos (litología, evolución geológica)
- . Factores geomorfológicos (topografía, modelado, alteración)
- . Factores hidrogeológicos (escorrentía y drenaje, hidrología subterránea)

Resulta obvio que la influencia relativa de estos factores sobre la problemática geotécnica es muy variable y está en consonancia con el ámbito geológico-geográfico considerado, y asimismo con la variada gama de aplicaciones a la que se puede dedicar el presente estudio.

También se hace en este capítulo la división de la Hoja en Regiones y Areas, de acuerdo con los criterios que se establecen en el apartado 2.3.

2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

La Hoja número 9/10-10 (STA. CRUZ DE LA PALMA) comprende íntegramente la isla de La Palma y el extremo más noroccidental de la isla de Tenerife. La Hoja queda comprendida entre las coordenadas geográficas:

28° 20' 00'', 29° 20' 00'' de latitud N, y
15° 51' 14'', 55 y 18° 11' 14'', 55 de longitud O (Meridiano de Greenwich)

La Hoja número 9/10-11 (SAN SEBASTIAN DE LA GOMERA) está comprendida entre las coordenadas:

27° 40' 00", 28° 20' 00" de latitud N, y
16° 51' 14", 55 y 18° 11' 14", 55 de longitud O (Meridiano de Greenwich);

incluye las islas de El Hierro y La Gomera, además de una pequeña porción del extremo SO de Tenerife: esta última isla ha sido ya objeto de un estudio similar al presente *.

La isla de La Palma tiene una superficie total de 728 km² y su contorno presenta una forma aproximada de triángulo isósceles con la base dirigida hacia el N. Ocupa el sector E de la Hoja.

Los núcleos de la población más importantes son Sta. Cruz de la Palma, capital de la isla, con 13.163 hab ** en su municipio, Los Llanos de Aridane (12.118 hab), El Paso (5.534 hab), San Andrés y Sauces (5.399 hab), Breña Alta (4.290 hab) y Mazo (3.771 hab). La Palma pertenece administrativamente a la provincia de Sta. Cruz de Tenerife, estando comunicada regularmente con esta isla por vías marítimas y aérea. Las comunicaciones interiores se realizan por carretera, existiendo dos principales con categoría de carreteras comarcales: la C.C-830 que une Sta. Cruz con el extremo NO de la isla, Puntagorda, y la C.C-832 que, partiendo igualmente de Sta. Cruz, circunvala la isla por su costa S y NO; la denominada carretera de La Cumbre está trazada en dirección E-O, atravesando con un túnel de 1 km de longitud por debajo de la gran dorsal montañosa de la isla y uniendo los dos núcleos de población principales: Sta. Cruz en la costa E y Los Llanos de Aridane en la costa O. Numerosas pistas de tierra y grava completan la red vial.

Desde el punto de vista orográfico y morfológico, destaca el gran edificio volcánico que ocupa la mitad N de la isla con la Caldera de Taburiente, cráter de 18 km de perímetro y 770 m de profundidad, que se prolonga hacia el S con una dorsal de cumbres de altitud superior a los 1.200 m. La actividad volcánica cuaternaria ha sido muy acusada, lo que ha producido un avance de las costas mantenido prácticamente hasta nuestros días (veril de los 200 m de profundidad inmediata a la línea de costa). Testigos excepcionales de este volcanismo histórico son las coladas escoriáceas y conos de lapilli de los volcanes S. Antonio (erupción en 1966), San Juan (erupción en 1949) y el reciente Teneguía (erupción en 1971). En consecuencia, el relieve tiene carácter juvenil, especialmente marcado en la mitad meridional de la isla, donde las pendientes laderas se prolongan con muy poca inflexión desde las zonas de cumbres hasta el litoral.

La elevada altitud media del terreno, con cimas que llegan a los 2.426 m (Roque de los Muchachos), unido a la ubicación plenamente atlántica de la isla, condicionan su clima cálido y húmedo. Prácticamente toda ella está recubierta de vegetación arbustiva y arbórea; eucaliptus y coníferas se suceden en densos bosques por las laderas, salvo en los calveros del borde de la Caldera de Taburiente y en las zonas bajas costeras, más dedicadas al cultivo de plataneras. La formación de suelos es muy acusada, tanto en las acumulaciones piroclásticas de lapillis como en los afloramientos de coladas alternantes de escorias soldadas y basaltos columnares.

En un relieve tan agreste el poder erosivo es considerable, y muestra de ello son los abundantes barrancos que en sentido radial excavan sus cauces en los materiales más antiguos de la mitad N de la isla (barrancos de Las Angustias, S. Juan, del Agua, Gallegos, Franceses, etc.).

* Mapa Geotécnico General de Sta. Cruz de Tenerife. IGME 1972.

** Censo de Población de España. Instituto nacional de Estadística 1970.

Además de las lluvias de tipo orográfico, la condensación de vapor de agua en las zonas altas representa un papel importante en el mantenimiento de los recursos hidráulicos de la isla que, en este aspecto, se presenta como la mejor dotada del Archipiélago. Numerosas galerías trazadas atravesando el macizo montañoso de la Caldera suministran caudales de agua que en la actualidad son más que suficientes para el consumo de la población y los usos agrícolas. Se encuentran igualmente fuentes permanentes, si bien cauces con corrientes de agua constantes sólo los hay en el interior de la Caldera de Taburiente.

El Hierro ocupa la posición más occidental dentro del archipiélago canario. Su extensión es de 278 km² y su altitud máxima 1.500 m. Las costas son en general acantiladas, formadas por coladas de materiales volcánicos escoriáceos y basálticos; los fondos marinos del entorno de la isla alcanzan rápidamente grandes profundidades que llegan hasta los 2.500 m. La orografía de El Hierro queda caracterizada por una dorsal, con ligera concavidad hacia el N, en la que se sitúan las máximas altitudes de la isla; en su vertiente meridional se resuelve en una prolongada ladera interrumpida por la línea de costa, mientras que el sector septentrional presenta un acusado escarpe a cuyo pie la acumulación de derrubios y, sobre todo, las erupciones recientes, han configurado un amplio sector de costa baja, que recibe la denominación local de "El Golfo".

La Gomera tiene contorno circular, con una extensión de 378 km². Su máxima altitud es de 1.275 m, culminación en el Alto de Garajonay de una amplia meseta de 40 km² que forma el macizo central de la isla. La costa es acantilada, con algunas pequeñas playas que vienen a corresponder con la desembocadura de profundos barrancos. A causa de la acción remontante erosiva las laderas son particularmente abruptas, con desniveles del orden de centenares de metros, lo que origina un relieve agreste y plantea graves problemas en el trazado de vías de comunicación. En medio del paisaje destacan grandes enclaves rocosos, restos de chimeneas volcánicas exhumadas, que reciben los nombres de "roques" y "fortalezas".

Administrativamente, ambas islas pertenecen también a la provincia de Sta. Cruz de Tenerife. La población total de La Gomera es de unos 25.000 hab (5.321 hab en la capital, San Sebastián de La Gomera) y en El Hierro sólo se alcanza un censo total de 7.000 hab, de los que 3.190 corresponden a su capital, Valverde *. Las comunicaciones interinsulares se realizan por vías marítima y aérea en el caso de El Hierro, y por vía marítima solamente, en el caso de La Gomera. La red vial está constituida por carreteras de categoría local, algunas de ellas en fase de mejoramiento del firme, completándose con pistas que enlazan los centros de población más aislados; en el caso particular de la isla de La Gomera existe una red de pistas forestales realizadas por ICONA, que acortan considerablemente la distancia entre zonas extremas de la isla, atravesando el macizo central de la misma.

Los recursos hidráulicos de estas islas se mantienen en un cierto equilibrio con las necesidades de consumo actuales. En ambas son importantes los aportes representados por la condensación del vapor de agua atmosférico sobre la superficie del terreno y por las lluvias orográficas, fenómenos meteorológicos ligados al relieve enérgico de las islas y a su situación geográfica, bajo la influencia de los vientos atlánticos del NO cargados de humedad. La mayor extensión superficial y el mayor porcentaje de tierras situadas por encima de la cota de 400 m hacen de La Gomera la isla más beneficiada, dentro de la Hoja, en el aspecto hidráulico; el aprovechamiento de las aguas que en régimen torrencial recorren periódicamente los fondos de los barrancos obliga a la construcción de embases

* Censo de Población de España. Instituto Nacional de Estadística 1970.

de regulación para la distribución gradual de las reservas fuera de las épocas de lluvias; el consumo se lleva a cabo fundamentalmente en fines agrícolas, existiendo un buen número de estos embalses (Los Chejelipes, Charco Tapado, Izcague, Benchijigua, Agulo, Liria, etc.), distribuidos por toda la isla.

El Hierro, aunque alcanza una altitud máxima (Malpaso 1.500 m) superior a la de La Gomera, tiene, por su menor extensión, un volumen de precipitaciones también inferior. El aprovechamiento de las aguas subálveas se realiza habitualmente mediante pozos; sin embargo, con la reciente puesta en marcha de explotaciones plataneras en las zonas costeras del O y de "El Golfo", se ha comenzado la construcción de galerías con resultados prometedores en cuanto a caudales de agua aprovechables se refiere.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

El estudio climático de las islas ha sido realizado con los datos periódicos disponibles, procedentes del observatorio de Buenavista (La Palma) en su mayor parte, y complementados con otras observaciones de las estaciones situadas en Tenerife (Sta. Cruz, Los Rodeos e Izaña). De La Gomera y El Hierro no se tienen datos suficientes por lo que deberán asimilar los referidos a La Palma.

Asimismo, han sido tenidos en cuenta datos complementarios insertos en diversas publicaciones de los Ministerios del Aire, Agricultura y Obras Públicas. El total de información recopilada hace referencia a temperaturas, precipitaciones, índices de evapotranspiración, días de sol, etc.

La situación geográfica de las islas, condiciona un clima de tipo atlántico con aportes de masas de aire húmedo que, arrastradas por los vientos alisios, ven interrumpido su paso por los relieves montañosos de ambas islas, produciéndose entonces nubosidad y precipitaciones. Se distinguen claramente dos zonas dentro de cada isla: Barlovento, en la zona septentrional, con mayor nubosidad, y gran desarrollo de la vegetación, que llega a tener caracteres tropicales y Sotavento, con orientación a mediodía, donde la disminución de la nubosidad y el consiguiente aumento de insolación favorecen los cultivos agrícolas y en especial, las plantaciones de plataneras; en esta zona la formación de suelos por alteración es menor. Las variaciones climáticas anuales de las islas no son muy acentuadas, produciéndose una mejoría gradual hacia los meses del verano por influencia del anticiclón de las Azores.

Temperaturas

La temperatura media del aire varía entre 13° C y 21° C, valores que corresponden generalmente a los meses de enero y agosto, respectivamente. La mínima absoluta mensual se establece entre 5° C y 9° C, variando de unos años a otros entre los meses de enero y febrero, mientras que a la máxima absoluta mensual corresponden valores de 23° C a 37° C, y se da en agosto o septiembre. En verano las altas temperaturas son contrarrestadas en parte gracias al elevado índice de humedad y a la constante influencia de las brisas oceánicas.

Precipitaciones y humedad relativa

Los mayores valores de precipitación se registran en los últimos y primeros meses del año, con un máximo mensual de oscilación entre 140 y 180 mm/m². La humedad

relativa media anual tiene un máximo superior del 85 por ciento en las primeras horas de la mañana, el cual desciende al 75 por ciento hacia las 13 h; los valores medios mensuales no son nunca inferiores al 60 por ciento. No se han registrado precipitaciones en forma de nieve o granizo, como tampoco escarchas; las nieblas por el contrario, son frecuentes.

Insolación, nubosidad y vientos

La insolación alcanza valores medios máximos en el mes de julio (entre 212 y 270 h mensuales), pero varía considerablemente de las zonas costeras a las zonas centrales, de elevada altitud, donde es frecuente una cobertura de nubosidad adherida a las cumbres.

Los vientos predominantes provienen del NO y N, y tienen una velocidad media de 12 a 18 km/h.

Para la determinación del coeficiente medio anual de reducción para cada clase de obra, se ha supuesto cada una de ellas repartidas uniformemente a lo largo de los 365 días del año, y éstos en los doce meses con arreglo a la tabla siguiente, en la que no se han tenido en cuenta los días festivos.

ENERO	0,0849	JULIO	0,0849
FEBRERO	0,0767	AGOSTO	0,0849
MARZO	0,0849	SEPTIEMBRE	0,0822
ABRIL	0,0822	OCTUBRE	0,0849
MAYO	0,0489	NOVIEMBRE	0,0822
JUNIO	0,0822	DICIEMBRE	0,0849

Multiplicando los valores del cuadro anterior por los coeficiente de reducción correspondientes a cada mes y sumando los productos de los doce meses del año, se han obtenido los coeficientes medios anuales, para las distintas clases de obras, expuestos a continuación:

Coeficientes medios anuales para la obtención del número de días útiles de trabajo a partir del número de días laborables

CLASE DE OBRA				
Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
0,966	0,827	0,972	0,820	0,870

Estos resultados se han obtenido tomando como base datos procedentes de las diversas estaciones climatológicas de la provincia dada la insuficiencia de información procedente exclusivamente de la Hoja de Sta. Cruz de Tenerife.

INTERPRETACION DE LOS DATOS CLIMATICOS

Los caracteres climáticos de La Palma vienen determinados por las precipitaciones (de modo peculiar por la condensación de vapor de agua sobre la superficie del terreno),

por la rápida elevación del terreno a partir de la costa hasta llegar a la amplia zona axial de altitud superior a los 1.000 m, así como por el elevado índice de humedad relativa (65-80 por ciento). A estos factores se suma el predominio de vientos húmedos procedentes del Atlántico noroccidental y el alto índice de insolación debido a la latitud y se obtiene un clima templado y húmedo, tanto en la costa como en el interior, si bien en las zonas altas las temperaturas medias descienden considerablemente.

Estas condiciones climáticas favorecen la meteorización química de las rocas, sobre todo si se tiene en cuenta el incremento de acidez en las aguas meteóricas, consecuencia por una parte de la circulación a través de extensos suelos humificados y, por otra, de la incorporación de aniones sulfurosos procedentes de la alteración de gránulos de pirita contenidos con frecuencia en los basaltos.

La vegetación abundante facilita la fragmentación de las capas superficiales de roca por el efecto mecánico que resulta del desarrollo de las raíces, produciéndose en zonas de pendiente acusada desprendimientos de bloques y fomentando, en cualquier caso, la acumulación de suelos y de coluviales.

En la isla de La Gomera se pueden distinguir dos zonas climáticas bien diferenciadas, a causa de factores altimétricos y morfológicos: la zona de costa y valles de erosión, y la zona de la meseta central; el límite de separación natural entre ambas zonas lo constituyen las prolongadas laderas intermedias donde los caracteres climáticos se confunden. Los valles se prolongan desde las zonas del interior, al pie mismo de la gran planicie central, hasta la zona de costa donde la abrasión marina y los aportes coluviales y aluviales han formado superficies de topografía moderada; el encajamiento de los valles, con sus fondos rellenos por suelos de vega, los resguarda de los vientos más fuertes, creando condiciones ambientales aptas para cultivos subtropicales, condiciones que se extienden igualmente a la rasa litoral, en las desembocaduras de los barrancos.

Por el contrario, las zonas altas centrales constituyen una amplia meseta ligeramente abombada, en la que la elevada altitud media crea condiciones aptas para la retención de la humedad atmosférica durante todo el año. Por ello, la formación de suelos de alteración es muy acusada, estando la zona prácticamente cubierta de vegetación, sobre todo de especies arbóreas de gran talla: hayas, cedros, pinos, abetos, eucaliptos, etc.

En la isla de El Hierro las condiciones climáticas son algo diferentes, como consecuencia de su menor extensión superficial y de una topografía rejuvenecida por erupciones recientes cuaternarias que, en cambio, no se han producido en La Gomera. La gran dorsal que forma la divisoria orográfica de la isla presenta un clima húmedo y frío, con profusión de especies vegetales, en especies coníferas de gran porte, que tienen una mayor densidad en las laderas de "El Golfo" y de Sotavento, hasta una cota aproximada de altitud de 900 m; por debajo de ella el clima es menos húmedo y la temperatura media asciende algunos grados.

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

El Mapa Geotécnico General, a E 1:200.000, que acompaña a esta Memoria, tiene como base de partida la cartografía geológica disponible de las islas; en lo que se refiere a La Gomera se hace de uso imprescindible la cartografía a E 1:50.000 de la isla, realizada por T. Bravo, de la Universidad de La Laguna; para la isla de El Hierro se han utilizado diversos trabajos geológicos y fundamentalmente el mapa lito-hidrológico, a E 1:100.000, realizado por E. Dupuy de Lôme y A. Marín Bárcena *, completados con la observación directa sobre el terreno; finalmente, para la síntesis geológica de La Palma han sido de inestimable ayuda los numerosos trabajos monográficos publicados por el Departamento

* Véase Bibliografía.

de Petrología de la Universidad Complutense de Madrid, del Instituto "Lucas Mallada" (CSIC).

En el presente apartado se hace un breve resumen de los términos litoestratigráficos que figuran en la cartografía citada, con el fin de que sirva de introducción a los capítulos siguientes dedicados a los aspectos específicamente geotécnicos.

SUSTRATO VOLCANICO

La Gomera está constituida por un escudo de materiales volcánicos considerablemente erosionado. La superposición de diversos ciclos efusivos independientes, se hace evidente en las discordancias erosivas que se pueden encontrar en el contacto entre formaciones sucesivas. Se observa, igualmente, una translación de los centros de emisión volcánicos hacia el S y SE, zonas en las que se produce una mayor acumulación de productos efusivos más recientes.

El Hierro, formada análogamente por sucesivas fases de emisión independientes, ofrece sin embargo una marcada diferencia con La Gomera, debido a que gran parte de su superficie actual ha quedado cubierta por las erupciones cuaternarias que proporcionan a la isla una fisonomía propia, con abundantes conos de piroclastos bien conservados, "malpaisés", etc. no observables en La Gomera.

La isla de San Miguel de la Palma reúne en su constitución geológica caracteres comunes con las otras dos islas citadas, lo cual, unido a su peculiar morfología, le confiere un conjunto de rasgos diferenciales muy acentuado dentro del Archipiélago Canario.

Siguiendo un orden decreciente de antigüedad, se han diferenciado los tramos vulcano-estratigráficos principales que se describen a continuación.

COMPLEJO DE ROCAS BASALES

Aflora exclusivamente en La Palma y en La Gomera. Lo forman un conjunto de diques, intrusiones y apófisis de rocas hipoabisales básicas y ultrabásicas, holocristalinas, granudas o microgranudas. Los diques se entrecruzan formando un entramado cuyos huecos se encuentran ocupados por otras rocas de génesis anterior. Unas características importantes en lo que se refiere a la meteorización de estos materiales es la presencia de pirita dispersa en forma de gránulos o filoncillos, en la roca, y que en el ambiente cálido y húmedo de la isla se altera con rapidez, facilitando la meteorización del material. Destacan en la zona superior de la Serie lavas de emisión submarina (pillow-lavas e hialoclastitas), de naturaleza basáltica.

Esta serie se encuentra en el sector N de La Gomera y ocupa una extensión aproximada de 45 km². Su afloramiento más meridional se encuentra a una altitud de 1.450 m, en las proximidades del Alto de Garajonay. En La Palma comprende la zona central de la Caldera de Taburiente.

AGLOMERADOS VOLCANICOS

Se asientan en contacto directo sobre el Complejo de Rocas Basales. Son aglomerados volcánicos compactos que engloban, dentro de una matriz vítrea, fragmentos poligénicos heterométricos. Estos materiales sufren una alteración intensa, dando origen a extensos suelos limo-arcillosos, con abundantes cantos.

Subyaciendo a estos materiales o bien directamente sobre el complejo basal, se presenta un conjunto de rocas volcánicas de emisión submarina. Su composición es basáltica (ankaramitas y oceanitas fundamentalmente), adoptando dos tipos de estructuras bien diferenciadas: pillow-lavas e hialoclásticas.

SERIE BASALTICA ANTIGUA

Esta serie yace en La Gomera y en La Palma, sobre el sustrato de rocas basales; en El Hierro constituye el conjunto de rocas aflorantes más antiguas.

Se compone, fundamentalmente, de coladas basálticas alternantes compactas y escoriáceas.

La potencia de las capas es notablemente irregular en la serie, variando incluso a lo largo de un mismo nivel. La Estructura general que presenta es de coladas subhorizontales con ligero buzamiento hacia la costa.

Los afloramientos se distribuyen en La Palma por toda la mitad N de la isla y su zona central, en la Cumbre Vieja; asimismo en La Gomera ocupan una amplia banda que abarca desde la costa E a la O, mientras que en El Hierro se presentan en frentes acantilados de varios kilómetros de extensión que se distribuyen por la zona de "El Golfo" y por las costas O y SE.

PITONES, COLADAS SIALICAS Y DIQUES

Se encuentran ampliamente representados en las islas, y con particular profusión en La Gomera. Su morfología, con los típicos pitones y crestas ("fortalezas"), forma resaltes topográficos aislados que llegan a destacar sobre los terrenos contiguos hasta centenares de metros. Petrológicamente se trata de emisiones lávicas de naturaleza ácida, en parte desmanteladas por la erosión.

Los diques son episodios intrusivos que destacan a menudo por su continuidad y abundancia, pudiéndose seguir en La Gomera durante largos trayectos (que llegan a ser de varios kilómetros); se encuentran generalmente orientados en dos direcciones principales, de manera que se entrecruzan con frecuencia.

Es interesante su significación en el campo de la hidrología, puesto que pueden provocar la retención y acumulación de las aguas de circulación subterránea.

SERIE BASALTICA III

Alcanza la mayor extensión de afloramientos en la mitad S de La Palma; asimismo ha tenido un desarrollo superior en la isla de El Hierro que en La Gomera; en esta última, ocupa aproximadamente una cuarta parte de la isla, que corresponde al sector S y oriental de la misma; por el contrario, en El Hierro los afloramientos vienen a representar el 60 por ciento de la superficie total.

Está integrado por coladas superpuestas subhorizontales en las que alternan basaltos columnares porosos con escorias soldadas y niveles de piroclastos; ocasionalmente se observan conos de cenizas y piroclastos que han quedado fosilizados al ser recubiertos por nuevas coladas, si bien son característicos de la serie los conos volcánicos, de lapilli negro y rojo, de formas muy redondeadas en la cúspide debido a la meteorización, y de tonos parduzcos, en general debidos a la alteración arcillosa de su superficie; alrededor de sus

bases se extienden mantos de lava escoriácea ("malpaíses")) En La Gomera únicamente se ha encontrado un cono de piroclastos, que se sitúa al S de la isla, y en buen estado de conservación.

SERIE BASALTICA RECIENTE

Se encuentra ampliamente distribuida por la zona S de La Palma y por toda la isla de El Hierro, con una morfología típica de conos de cinder y lapilli bien conservados, a cuyo pie se extienden "malpaíses" o bien amplias extensiones recubiertas de bombas y piroclastos de proyección aérea. En La Gomera no se han encontrado manifestaciones eruptivas correspondientes a esta serie.

FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES

Comprenden depósitos coluviales, aluvio-coluviales, eluvio-coluviales y suelos eluviales, con un desarrollo importante en todas las islas.

EVOLUCION GEOLOGICA

En la formación de las islas se suceden ciclos efusivos y erosivos; estos últimos tienden al desmantelamiento de los macizos volcánicos, creando un relieve que pueden ser fosilizado posteriormente por nuevos aportes de materiales volcánicos. Esta sucesión de ciclos se produce en La Palma y El Hierro hasta los tiempos recientes del Cuaternario, mientras que en La Gomera la evolución volcánica se detiene probablemente con anterioridad, beneficiando el desarrollo de un prolongado proceso erosivo. La diferenciación morfológica existente entre las islas, consecuencia de esta evolución, es notable: con el factor común de los grandes acantilados tallados por la abrasión marina, el relieve de las dos primeras se presenta poblado de conos de piroclastos, con amplios mantos escoriáceos que descienden desde los centros de emisión hasta la costa, mientras que el predominio en La Gomera pertenece a una morfología de meseta cortada radialmente por barrancos encajados profundamente, en especial en su cauce medio, que llegan a presentar laderas con 800 m de desnivel.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Se establece a continuación la división zonal del presente Mapa Geotécnico, atendiendo a los criterios fijados por el Pliego de Condiciones Técnicas y Facultativas del IGME. La división determina dos categorías diferentes definidas como Regiones y Areas. Las primeras se consideran unidades de orden superior y quedan definidas por características geotectónicas. Las Areas serían, por tanto, unidades de segundo orden y se establecen a partir de caracteres macromorfológicos.

En la Hoja se han elegido dos Regiones (I y II). La Región I designa las zonas donde afloran los materiales antiguos, que forman la base litológica de las islas, excluyendo los materiales efusivos más modernos denominados en el apartado 2.2. como Serie III y Serie Basáltica Reciente; ambas series, junto con los depósitos sedimentarios detríticos cuaternarios, componen la Región II. Se han considerado ocho Areas de las que cuatro corresponden a la Región I y las restantes a la Región II.

Area I₁

Aflora en el núcleo central de la Caldera de Taburiente, en La Palma; asimismo, ocupa un amplio sector de la zona N de La Gomera (desde la Baja de los Roques a Playa de Sta. Catalina, por la costa, y en los barrancos y laderas del interior que vierten aguas hacia Vallehermoso, Agulo y Hermigua).

Los materiales que aparecen en la Area son rocas compactas de tipo subvolcánico (gabros, wehrlitas, etc.) de textura granuda o microgranuda, cruzadas por una malla de diques muy densa (llega a límites del 90 o 95 por ciento del volumen total de roca).

Las formas de relieve resultantes son abruptas, dando acantilados costeros escarpados y barrancos con laderas de gran inclinación (pendientes superiores al 30 por ciento) que, por la fuerte pendiente de su perfil longitudinal, han sufrido una acción erosiva remontante intensa, en especial en su tramo medio-bajo.

El desprendimiento de bloques es muy frecuente, afectando directamente a las vías de comunicación y a las obras de construcción en general.

Las vías de comunicación que cruzan la zona son de trazado muy sinuoso, por tener que adaptarse a la topografía abarrancada, habiéndose construido numerosos túneles que salvan las divisorias entre barrancos.

Esta Area se considera como semipermeable (en grande) por el diaclasado y la fisuración, existiendo posibles acuíferos no muy profundos, a favor del gran número de diques que la atraviesan en todas direcciones. En detalle, sin embargo, la roca es en general impermeable.

El drenaje es del tipo de escorrentía superficial, y se ve notablemente favorecido por un acusado gradiente de pendiente.

Debido al carácter general competente de las rocas, no es probable la existencia de asientos, admitiéndose una capacidad de carga alta. A pesar de estas condiciones, hay que tener en consideración el riesgo de desprendimientos a favor de la fractura y diaclasado de las rocas y del relieve juvenil de la zona.

La cobertura vegetal es abundante y se compone principalmente de plantas leñosas, cuyas raíces contribuyen activamente a la disgregación de los materiales.

Desde el punto de vista del aprovechamiento de rocas de interés industrial, la frecuencia de pitones, diques y otros enclaves de rocas compactas y homogéneas hace factible la explotación de áridos a gran escala e incluso la obtención de rocas ornamentales, con un único inconveniente planteado por las dificultades de acceso.

Area I₂

Los distintos afloramientos que componen la Area en la isla de La Palma se sitúan en la cabecera, profundamente excavada, de algunos barrancos de la zona N (Siete Fuentes, Barranco Gallegos, Nacientes de Marcos y Cordero, etc.) y, fundamentalmente, en las laderas de la Caldera de Taburiente y Barranco de las Angustias; un pequeño cono submarino se encuentra asimismo en las proximidades de la capital, Sta. Cruz de la Palma, en el lugar denominado "La Caldereta". En la isla de La Gomera ocupa amplias zonas: Punta y Lomo de Bejira, Valles del Tazo y Arguanul, ladera oriental del barranco de Hermigua y barranco de Monteforte.

Estratigráficamente, la formación se asienta directamente sobre el complejo de rocas basales.

Se presenta, en general, una gran alteración superficial que origina potentes suelos terrosos con una proporción elevada de bolos y cantos redondeados de rocas diversas; en

zonas donde la erosión ha profundizado, se puede observar la estructura volcánica de la formación.

En los aglomerados volcánicos se prolonga la morfología del Complejo Basal sobre el que se asientan, si bien en ellos predomina la erosión aerolar sobre la lineal. Admiten taludes artificiales casi verticales, que en conjunto se conservan estables, si bien se producen desprendimientos de cantos y bolos por descalce. Las pendientes del terreno son superiores al 50 por ciento.

La permeabilidad de los materiales es alta y el drenaje superficial, lo mismo que en la Area anterior, se ve favorecido por la accidentada topografía.

Desde el punto de vista mecánico, son materiales con capacidad de carga media, en los que existe posibilidad de deslizamientos causados por la fácil erosionabilidad de los taludes.

Area I₃

Formada por la Serie Basáltica Antigua, que constituye el basamento rocoso de la isla de El Hierro, por una porción importante, ampliamente distribuida de la superficie de La Gomera, y gran parte de la mitad N de La Palma.

En esta Area se excavan, en gran proporción, los tramos medios y de cabecera de la red radial de barrancos que disecan el relieve de las islas; en El Hierro queda caracterizada por los grandes escarpes (de salto superior a los 1.000 m), que bordean las zonas altas de la isla. En una y otras islas las coladas de la serie se extienden, asimismo, tanto a las altas mesetas centrales como a las zonas costeras. El relieve, por tanto, destaca por su irregularidad, con pendientes medias superiores al 60 por ciento.

Litológicamente, la Area se compone de coladas de basalto columnar alternando con piroclastos soldados; la potencia de las coladas individuales varía en sentido vertical y horizontal, teniendo en general espesores de más de 25 m.

La permeabilidad superficial está bien desarrollada gracias a la fisuración de las coladas de basaltos compactos; en profundidad es probable la existencia de acuíferos a favor de las intercalaciones escoriáceas. El drenaje es excelente en razón al relieve acusado y a la topografía abarrancada.

Mecánicamente, las zonas de mayor altitud dentro de la Area presentan una capacidad de carga elevada, sin riesgo de asientos; sin embargo, la heterogeneidad de las coladas facilita el descalce y consiguiente hundimiento de las zonas abarrancadas.

Area I₄

Esta Area está integrada por numerosos enclaves aislados que se distribuyen por toda la superficie de La Gomera y, en menor proporción, por La Palma.

La característica morfológica principal de estos enclaves, es su relieve destacado sobre los materiales basálticos que les rodean, consecuencia de su mayor resistencia a la erosión. Petrológicamente, están originados por emisiones lávicas de naturaleza ácida que han adoptado formas estructurales diversas: chimeneas volcánicas ("Roques"), coladas fisurales ("Fortalezas"), diques de longitud a veces kilométrica, etc.

Sus cualidades mecánicas son buenas por tratarse de roca en general compacta, con capacidad de carga alta.

La Area, en su conjunto, tiene una permeabilidad baja y, dado el aislamiento de los numerosos enclaves que la componen, su capacidad de acumulación de agua es también

baja. Hay que hacer notar sin embargo, la importancia que pueden tener algunos de sus elementos y, en especial, los diques de gran longitud, en la retención de las aguas de escorrentía y de filtración, en lo que se refiere a la formación de acuíferos. El drenaje superficial es bueno.

Area II₁

Ocupa algo más de la mitad de la superficie de El Hierro, el sector suroriental de Gomera y una porción importante de la mitad S de La Palma. Los materiales que la forman pertenecen a la Serie Basáltica III y están constituidos por coladas de basaltos columnares de una potencia variable, entre 2 y 10 m por término medio; en la serie también se integran conos de cinder, lapillis y escorias. En La Gomera solamente se ha encontrado un cono de piroclastos de esta serie.

Morfológicamente, las lavas constituyen laderas bastante tendidas (pendientes del 15 al 25 por ciento) o planicies interrumpidas por barrancos profundos o por barrancadas. Los conos tienen formas redondeadas, producto de la meteorización superficial. Presentan considerable importancia las formaciones de suelos pardo-rojizos de alteración con potencia superior a los 3 m. En los materiales de la Area predomina la erosión aerolar sobre la lineal.

La heterogeneidad del conjunto litológico con respecto a las características hidrogeológicas, obligan a clasificar esta Area como semipermeable, y muy localmente como poco permeable. El drenaje superficial es, en líneas generales, aceptable.

Desde un punto de vista mecánico, la capacidad de carga se evalúa como de tipo medio, con posibilidad de asientos en las zonas donde existen suelos procedentes de la alteración de piroclastos.

Area II₂

Se encuentra ampliamente representada en La Palma y El Hierro; por el contrario, en La Gomera no se han encontrado enclaves pertenecientes a esta etapa de emisión volcánica.

Los afloramientos se componen de conos volcánicos en buen estado de conservación, formados por proyección aérea y posterior deposición en capas superpuestas de productos piroclásticos (cenizas, lapillis y bombas). Estos mismos materiales han cubierto, igualmente, amplios sectores de formaciones más antiguas. Las coladas de lava escoriácea fluida ("malpais") completan el conjunto de materiales que forman la Area, pertenecientes todos ellos a las Series Basálticas Recientes.

Morfológicamente destacan los relieves agudos de los volcanes, en los que el lapilli y los piroclastos gruesos conservan sus colores originales, con escasa alteración superficial. Las pendientes medias de la Area oscilan entre el 10 y el 15 por ciento.

La permeabilidad de los materiales es muy grande, dado su carácter predominantemente granular y el elevado índice de porosidad. El drenaje superficial es bueno y se ve favorecido por la elevada capacidad de absorción de agua que presentan los lapillis.

La capacidad de carga es de tipo medio, existiendo la posibilidad de deslizamientos en los taludes excavados en materiales piroclásticos finos.

El aprovechamiento de los lapillis de la zona, para su utilización como áridos, se lleva a cabo en la actualidad a pequeña escala, si bien las reservas son muy abundantes.

Area II₃

Comprende esta Area los depósitos detríticos de piedemonte o coluviales, que forman potentes acumulaciones heterogéneas de bloques, cantos, arenas y piroclastos, más o menos tramados por una matriz calcárea o arcillosa, y que se ubican al pie de los grandes escarpes topográficos. Se incluyen igualmente los depósitos de acumulación aluvio-coluviales formados en los fondos y las zonas inferiores de las laderas de los barrancos, así como en sus desembocaduras costeras; estos depósitos se diferencian de los anteriores por su escasa cementación, una clasificación moderada y cierto grado de redondeamiento en los clastos. Morfológicamente también presentan diferencias ya que los sedimentos coluviales forman amplios abanicos en posición aproximadamente paralela a la costa, con pendientes de inclinación próxima al 40 por ciento, mientras que los sedimentos aluvio-coluviales se adaptan al trazado de la red fluvial, dando formas irregulares y aplanadas con pendiente inferior al 10 por ciento de inclinación.

La permeabilidad varía, con el grado de encostramiento, de media a baja y el drenaje es bueno. Localmente, presentan acuíferos que son aprovechados mediante bombeo.

Desde el punto de vista geotécnico, las condiciones de la Area en cuanto a capacidad de carga son regulares y existe la posibilidad de asentos gravitatorios o por efecto de la circulación de aguas.

Area II₄

Se encuentra profusamente desarrollada en las islas. Se compone de suelos eluviales y eluvio-coluviales, formados por la activa meteorización que sufren los materiales volcánicos. Los suelos eluviales son de naturaleza esencialmente limo-arcillosa, de color rojizo o negruzco (según la proporción de materia orgánica) y en ellos la fracción granulométrica del tamaño de grava es reducida; los suelos eluvio-coluviales se diferencian por el color parduzco y por una proporción de fragmentos de roca y de piroclastos semialterados considerablemente mayor. La potencia llega a ser superior a 3 m si bien se aprecia una disminución general de la misma cuando en el área rocosa de procedencia del suelo disminuye también la proporción de piroclastos.

Morfológicamente, la Area muestra una topografía aplanada, con pendientes inferiores al 7 por ciento, en la que predomina la erosión areolar sobre la lineal. Localmente puede presentarse como recintos ocupando zonas deprimidas de modo que reciben un mayor aporte de aguas de escorrentía. En conjunto, abarca zonas de altitud media donde la pluviosidad y el grado de humedad inciden en una alteración más acusada del material rocoso.

El drenaje superficial presenta problemas en algunas zonas llanas donde pueden llegar a producirse encharcamientos locales. La permeabilidad del material varía según el carácter más o menos arcilloso y la proporción de cantos, pero los suelos en términos generales se pueden definir como semipermeables.

Como caracteres geotécnicos hay que destacar la rápida erosionabilidad, junto a una capacidad de carga que oscila de media a baja (de 1 a 2 kg/cm²) y un grado de cohesión variable entre 0,5 y 1,5 kg/cm².

Los suelos eluviales de la región N de El Hierro son activamente explotados mediante ripado, hasta una profundidad de 1 a 2 m, a fin de utilizarlos en la preparación de terrenos agrícolas en distintos lugares de la isla.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

Se lleva a cabo en este apartado la descripción de los materiales comprendidos dentro de cada Area, atendiendo a sus caracteres litológicos.

Se establece en primer lugar una división entre formaciones superficiales y sustrato. Las primeras están constituidas por materiales depositados recientemente como consecuencia del acarreo, de la meteorización "in situ" o de ambos fenómenos combinados, habiéndose formado a expensas de los materiales volcánicos o subvolcánicos del sustrato. Este último está integrado por el conjunto de intrusiones, coladas y conos volcánicos que configuran el edificio estructural de las islas.

FORMACIONES SUPERFICIALES

Depósitos coluviales (Q_c)

Son acumulaciones detríticas groseras formadas por fragmentos rocosos heterométricos, en general angulosos, tramados por una matriz arcillo-arenosa y con un grado de compactación variable; es frecuente la formación de una costra calcárea superficial constituida por precipitación de las sales contenidas en las aguas de infiltración. En algunos casos, como en el de los derrubios de ladera más antiguos, el material puede presentar aspecto brechoide, pero lo más frecuente son las acumulaciones de fragmentos sin verdadera cohesión y sin clasificación granulométrica. Los taludes formados por estos depósitos son activamente erosionados, presentando un progresivo abarrancamiento tanto más profundo cuanto más próximo a la base del coluvial. Su potencia es máxima al pie de los grandes escarpes del interior de las islas.

Depósitos coluvio-aluviales (Q_{c-a})

Incluyen acumulaciones de fragmentos heterométricos (arenas, gravas, bolos y bloques) con intercalaciones de limos arcillosos y arcillas. Su grado de cementación, cuando ésta se produce, es bajo. Presentan escasa clasificación granulométrica y un cierto redondeamiento en los clastos.

Ocupan el fondo de los barrancos, de cuyas laderas reciben en parte sus aportes, por lo que en algunas zonas llegan a confundirse con lo que se ha denominado, en el apartado anterior, como depósitos coluviales.

Depósitos eluviales (Q_e)

Agrupándose en este apartado se encuentran formaciones detríticas superficiales cuyo componente fundamental son las arcillas acompañadas de limos, con una proporción variable de arenas y clastos procedentes de la disgregación de basaltos y piroclastos. Los colores, de rojizos a negruzcos, están relacionados con la proporción de arcilla y de materia orgánica. Con notable frecuencia se han formado por alteración de piroclastos volcánicos.

Tienen una compacidad de grado medio a bajo y no presentan preconsolidación.

Depósitos eluvio-coluviales (Q_{e-c})

Tienen colores pardo claros a rojizos y en su composición intervienen limos y arcillas, en proporciones equivalentes, junto con una fracción granulométrica grosera que incluye cantos angulosos y subangulosos de basalto, así como fragmentos de escorias, piroclastos y lapillis dispersos por toda la masa del sedimento.

Estos suelos suelen ocupar zonas deprimidas, por lo que reciben permanentemente aportes de materiales rocosos o pelíticos procedentes de las áreas próximas más elevadas.

Su compacidad no es grande y su porosidad es algo mayor que la de los suelos eluviales.

SUSTRATO

Para la descripción de los diferentes tramos litológicos se han agrupado aquellos términos con características litológicas y geotécnicas similares respetando, sin embargo, la sucesión estratigráfica.

Complejo de Rocas Basales (γ, π)

Se compone de gabros y peridotitas, fundamentalmente, que yacen bajo la forma conocida como "formación Trapp" constituida por una red de diques muy densa y encajada en una masa rocosa fragmentada; los diques raramente sobrepasan individualmente los 5 m de espesor, pero pueden llegar a estar muy próximos.

Se incluyen en este grupo lavas de emisión submarina que se encuentran situadas a techo de la serie; son rocas espilíticas (pillow-lavas e hialoclastitas).

Ocupa el fondo de la Caldera de Taburiente en el centro de la isla de La Palma, y parte del sector N de La Gomera; en El Hierro no se han encontrado afloramientos.

Aglomerado volcánico (A_v)

Se trata de aglomerados volcánicos poligénicos que engloban gran cantidad de xenolitos. Su textura es en general terrosa como resultado de la activa meteorización.

Petrológicamente los xenolitos proceden de basaltos de tipos diversos, mientras que la matriz que los engloba forma una pasta vítrea con serpentina, siendo en origen posiblemente una ceniza volcánica de proyección aérea.

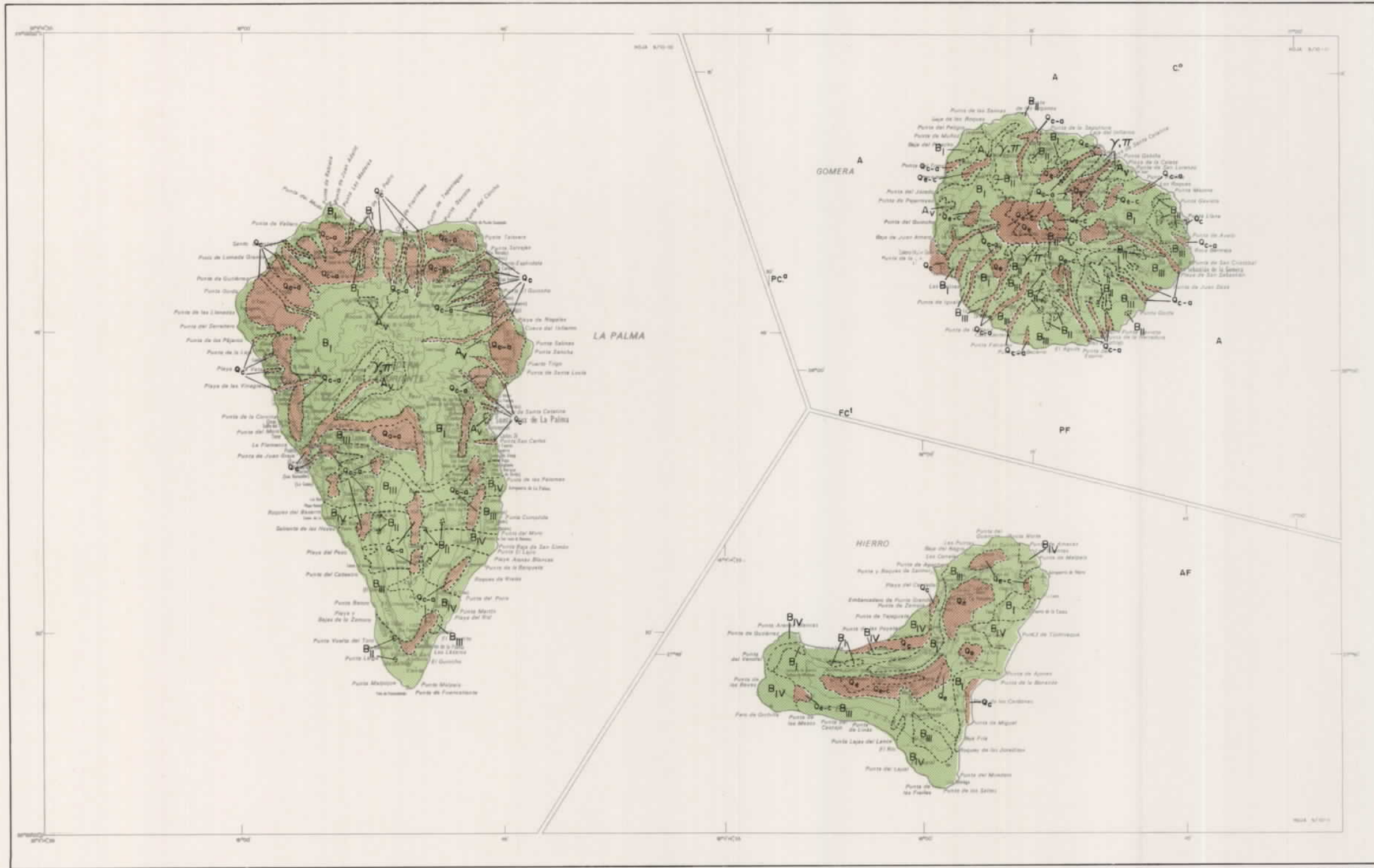
Se sitúan estos aglomerados al N y NO, en la isla de La Gomera, ocupando zonas de relieve acusado, así como en la región centro y N de La Palma.

Serie Basáltica Antigua (β_1)

En la zona basal está formada por basaltos nefelínicos y picríticos, oceanitas y ankaramitas que, no obstante su gran variación mineralógica, en conjunto presentan un marcado carácter alcalino. Hacia la zona superior de la Serie se suceden coladas horizontales de basaltos básicos y ultrabásicos, traquiandesitas, traquibasaltos y basaltos doleríticos.

En superficie suelen estar recubiertos por suelos de potencia variable (inferior a 2 m por lo general) y de naturaleza arcillosa, con gran cantidad de fragmentos rocosos angu-

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	Comprende el Complejo de Rocas Basales, presente exclusivamente en La Gomera y La Palma. Configura una "formación Trapp" integrada por un entramado de diques, muy denso, y roca compacta alterada en diversos grados. Desde el punto de vista petrográfico, tiene naturaleza gabroidea y peridotítica. También se encuentran rocas espiliticas originadas en emisiones submarinas de lavas. Material rocoso aprovechable como árido de trituración y ocasionalmente, como roca ornamental.
	I ₂	Está litológicamente constituida por aglomerados poligénicos de origen volcánico, que se alteran rápidamente dando lugar a potentes suelos eluviales. La naturaleza de los cantos es eminentemente basáltica, mientras que la matriz es una pasta vítrea con serpentina. Esta Area se sitúa en La Gomera y en La Palma. La forma de yacimiento presenta muy escasa estructuración, ocupando una posición estratigráfica por encima de la Area I.
	I ₃	Formada por acumulamiento concordante de basaltos compactos y vacuolares de la Serie Basáltica Antigua, entre los que se intercalan niveles de escorias y piroclastos. En conjunto es de naturaleza basáltica. Se encuentra ampliamente representada en las islas. Da origen a un relieve sumamente escarpado y abarrancado, con suelos de escasa potencia y potentes coluviales en las zonas bajas.
	I ₄	Afloramientos de pitones, coladas y diques de carácter ácido, sólo presentes en La Gomera y, en menor proporción, en La Palma. Forman recintos, de relieve muy destacado, ampliamente distribuidos por toda la isla. Rocas compactas, masivas, de disyunción irregular, con alteración y disgregación en bolos. Material utilizable como árido de trituración y como roca de construcción en general.
II	II ₁	Integrada por materiales de la Serie Basáltica III que forma sectores importantes en estas islas. Estructuralmente se compone de coladas alternantes de basaltos y escorias soldadas, así como de numerosos conos en estado avanzado de erosión y de coladas escoriáceas. Forman un conjunto heterogéneo de materiales rocosos, con predominio piroclástico, que han sufrido un grado de alteración elevado, dando lugar a potentes suelos arcillosos.
	II ₂	Rocas basálticas que se presentan bajo la forma de coladas de lavas escoriáceas o cordadas, junto con numerosos conos eruptivos bien conservados y compuestos por sucesivas capas de cenizas, lapillis, piroclastos gruesos y bombas. El material, presenta escasa alteración, siendo prácticamente inexistentes los suelos. Gran volumen de reservas de lapilli utilizable como árido natural.
	II ₃	Quedan comprendidos en esta Area los depósitos coluviales y coluvio-aluviales. Predominan los materiales clásticos groseros, con cantos y bloques heterométricos de rocas diversas y fracción pelítica en proporción variable. En algunos sectores de la Area se han producido encalichados locales. La forma de los afloramientos varía desde conos de derrubios y piedemontes, hasta rellenos de fondo de valle.
	II ₄	Suelos eluviales y eluvio-coluviales de predominio arcillo-limoso. La fracción granulométrica más abundante es la pelítica, seguida de arenas y gravas; las fracciones más gruesas son escasas. Contenido en materia orgánica variable. Materiales resultantes de la meteorización del sustrato, fundamentalmente. Explotados en algunas zonas para preparación de suelos de cultivo.



SUSTRATO

γ, π	COMPLEJO DE ROCAS BASALES Formación "Trapp" constituida por gabros y peridotitas fundamentalmente. Materiales, aunque resistentes, profundamente erosionados. Incluyen lavas de emisión submarina.
A_v	AGLOMERADO VOLCANICO Roca aglomerática de cantos basálticos englobados en una matriz vítrea. Muy alterado por la meteorización. Recubrimiento extenso.
B_I	SERIE BASALTICA ANTIGUA Basaltos de tonos oscuros alternando con escorias y piroclastos en coladas subhorizontales. Suelos de alteración de poca potencia.
B_{II}	PITONES, COLADAS SIALICAS Y DIQUES Coladas, chimeneas volcánicas y diques de rocas siálicas (traquifonolitas, fonolitas, etc.), a veces asociadas a pumitas soldadas. Intruyen las formaciones basálticas. Mayor resistencia a la erosión que los relieves contiguos, por lo que siempre presentan formas topográficas aisladas.
B_{III}	SERIE BASALTICA III Coladas subhorizontales de lavas basálticas y escorias alternantes. Abundantes conos de piroclastos fosilizados por las coladas. Cuando los conos están en superficie, muestran una acusada alteración arcillosa y costras de caliche en sus laderas.
B_{IV}	SERIE BASALTICA RECIENTE Depósitos piroclásticos negros, nada o poco soldados. Conos volcánicos bien conservados. Escasa alteración en las coladas de lavas escoriáceas y cordadas.

FORMACIONES SUPERFICIALES

Q_c	Depósitos coluviales de gravas, cantos y bloques heterométricos, con una fracción limo-arcillosa frecuentemente carbonatada.	Q_e	Suelos eluviales arcillo-limosos con proporción variable de cantos.
Q_{c-a}	Depósitos coluvio-aluviales con gravas y bolos heterométricos y poligénicos, más o menos tramados por una fracción arenoso-pelítica.	Q_{e-c}	Suelos eluvio-coluviales básicamente arcillosos, pero con notable proporción de cantos angulosos y subredondeados.

FONDOS MARINOS

1.175	Profundidad en metros	FC^1	Fango y Coral.
A	Arena	PC^a	Piedra y Conchuela.
AF	Arena y Fango	PF	Piedra y Fango
C^o	Casajo		

losos; al pie de los taludes subverticales que suelen haberse excavado en los materiales de esta serie se producen grandes acumulaciones derrubiales.

Estos materiales se encuentran ampliamente distribuidos en las islas, determinando en gran parte su peculiar carácter morfológico y paisajístico.

Pitones, coladas siálicas y diques (β_{II})

Están distribuidos de modo muy irregular por toda la superficie de La Gomera y corresponden a chimeneas o coladas de erupciones de lavas pastosas, de composición más ácida que los basaltos. La morfología que adoptan es diversa y está relacionada con la forma de emisión, según haya sido fisural o puntual, y con el grado de erosión. De igual modo, en La Palma se encuentran algunos enclaves fonolíticos, de extensión relativamente pequeña.

Su emplazamiento se sucede a lo largo de toda la evolución de las islas, por lo que se encuentran estos edificios volcánicos atravesando y emergiendo entre materiales de diversas edades.

La composición petrológica de la roca es de latitas, traquifonolitas y fonolitas, con textura fluidal ignimbrítica y con algunas inclusiones de pumitas soldadas.

Entre los enclaves más destacados por su espectacularidad destacan los "Roques" de Los Organos y El Cano, situados en las proximidades de Vallehermoso (La Gomera); presentan estructura columnar prismática de gran desarrollo vertical.

Serie Basáltica III (β_{III})

Ocupa gran parte de la superficie actual de la isla de El Hierro, el sector S y SE de La Gomera y la mayor parte de la mitad meridional de La Palma.

Sus edificios volcánicos están bien conservados en general salvo en La Gomera, donde existe únicamente un cono, situado en la región costera meridional, que mantiene su morfología típica. Además de los conos y calderas de piroclastos y cinder, componen la serie, coladas de lavas basálticas fluidas, que han recubierto grandes extensiones; estas coladas con frecuencia se han adaptado a la topografía preexistente configurando ríos solidificados de lava escoriácea "aa", que circundan elevaciones topográficas de productos lávicos anteriores.

Desde el punto de vista petrológico los materiales que forman la serie son de una gran uniformidad: basaltos holocristalinos de textura porfídica fluidal, dolerítica y muy vacuolares. Las coladas presentan, ocasionalmente, enclaves de rocas peridotíticas.

Serie Basáltica Reciente (β_{IV})

Sólo se presenta en La Palma y El Hierro, caracterizándose a primera vista por el buen estado de conservación de sus edificios eruptivos y el aspecto poco alterado de las coladas basálticas. Estas coladas son del tipo escoriáceo o lavas "aa" que originan amplias zonas de relieve muy accidentado, conocidas localmente con la denominación de "malpais". En el extremo S de El Hierro, hacia la zona de La Restinga, se encuentran también amplios campos de lavas cordadas.

El tipo más común de erupciones tiene carácter fisural, observándose la alineación de sucesivos conos, aunque también se encuentran volcanes aislados.

La composición petrológica de los lapillis, bombas y lavas es esencialmente basáltica.

La emisión de la serie se produce a lo largo del Cuaternario y alcanza a la época prehistórica, lo que explica la conservación casi intacta de las estructuras iniciales.

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

Area I₁

Morfología abrupta en la zona litoral, de carácter acantilado. Hacia el interior excavación de profundos barrancos de laderas con perfil en V, e inclinación superior al 30 por ciento; la cabecera de los mismos configura amplios conos de recepción con pendientes entre el 7 y el 15 por ciento de inclinación.

Los suelos sólo se desarrollan con cierto espesor en los fondos de los barrancos, como consecuencia de la acumulación coluvio-aluvial, llegándose a formar una capa vegetal que permite el establecimiento de cultivos. Sin embargo, la intensa meteorización a que está sometida la Area, provoca el recubrimiento por productos arcillo-limosos y la alteración superficial de la roca, bastante generalizados.

En conjunto, y en lo que se refiere a la estabilidad, se considera esta Area como estable en condiciones naturales y con una cierta inestabilidad bajo la acción humana.

Area I₂

Su topografía muestra pendientes superiores a 30 por ciento de inclinación, mientras que los taludes artificiales se mantienen subverticales en algunas zonas donde la alteración no ha sido muy intensa.

La naturaleza aglomerática del material favorece la alteración en extensión y profundidad, que afecta en primer lugar a la matriz, por lo que es corriente el desprendimiento de bloques y cantos provocado por la pérdida de cohesión en las superficies expuestas a la erosión.

Las surgencias naturales de aguas y el empapamiento de la roca son también frecuentes.

La formación de suelo vegetal es general en la zona, así como la cobertura vegetal.

La Area puede considerarse inestable tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre, debido al continuo desprendimiento de bolos y al riesgo de deslizamientos provocados por circulación de aguas de infiltración.

Area I₃

Su modelado se caracteriza por un relieve muy accidentado, tallado por barrancos encajados, de laderas tanto más abruptas cuanto más próximas a la costa o por grandes escarpes erosivos con un salto de desnivel que llega a alcanzar varios centenares de metros.

Localmente la diferente erosionabilidad de las coladas volcánicas origina un perfil escalonado, en el que se producen frecuentes desprendimientos de grandes bloques y de fragmentos escoriáceos.

El hábito tabular y subhorizontal de las estructuras facilita también una morfología aplanada en zonas que no han sido afectada por el avance de la acción erosiva; en ellas se

forman acumulaciones de suelos eluviales y eluvio-coluviales que pueden alcanzar gran extensión y potencia, como en el sector central de La Gomera.

También se originan en estas zonas amplios conos de captación de aguas de laderas poco inclinadas (pendientes de 9 por ciento aproximadamente) y a partir de los cuales se desarrolla una red de grandes barrancos radiales.

La topografía muestra pendientes que varían desde el 15 a más del 30 por ciento de inclinación.

En conjunto se considera que predominan en la Area condiciones naturales de estabilidad, que pueden ser alteradas por la acción humana.

Area I₄

Esta Area, que se caracteriza por su dispersión en enclaves aislados, tiene una morfología muy abrupta, consecuencia de sus cualidades litológicas de mayor resistencia a la acción erosiva que las Areas contiguas.

Las formas topográficas son: "pitones" de contorno redondeado y configuración cupuliforme, "fortalezas" integradas por restos de varias coladas superpuestas, de 5 a 8 m de potencia cada una, de planta aproximadamente oval y, finalmente, "diques" de espesor variable que sobresalen del terreno con continuidad de kilómetros. Las pendientes son superiores al 30 por ciento.

En este conjunto morfológico se aprecia un predominio de la erosión aerolar sobre la lineal.

La Area es de gran estabilidad natural, mantenida bajo la acción humana.

Area II₁

La topografía de esta Area es agreste, configurando una costa acantilada a partir de la que se extienden hacia el interior laderas de pendientes medias (del 7 al 15 por ciento de inclinación), con frecuencia interrumpidas longitudinalmente por barrancos muy encajados.

La heterogeneidad de las coladas sucesivas y los conos de erupción que componen su base litológica, fomenta la disgregación en fragmentos heterométricos de basalto y de piroclastos, que van a rellenar los fondos de los barrancos y forman suelos eluvio-coluviales.

Los valles son agostos y rectilíneos con considerables recursos hidráulicos en el subsuelo aluvio-coluvial.

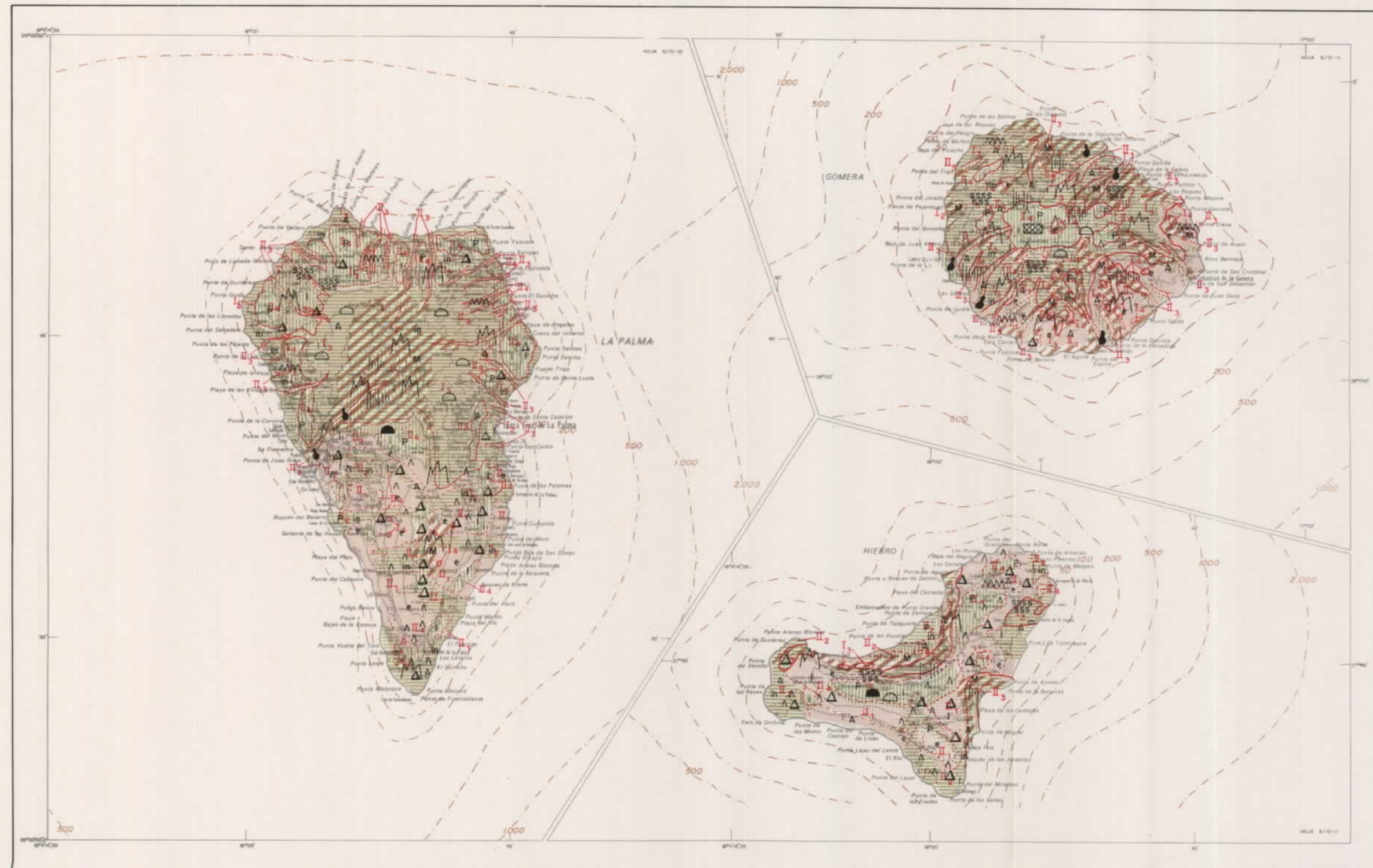
Su estabilidad natural es aceptable en general, salvo en las zonas en las que es más activamente atacada por la erosión y donde pueden surgir descalces. Estas circunstancias no varían por la acción del hombre.

Area II₂

Morfológicamente destacan los edificios volcánicos cónicos, constituidos por sucesivas emisiones de lavas escoriáceas y almohadilladas, cínider, lapilli, bombas y piroclastos gruesos. Su reciente época de emisión en muchos casos ha permitido que se conserven, preservados de la erosión, gran parte de sus caracteres originales.

Las pendientes varían entre inclinaciones del 7 al 15 por ciento. La acción erosiva aerolar, predominante en las formaciones granulares que componen los conos volcánicos,

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	La topografía muestra pendientes superiores al 30 por ciento, con formas de relieve muy abruptas y abarrancadas. Es una Area estable bajo condiciones naturales e inestable bajo la acción del hombre.
	I ₂	Tiene pendientes superiores al 30 por ciento en su mayor parte, si bien la erosión ha rebajado localmente su topografía. Se considera inestable tanto bajo condiciones naturales como bajo la acción del hombre.
	I ₃	Presenta casi en su totalidad pendientes que oscilan entre el 15 y más del 30 por ciento de inclinación. La topografía muestra gran variedad de formas, que comprenden desde laderas a barrancos y grandes escarpes. Se considera estable en condiciones naturales e inestable bajo la acción humana.
	I ₄	Pendientes escarpadas, en general superiores al 30 por ciento de inclinación. Morfología de enclaves aislados más resistentes a la erosión que los terrenos contiguos. Es de naturaleza estable, tanto por sus condiciones naturales como ante la acción del hombre.
II	II ₁	Relieve muy erosionado con profundos desniveles y variedad de formas topográficas. Pendientes del 7 al 15 por ciento. Gran heterogeneidad de materiales (coladas basálticas subhorizontales, conos de piroclastos, riadas de lava escoriácea, etc.) que se refleja en la morfología. Estable en condiciones naturales y bajo la acción humana.
	II ₂	Topografía ondulada en las zonas con conos volcánicos y extremadamente áspera en los "malpais" de lavas escoriáceas. Pendientes del 7 al 15 por ciento. Se considera estable en condiciones naturales e inestable bajo la acción del hombre.
	II ₃	Morfología típica de depósitos detríticos groseros coluviales y coluvio-aluviales con pendientes comprendidas entre el 15 y el 30 por ciento. Son en general inestables en condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
	II ₄	Formas topográficas aplanadas con pendientes por debajo del 7 por ciento. Inestables en todas condiciones.



Escala 1:400.000

INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- P Zonas planas (pendientes menores del 7º/o).
- I Zonas intermedias (pendientes entre el 7 y el 15º/o).
- A Zonas abruptas (pendientes entre el 15 y el 30º/o).
- M Zonas montañosas (pendientes superiores al 30º/o).
- Límite de separación de Zonas.

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

- e Zonas estables en condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
- in Zonas estables en condiciones naturales pero inestables bajo la acción del hombre.
- i Zonas permanentemente inestables.
- Límite de separación de Zonas

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Δ Concentración de conos volcánicos de piroclastos.

- Deslizamiento potencial.
- Deslizamiento activo.
- Soliflucción.
- ⌋ Formas de relieve abruptas o escarpadas
- Λ Formas de relieve moderadas

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- ||| Ladera inestable.
- sssss Ladera con recubrimiento abundante por alteración.
- mmm Abarrancamiento.
- Depósitos formados por acumulación de torrentes.
- Areas de erosión muy activa.

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- I₂ Designación de un Area

produce acarcavamientos en la superficie de los mismos, mientras que la meteorización físico-química produce la alteración progresiva de los piroclastos basálticos a materiales arcillosos, que se incorporan a suelos eluviales.

Los taludes artificiales se mantienen incluso verticalmente en excavaciones de pequeña altura, que al ser sobrepasada provocan el desmoronamiento de los mismos.

La Area goza de estabilidad en condiciones naturales, volviéndose inestable por la acción humana.

Area II₃

Esta Area está formada por recintos de contorno alargado que se sitúan bien sea en los resaltes de laderas con acusada inclinación, bien en el fondo de los barrancos o bien en la base de los grandes escarpes de erosión.

La topografía adoptada por estos depósitos tiende a suavizar el relieve del sustrato rocoso, dando perfiles de equilibrio semiestable con inclinaciones que oscilan entre el 15 y el 30 por ciento.

En condiciones naturales se puede considerar como inestable en sentido amplio. Lo mismo se puede decir en cuanto a condiciones de alteración por obras.

Area II₄

Suelos de topografía aplanada o con suaves declives de inclinación inferior al 7 por ciento. Morfología uniforme adaptada a los relieves del sustrato. Erosión aerolar de rápido avance a causa de la escasa compactación del material.

La Area presenta condiciones de inestabilidad debido al aumento de plasticidad del conjunto, por efecto de la absorción de agua. Es también inestable en condiciones modificadas por el hombre.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

Area I₁

La porosidad textural eficaz de los materiales de la Area es baja, aunque bien desarrollada como consecuencia del gran número de diaclasas que presentan las rocas en general. Su drenaje superficial es bueno, gracias a las elevadas pendientes que presenta. En el tramo medio-bajo de los barrancos se hallan acuíferos abundantes a una o dos decenas de metros de profundidad.

Desde el punto de vista constructivo, las características hidrogeológicas del Complejo de Rocas Basales son favorables, sin que se puedan pronosticar oscilaciones del nivel freático que puedan afectar a las estructuras allí cimentadas.

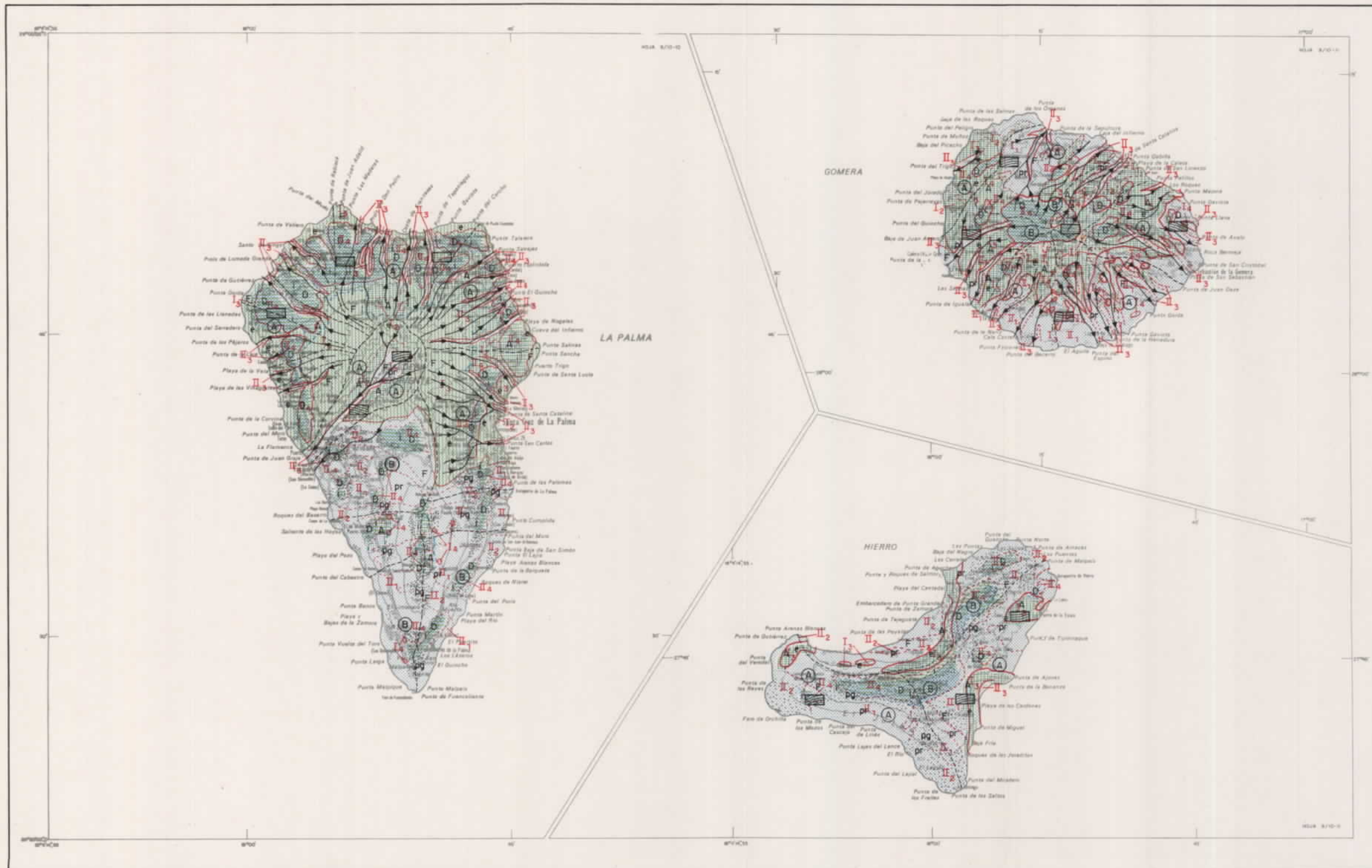
Area I₂

Materiales volcánicos aglomeráticos de naturaleza semipermeable. La permeabilidad es mayor en superficie, donde se produce una acusada meteorización de la roca, a la que

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS
I	I ₁	Materiales considerados como permeables en general. Debido a las grandes pendientes superiores al 40 por ciento, el drenaje superficial está muy bien desarrollado. La gran abundancia de diques crea condiciones para la formación de acuíferos. Sin problemas constructivos por causas hidrológicas.
	I ₂	Materiales semipermeables de carácter aglomerático, con avanzado grado de meteorización superficial y fisuración de su estructura. Formación de suelos permeables. Drenaje aceptable superficial y profundo a favor de la topografía. Posibilidad de problemas constructivos por exceso de retención de agua.
	I ₃	Zona de drenaje aceptable, en la que no están ausentes los acuíferos, formada por materiales de diversa permeabilidad en coladas alternantes por lo que se califica de semipermeable; sin problemas constructivos por causas hidrológicas.
	I ₄	Area de materiales muy poco permeables y drenaje superficial muy activo. Los diques dan origen a acuíferos importantes en Areas contiguas, constituyendo un buen medio de localización de los mismos. No plantea dificultades geotécnicas en este campo.
II	II ₁	Los materiales presentes en esta Area muestran una variedad considerable en cuanto a condiciones de permeabilidad: los depósitos piroclásticos de carácter granular tienen buena permeabilidad; ésta queda ligada en los tramos rocosos al grado de fracturación. La abundancia de diques y paleosuelos (almagres) contribuye a la formación de acuíferos. En conjunto los materiales son permeables y el drenaje favorable. No hay problemas constructivos.
	II ₂	Materiales muy permeables, de carácter granular piroclástico, asociados a una topografía suave. El drenaje superficial está poco desarrollado y la mayor parte del agua de infiltración se elimina por drenaje profundo. Se pueden producir inconvenientes de orden constructivo por algún encharcamiento local, de carácter temporal, que se produzca por la existencia de suelos de alteración arcillosa de poco espesor.
	II ₃	Depósitos granulares groseros en general permeables. Su topografía siempre inclinada facilita la escorrentía aunque el drenaje, de tipo favorable, se produce fundamentalmente en profundidad, a favor de la elevada porosidad. Pueden plantearse problemas de cimentación por la relativa superficialidad y gran variabilidad del nivel freático.
	II ₄	Caracteres de permeabilidad deficientes por el elevado contenido arcilloso, que hacen calificar a la Area como muy poco permeable. El relieve de formas planas o ligeramente cóncavas no favorece la escorrentía, llegando-se a formar zonas de encharcamiento locales. Drenaje deficiente. Problemas constructivos de asientos provocados más o menos directamente por la absorción de agua en los suelos.



STA. CRUZ DE LA PALMA	89 9/10-10
S.S. DE LA GOMERA	90 9/10-11



Escala 1:400.000

CONDICIONES DE DRENAJE

- D Zonas con drenaje deficiente (encharcamientos temporales).
- A Zonas con drenaje aceptable (Drenadas en superficie pero con eventuales acuíferos someros).
- F Zonas con drenaje favorable (Esco-rrentía activa; drenaje profundo bien desarrollado).
- Límite de separación de Zonas.

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- pg Granulares
- pr Rocosos
- + Materiales permeables.
- Materiales semipermeables.
- I Materiales muy poco permeables.
- Límite de separación de zonas.

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Límite de cuencas hidrográficas.
- ~ Red de drenaje.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- ⓑ Zonas sin acuíferos prácticamente.
- Ⓐ Zonas con acuíferos aislados.

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- Terrenos inundados en época de lluvia.
- Acuíferos ligados a fenómenos lito-estructurales.

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- I₂ Designación de un Area

hay que añadir la fisuración general que presenta la estructura; resultado de ello es la formación de acuíferos locales que con cierta frecuencia se ven aflorar bajo la forma de manantiales.

El drenaje en profundidad se resuelve por surgencias naturales en las zonas exhumadas, de contacto con las formaciones compactas del Complejo Basal y aprovechando la profusa red de barrancos existentes.

El elevado grado de humedad del terreno puede crear problemas geotécnicos locales y es consecuencia de un drenaje superficial deficiente.

Area I₃

Esta Area acumula en La Palma gran parte de los recursos hidráulicos de la isla, explotados mediante galerías.

La presencia de paleosuelos arcillosos impermeables en combinación con numerosos diques subverticales permiten el establecimiento de acuíferos confinados, de amplitud variable, cuyo nivel freático puede encontrarse a una profundidad considerable.

En general, las rocas basálticas compactas de hábito columnar que componen esta serie, en alternancia con niveles escoriáceos y piroclásticos, se encuentran fisuradas y diaclasadas, por lo que permiten una intercomunicación entre los distintos niveles de mayor permeabilidad.

El drenaje se realiza en superficie sobre una topografía de pendiente considerable que no admite problemas de encharcamiento, mientras que el drenaje en profundidad se produce a lo largo de la base de los grandes escarpes de valles y laderas.

Desde el punto de vista constructivo, no se plantean problemas para obras de superficie, pero sí para obras subterráneas (túneles, galerías, etc.) que pueden llegar a encontrar acuíferos importantes.

Area I₄

La porosidad textural de las rocas sálicas que afloran en La Gomera es muy baja, a pesar de presentar grietas y fracturas de diversa orientación. La permeabilidad secundaria es de escasa importancia debido a la extensión individual, relativamente pequeña, de los afloramientos.

Los diques muestran, sin embargo, interesantes repercusiones desde el punto de vista hidráulico, al actuar como "trampas" litoestructurales que confinan el agua infiltrada en acuíferos fácilmente localizables.

En cuanto a las condiciones constructivas, la Area presenta características hidrogeológicas favorables.

Area II₁

Se presentan condiciones variadas de permeabilidad como consecuencia de la existencia tanto de materiales piroclásticos de gran porosidad, como de coladas basálticas donde la permeabilidad tiene carácter fisural.

La cobertura local de suelos arcillosos de alteración dificulta ocasionalmente la filtración el agua de escorrentía, produciéndose acarcavamientos en la topografía y predominio de drenaje superficial.

En las zonas de fondo de los barrancos pueden encontrarse niveles freáticos a poca profundidad, pero siempre por debajo de los niveles de cimentación usuales.

Area II₂

Tiene una porosidad y permeabilidad de conjunto elevadas, predominando el drenaje profundo sobre el superficial.

Se da el caso de circulación de aguas meteóricas que recorren conductos lávicos subterráneos ("hameos") para acabar infiltrándose en el subsuelo; al margen de este fenómeno, ligado a la estructura litológica de las coladas que forman los "malpaises", no se encuentran acuíferos próximos a la superficie.

Area II₃

En los depósitos coluviales y aluvio-coluviales que componen esta Area, la porosidad es bastante elevada y permite la imbibición y almacenamiento de agua de escorrentía, así como su circulación en sentido vertical; estos fenómenos de circulación de agua se ven algo inhibidos en los depósitos eluvio-coluviales debido al aumento de la fracción arcillosa dentro de su masa.

Se forman importantes acuíferos en las zonas de contacto con el sustrato rocoso, a lo largo del fondo de los barrancos cuyo drenaje se produce en el sector costero, y a menudo a cotas por debajo del nivel del mar. El nivel freático localmente puede situarse a poca profundidad.

Area II₄

De porosidad textural en general escasa, por lo que se llegan a presentar zonas encharcadas temporalmente, e incluso fenómenos de solifluxión —cuando la proporción arcillosa del material, su porcentaje de agua absorbida y la inclinación del terreno lo permiten.

El drenaje superficial se ve favorecido por el factor topográfico, siendo poco importante el drenaje profundo.

Los problemas que en orden a la construcción plantea la hidrogeología de la Area se deben a la retención de agua por los suelos y a los asentamientos que de ellos se puedan derivar.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Este apartado incluye la evaluación de características de resistencia de los diversos materiales litológicos junto con otros caracteres y fenómenos observados sobre el terreno; el fin perseguido es perfilar, en lo posible, el comportamiento mecánico de las formaciones, ya sea bajo las condiciones naturales en que se encuentran o bien bajo las impuestas por las labores constructivas del hombre.

Para poder englobar de forma general los múltiples valores que puede adquirir la capacidad de carga, se han establecido tres categorías: alta, media y baja, que corresponden a intervalos en los que la capacidad de carga varía dentro de valores superiores a 3 kg/cm² entre 3 kg/cm² y 1 kg/cm², e inferiores a 1 kg/cm², respectivamente. Salvo otras

indicaciones específicas, los asientos que se producen al aplicar tales cargas son uniformes y tolerables (inferiores a 5 cm).

Se definen como taludes artificiales medios aquellos de altura comprendida entre 10 y 15 m.

Area I₁

Los materiales rocosos que constituyen la Area ven afectada considerablemente su resistencia mecánica por efecto de la alteración superficial. Tienen capacidad de carga media.

Es muy de tener en cuenta la agresividad química de las aguas de escorrentía e infiltración frente a las mezclas de hormigón, consecuencia de la disolución de los compuestos sulfurados resultantes de la alteración de los abundantes gránulos de piritita diseminados en las rocas y en especial en los diques.

La topografía es desfavorable a las necesidades constructivas, con pendientes superiores al 30 por ciento. La Area admite taludes medios, si bien las fuertes pendientes y una meteorización muy activa propician los desprendimientos de bloques. Los posibles asientos admisibles se reducen a zonas locales donde la alteración ha actuado más profundamente.

Area I₂

Los materiales aglomeráticos que componen esta Area son de rápida alteración y considerable erosionabilidad. La capacidad de carga es media, con riesgo de asientos.

Admite taludes medios verticales cuya degradación, lenta pero progresiva, se produce por descalce y desprendimiento de cantos y bolos.

Las condiciones morfológicas son desfavorables debido al relieve acusado que aumenta la superficie de los afloramientos expuesta a la meteorización y al arrasamiento.

Las condiciones constructivas de la Area son desfavorables.

Area I₃

Reúne esta Area materiales de naturaleza heterogénea y estructura subhorizontal, entre los que se encuentran tanto basaltos en potentes coladas de hábito columnar, muy resistentes a la erosión y de capacidad de carga alta, como niveles de piroclastos soldados más o menos escoriáceos, con cierto riesgo de provocar asientos y cuya capacidad de carga es menor.

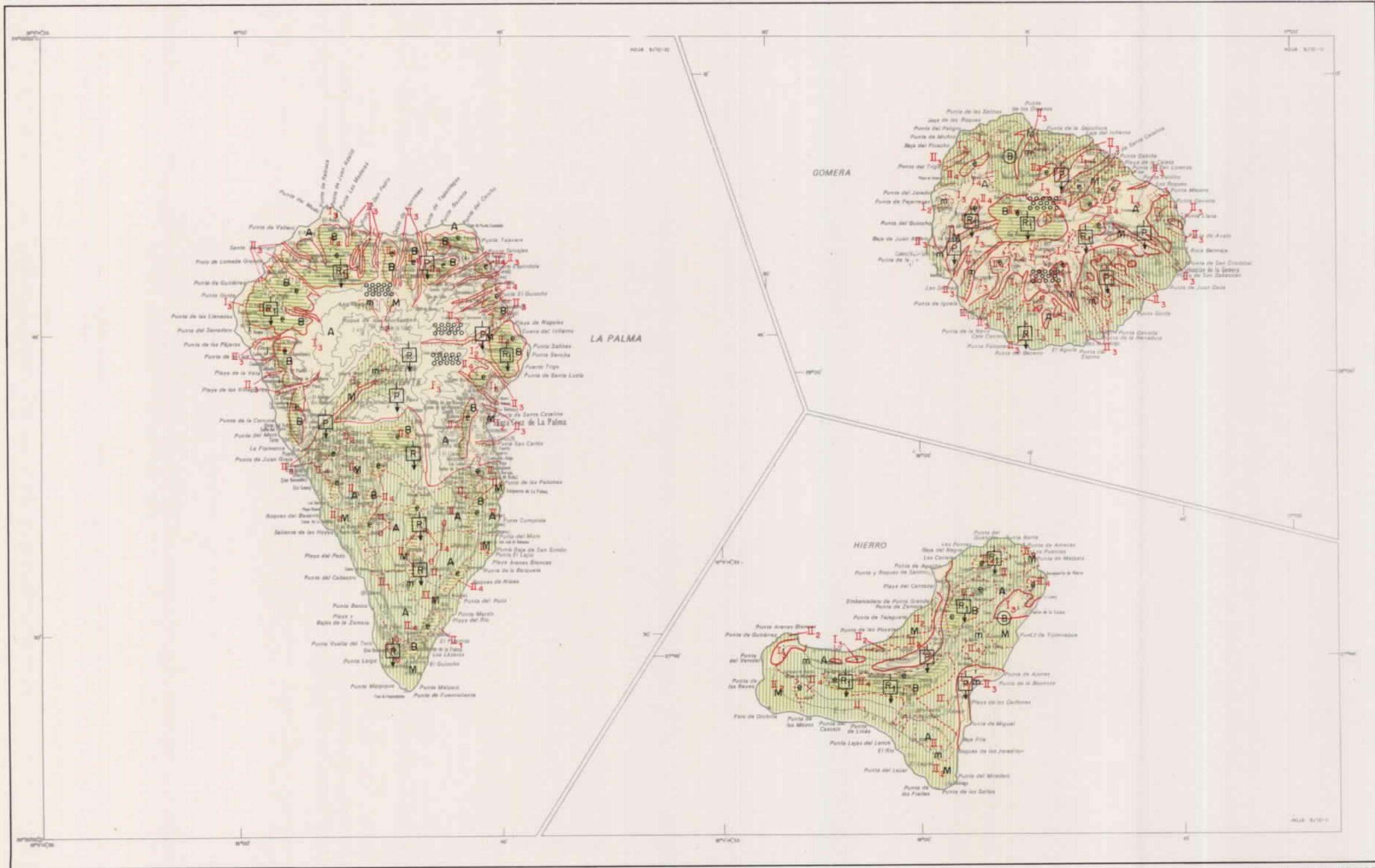
Admiten taludes medios verticales con posibilidad de desprendimientos. La topografía presenta zonas sumamente accidentadas.

La cimentación en estos materiales no presupone problemas constructivos serios. Sin embargo, hay que tener en consideración la existencia de niveles acuíferos durante la realización de obras subterráneas.

Area I₄

Se compone de rocas de elevada tenacidad y dureza, con frecuencia de gran compacidad. Su alterabilidad está condicionada al grado de fisuración.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I ₁	Materiales con resistencia mecánica en general elevada, aunque localmente muy afectada por la meteorización. Capacidad de carga media, con asientos tolerables. La topografía, a menudo accidentada, favorece los desprendimientos. En algunos casos, aguas de infiltración con agresividad química.
	I ₂	Area con problemas litológicos y morfológicos, cuyos materiales admiten una capacidad de carga media. Se producen asientos tolerables en las obras de edificación rural. Deslizamientos de ladera y descalce de bolos en los taludes artificiales.
	I ₃	En general, los materiales de esta Area tienen una resistencia mecánica y capacidad de carga altas, salvo en las zonas de borde de los relieves acusados donde se pueden producir descalces y desplomes de gran volumen.
	I ₄	Materiales rocosos con capacidad de carga alta. El factor topográfico es en general desfavorable. En la mayor parte de los casos admite cimentación directa sin problemas de asientos.
II	II ₁	Materiales lávicos y piroclásticos en coladas subhorizontales superpuestas o formando conos volcánicos. Sin problemas geotécnicos considerables. Capacidad de carga alta.
	II ₂	Productos piroclásticos granulares y coladas de lavas escoriáceas que presentan condiciones medias de capacidad de carga, con asientos tolerables. Los piroclastos constituyen abundantes reservas de áridos naturales para su utilización en construcción.
	II ₃	La totalidad de la Area está cubierta por depósitos de avalancha, coluviales o aluvio-coluviales, formados por fragmentos heterométricos más o menos consolidados. La capacidad de carga es muy variable, aceptándose como media. Riesgo de encontrar acuíferos superficiales en las cimentaciones.
	II ₄	Area formada por suelos arcillo-limosos con proporción variable de cantos. Capacidad de carga baja, pudiéndose producir localmente asientos considerables y fenómenos d



CAPACIDAD DE CARGA

- A Zonas con capacidad de Carga Alta.
- M Zonas con capacidad de Carga Media.
- B Zonas con capacidad de Carga Baja.

— Límite de separación de Zonas.

ASIENTOS PREVISIBLES

- i Zonas con escasa probabilidad de asientos.
- m Zonas con posibilidad de asientos tolerables.
- e Zonas con posibilidad de asientos inadmisibles.

— Límite de separación de Zonas.

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

⊙ Medio VI < G < VIII

Escala internacional macrosísmica (MKS)

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- ⊙ Elevado contenido en materia orgánica.
- R Recubrimientos granulares.
- R₁ Recubrimientos cohesivos.
- P Zonas de condiciones morfoestructurales críticas.

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- - - Límite de separación de Areas
- I₂ Designación de un Area

Las condiciones de cimentación varían de unos términos a otros, siendo posible siempre una cimentación directa. La Area admite taludes medios verticales muy estables.

Las condiciones constructivas son buenas aunque el factor topográfico tenga influencia negativa.

Area II₁

Formada por coladas superpuestas subhorizontales, de naturaleza basáltica compacta y escoriácea, así como por numerosos conos de piroclastos volcánicos, a menudo fosilizados dentro de la formación. La capacidad de carga varía de unas zonas a otras, de media a alta.

Estos materiales presentan una tendencia general hacia formas morfológicas suaves. Las pendientes no muy acusadas, la escasez de acuíferos superficiales y el grado de consolidación de los piroclastos permite calificar la Area como de condiciones constructivas excelentes.

Area II₂

Los materiales lávicos de ella admiten taludes medios verticales, e incluso invertidos, aunque con algún riesgo de desplomes debido a la heterogeneidad de las coladas. Las condiciones de cimentación varían considerablemente con la potencia y el volumen de las intercalaciones piroclásticas, admitiéndose con frecuencia una cimentación directa.

Los materiales piroclásticos tienen por el contrario un comportamiento mecánico algo similar al de los suelos granulares, con componentes que abarcan una gama granulométrica reducida. Son de buena ripabilidad y forman taludes cuya estabilidad depende del grado de humedad, del tamaño y de la cohesión de los fragmentos de piroclastos entre sí. En sentido amplio admiten taludes medios verticales, con desmoronamientos locales. El peso específico aparente del material varía entre 0,8 y 1, mientras que el real está comprendido entre 1,3 y 1,6.

El comportamiento geotécnico del conjunto es bueno, admitiendo una capacidad de carga que va de alta a media, con asientos tolerables.

Area II₃

Formaciones coluviales y coluvio-aluviales con grado variable de compactación y cimentación por costras calcáreas. La capacidad de carga admitida oscila entre alta y media, mientras que los taludes artificiales admisibles no superan los 5 m de altura, debido al descalce de bloques y cantos que provoca derrumbamientos.

Presenta esta Area inconvenientes de orden topográfico y morfológico. En algunos casos, la existencia de niveles freáticos próximos a la superficie puede crear problemas en las cimentaciones.

Area II₄

Los materiales eluviales y eluvio-coluviales que forman la Area son de naturaleza eminentemente limo-arcillosa, de plasticidad y granulometrías variables. Su erosionabili-

dad elevada se ve en parte compensada por una topografía de escaso relieve. Muestran una gran oscilación local en contenido de materia orgánica, mientras que la proporción de carbonatos es normalmente baja.

Estos suelos son a menudo impermeables, creándose problemas de drenaje con encharcamientos temporales y fenómenos de solifluxión en zonas de altimetría elevada, donde la humedad ambiental es permanente.

Su capacidad de carga se ve limitada por estos factores, considerándose como baja; las cimentaciones pueden requerir en algunos casos el empleo de zapatas.

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

Recopilando las características expuestas en los capítulos anteriores, se llega a la síntesis de características constructivas de los terrenos comprendidos en el presente Mapa Geotécnico General a E 1:200.000.

Se han considerado cuatro tipos en el análisis de las condiciones constructivas citadas: muy desfavorables, desfavorables, aceptables y favorables, que se refieren individualmente al valor cualitativo y cuantitativo de los factores de incidencia geotécnica que se han ido considerando a lo largo del capítulo 2.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

Se incluyen en este apartado los materiales de la Area II₃ en razón a la heterogeneidad de su composición, la estabilidad relativamente baja y una morfología realmente desfavorable. Por su situación, se encuentra en gran parte de su perímetro expuesta a avalanchas y desprendimientos de bloques procedentes de Areas contiguas, dada la existencia de grandes resaltes topográficos en sus inmediaciones.

En el orden hidrogeológico, los inconvenientes se centran en la posibilidad de hallar niveles freáticos próximos a la superficie durante las obras de cimentación o excavación.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Quedan comprendidos en este grupo los materiales de la Area I₂ debido a sus características litológicas y geomorfológicas, así como los diversos entornos que componen la Area II₄ en los que inciden problemas de tipo hidrológico, geomorfológico y litológico en grados diversos. Son rasgos comunes en estas Areas la presencia de acuíferos

aislados que interfieren con las obras subterráneas o bien de zonas temporales de encharcamiento superficial a causa de la baja permeabilidad de los suelos. La capacidad de carga admisible con asentos tolerables adquiere valores entre medios y bajos.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Se consideran incluidas bajo esta especificación las Areas I₁, I₃ y II₂. En la primera se da con relativa frecuencia algún tipo de problema constructivo, bien sea de orden geotécnico propiamente dicho o bien ocasionado por las condiciones morfológicas locales. La Area I₃ tiene condiciones aceptables en cuanto a drenaje y permeabilidad, así como una litología que admite cargas elevadas; no obstante, el factor morfológico puede ser causa de graves dificultades constructivas, en especial en el sector de Mapa Geotécnico que queda comprendido en la isla de El Hierro, donde los grandes escarpes de acusada pendiente constituyen la nota más destacada de la misma. La Area II₂ presenta únicamente problemas de tipo litológico, a causa de la abundancia de formaciones granulares con estados de compactación y alteración que abarcan una amplia gama. Los asentos que se producen son en general tolerables, presentando los terrenos una capacidad de carga que va de media a alta.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

La Area I₄ reúne buenas condiciones geotécnicas, litológicas e hidrológicas, además de constituir una excelente reserva natural de materiales rocosos utilizables en el sector de la construcción; los problemas que puedan plantearse responden a la morfología, en general agreste, de los diferentes entornos en que se divide la Area.

Otras zonas de interesantes condiciones potenciales favorables a la construcción son las que se engloban en la Area II₁. Los materiales admiten, en sentido amplio, capacidades de carga altas, y no se plantean problemas constructivos específicos.

BIBLIOGRAFIA

- Dupuy de Lôme, E. y Marín Barcena, A. **Estudio hidrogeológico de la Isla de Hierro (Canarias)**. Bol. IGME Tomo LXXV, p. 1 a 62. Madrid (1964).
- Fernandez Santin, S. et Alt. **Petrographic study of basaltic materials emitted by Teneguía volcano (La Palma, Canary Islands, October 27 th-November 19 th, 1971)**. Estudios Geológicos, vol. Teneguía, p. 27-33.
- Instituto Geológico y Minero de España (IGME). **Mapa de síntesis de sistemas acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias**. Servicio de Publicaciones. Madrid (1971).
- IGME e Instituto Geográfico y Catastral (IGC). **Mapa Sismo-estructural de la Península Ibérica, Baleares y Canarias**. Servicio de Publicaciones. Madrid (1966).
- IGC. **Mapa de las comarcas geográficas de España**. Servicio de Cartografía y Publicaciones. Madrid (1961).
- IGC. **Hojas topográficas del Mapa Nacional a E 1:50.000, números 1.023, 1.027, 1.030, 1.085, 1.090, 1.094, 1.108, 1.109, 1.116 y 1.117**. Servicio de Cartografía y Publicaciones. Madrid (1958-61-63-64-68).
- Machado, F. y Pliego, D. **Rheology of the lava of Teneguía eruption (Island of La Palma, Canary Islands, 1971)**. Estudios Geológicos, vol. Teneguía, p. 35-40. (1974).
- Ministerio de Agricultura. **Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España**. Mapa Agronómico Nacional. Dirección General de Agricultura. Madrid (1965).
- Ministerio de Obras Públicas. **Balance hídrico**. Servicio de Publicaciones. Madrid.
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G, S-1 (1968) Parte A**. Madrid.
- Servicio Meteorológico Nacional. **Datos climáticos del período 1960-1971, correspondientes a las estaciones meteorológicas de las Islas Canarias**. Servicio de Publicaciones. Madrid