

# Meteorología, climatología y bioclimatología de las Islas Oceánicas Chilenas.

## Meteorology, climatology and bioclimatology of the Chilean Oceanic Islands.

Ernst Hajek y Guillermo A. Espinoza

*Pontificia Universidad Católica de Chile*

*Facultad de Ciencias Biológicas*

*Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones*

*Casilla 114-D, Santiago, Chile*

### RESUMEN

Aproximadamente un 71% del planeta está compuesto por océanos y mares, de tal manera que la atmósfera está fuertemente influida por grandes masas de agua. Consecuentemente, el aire marino interactúa con los fragmentos de tierra y da origen a diversas variedades de climas insulares.

En este capítulo se hace una revisión de los principales aspectos meteorológicos, climatológicos y bioclimatológicos del sector que incluye a las Islas Oceánicas Chilenas.

De todos los grupos insulares, sólo para Isla de Pascua y Juan Fernández existe información climatológica que, aunque incompleta, resiste un análisis más detallado. Los grupos insulares de Sala y Gómez y de San Félix y San Ambrosio (Islas Desventuradas), pueden asimilarse en términos generales a los grupos anteriores.

Las Islas Oceánicas Chilenas se encuentran en las zonas subtropicales y medias, donde hay una predominancia de masas de aire tropical marítimo y están bajo el dominio de las altas presiones del Anticiclón del Pacífico. Las Islas de Pascua, y Sala y Gómez se enmarcan en la región climática denominada como Oceánica Ecuatorial, mientras que el grupo e islas del Archipiélago Juan Fernández posee un clima oceánico que es comparable al del continente.

Isla de Pascua muestra una presión atmosférica alta, especialmente en primavera-verano (1015-1018 mb); en otoño-invierno es menor (1013-1017 mb); el promedio anual es de 1016 mb. Juan Fernández muestra un promedio de 1020 mb y mayo es el mes con el valor más bajo (1018 mb), en tanto que septiembre presenta el más elevado (1023 mb).

Los vientos dominantes en Isla de Pascua, en enero, son E y SE (28% c/u); en julio el viento sopla desde NW, W y SE (20% c/u). En cambio en Juan Fernández, en enero, los vientos dominantes provienen del sur (56%); en julio son importantes los componentes S (14%), SW (11%) y W (20%).

Las horas de sol alcanzan un total de 50%, sobre el máximo anual posible, en Isla de Pascua (los meses extremos son febrero, con un 56% y octubre con 43%). En Juan Fernández el valor anual es más bajo (36%), con un 27% para junio y 44% para diciembre, como mínimo y máximo.

La humedad relativa en Isla de Pascua es homogénea a lo largo del año, oscilando entre 76% y 81%; su promedio anual es de 77%. En Juan Fernández, el valor promedio del año es de 75%, con un rango de 70% a 78% entre meses; aquí, debido al carácter ligeramente mediterráneo, hay variación en los valores.

La nubosidad (expresada en 6/8 de cielo cubierto) es mayor en el mes de junio en Isla de Pascua (70%); la menor se observa en abril-noviembre, con un 47%. En Juan Fernández en abril-noviembre como mínimo; en general, presenta valores más altos que los de Isla de Pascua en invierno.

El promedio anual de precipitaciones en Isla de Pascua es de 1126 mm, con dos máximos (a fines de otoño-comienzos de invierno y a fines de primavera-comienzos de verano); las precipitaciones se concentran en otoño, con un 30% del total anual. Las precipitaciones máximas en 24 horas fluctúan entre 40 y 150 mm, para un período de 7 años. En Juan Fernández, en cambio, existe un comportamiento típicamente mediterráneo de las lluvias, ya que las precipitaciones ocurren entre

abril y septiembre; la época estival dura 5 meses, aproximadamente. El promedio anual es de 956 mm y es altamente variable entre años; el 45% de las lluvias cae en los meses de invierno. Las precipitaciones máximas en 24 horas (para 1965 y 1971) revelan valores entre 15 y 86 mm.

La temperatura mínima media más baja en Isla de Pascua es de 15.5°C y la máxima media más alta es de 27.3°C; la temperatura media anual es de 20.7°C. En Juan Fernández la mínima media menor es de 10.1°C y la máxima media más elevada de 21.8°C; el promedio anual es de 15.2°C.

El valor anual de la evapotranspiración, en Isla de Pascua, es de 845 mm y en Juan Fernández de 544 mm. A lo largo de todo el año, la precipitación es más alta que la evapotranspiración en Isla de Pascua, no así en Juan Fernández, donde hay un déficit hídrico en los cinco meses de verano.

La productividad primaria potencial, calculada a base de la precipitación, es de 1547 g/m<sup>2</sup> año en Isla de Pascua, en Juan Fernández es de 1403 g/m<sup>2</sup> año.

La sensación climática, en una perspectiva humana, muestra un “bienestar máximo” entre enero y abril en Isla de Pascua; los meses restantes se incluyen en las categorías de “fresco suave” y “fresco”. En Juan Fernández dominan las categorías de “fresco” en enero y febrero y en el resto del año son de “frío moderado”. La temperatura efectiva varía entre 16.6 y 20.4 grados de TE en Isla de Pascua; en Juan Fernández es cercano a 10 grados de TE.

Las diferencias más notorias entre los grupos de islas se relacionan con los valores observados para temperaturas y precipitaciones. Desde el punto de vista bioclimático, no hay limitantes significativas en los dos grupos de islas analizados.

## EXPANDED SUMMARY\*

*According to their global significance for the planet, oceanic climates should occupy an important first place. Because almost 71% of the Earth's surface is oceanic, about the same percentage of atmosphere is permanently and directly influenced by the sea. The ocean regulates heat and moisture budgets, thus affecting the global behavior of the atmosphere. Evaporation from the ocean is the chief sink of absorbed solar radiation. Narrow daily and seasonal ranges of temperature and humidity are among the most important features of oceanic climates. The influences of maritime air on small fragments of land creates many varieties of insular climates. The degree of modification depends chiefly on the size, shape, configuration, vegetation and altitude of the islands. Even small islets are capable of exerting an effect upon the surface airflow around them.*

*One of the most important characteristic of the general circulation of the atmosphere in the sector where the Chilean Oceanic Islands are located, is the presence of the South-Pacific semi-permanent anticyclone. Its seasonal expansion and shifts around 30 degrees of latitude south, associated with the general counterclockwise circulation of the air, produces the general climatic patterns of the area. In the northern limit of the system, winds are usually from the east, whereas they are from the west in the southern limit. In the subtropical and mid-latitudes, a predominance of maritime tropical air exists, which is formed over an extensive area of warm ocean waters. This air is relatively warm and humid. The zone of subtropical convergence is, according to some authors, a limit between the regions of maritime tropical and maritime polar air masses. This would correspond to the mean surface position of the polar front. This front shifts seasonally, advancing toward the equator in winter and moving slightly to the south, with the South-Pacific anticyclone, in summer.*

*The Chilean Oceanic Islands that will be considered for a climatic analysis are: Isla de Pascua – Easter Island – (27°07'S, 109°22'W, 3700 km W of continental Chile; Isla Sala y Gómez (26°27'S, 105°28'W, close to Easter Island); Islas Desventuradas, which include Isla San Félix (26°17'S, 80°57'W), Isla San Ambrosio (26°20'S, 70°58'W), and some smaller islands, at approximately 900 km W of continental Chile; and the Juan Fernández Archipelago (33°40'S, 79°00'W), with three main islands and several smaller islands, 587 km W of continental Chile. Official climatic records are available only for Easter Island and the Juan Fernández Archipelago. Consequently, the analysis in this chapter deals mainly with these insular groups.*

*Concerning the type of climate, Easter Island is equatorial-oceanic. Juan Fernández, even framed within an oceanic type of climate, falls closer to the climates found in continental Chile, especially those at higher latitudes (36°-37°).*

*The atmospheric pressure on Easter Island and Juan Fernández is usually high. Annual mean pressure is 1016 mb and 1020 mb, respectively (Table 1).*

*The location of the Chilean Oceanic Islands largely determines their wind patterns; Easter Island and Sala y Gómez Island, being located to the NW of the center of the system, receive E and*

(\*) Thanks are expressed to Dr. Fabian Jaksic, for his assistance in the preparation of the expanded summary.

sometimes SE winds during most of the year. Juan Fernández and the Islas Desventuradas are located to the east of the system and, because of the anticyclonic circulation, S and SE winds dominate (Fig. 1).

In January, the wind most frequently present on Easter Island is E and SE, and in July, NW, W and SW. During both months, calms have a relative frequency of 10%. In January, the highest wind velocities are for the directions SE, E and partially NW. In July, the speed of wind is about equal in all prevailing directions. In Juan Fernández, January winds are mainly S and SE. Calms are about 21%. In July, S and SE winds are still important, as well as W winds. Calms are about 32%. In January, the highest speeds are for S winds; in July also for S winds and, to a lesser degree, for SW, SE, W, NW and N winds (Figs. 2, 3; Tables 2, 3, 4).

The ratio of highest actual to astronomic maximum sunshine is 56% and occurs during February on Easter Island. In Juan Fernández it occurs in December, with 44% (Table 5).

Relative humidity has a rather steady course along the year on Easter Island (extremes of 76% and 81%), and an annual mean of 77%; Juan Fernández has a mean value of 75% with an annual range between 70% and 78% (Table 6).

The highest cloudiness values for Easter Island are observed in June, with 70% of the days showing over 6/8 overcast sky. Juan Fernández shows higher cloudiness values, especially in winter (Tables 7, 8).

Annual precipitation on Easter Island is 1126 mm, with a variability of 31%. On the average, individual months show over 50% of variation along the years. Two maxima are observed on this island: one at the end of autumn-start of winter and the other at the end of spring-start of summer. Due to topographic effects and distance from the sea, differences in rainfall amount and frequency can be observed throughout the island. Maximum rainfall in 24 hours lies between 40 mm and 150 mm as monthly values. Juan Fernández shows a precipitation regime of a mediterranean type, with maxima in winter and minima in summer. Mean annual precipitation is 956 mm with a variability of 26%. Maximum precipitation in 24 hours (monthly values) varies between 15 mm and 86 mm. Because of the rough surface configuration in the Juan Fernández Archipelago, strong rainfall differences should be expected to occur due to the altitudinal effects and the orientation to the prevailing winds (Figs. 4, 5, 6; Tables 9, 10, 11).

The lowest monthly value of the mean minimum temperature for Easter Island is 15.5°C and the highest value for the mean maximum temperature is 27.3°C. Mean annual temperature is 20.7°C, with an annual range of 5.3°C. Temperatures below 0°C have not been recorded on this island. Juan Fernández shows lower values, the lowest mean minimum temperature being 10.0°C and the highest maximum, 21.8°C. Mean annual temperature is 15.2°C and the annual range is 6.3°C (Figs. 7, 8; Tables 12, 13).

The main bioclimatic features of the Chilean Oceanic Islands, as described by means of hythergraphs, climographs and climate diagrams, point out to the oceanic characteristics of the climate; but Juan Fernández has more marked links with the continent, especially with climates at latitudes of about 36°-37° degrees south (Figs. 9, 10, 11, 12).

The yearly evapotranspiration values are 845 mm for Easter Island and 544 mm for Juan Fernández. Primary productivity values (potential, sensu Lieth) are 1547 g/m<sup>2</sup> year and 1403 g/m<sup>2</sup> year for Easter Island and Juan Fernández, respectively (Table 14).

Using air enthalpy as a biometeorological index, human bioclimates are less favorable in Juan Fernández, showing lower values than in Easter Island. The effects of the wind tend to lower the effective temperature on Easter Island, thus providing a more comfortable bioclimatic sensation in summer. In Juan Fernández, where wind speeds are somewhat higher for S components and where the temperatures are lower, the human bioclimate gives a discomfort sensation (Tables 15, 16).

### Final comments

Although Juan Fernández experiences a great oceanic influence, it shows climatic patterns of a mediterranean type (a concentration of rainfall in the winter months, with a decrease in summer). In Easter Island precipitation occurs throughout the year. The most conspicuous differences between the two island groups are related to temperature and rainfall patterns. From a thermal point of view, no limitations exist in either group of islands, because temperatures are usually above 10°C.

It is desirable that climatic data records be substantially improved in quantity, quality, duration and accessibility to the public. More stations should be installed in key locations on the islands presently providing information, and also on islands presently not bearing any kinds of data.

It should be made clear that local development plans (agricultural, livestock, forestry, tourism), require a good and complete base of climatological records, which for the Chilean Oceanic

*Islands unfortunately are far from being optimal. Also, better information from the islands would improve the knowledge of general climatic patterns in the South-Pacific.*

## INTRODUCCION

De acuerdo a su significado global en el planeta, debería ubicarse a los climas oceánicos en un primer y destacado lugar. Un 71% de la superficie del globo está conformada por océanos y, por lo tanto, una cantidad equivalente de la atmósfera se encuentra en todo momento directamente influenciada por inmensas masas de agua. El océano fija los límites del comportamiento atmosférico global, a través de un papel fundamental en la regulación de los balances de calor y humedad de la Tierra. Esto significa que, siendo térmicamente conservativo, evita que la atmósfera se caliente o enfríe en forma excesiva.

La evaporación del océano es el proceso más importante, tanto en las relaciones térmicas como hídricas entre el mar y la baja atmósfera. Los pequeños rangos diarios y anuales de la temperatura son habituales, al igual que los de la humedad del aire; esta última es elevada y poco variable (Rumney, 1970).

En los climas oceánicos pueden considerarse dos grandes grupos: por un lado, los climas oceánicos subpolares y por otro, los climas oceánicos ecuatoriales. Ellos representan los climas extremos del mar y entre ambos pueden ubicarse muchas situaciones intermedias.

La influencia del aire marino sobre pequeños fragmentos de tierra crea numerosas variedades de climas insulares. En síntesis, estos son climas oceánicos, modificados según el tamaño, forma, configuración superficial y altitud de cada isla. Aun las pequeñas masas de tierra son capaces de provocar efectos notables sobre el movimiento superficial de las masas de aire; éste casi siempre se expresa como un cambio en las características de la nubosidad.

Analizaremos inicialmente, en términos generales, algunos aspectos de la circulación atmosférica del sector de las Islas Oceánicas chilenas, para llegar posteriormente a una caracterización de climas y bioclimas.

## METEOROLOGIA

### La circulación general de la atmósfera

La circulación general de la atmósfera es, dicho en forma simple, el movimiento promedio de los vientos del mundo. Los mecanismos

básicos sobre los cuales opera son la acumulación, la transferencia y la disipación del calor del sol. Las regiones de baja latitud, entre los trópicos y el Ecuador, están constantemente calientes; por el contrario, las de latitudes mayores (regiones polares) están siempre frías. Entre ambas existe, en las latitudes medias, una amplia zona de interpenetración ondulante, donde el aire caliente tropical se junta con el aire frío polar en un intercambio incesante. De no ser por este intercambio, las regiones ecuatoriales se volverían cada vez más calientes y las polares cada vez más frías. De esa forma los excesos y los déficits de calor de la tierra se igualan, mediante la transferencia producida en sentido norte-sur (Estienne y Godard, 1970).

La presión estándar a nivel del mar es de 1013 mb; las regiones que aparecen con valores inferiores a esa cifra reciben el nombre de áreas de baja (B) presión y aquellas marcadas con valores superiores, se designan como zonas de alta (A) presión. Las diferencias que dan origen a las "altas" y "bajas" surgen, fundamentalmente, de los valores de temperatura.

Hay varias regiones en el mundo en las cuales, a lo largo de todo el año, existe alta presión. Allí, las lecturas barométricas señalan valores superiores a las áreas circundantes, el aire es más seco, los cielos son más claros y los vientos de superficie son menores. A estos centros, en los cuales el aire se mueve hacia zonas de más baja presión, se les llama "altas semipermanentes", o "anticiclones semipermanentes". Por ejemplo, frente a las costas de América del Sur se encuentra el anticiclón del Pacífico.

Pueden existir, además, altas y bajas oceánicas a lo largo del año; en ese caso, estas son regiones dinámicas de condiciones atmosféricas continuamente cambiantes. Los ciclones que migran, habitualmente traen condiciones de mal tiempo, con abundante nubosidad (generalmente en forma de stratus) y son responsables de muchas de las lluvias que caen en el sector.

En la Fig. 1 se muestran tanto los valores promedio de presión atmosférica como los vientos de superficie, para enero y julio, en un sector del Pacífico Sur. Puede observarse que la zona de alta presión (A) tiene un movimiento a lo largo del año, desplazándose y expandiéndose. En términos generales, tiende a moverse hacia el Ecuador en los meses fríos y hacia los polos en verano. Su influencia, en enero, se

ejerce también en un sentido horizontal hacia el continente.

En las zonas subtropicales y medias, en cambio, existe predominancia de masas de aire tropical marítimo (Tm), que se ha formado sobre una extensa zona cálida del océano del Pacífico Sur (Peña y Romero, 1978). Se trata de aire relativamente cálido y húmedo, originado en las bajas latitudes (Rumney, 1970). La zona de convergencia subtropical de aire tropical sería, según algunos autores, un límite entre las regiones de aire tropical marítimo (Tm) y polar marítimo (Pm). Ello correspondería a la posición superficial media del frente polar. Este frente tiene un desplazamiento estacional, avanzando hacia el Ecuador en invierno y desplazándose algo hacia el sur, con el Anticiclón del Pacífico, en la época de verano.

La característica principal de circulación atmosférica en este sector es de tipo anticiclónica; a ella van asociadas la subsidencia y divergencia superficial de vientos y la rotación en sentido opuesto a los punteros del reloj. Estos anticiclones se mueven a una velocidad variable, registrándose su trayectoria entre los 25 y 35 grados de latitud sur en verano y algo más al norte en invierno. Su ruta está orientada más hacia el este, con componentes secundarias S y N, especialmente al acercarse a las costas sudamericanas (Peña y Romero, 1978).

### Islas Oceánicas chilenas

Las Islas Oceánicas consideradas en este análisis climático son: Isla de Pascua (27°09'S y 109°26'W, a 3.700 km de la costa de América), Isla Sala y Gómez (26°27'S y 105°28'W; cercana a Isla de Pascua), Islas Desventuradas (que incluye las Islas San Félix, a 26°17'S y 80°05'W, y San Ambrosio, a 26°20'S y 79°58'W y algunos islotes, a una distancia aproximada de 900 km de la costa americana) y el Archipiélago Juan Fernández (entre 33°40' y entre 79°00'W), que cuenta con tres islas y algunos islotes a 587 km de Chile continental.

En cuanto al tipo de clima, está claro que la Isla de Pascua, por su ubicación geográfica (recuérdese Fig. 1) está demarcada fuertemente por las características de los climas oceánicos ecuatoriales, tal como puede verse en los gráficos que sintetizan las características climáticas de su estación representativa (ver sección Bioclimatología). De tal manera que su régimen climático no tiene analogías ni con Chile continental, ni con Chile insular austral.

El clima de la Isla de Pascua ha sido designado con nombres diversos por diferentes autores (se le ha denominado como condiciones climáticas tropicales, clima marítimo templado cálido, dominado por los alisios, semitropical casi sin variaciones o clima cálido moderadamente húmedo). Las primeras informaciones, aportadas por los navegantes del siglo XVIII, establecen la existencia de condiciones climáticas muy agradables y sin grandes fluctuaciones de temperatura. En cambio, es distinta la valoración de las precipitaciones que parecen estar relacionadas con la época en que se visitó la isla; algunos hablan de sequías y otros de fuertes lluvias (Alcayaga y Narbona, 1969).

El grupo de islas de Juan Fernández, si bien está encuadrado dentro de un régimen de tipo oceánico, se asocia más con los climas del continente, particularmente aquellos con una latitud cercana a los 38°S (Di Castri y Hajek, 1976).

Tal como ya se ha dicho, el movimiento de masas de aire, dentro de este sistema anticiclónico que domina el sector de las Islas Oceánicas chilenas, es de tipo retrógrado. De allí que, en el borde norte del sistema, predominen vientos del este; mientras los de componente oeste dominan en su borde sur. Por lo tanto, la ubicación geográfica de las Islas Oceánicas chilenas condiciona sus sistemas de vientos; así las Islas de Pascua y Sala y Gómez, ubicadas al NW del centro del sistema, reciben vientos de componentes E y SE, durante gran parte del año. En cambio, en Juan Fernández y las Islas Desventuradas, localizadas al este del sistema, dominan los vientos S y SE.

En esta última, la interrupción de las situaciones anticiclónicas en asociación con depresiones ciclónicas puede dar origen a vientos NW en invierno. Otras depresiones ciclónicas pueden avanzar desde el W y llegar, aun en verano, a Juan Fernández, dando situaciones de mal tiempo. A veces estas depresiones alcanzan la costa de Chile central (Peña y Romero, 1978). Hacia el este del sistema, como lo indican estos autores, hay un área donde son más frecuentes durante todo el año las depresiones ciclónicas prelitorales, que se instalan y/o desarrollan al SE del Archipiélago de Juan Fernández, entre 30 y 40 grados de latitud sur.

En cuanto a la Isla Sala y Gómez —de una superficie de 0,25 km<sup>2</sup> y de una altura máxima de 30 metros— podrían considerarse análogas sus condiciones climáticas generales a las descritas para Isla de Pascua, dada su cercanía física (menos de un grado de latitud y unos cuatro



*“La influencia del aire marino sobre pequeños fragmentos de tierra crea numerosas variedades de climas insulares, lo de las masas de aire; éste casi siempre se expresa como un cambio en las características de la nubosidad”. Este es el cas*





A. LARREA

*climas oceánicos. Estas pequeñas masas de tierra son capaces de provocar efectos notables sobre el movimiento superficial de Isla de Pascua que aparece en la fotografía.*

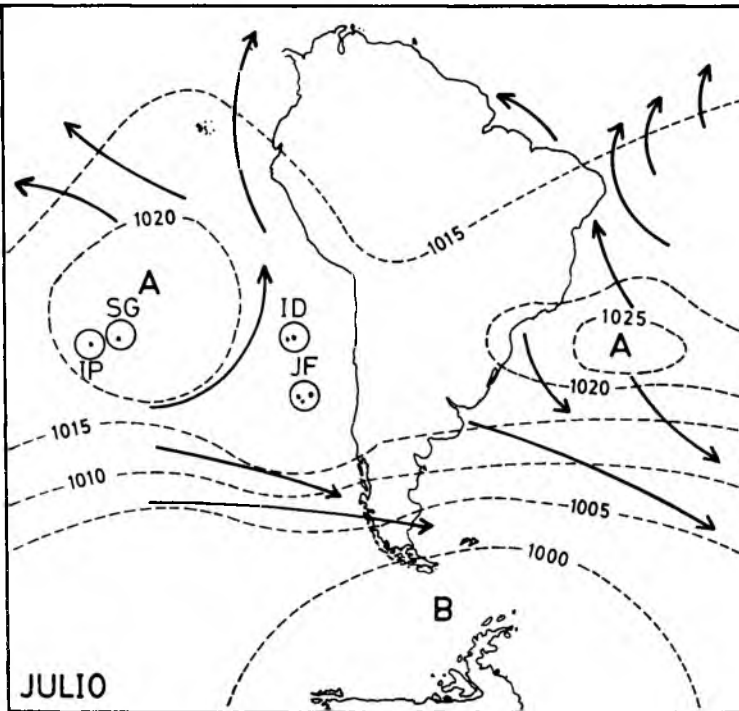
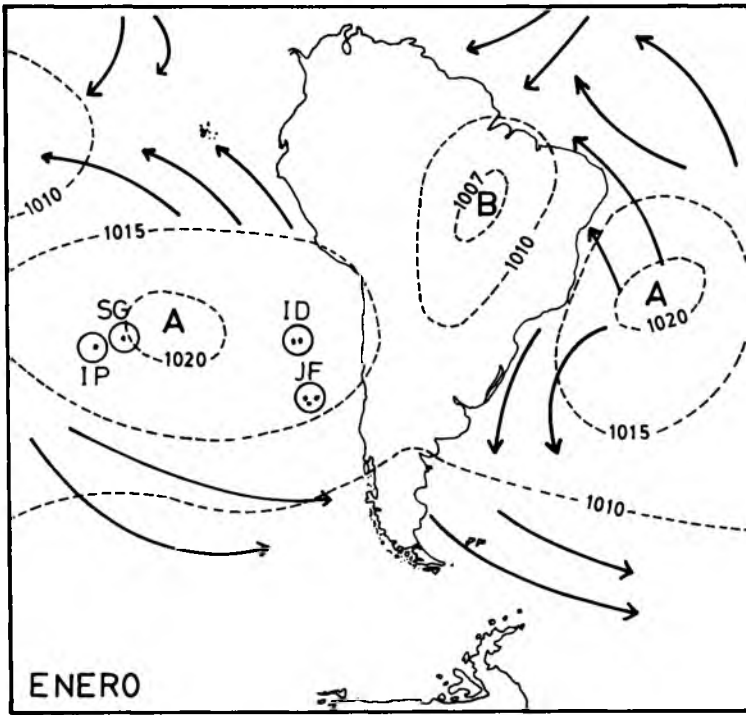


Fig. 1: Repartición media de las presiones y de los principales flujos en la superficie del globo (Estienne y Godard, 1970, modificado). Las presiones están en mb. Se destacan las zonas de alta (A) y baja (B) presión atmosférica y las ubicaciones relativas de las Islas Oceánicas chilenas (IP= Isla de Pascua; SG= Sala y Gómez; ID= Islas Desventuradas: San Félix y San Ambrosio; JF= Archipiélago de Juan Fernández).



grados de longitud). Aunque tendría los mismos sistemas de vientos y similares temperaturas, humedad y precipitaciones, debido a su menor tamaño y altitud, las modificaciones microclimáticas del clima oceánico dominante serían substancialmente menores.

En las Islas San Félix y San Ambrosio, en términos generales, las lluvias son escasas, al igual que la nubosidad, pero estos elementos se incrementan en invierno. El viento es relativamente constante, e impera un régimen anticiclónico con vientos del sur (Editorial Antártica, 1980). Las altitudes máximas en San Ambrosio son de 479 metros, lo cual podría crear algunas condiciones de mayor condensación de vapor de agua en su parte alta; en San Félix la altitud es de unos 190 metros. El islote González a 166 metros de altitud máxima y el islote Catedral a 50 metros —debido a su tamaño— no modificarían substancialmente el microclima del sector.

## CLIMATOLOGIA

Dado que hay una mejor información disponible en Isla de Pascua y el Archipiélago de Juan Fernández, se hará un análisis más detallado de su situación climática. Aun cuando el Archipiélago de Juan Fernández está formado por varias islas, nos referiremos a él en un sentido genérico como “Juan Fernández”, tratando de caracterizar en sentido amplio a todo el sector.

Debe hacerse notar acá que, aun cuando se disponga de información climatológica para ambas islas, ésta adolece de discontinuidades, no es completa para algunas variables y obliga a recurrir a períodos más restringidos para establecer su comparación. Eso es lo que se ha hecho, particularmente en la información que se presenta en figuras y tablas. Los datos provienen básicamente de la Dirección Meteorológica de Chile (1924-1980).

### Presión atmosférica

#### *Isla de Pascua*

El efecto de las condiciones anticlónicas se hace notar en Isla de Pascua, donde la presión atmosférica generalmente es alta. Además, no hay uniformidad en las marchas anuales y el intercambio de masas de aire del Pacífico Sur con seguridad influye en la presión de la isla y, a la vez, estos cambios de régimen de presión influyen en los movimientos de las masas de

aire sobre el océano y el continente sudamericano (Junta de Aeronáutica Civil, 1963).

De acuerdo a los datos de presión (Tabla 1), los más altos valores para Isla de Pascua tienden a producirse en los meses de primavera-verano y los mínimos en otoño-invierno; el promedio anual es de 1016 mb. Se han documentado marchas diarias de la presión, caracterizada por dos ondas; los mínimos se presentarían cerca de las 4:00 y de las 16:00 hora local y los máximos cerca de las 10:00 y 22:00 horas. Asociados a los mínimos de presión, pueden ocurrir simultáneamente diversos fenómenos (calmas, vientos débiles, vientos fuertes, con y sin precipitaciones, con y sin turbulencia, con y sin tempestades eléctricas). Las precipitaciones intensas pueden estar acompañadas por una curva normal de presión (Junta de Aeronáutica Civil, 1963).

#### *Juan Fernández*

El valor promedio anual de presión atmosférica para Juan Fernández es de 1020 mb. La presión promedio más baja observada es de 1018 mb para el mes de mayo y la más alta corresponde al mes de septiembre con 1023 mb (Tabla 1).

### Vientos

#### *Isla de Pascua*

En la Fig. 2 se muestra la frecuencia relativa de la dirección y fuerza media de los vientos para enero y julio. En enero, las direcciones más comunes corresponden a las de origen este y sureste, con alrededor de un 28% para cada una de ellas; las calmas son, aproximadamente, de un 10%. En el mes de julio el viento sopla preferentemente desde las direcciones NW, W y SW y presenta un 10% de calmas.

La mayor velocidad del viento se presenta asociada a la dirección SE, E y parte del NW, en enero. Para el mes de julio se observa que los vientos tienen prácticamente la misma fuerza en todas las direcciones, a excepción de la componente este que es menor.

El viento se caracteriza por calmas o vientos débiles en la noche, aumentando la fuerza desde la salida del sol hasta mediodía, para disminuir en la tarde. Aparentemente en la isla hay movimientos diarios de vientos entre tierra y mar; durante el día, desde el mar hacia el interior y en la noche se produce en sentido opuesto. Este régimen, en general, es interrumpido por las depresiones.

En invierno, el paso de las depresiones por el Pacífico aumenta el viento desde el norte que —aunque débil— puede producir oleajes peligrosos cerca de la costa norte y noroeste. Los vientos ascendentes sobre la isla, calentada por los rayos solares y dentro de un mar relativamente frío, producen casi siempre una nubosidad de desarrollo vertical que explica la alta frecuencia de chubascos (Junta de Aeronáutica Civil, 1963).

#### *Juan Fernández*

Las frecuencias relativas de la dirección y de la velocidad del viento para enero y julio aparecen en la Fig. 3. En el mes de enero los vientos son preferentemente del sur, con una frecuencia de un 56% y, en menor intensidad, del SE (15%); la cantidad de calmas en el mes de enero corresponde a un 21%. En julio continúan siendo importantes las direcciones sur y sureste y también oeste (S= 14%; SW= 11%; W= 20%); el porcentaje de calmas es de un 32%.

En enero la fuerza del viento es mayor desde el sur. En julio, aunque sopla más fuerte desde el sur, se manifiesta una influencia desde el SW, SE, W, NW y N; nuevamente existe una disminución de los vientos que soplan desde el este.

La dirección del viento es alterada frecuentemente por los contornos bastante sinuosos de los cerros y de algunos valles de las Islas del Archipiélago.

Como dato adicional se presentan tabuladas, tanto para Isla de Pascua como Juan Fernández, las marchas diarias mensuales del viento (Tabla 2), la velocidad máxima y la dirección dominante (Tabla 3) y el número de días en que la velocidad del viento es igual o superior a 20 y 30 nudos (Tabla 4).

### **Insolación**

#### *Isla de Pascua*

Febrero es el mes que muestra una mayor proporción de horas de sol (56%) sobre el total astronómico; el más bajo es octubre (43%), aun cuando hay una serie de otros meses que le son cercanos. El valor anual promedio es de un 50% de horas de sol sobre el máximo posible.

#### *Juan Fernández*

La proporción de horas de sol es baja, y se mueve en valores mensuales aproximados a un

35%. El mes más bajo es junio (27%) y el más alto corresponde a diciembre (44%). En valores anuales se alcanza tan sólo a un 35% del total posible de horas de sol (Tabla 5).

Es necesario comentar que las diferencias entre meses podrían deberse, además del efecto propio de la nubosidad, a una baja cantidad de años de observación disponible para los cómputos en ambas áreas.

### **Humedad relativa**

#### *Isla de Pascua*

La humedad relativa de Isla de Pascua tiene una marcha anual bastante pareja (75% a 81% en los valores medios mensuales y 77% como promedio anual), reflejando el carácter oceánico allí imperante. La humedad relativa a las 8 horas (80% a 85%) es más elevada que a las 14 horas, cuyos promedios mensuales oscilan entre 67% y 75% (Tabla 6).

#### *Juan Fernández*

Para el caso de Juan Fernández, el valor promedio en el año es de un 75% y, en general, las cifras de humedad relativa media mensual oscilan entre un 70% y un 78% (Tabla 6). Con un carácter ligeramente más mediterráneo dentro de su condición de isla oceánica, Juan Fernández muestra oscilaciones de humedad relativa ligeramente superiores a lo largo del año.

Los valores de humedad relativa a las 8 y a las 14 horas tienden a repetir lo ya señalado para Isla de Pascua.

### **Nubosidad**

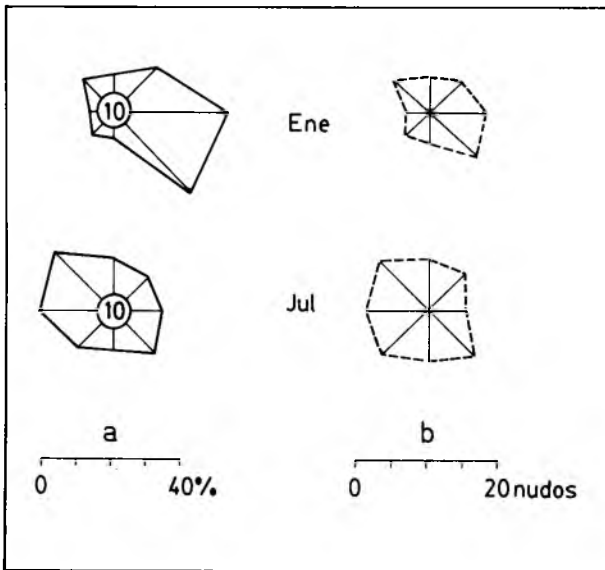
#### *Isla de Pascua*

En la Tabla 7 se muestra, como promedios porcentuales mensuales, al número de días con nubosidad para la Isla de Pascua (6/8 de cielo cubierto). Las condiciones de mayor nubosidad corresponden al mes de junio (un 70% de los días con 6/8 de cielo cubierto); los valores mínimos alcanzan un 47% en los meses de abril y noviembre.

En la Tabla 8 se muestra la nubosidad para las 8, 14 y 19 horas. Las condiciones promedio para el año indican 5.1 octavos de cielo cubierto a las 8 horas y los valores más altos se presentan entre mayo y diciembre. Para las 14 horas, la nubosidad promedio anual aumenta a

**TABLA 1**  
**Promedios mensuales de presión atmosférica (mb) para**  
**Isla de Pascua y Juan Fernández**  
**(Período 1965-71)**

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
IP	1015	1016	1014	1013	1013	1017	1016	1017	1019	1018	1018	1016	1016
JF	1020	1019	1020	1020	1019	1019	1018	1022	1023	1022	1022	1019	1020



*Fig. 2: Frecuencia relativa de las direcciones dominantes (a) y fuerza media del viento para diversas direcciones (b) en Isla de Pascua. En los círculos se indica el porcentaje de calmas. En enero hay predominio de componentes E en la dirección del viento; en julio es variable, con predominio de componentes W. En enero, la mayor velocidad está asociada con componentes E y en julio es variable con mayor velocidad asociada a componentes W.*

*Fig. 3: Frecuencia relativa de las direcciones dominantes (a) y fuerza media del viento para diversas direcciones (b) en Juan Fernández. En los círculos se indica el porcentaje de calmas. La dirección dominante en enero es de componente S. En julio se presentan situaciones de direcciones variables, con aparición de componentes W. En enero la dirección S provee la mayor velocidad del aire; en julio, la situación de predominio de velocidad es variable.*

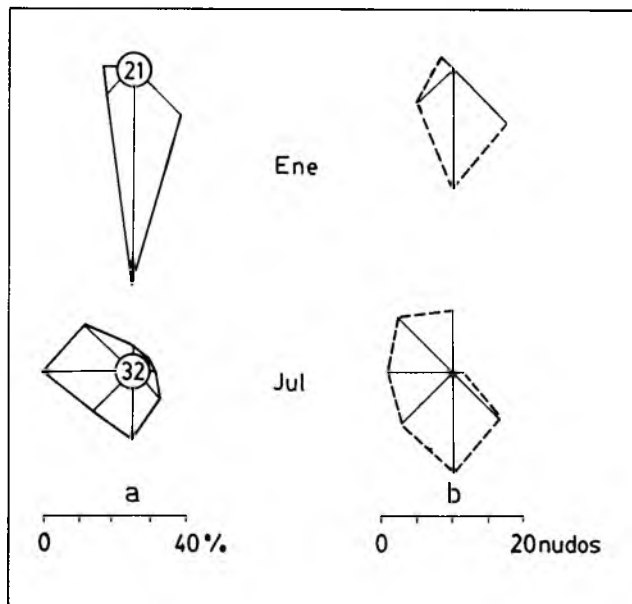


TABLA 2

Dirección y fuerza media del viento para el período 1965-1971,  
a las 8, 14, y 19 horas en Isla de Pascua y Juan Fernández (\*)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Isla de Pascua</b>												
08 hrs.	E 7 50	E 9 50	SE 6 43	C 0 43	V* 7 —	SE 7 43	NW 12 43	V* 7 —	E 9 43	SE 9 57	V* 6 —	V* 8 —
14 hrs.	SE 14 50	SE 11 67	E 11 43	V* 8 —	V* 10 —	E 7 43	W 10 43	NE 11 43	E 13 43	SE 12 43	SE 12 57	SE 10 43
19 hrs.	SE 13 50	SE 11 50	SE 6 57	E 8 43	V* 9 —	SE 9 43	V* 9 —	V* 9 —	E 13 50	SE 11 43	SE 11 43	SE 10 10
<b>Juan Fernández</b>												
08 hrs.	S 19 100	S 16 86	S 16 71	C 0 100	C 0 86	S 43 43	C 0 86	C 0 86	C 0 71	C 0 58	S 12 86	S 18 57
14 hrs.	S 16 100	S 13 86	S 15 100	V* 13 —	S 11 43	V* 13 —	W 9 57	C 0 43	S 15 57	S 13 71	S 14 100	S 14 100
19 hrs.	S 17 100	S 16 86	S 15 100	V* 12 —	C 0 71	V* 12 —	V* 12 —	C 0 57	V* 15 —	S 13 86	S 14 100	S 15 100

(\*) Se indica la respectiva dirección dominante, su fuerza media (en nudos) y la frecuencia (%) con que se presenta en el período analizado. Por ejemplo, para Isla de Pascua, a las 8 horas, en enero, tenemos dirección este con fuerza media de 7 nudos y una frecuencia de esa dirección de un 50%.

V\*= Direcciones variables; no hay dominancia neta. Se indica igualmente la fuerza media de esas direcciones variables.

TABLA 3

Velocidad máxima (nudos) y dirección dominante del viento en Isla de Pascua y Juan Fernández

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Isla de Pascua</b>												
Dir.	SE	SE	VAR	NW	NW	SE	NW	NW	E	SE	SE	SE
Vel.	21	19	19	20	25	21	21	26	25	21	22	22
<b>Juan Fernández</b>												
Dir.	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Vel.	42	36	37	31	28	30	31	31	34	32	40	38

VAR= variable, sin dominancia neta.

TABLA 4

Número de días en que la velocidad del viento es igual o superior a 20 y 30 nudos en Isla de Pascua y Juan Fernández

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Isla de Pascua</b>												
20	4	2	1	1	2	2	2	4	2	2	1	1
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Juan Fernández</b>												
20	9	7	8	3	3	4	2	3	4	4	5	7
30	4	3	3	2	1	1	1	1	2	1	2	2

TABLA 5

Totales mensuales (promedios) de horas de sol para Isla de Pascua y Juan Fernández (\*)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
IP	197	209	210	269	168	148	151	154	160	170	209	237	2181
%	46	56	54	49	51	48	47	45	45	43	51	54	49
JF	155	131	163	137	101	78	95	104	125	153	153	196	1592
%	35	35	42	39	31	27	31	31	35	38	36	44	36

(\*) El porcentaje indica la relación entre las horas de sol reales y el máximo astronómico posible.

TABLA 6

Humedad relativa (%) mensual y para las 8 y 14 horas en  
Isla de Pascua y Juan Fernández  
(Valores promedio período 1965-1971)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
<b>Isla de Pascua</b>													
M	76	78	78	80	80	81	80	79	78	77	76	77	77
08	81	84	85	85	84	85	84	83	82	81	80	81	83
14	67	69	69	71	73	75	74	72	71	69	69	70	71
<b>Juan Fernández</b>													
M	75	73	75	77	79	78	78	76	75	70	73	74	75
08	78	76	78	80	81	79	80	77	78	72	74	77	78
14	70	68	69	70	74	73	73	69	70	68	68	68	70

M = Humedad relativa mensual, 08,14 = Humedad relativa 8 y 14 horas.

TABLA 7

Distribución porcentual del número de días con nubosidad  
de 6/8 de cielo cubierto  
(Período 1965-1971)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
IP	52	50	55	47	55	70	65	58	63	52	47	52
JF	58	50	58	47	61	70	68	58	67	55	47	55

TABLA 8

Nubosidad (\*) a las 8, 14 y 19 horas en Isla de Pascua y Juan Fernández

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
<b>Isla de Pascua</b>													
08	4.8	4.5	4.4	4.9	5.2	5.3	5.6	5.4	5.6	5.5	5.5	5.0	5.1
14	5.4	5.3	5.2	5.6	5.7	5.8	5.9	5.6	5.7	5.8	5.3	5.5	5.5
19	5.2	5.0	4.8	5.4	5.1	5.4	5.2	5.2	5.3	5.2	4.9	5.0	5.1
<b>Juan Fernández</b>													
08	6.3	6.0	6.2	5.7	6.5	6.4	6.2	5.9	6.3	6.1	5.9	6.1	6.1
14	5.5	5.7	5.7	5.4	6.1	6.3	6.3	5.9	6.1	5.6	5.6	5.4	5.8
19	5.5	5.6	6.0	5.3	6.0	6.1	5.9	5.7	5.9	5.5	5.4	5.3	5.7

(\*) Valores promedio expresados en octavos de cielo cubierto.



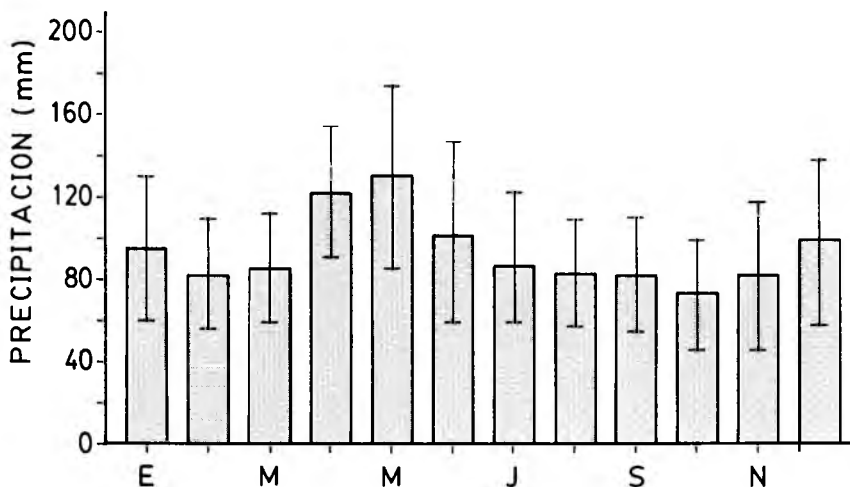


Fig. 4: Precipitaciones mensuales en Isla de Pascua. Se indica montos mensuales y una desviación estándar. La marcha anual se caracteriza por dos máximos de precipitaciones (ver texto).

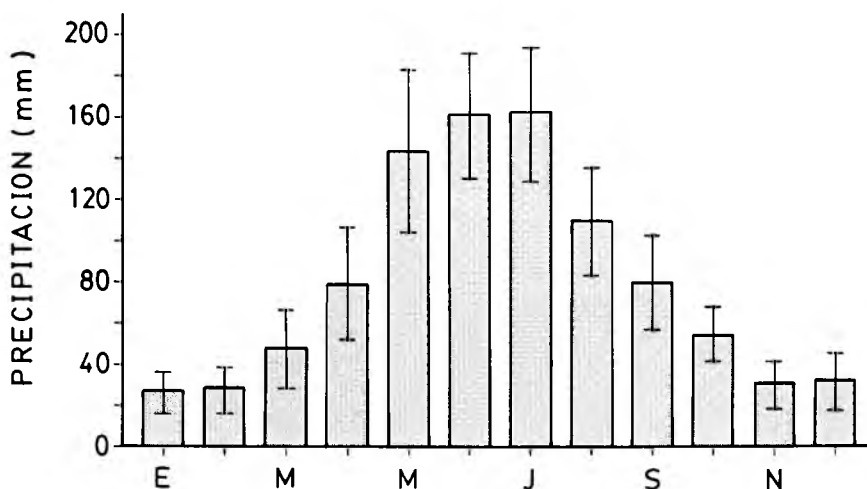


Fig. 5: Precipitaciones mensuales en Juan Fernández. Se indica montos mensuales y una desviación estándar. El carácter mediterráneo de las precipitaciones está claramente marcado, con máximos en los meses de invierno y los mínimos coincidentes con la época estival.

**TABLA 9**

**Precipitaciones mensuales (mm) y coeficientes de variación (%) en Isla de Pascua y Juan Fernández**

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
IP	95	83	86	123	130	103	86	84	83	73	82	98	1126
%	73	64	61	53	68	85	62	61	68	74	87	83	31
JF	27	29	48	80	144	161	162	110	79	55	31	32	956
%	77	76	83	69	55	37	51	48	56	50	71	86	26

IP = 40 años de observación; JF = 57 años de observación.

5.5 octavos; las 19 horas muestran un valor semejante a las condiciones descritas para las 8 horas. En general, a las 14 y 19 horas las condiciones de nubosidad son relativamente parejas (como promedios mensuales) a lo largo del año. Sólo a las 8 horas se observan las diferencias estacionales relativamente destacadas.

#### *Juan Fernández*

La distribución porcentual de los días, con 6/8 de cielo cubierto, alcanza valores extremos de 70% en el mes de junio y de 47% en abril y noviembre, respectivamente. En invierno las cifras son más elevadas que en la Isla de Pascua (Tabla 7).

Los valores mensuales para las condiciones de nubosidad observadas para las 8, 14 y 19 horas se destacan en la Tabla 8. La nubosidad a las 8 de la mañana es de 6.1 octavos, a las 14 es de 5.8 y a las 19 horas es de 5.7. En este caso, la mayor nubosidad promedio se registra a las 8 horas, a diferencia de lo observado para Isla de Pascua.

## Precipitaciones

### *Isla de Pascua*

El promedio anual de precipitaciones para Isla de Pascua es de 1126 mm, con una variabilidad de 31 % sobre el valor medio. Los meses que muestran las mayores variaciones a lo largo del tiempo son noviembre y junio (Tabla 9). En general, la variabilidad de las precipitaciones mensuales se encumbra por sobre el 50%, en casi todos los meses.

Las lluvias presentan dos períodos de ocurrencia máxima entre fines de otoño y comienzos de invierno y entre fines de primavera y comienzos de verano (Fig. 4). Esto es el resultado de dos tipos de influencias: por una parte, de los vientos del E (alisios) que se manifiestan en primavera-verano y por otra, de los vientos del NW (otoño-invierno), que están asociados al paso de depresiones ciclónicas (Peña y Romero, 1978).

En cuanto a la distribución estacional de las lluvias en Isla de Pascua, la máxima precipitación cae en otoño (30%). En el resto de las estaciones del año la precipitación se distribuye en forma relativamente pareja, lo que denota el carácter oceánico del clima (Tabla 10).

Debido a efectos topográficos, se observan variaciones pluviométricas al interior de la isla;

se han documentado diferencias entre tres estaciones pluviométricas —Mataverí, Vaitea y Leprosario— en un estudio realizado con datos del año 1963. Se observa una mayor precipitación en Vaitea, una intermedia en Leprosario y la más baja en Mataverí. También existiría una diferencia entre la precipitación diurna y nocturna; al menos en algunos meses de observación del año 1964, habrían caído 2.67 veces más agua durante la noche que durante el día (ODEPLAN, 1968). Según otros antecedentes revisados, aparentemente puede haber años, meses y días en los cuales la precipitación diurna es mayor que la nocturna, o viceversa, no siendo por tanto esto un patrón que pueda generalizarse.

Supuestamente, la misma diferencia pluviométrica observada en el interior de la isla está asociada no sólo a las cantidades de precipitación, sino también a la frecuencia con que ella ocurre. Las estadísticas para el año 1964 (ODEPLAN, 1968) indican que en Vaitea y Leprosario los intervalos de días sin lluvias se reducen notablemente con respecto a Mataverí. En general, los períodos secos no han excedido a 7 días en Mataverí, 5 días en Vaitea y 6 días en Leprosario.

En consecuencia, en Isla de Pascua es posible distinguir dos áreas, una húmeda y otra menos húmeda. La primera estaría al norte de una línea que conecta Hotuítí-Vaitea y Leprosario y la segunda se ubicaría al sur de este límite.

Los antecedentes de las precipitaciones máximas en 24 horas aparecen en la Tabla 11. Los valores se mueven entre 40 mm y 150 mm. Esta precipitación máxima en 24 horas corresponde en algunos casos a porcentajes bastante elevados de toda la lluvia que cae en un mes y se han dado situaciones en que alcanza hasta un 68%. Los porcentajes más bajos de precipitación en 24 horas, observados en un período de 7 años, corresponden a un 1% del total mensual. En promedio, las precipitaciones máximas en 24 horas, es decir la lluvia más intensa en el mes, constituyen aproximadamente un 36% de su total mensual.

#### *Juan Fernández*

Este grupo de islas presenta continuos chubascos provenientes de las nubes que se detienen durante la noche en sus altas montañas. La estación “buena” dura, aproximadamente, de octubre a abril y a menudo de septiembre a mayo. En forma complementaria, la estación lluviosa corresponde comúnmente de abril-mayo

a septiembre-octubre. Los temporales sobrevienen por lo general antes que en el continente.

Esta estación denota un carácter típicamente mediterráneo en las precipitaciones, el máximo coincide con la época de temperaturas más frías, y el mínimo con el verano (Fig. 5). La precipitación promedio anual es de 956 mm y muestra una alta variabilidad. Esto último es particularmente importante en los meses de verano (diciembre a marzo), pudiendo variar entre un 76 y un 86% (Tabla 9).

La distribución estacional de las precipitaciones refuerza el concepto de un clima de tipo mediterráneo aunque con fuerte influencia oceánica. Puede observarse que un 45% de la precipitación cae en invierno, siguiéndole luego otoño, primavera y verano, respectivamente, (Tabla 10).

La precipitación máxima en 24 horas para el período 1965-71 se señala en la Tabla 11. Los valores más altos para distintos meses se mueven entre 15 y 86 mm, lo que corresponde en promedio, aproximadamente a un 29% de la precipitación total mensual.

Es probable que en Juan Fernández también existan variaciones pluviométricas debido al relieve local. Aunque no estaban disponibles registros pluviométricos de más de una estación, debido a la configuración topográfica de las islas podría asumirse que hay diferencias particularmente en sectores con distinta altitud y exposición a los vientos dominantes.

Ello podría ser válido para la Isla Robinson

Crusoe (ex Más a Tierra), especialmente en sus extremos norte y sur (Bahía Cumberland y Bahía del Padre, respectivamente, siendo esta última más seca). Además, en Robinson Crusoe existen cerros de altitud cercana a los 1.000 metros, lo que estaría condicionando situaciones de mayor condensación de vapor de agua, neblina, lloviznas o lluvias y, a la vez, una menor temperatura y una mayor exposición a los vientos. A esto debiera sumarse el carácter abrupto de las costas y de la topografía.

Esto mismo es válido para la Isla Alejandro Selkirk (ex Más Afuera), cuyos picos más altos son superiores a 1.600 metros. La otra isla, llamada Santa Clara, es más plana (sólo unos 380 m en su punto más elevado), y no presentaría condiciones climáticas tan contrastadas.

Para poder conocer las tendencias mostradas por las precipitaciones a lo largo del tiempo, se han utilizado las medias móviles de 10 años. De este modo, es más fácil seguir su comportamiento temporal.

En el caso de Isla de Pascua (Fig. 6b), hay alternancia de valores altos y bajos, mostrando que existe una cierta variabilidad, aun cuando los valores nunca bajan de 900 mm anuales (media móvil). No hay tendencias significativas de las precipitaciones a lo largo del tiempo.

Para Juan Fernández, aunque también es posible observar fluctuaciones, los valores no bajan de 750 mm, aproximadamente (media móvil). No hay tendencia significativa de la precipitación a lo largo del tiempo.

**TABLA 10**

**Distribución estacional de las precipitaciones en Isla de Pascua y Juan Fernández**

	Verano		Otoño		Invierno		Primavera	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
IP	276	25	339	30	273	24	238	21
JF	88	9	271	28	433	45	165	17

**TABLA 11**

**Intensidad máxima de precipitaciones (mm) en 24 horas para 7 años en Isla de Pascua y Juan Fernández**

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
IP	53	42	45	36	62	49	53	45	46	52	80	150	150
JF	20	15	86	60	39	62	38	77	30	32	28	32	86

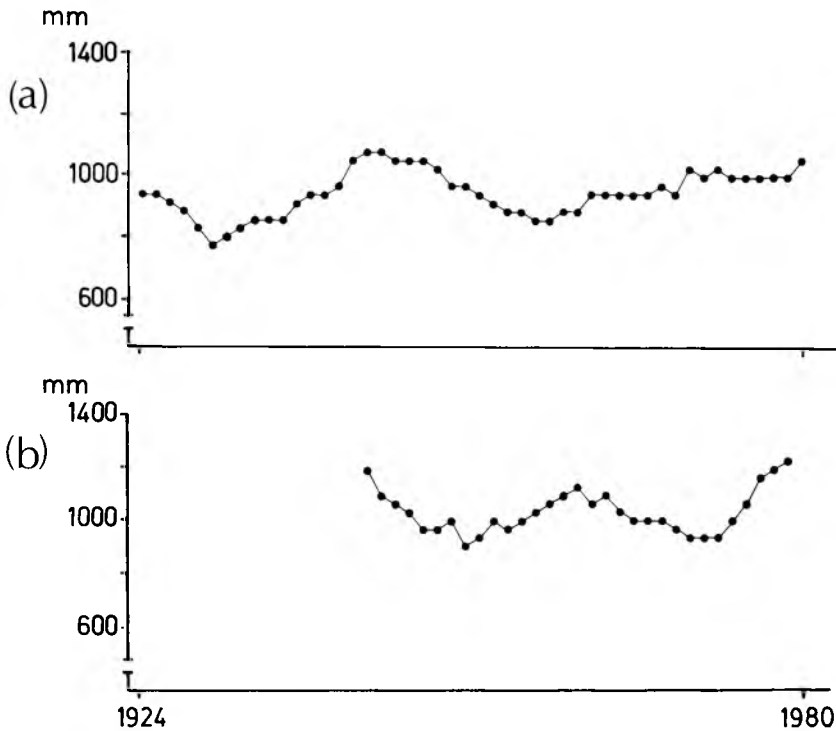


Fig. 6: Medias móviles de 10 años de las precipitaciones de Juan Fernández (a) y de Isla de Pascua (b).  
Aun cuando exista cierta variabilidad de las precipitaciones, no hay una tendencia significativa de ellas a lo largo del tiempo, en ninguna de las dos áreas.

## Temperaturas

### Isla de Pascua

En la Fig. 7 se han graficado para la Isla de Pascua las temperaturas máximas medias, medias, mínimas medias y las máximas y mínimas absolutas. En la Tabla 12 se indican los valores térmicos para el período 1965-1971.

El valor más bajo de las mínimas medias en Isla de Pascua es de  $15.5^{\circ}\text{C}$  y el valor más elevado de las máximas medias es de  $27.3^{\circ}\text{C}$ . A pesar de su carácter oceánico, la isla muestra una oscilación anual clara de sus componentes térmicos. El rango entre las temperaturas medias mensuales más altas y más bajas es de  $5.3^{\circ}\text{C}$ ; temperatura media anual de  $20.7^{\circ}\text{C}$ . Los valores extremos observados, para los distintos meses, indican que las temperaturas absolutas han llegado hasta casi los  $31^{\circ}\text{C}$  en el mes de febrero; las máximas absolutas más bajas son de  $25^{\circ}\text{C}$  en el mes de julio. Los valores mínimos absolutos son de  $9.2^{\circ}\text{C}$  y son bastante parecidos entre junio y septiembre.

Las temperaturas mínimas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$  son desconocidas en la isla y durante el período

de análisis no existió ningún mes que mostrara valores bajo el punto de congelación. Ello es esperable debido a su carácter oceánico y, más aún, por tratarse de un régimen oceánico cálido.

Las temperaturas mínimas iguales o mayores a  $20^{\circ}\text{C}$ , en promedio, se presentan entre enero y abril. Las temperaturas máximas iguales o superiores a  $25^{\circ}\text{C}$  se encuentran entre diciembre y abril. Existen 154 días (42% del año) en que las temperaturas máximas diarias superan este límite. La mayor concentración térmica ocurre en verano, con un 28%; un 26% en otoño, 22% en invierno y 23% en primavera.

Aparentemente en Isla de Pascua no existe uniformidad térmica en todos los sectores. Algunas mediciones, que se comunican en informes especializados, realizadas en dos sectores de la isla, dan los resultados que se señalan en la Tabla 13. Las diferencias térmicas se deberían a que Vaitea está a mayor altura que Mataveri y que, además, es una zona con una vegetación relativamente mayor. Las oscilaciones en Vaitea serían algo menores que en Mataveri, aun cuando éste se encuentra más cerca del mar. Máximas y mínimas son superiores en Mataveri (ODEPLAN, 1968).

Juan Fernández

En la Fig. 8 se han graficado los valores de temperaturas correspondientes a Juan Fernández. En la Tabla 12 se presenta la estadística completa. Los valores más bajos para las temperaturas mínimas medias son de 10.1°C y los más altos para las máximas medias son de 21.8°C.

La temperatura media anual es de 15.2°C y tiene una amplitud de 6.3°C entre los meses más fríos y más cálidos. Los valores extremos observados en Juan Fernández son del orden de los 28°C para el mes de febrero y de 19°C en julio, en las máximas absolutas. Las mínimas absolutas corresponden al mes de agosto, con 3°C. En relación a otras estadísticas de temperaturas, los valores inferiores a 0°C son desconocidos.

Debido a que Juan Fernández muestra montos de temperatura más bajos que Isla de Pascua, las temperaturas mínimas nunca superan el umbral de los 20°C. Las temperaturas máximas iguales o superiores a 25°C son superadas con un promedio de 8 días al año (entre diciembre y marzo), lo que corresponde a un 2.2% de todos los días del año.

La concentración térmica estacional es del orden de un 29% en verano, un 27% en otoño, un 21% en invierno y un 22% en primavera.

Tal como se describió para las precipitaciones, es posible que también existan diferencias locales en cuanto a temperaturas, sea entre islas o al interior de ellas, ya que las diferencias altitudinales o de exposición podrían significar cambios en cuanto a los parámetros térmicos. Sin embargo, no hay antecedentes suficientes como para evaluar adecuadamente este punto.

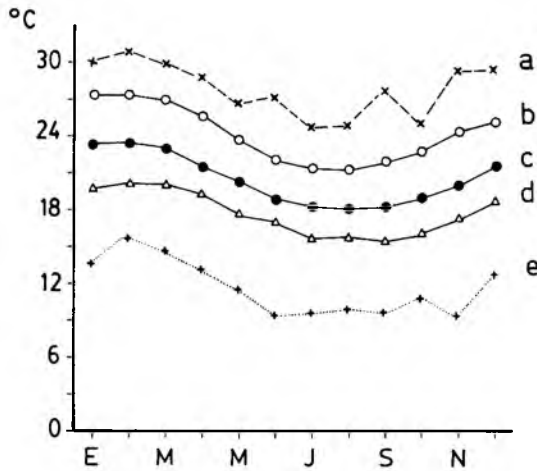


Fig. 7: Temperatura máxima absoluta (a), máxima media (b), media (c), mínima media (d) y mínima absoluta (e) mensual en Isla de Pascua.

Fig. 8: Temperatura máxima absoluta (a), máxima media (b), media (c), mínima media (d) y mínima absoluta (e) mensual en Juan Fernández.

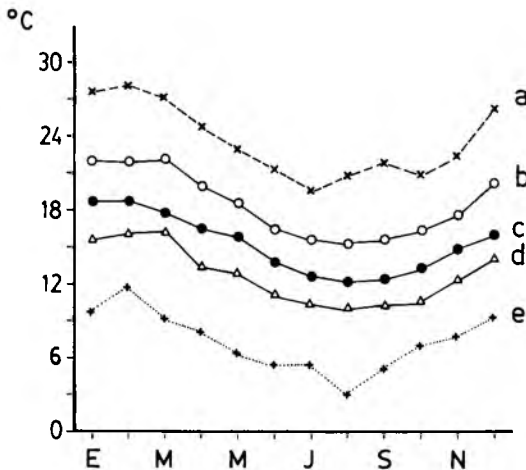


TABLA 12

Temperatura máxima absoluta, máxima media, media, mínima media y mínima absoluta para Isla de Pascua y Juan Fernández

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
<b>Isla de Pascua</b>													
Mabs	30.0	30.9	29.9	28.8	26.7	27.3	24.7	24.8	27.8	25.6	29.4	29.4	30.9
Mmed	27.2	27.3	27.0	25.5	23.7	22.3	21.7	21.6	21.8	22.8	24.2	25.8	24.2
med	23.4	23.5	23.1	21.9	20.3	19.0	18.4	18.2	18.4	19.2	20.6	21.8	20.7
mmed	19.9	20.0	19.8	19.1	17.8	16.6	15.7	15.8	15.5	16.2	17.5	18.9	17.7
mabs	13.6	15.7	14.5	13.2	11.4	9.4	9.5	9.7	9.2	10.6	10.2	12.6	9.2
<b>Juan Fernández</b>													
Mabs	27.5	27.8	27.0	24.8	23.0	21.2	19.0	20.9	21.8	20.9	23.9	26.2	27.8
Mmed	21.8	21.8	20.9	19.8	18.5	16.4	15.5	15.1	15.3	16.2	17.9	20.0	18.3
med	18.4	18.5	17.8	16.5	15.5	13.7	12.6	12.2	12.4	13.3	14.9	16.9	15.2
mmed	15.8	16.1	15.4	13.9	13.1	11.5	10.3	10.1	10.1	10.9	12.4	14.2	12.8
mabs	10.6	11.7	9.0	8.2	6.3	5.3	5.0	3.0	5.0	7.0	7.6	9.2	3.0

TABLA 13

Datos de temperatura de las Estaciones de Mataveri y Vaitea en Isla de Pascua (\*)

	MAT.	VAI.	MAT.	VAI
	Temp. máxima		Temp. mínima	
<b>Meses de Verano</b>				
OCT.	22.8	22.0	15.2	14.6
NOV.	24.0	23.6	16.4	16.3
DIC.	25.8	24.6	17.9	16.6
ENE.	27.3	25.9	19.4	18.6
FEB.	27.5	25.5	19.1	18.3
MAR.	26.8	24.2	18.9	18.6
<b>Meses de Invierno</b>				
ABR.	24.9	24.0	17.5	17.3
MAY.	22.5	20.6	16.8	14.8
JUN.	20.7	19.7	13.9	13.8
JUL.	21.0	20.4	14.0	13.4
AGO.	21.8	14.0	21.0	13.9
SEP.	22.0	21.1	13.8	13.3

\* Fuente: ODEPLAN (1968).



## ASPECTOS BIOCLIMATICOS

Para describir situaciones en una perspectiva bioclimática, se puede recurrir a distintas formas de apreciación, tales como la representación gráfica o la utilización de elementos numéricos simples o en combinación.

Para evaluar aspectos bioclimáticos en las Islas Oceánicas chilenas se utilizarán figuras de representación gráfica y se hará un análisis de la evapotranspiración, la productividad primaria potencial y una interpretación de los bioclimas humanos del sector.

### Figuras bioclimáticas de representación gráfica

#### *Isla de Pascua*

El hiterógrafo, que relaciona temperaturas y precipitaciones mensuales, muestra que en Isla de Pascua dominan condiciones oceánicas tropicales con disminución de las precipitaciones en febrero y octubre, pero sin determinar situaciones de sequía (Fig. 9a). Hay, sin embargo, ciertas condiciones de aridez de origen edáfico, debido a los suelos volcánicos muy permeables (Di Castri y Hajek, 1976). El climógrafo de Isla de Pascua revela claramente las condiciones de una alta y constante humedad atmosférica, a la vez que una temperatura elevada y relativamente pareja (Fig. 9b). El diagrama ombrotérmico (Fig. 10) a su vez, señala que los doce meses del año tienen humedad suficiente, aun cuando la precipitación baje en febrero y octubre.

#### *Juan Fernández*

En Juan Fernández, su cercanía al continente es reflejada en el hiterógrafo respectivo (Fig. 11a). Esta figura redondeada y con las influencias mediterráneas casi totalmente enmascaradas por las características oceánicas, tiene una forma que se acerca particularmente a aquellas figuras de Concepción y península de Arauco, con las que guardaría relaciones bioclimáticas más estrechas. Con ello se confirma que las influencias oceánicas en la zona central de Chile aumentan en sentido análogo hacia el oeste y hacia el sur (Hajek & Di Castri, 1975; Di Castri & Hajek, 1976). El climógrafo de Juan Fernández (Fig. 11b) muestra valores térmicos más bajos que Isla de Pascua y una mayor fluctuación de temperatura, a la vez que una humedad relativa leve-

mente menor, como ha sido descrito con anterioridad.

El diagrama ombrotérmico denota extremos pluviométricos bastante marcados; por una parte, refleja excedentes de precipitaciones mensuales (por sobre los 100 mm) en invierno y, por otra parte, un período de sequía que se extiende aproximadamente desde fines de noviembre hasta febrero (Fig. 12).

### Evaporación

Debido a que los escasos datos de evaporación en el sector de las islas eran insuficientes y poco homogéneas las series, se han usado los criterios de Papadakis (1966) para definir la evapotranspiración en estas áreas. En el cálculo se utilizan las temperaturas máximas y mínimas mensuales, transformadas en sus respectivos valores de presión de saturación de vapor de agua (expresados en mb).

#### *Isla de Pascua*

El valor anual de evapotranspiración de Isla de Pascua alcanza a 845 mm (Tabla 14). A nivel mensual se muestran fluctuaciones entre 88 mm en febrero y 56 mm en el mes de agosto. Al relacionar los montos de precipitación con los valores de evapotranspiración potencial, se obtiene una expresión simple del balance hídrico. Los valores de la Tabla 14 muestran que, a lo largo de todo el año, la precipitación es mayor que la evapotranspiración, excepto en el mes de marzo. La tabla muestra un factor 2, como máximo, entre precipitación y evapotranspiración para el mes de mayo. El valor anual promedio es de 1.3.

#### *Juan Fernández*

El monto anual de evapotranspiración para Juan Fernández es de 544 mm (Tabla 14). Los valores máximos de evapotranspiración se generan en enero, febrero y marzo, con valores de alrededor de 55 mm. La relación entre precipitación y evapotranspiración potencial muestra que es inversa en los meses de verano (noviembre a marzo); es decir, domina la evapotranspiración sobre la precipitación. A partir del mes de abril se invierte esta relación, pasando a dominar las precipitaciones por sobre la evapotranspiración, alcanzando en algunos casos un factor de 4.4 en el mes de julio. El valor anual de esta relación es de 1.8. Durante los meses

estivales (noviembre a marzo), es posible detectar una situación de déficit hídrico, lo que también puede reconocerse como un proceso de sequía.

Esto refuerza aún más el carácter mediterráneo de los regímenes pluviométricos del Archipiélago, aun cuando la componente oceánica juegue un papel relativamente importante.

### Productividad primaria potencial

La productividad primaria potencial se refiere a la producción que tendría una cubierta vegetal, expresada en  $\text{g/m}^2$  año, si dependiera exclusivamente de los factores del clima. El cálculo de la productividad primaria potencial está basado en los principios de Lieth (1974) y ella puede ser determinada a partir de los datos de precipitaciones, de temperatura, o de evapotranspiración real.

En este caso, se ha calculado el índice a partir de la precipitación, para los dos sectores que se están analizando. Se ha usado esta variable, ya que las temperaturas medias anuales

(superiores a los  $10^\circ\text{C}$  como promedio mensual) no parecen constituir una limitante para el desarrollo de los organismos. Por lo tanto, su productividad biológica debería responder fundamentalmente a las precipitaciones.

#### Isla de Pascua

La productividad primaria potencial, calculada como promedio para un período extenso de tiempo (40 años), es de  $1547 \text{ g/m}^2$  año. Los valores extremos observados corresponden a 2148 y 1131. Dado que la productividad primaria calculada de este modo es función de la precipitación, la variabilidad de ésta también se verá reflejada en los montos alcanzados (ver Sección 2).

#### Juan Fernández

En el caso de Juan Fernández, la productividad primaria potencial alcanza valores ligeramente más bajos, siendo el promedio de 1403, el máximo de 1991 y el mínimo de  $964 \text{ g/m}^2$  año.

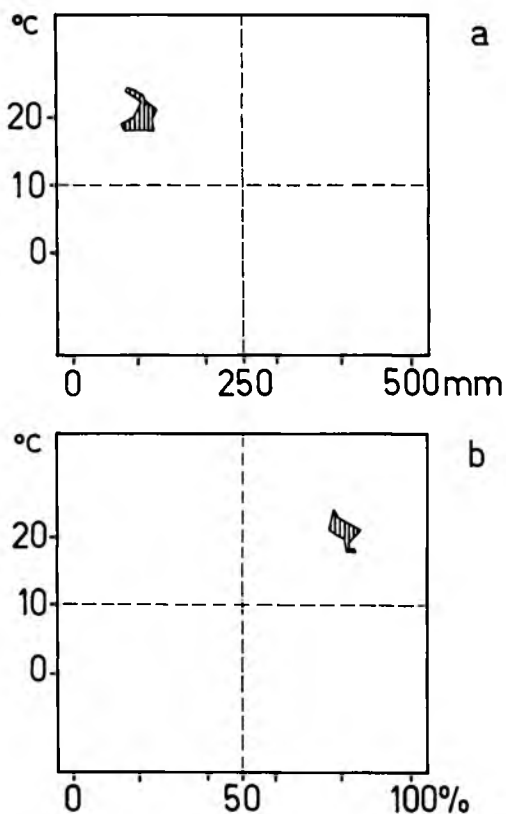
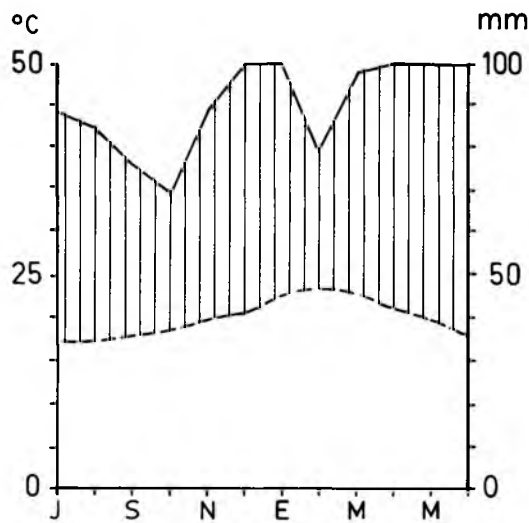
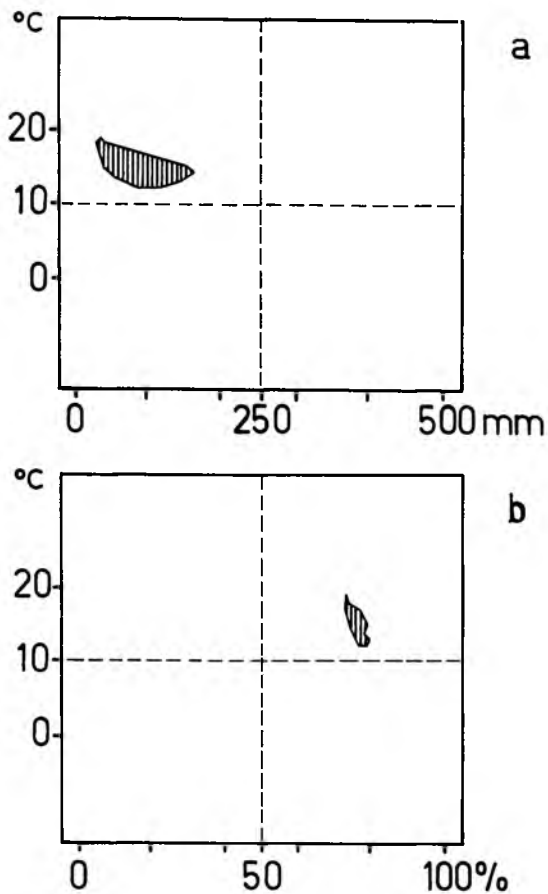


Fig. 9: Hiterógrafo (a) y climógrafo (b) de Isla de Pascua.

El carácter de clima oceánico cálido se refleja claramente en estas figuras bioclimáticas. (Fuente: Hajek y di Castri, 1975).



**Fig. 10:** Diagrama ombrotérmico de Gausson-Walter de la Isla de Pascua. Todo el año tiene condiciones de humedad, habiendo sólo descensos de la cantidad de precipitaciones en octubre y febrero, sin que se produzcan periodos de sequía. Meses con precipitaciones sobre los 100 mm se observan en abril, mayo y junio. (Fuente: Hajek y di Castri, 1975).



**Fig. 11:** Hiterógrafo (a) y climógrafo (b) de Juan Fernández. El hiterógrafo refleja condiciones de clima de tendencia mediterránea, con fuerte influencia oceánica. El climógrafo muestra una humedad relativa alta y pareja. (Fuente: Hajek y di Castri, 1975).

**TABLA 14**  
**Evapotranspiración potencial (mm) según Papadakis,**  
**en Isla de Pascua y Juan Fernández (\*)**

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
<b>Isla de Pascua</b>													
ETP	87	88	86	74	64	58	58	56	60	65	71	78	845
P/E	1.1	1.1	1.0	1.7	2.0	1.8	1.5	1.5	1.4	1.4	1.2	1.3	1.3
<b>Juan Fernández</b>													
ETP	58	56	52	51	45	38	37	36	37	39	44	51	544
P/E	0.5	0.5	0.9	1.6	3.2	4.2	4.4	3.1	2.1	1.4	0.7	0.6	1.8

(\*) Se indica, además, la relación Precipitación/Evapotranspiración (P/E).

## Algunos aspectos de Bioclimatología Humana

### Entalpía del aire

Para un análisis de los bioclimas humanos se recurre habitualmente a los índices biometeorológicos, de los cuales la "entalpía del aire" es uno de los que más frecuentemente se ha utilizado.

La entalpía es una medida del contenido calórico total de la atmósfera, incluyendo el calor sensible y el calor latente (Hajek & Espinoza, 1982). La entalpía del aire ha sido utilizada como un índice biometeorológico y a partir de ella se han estimado sensaciones térmicas y caracterizado bioclimas a nivel regional. Una escala diseñada sobre la base de 12 categorías permite evaluar las condiciones de climas hipotérmicos, óptimos e hipotérmicos, de acuerdo a los valores de entalpía. A través de ella se puede medir la sensación climática en seres humanos.

En cuanto a la distribución de las condiciones de sensación climática en Isla de Pascua, los primeros meses del año (enero a abril) pueden considerarse como de "bienestar máximo", siguiéndole luego la categoría de "fresco suave", de "fresco" y, finalmente, en el mes de diciembre, de "fresco suave" (Tabla 15).

Para el caso de Juan Fernández dominan las categorías de "fresco" en los meses de enero y febrero; el resto del año corresponde a las cate-

gorías de frío moderado, con valores de entalpía entre 3.5 y 6.0 kcal/kg, lo que cae dentro de los tipos climáticos hipotérmicos (Tabla 15).

### Temperatura efectiva

También se han aplicado los índices de "temperatura efectiva" (TE) para Isla de Pascua y para Juan Fernández, y acá puede hacerse un análisis comparativo que tiene cierta validez, basado en un estudio de Hajek & Espinoza (1982). La temperatura efectiva representa la correlación e interdependencia de la temperatura, la humedad y la velocidad del aire, en un determinado ambiente, para originar una sensación térmica semejante. Analizando la Tabla 16 puede verse que, a pesar de la mayor carga térmica que implica la humedad relativa y temperatura más elevada (y, consecuentemente, la presión de vapor) en Isla de Pascua el efecto del viento hace bajar los valores de temperatura efectiva, acercándolos a los rangos de bienestar (que se definen entre 16.6 y 20.4 grados de TE).

En cambio, en Juan Fernández, si bien la temperatura del aire podría considerarse agradable en verano, el efecto del viento hace descender la temperatura efectiva a valores cercanos a 10 grados de TE, lo que está lejos del rango de bienestar climático. Nótese que diferentes combinaciones de los parámetros básicos de la ecuación de temperatura efectiva (humedad relativa, viento y temperatura del aire) dan valores seme-

jantes en julio y enero en Isla de Pascua y en Juan Fernández, respectivamente. En la Tabla 16 se indican algunos valores de temperatura efectiva y algunos elementos climáticos asociados, para los meses extremos del año en ambas áreas.

## A MODO DE CONCLUSION

La disponibilidad pública de datos (aun cuando escasos y de continuidad y calidad cuestionables) permite el análisis de tan sólo dos grupos de Islas Oceánicas chilenas (Isla de Pascua y Archipiélago de Juan Fernández). Para las otras islas, como Sala Gómez y las Islas Desventuradas, no existen datos de superficie. Sin embargo, es posible hacer ciertas proyecciones de la Isla de Pascua hacia Sala y Gómez; y de Juan Fernández hacia las Islas Desventuradas, considerando su climatología y los aspectos importantes de la circulación atmosférica del sector.

Tanto Isla de Pascua como Juan Fernández muestran condiciones oceánicas expresadas tanto por las figuras de representación bioclimática como por las características de las variables climáticas en general.

Juan Fernández está afecto a mayores condiciones de tendencia mediterránea, que tiene una concentración de precipitaciones durante el invierno y una disminución durante el verano. Esto no sucede en Isla de Pascua.

Las temperaturas en Isla de Pascua son más elevadas; por lo tanto las potencialidades vegetativas son mayores en esta isla que las esperadas para Juan Fernández. También la mayor conjunción de humedad y temperatura se traduce en una productividad primaria potencial más alta en Isla de Pascua. Sin embargo, las fuertes limitantes edáficas (por suelos de origen volcánico) reducen la productividad real en gran medida.

Las diferencias más marcadas entre estas islas se relacionan con los valores mensuales de precipitaciones y de temperaturas. En el resto de las variables, el comportamiento es bastante homogéneo, especialmente las condiciones de humedad relativa y nubosidad son semejantes en ambos casos. Los valores de presión se muestran superiores en Juan Fernández en unos 4 mb en promedio en relación a Isla de Pascua.

Las condiciones de viento muestran un mayor porcentaje de calmas en Islas Juan Fernández y diferencias en cuanto a las direcciones dominantes. Tal como se explicó, esta situación se debe al comportamiento general de la atmósfera y a la circulación anticiclónica.

Desde el punto de vista bioclimático, no hay limitantes significativas en ambos grupos de islas, ya que las temperaturas son iguales o superiores a 10°C. Tampoco hay limitantes de temperaturas bajo 0°C, ni de días con heladas. Más bien, las limitantes podrían estar relacionadas con otros factores no climáticos (topografía, suelos, manejo, deterioro).

En cuanto a las proyecciones a futuro, sería deseable que se incrementara el número de Estaciones Meteorológicas ubicadas en sitios importantes de las Islas Oceánicas chilenas (diferentes orientaciones, exposiciones, altitudes) y que se dotara de estaciones a las islas que aún no las tuvieran. Por otra parte, debería reunirse en una forma más manejable toda la información existente, revisarse las series y completarlas y, sobre todo, hacerla más asequible al público en general.

Los planes de desarrollo agrícola, ganadero, forestal y turístico y de otras actividades dependen, en gran medida, de una buena base de conocimiento climatológico, que, lamentablemente, para las Islas Oceánicas chilenas dista de ser satisfactorio. Es indudable que una mejor información sobre estas islas aumentaría el conocimiento de los patrones climáticos generales del Pacífico Sur.

TABLA 15

### Sensación de bienestar climático en Isla de Pascua y Juan Fernández

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
IP	BM	BM	BM	BM	FS	F	F	F	F	F	F	FS
JF	F	F	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM	FM

BM = Bienestar máximo. FS = Fresco suave. F = Fresco. FM = Frío moderado.

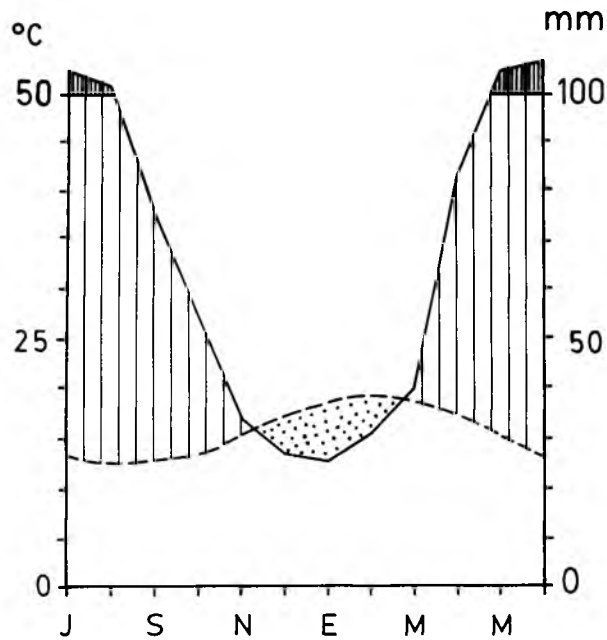


Fig. 12: Diagrama ombrotérmico de Gausen-Walter para Juan Fernández.

El período seco se extiende aproximadamente entre noviembre y marzo. Complementariamente, el período húmedo va de marzo a noviembre, existiendo algunos meses con superávit de precipitaciones sobre los 100 mm entre mayo y agosto. (Fuente: Hajek y di Castri, 1975).

TABLA 16

Valores de temperatura efectiva y elementos climáticos asociados para enero y julio en Isla de Pascua y en Juan Fernández (\*)

	Isla de Pascua		Juan Fernández	
	Enero	Julio	Enero	Julio
Temperatura del seco (++) °C	23.1	17.8	18.4	12.9
Temperatura del húmedo (++) °C	20.3	16.0	15.5	11.0
Hum. relativa %	78	83	74	80
Presión vapor de agua mm Hg	16.5	12.7	11.8	9.0
Velocidad aire m/s	3.0	4.1	4.3	4.6
Temperatura efectiva	17.5	10.0	10.6	3.3
Temperatura efectiva (+)	23.3	17.3	17.5	12.7

(\*) Hajek y Espinoza (1982), modificado

(+) Asumiendo aire calmo.

(++) Psicrómetro.



## LITERATURA

- Alcayaga, S.; M. Narbona. 1969. *Reconocimiento detallado de suelos de Isla de Pascua*. Santiago. CORFO, 54 pp.
- Alcayaga, S.; M. Narbona. 1970. *Características hídricas de los suelos de Isla de Pascua (2a. ed.)*. CORFO. Santiago. 18 pp (\*).
- Di Castri, F.; E.R. Hajek. 1976. *Bioclimatología de Chile*. Santiago. Editorial Universidad Católica. 128 pp.
- CORFO-Chile. 1980. *Comité Isla de Pascua. Memoria Informativa 1979; acción 1966-1980*. Santiago. CORFO. 21 pp.
- Dirección Meteorológica de Chile. 1924-1981. *Informes y Anuarios Meteorológicos*. Santiago.
- Editorial Antártica (ed.). 1981. *Chile, Atlas Geográfico*, Fasc. 16. Santiago, Editorial Antártica. pp. 422-443.
- Errázuriz, A. 1974. *Programa de Desarrollo Fundo Vaitea-Isla de Pascua. 1974-1983*. Santiago. CORFO. 75 pp. (\*).
- Escobar, H. 1952. *Posibilidades económicas de la Isla de Pascua en relación a la importancia de su clima subtropical*. Santiago. Informe CORFO. 17 pp. (\*).
- Escuela de Agronomía, Universidad de Chile. 1963. *Proyecto de conservación de los recursos naturales en la Isla de Pascua*. Santiago. CONSFA 13. 14 pp. (\*).
- Estienne, P.; A. Godard. 1970. *Climatologie*. Paris. Armand Colin. 365 pp.
- Fuenzalida, H. 1970. *Climatología de Chile. Publicación interna*. Santiago. Departamento Geofísica, Universidad de Chile. 73 pp. (\*).
- Hajek, E.R.; F. di Castri. 1975. *Bioclimatografía de Chile*. Dirección Investigación Vicerrectoría Académica. Santiago. Universidad Católica de Chile. 225 pp.
- Hajek, E.R.; G.A. Espinoza. 1982. *Biometeorología humana: Algunos conceptos y proyecciones*. Archivos de Biología y Medicina Experimentales 15: 501-512.
- Junta de Aeronáutica Civil. 1963. *Informe final sobre la construcción de un Aeropuerto Internacional en la Isla de Pascua. (Mimeografiado)*. Santiago. 74 pp.
- Lieth, H. 1974. *Primary productivity in ecosystems*. En: *Unifying Concepts in Ecology* 67-88. W.A. & R.H. Lowe-McConnell (ed.). The Hague, W. Junk.
- ODEPLAN-Chile. 1968. *Bases para un plan de desarrollo de la Isla de Pascua*. Santiago. Oficina de Planificación Nacional. 69 pp.
- ODEPLAN-Chile. 1972. *Plan de desarrollo del departamento de Isla de Pascua 1971-1976*. Santiago. Oficina de Planificación Nacional. 318 pp. (\*).
- Orellana, M., A. Medina, P. Morel, H. Ruh, R. Hernández y J. Monleón. 1975. *Las islas de Juan Fernández*. Santiago. Universidad de Chile. 153 pp. (\*).
- Papadakis, J. 1966. *Climates of the world and their agricultural potentialities*. Buenos Aires. Editorial del Autor. 170 pp.
- Peña, O.; H. Romero. 1978. *Sistemas geográficos regionales en el Océano Pacífico Suroriental*. En: *Las Islas Oceánicas de Chile*. Vol. I: 3-19. G. Echeverría & P. Arana (ed.). Santiago. Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile.
- Román, O., J. Daroch, J. Grodinez. 1968. *Isla R. Crusoe: Análisis Regional y Planificación Urbana*. Facultad de Arquitectura. Tesis. Universidad de Chile. Tomo 1: 149 pp. Tomo 2: 77 pp. Santiago (\*).
- Rumney, G. 1970. *Climatology and the world's climates*. London. McMillan. 656 pp.
- Schneider, H. 1968. *El Clima del Norte Chico*. Departamento Geografía. Facultad de Filosofía y Educación. Universidad de Chile. 132 pp. (\*).
- Trewartha, G. 1960. *An introduction to climate*. 4th ed. New York. Mc Graw Hill. 408 pp. (\*).
- Weischet, W. 1979. *Einfuehrung in die Klimatologie. Physikalische und meteorologische Grundlagen*. Teubner Studienbuecher Geographie. Stuttgart. 255 pp. (\*).

(\* ) Literatura no citada en el texto.