

lación se registra todavía frecuentemente hasta la 1 p.m., cuando los cirros en forma de yunques (cirrus-nothus) y capas de alto-cúmulus (Ac. cúmulus génitus) empiezan a cubrir también el valle.- Después de las 4 de la tarde, cuando las nubes del tipo cúmulo se aplanan (Ac. Lenticularis, Sc. vespéralis), sale otra vez el sol por corto tiempo. Este proceso es muy claro y regular durante el tiempo anti-ciclónico. Durante el tiempo ciclónico el ciclo diario refuerza o disminuye en mayor grado el desarrollo general del tiempo y desaparece casi del todo durante el fuerte descenso que acontece después del paso de fuertes perturbaciones atmosféricas.- Después de precipitaciones en las horas de la mañana (4 a 7 a.m.), se forman frecuentemente nubes bajas en la vertiente, que luego, bajo la influencia del viento del valle, se levantan para convertirse en nubes de tipo cúmulo, cuyo techo se encuentra a unos 400 ó 500 metros sobre el valle.-

El ciclo diurno de la nubosidad, determina la intensidad de la insolación y ésta a su vez el desarrollo de la temperatura, la cual influye a su turno sobre la corriente térmica de compensación.-

Más estrechamente están relacionadas entre sí la nubosidad y la precipitación pluvial, que en su mayoría se presentan en Colombia en forma de chubascos, mostrando a poca distancia diferencias cuantitativas determinadas en su origen y dirección por la orografía.- Así lo muestra el ciclo diario de diez estaciones del servicio meteorológico de la Federación Nacional de Cafeteros, en sus registros de pluviógrafos (Gráfico N° 11), la diferencia de las horas más frecuentes de lluvias y su dependencia de las condiciones locales.- Tales observaciones indican claramente que un ciclo diario bien determinado sólo existe bajo la influencia anticiclónica (tempestades y lluvias nocturnas provocadas por alteraciones locales de la circulación).- Durante la época de la influencia ciclónica, la iniciación de las lluvias no está sujeta a horas fijas y el ciclo diurno influye reforzando y prolongando la precipitación causada por perturbaciones atmosféricas.-

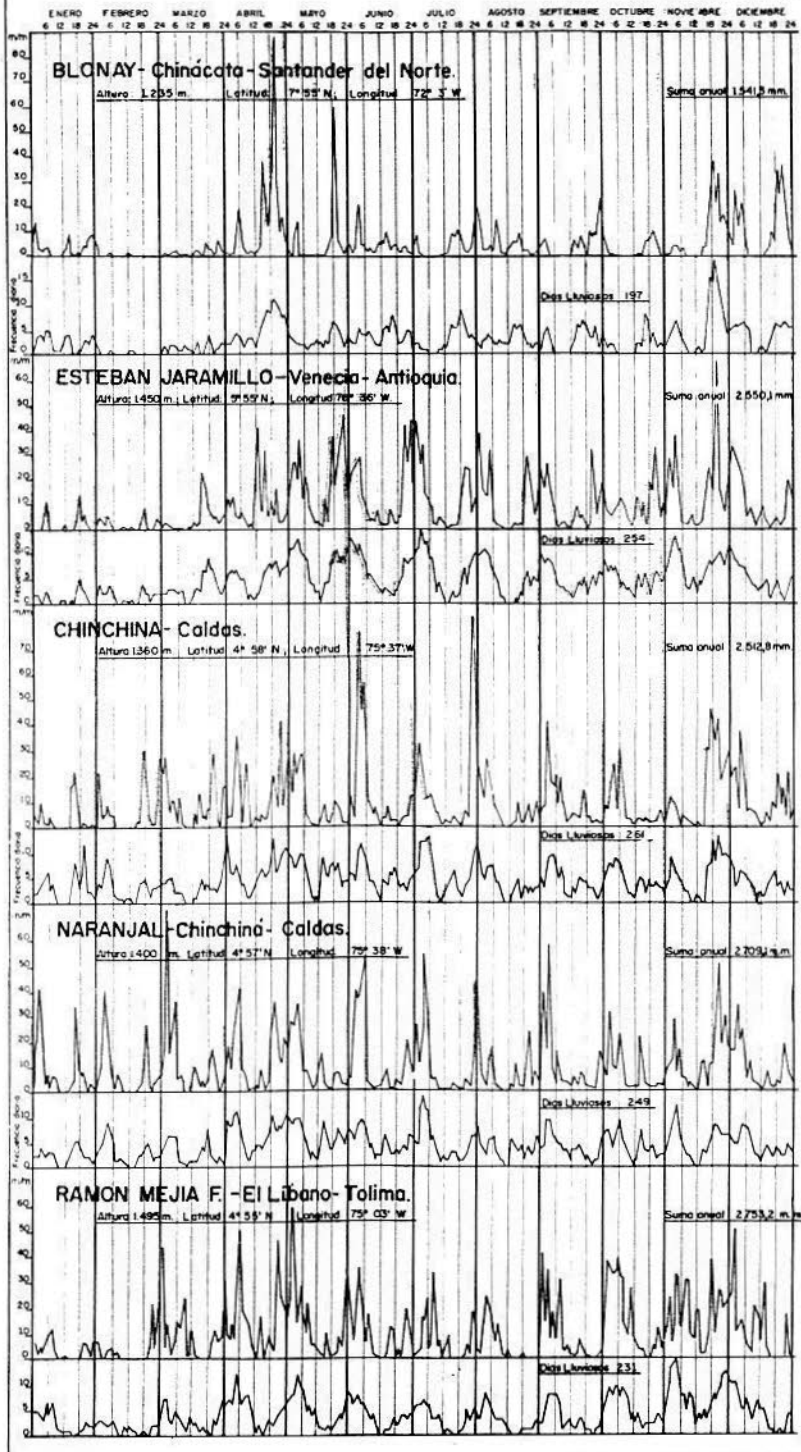
Como en todas partes, las precipitaciones se presentan con más frecuencia en las primeras horas de la noche, las tempranas de la mañana y la tarde, equivalentes a las horas más frías y cálidas del día. Menos frecuente son las precipitaciones durante el fuerte ascenso de la temperatura en las horas de la mañana.- El hecho de que la iniciación de las precipitaciones varíe grandemente en una área pequeña, se explica por el movimiento de translación de las mismas, que se desplazan aproximadamente 40 ó 50 Km/h., causando a la vez trastornos en el sistema local de las corrientes, debido al cambio de la temperatura.-

Las precipitaciones sujetas a trastornos atmosféricos, que según la ubicación de sus centros de acción, llegan también a determinadas horas a ciertos lugares, sólo se pueden reconocer con un análisis sinóptico.-

En las horas de la mañana, de mínima probabilidad de precipitación pluvial, se presentan las precipitaciones sólo en la zona perturbada por la ITC, como se puede comprobar según la distribución diaria en las diferentes estaciones.- Esta presencia de la ITC se reconoce por los tipos, forma y desarrollo de la nubosidad.- Fuerte aclaramiento pre-frontal de la nubosidad, o fuerte subsidencia después de lluvias, son síntomas inconfundibles de un macro-tiempo ciclónico.- Reforzados por el ciclo diario y la influencia orográfica, los chubascos se pueden repetir en la zona de perturbaciones atmosféricas hasta cinco

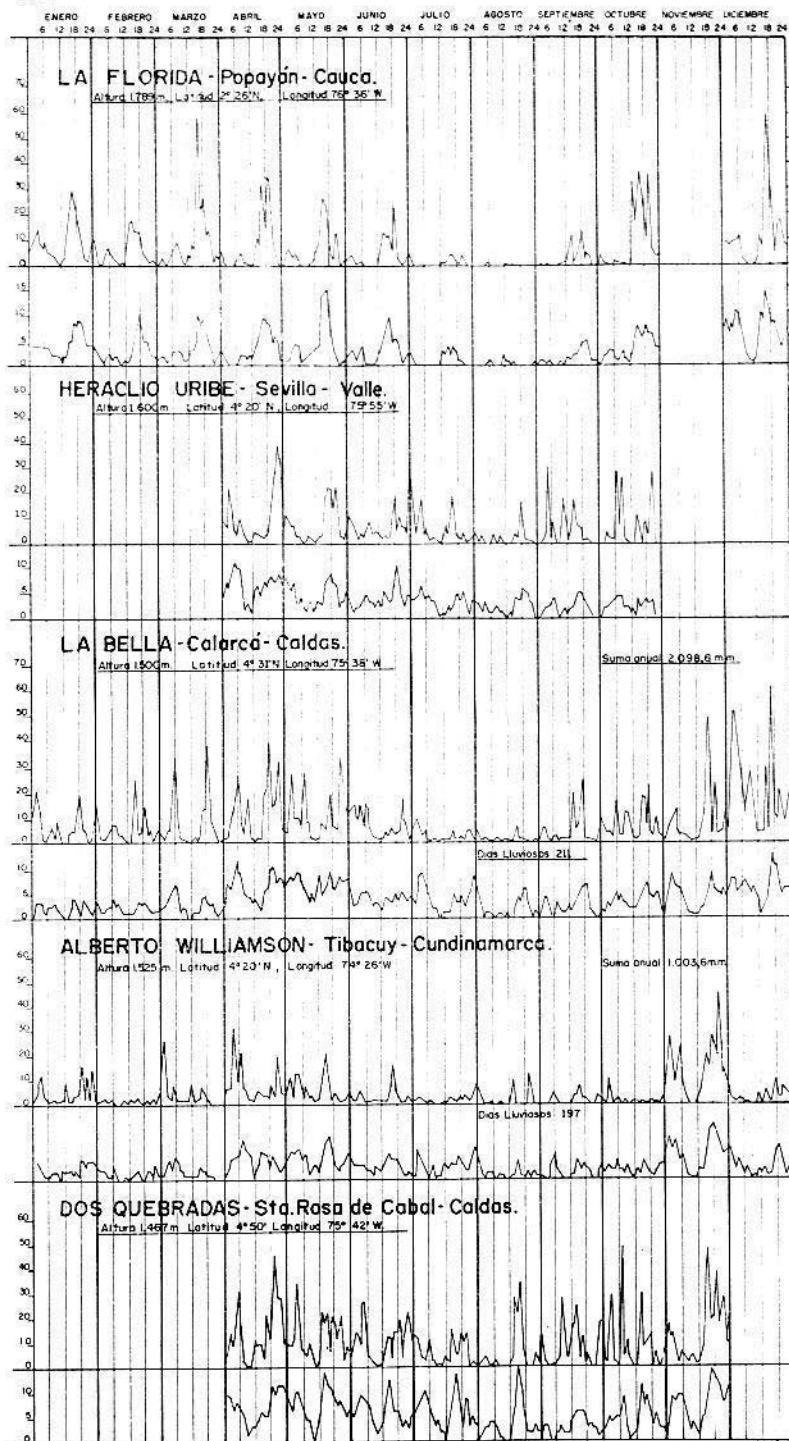
DISTRIBUCION HORARIA EN DISTINTAS

- 1.9



DE LA PRECIPITACION ESTACIONES

52-



veces en 24 horas.-

También el ciclo diario de la precipitación concuerda en su desarrollo anual con la distribución pluvial ya explicada, en la que se expusieron las esferas de influencia de los dos anti-ciclones subtropicales.- Según esto se pueden distinguir tres zonas que representan los datos del gráfico N° 11, así: la zona del Norte, (Blonay, Santandel del Norte), época seca de Enero a Marzo; la zona del Sur (La Florida-Popayán, Cauca), con una época seca bien determinada en Julio, Agosto y Septiembre; y una zona central (Chinchiná-Caldas, Esteban Jaramillo-Antioquia, Tibacuy-Cundinamarca y Líbano-Tolima), donde según el macro-tiempo predomina la influencia de uno de los dos extremos (Norte-Sur), provocando así las más grandes diferencias mensuales de año en año (Véase tabla N° 1).-

En la zona Norte, donde la época seca alcanza su mayor intensidad, generalmente en el mes de Febrero, el ciclo promedio diario de las precipitaciones es bien reconocible; la lluvia cae en las horas de la mañana y de la tarde, en escasa cantidad y frecuencia.- Durante los meses de Abril y Mayo, cuando se presentan con el avance de la ITC hacia el Norte las primeras perturbaciones atmosféricas, éstas provocan fuertes contrastes de temperatura con considerable inestabilidad de sus masas de aire y causan fuertes tempestades, especialmente en las horas avanzadas de la tarde (Blonay, 21 de Abril de 1952, 110.5 mm. en 6 horas y de éstos 51.1 mm. en una hora).- Del mes de Junio en adelante aumentan las precipitaciones de la tarde y de la noche, y durante el mes de Noviembre, con el retroceso de la ITC hacia el Sur, la precipitación aumenta de nuevo considerablemente, alcanzando el mayor número de días lluviosos (más de 0.1 mm.) de regular intensidad.-

La zona del Sur tiene a grandes rasgos una distribución semejante a la del Norte, con un desplazamiento semestral que corresponde al movimiento de la ITC: de modo que el principal período seco corresponde a los meses de Julio, Agosto y Septiembre.- Las fuertes tempestades de las altas horas de la tarde se forman aquí, después de largo período anti-ciclónico, en los meses de Octubre y Noviembre.- El segundo período anti-ciclónico, aunque mucho menos fuerte, se presenta en el mes de Febrero.-

Además de la variada influencia de los extremos de Norte y Sur hacia la parte central, la orografía ejerce también una fuerte influencia sobre el desarrollo del tiempo.- En Chinchiná predominan intensidades mayores en las lluvias nocturnas y éstas alcanzaron sus máximos valores durante el año 1952, en los meses de Junio y Julio.-

INFLUENCIAS OROGRAFICAS SOBRE EL TIEMPO REINANTE

En todas las zonas del globo, el desarrollo del tiempo tiene en las regiones montañosas ciertas características determinantes y comunes que distinguen el clima de esas regiones del de las llanuras.- La orografía con su influencia modifica el clima.- En un país tropical montañoso como Colombia, esta modificación se observa con especial claridad, ya que en distancias muy cortas existen todos los climas, de acuerdo con una división térmica.-

Todos los cambios que experimentan los elementos meteorológicos con el aumento de la altura, obedecen a leyes físicas (ley barométrica-

ca de altura, leyes termodinámicas etc.- Mientras que en la atmósfera libre, las leyes naturales proceden regularmente, la orografía con su influencia causa transtornos locales.- La observación y la determinación de estas influencias locales, forma parte importante de la climatología dinámica que incluye en su descripción del clima, las consecuencias locales de las diferentes situaciones del tiempo reinante.-

En los promedios mensuales y anuales se observan todavía las influencias orográficas.- La disminución promedio de la temperatura con el aumento de la altura sobre el nivel del mar en los trópicos, alcanza según Hann, por cada 100 metros de ascenso lento y suave, 0.54°C y con ascenso rápido y brusco desde el fondo del valle hacia la cumbre montañosa, 0.62°C, lo cual equivale a la gradiente general de temperatura húmedo-adiabática de 0.5-0.6°C.- Las temperaturas promedias anuales de algunas estaciones, no coinciden con los valores calculados según las gradientes húmedo-adiabáticas.- Llama especialmente la atención, la diferencia entre la temperatura observada y calculada en Blonay-Norte de Santander, que tiene para su altura sobre el nivel del mar, un valor promedio muy bajo.- La estación está situada en un pequeño valle en forma de paila, y las montañas que la encierran provocan una pérdida diurna de dos horas y media de insolación, aproximadamente.- Tanto la temperatura mínima como también la de las 7 a.m. son especialmente bajas debido a esta particularidad.-

TABLA N° 7

COMPARACION DEL PROMEDIO ANUAL DE LA TEMPERATURA EN 1952

(Estaciones del Servicio Meteorológico de la Federación Nacional de Cafeteros) según los valores observados y los calculados sobre la gradiente media relacionada con Chinchiná.-

	<u>Blonay</u>	<u>Chinchiná</u>	<u>Est. Jaramillo</u>	<u>Líbano</u>	<u>Bella</u>	<u>Tibacuy</u>	<u>Florida</u>
Altura mts.	1235	1360	1450	1495	1500	1525	1789
Med. observ.	19.5	20.4	20.4	19.6	19.5	19.2	17.1
Med. calcul.	21.1	20.4	19.9	19.6	19.6	19.4	17.9

También en las oscilaciones diurnas de la temperatura se nota la influencia de la situación orográfica.- El ciclo de la temperatura es más moderado y por consiguiente las oscilaciones diarias son grandes en el fondo del valle, mientras que en las vertientes la situación térmica se equilibra.- En éstas el día es relativamente fresco y la noche más abrigada.- Estas diferencias se muestran en las oscilaciones diarias de la temperatura en Dosquebradas-Caldas (fondo de un valle) con 18°C aproximadamente, contra unos 12°C en Tibacuy-Cundinamarca (vertiente).-

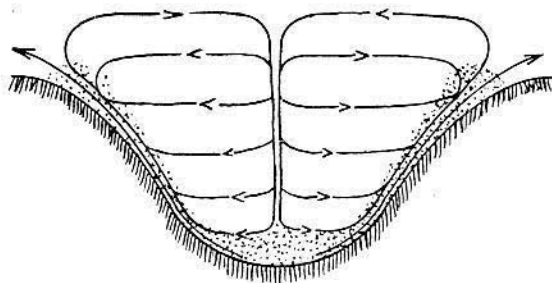
También en las condiciones de la humedad y especialmente en la amplitud de la oscilación diaria, se observa la influencia orográfica.- En los fondos de los valles esta oscilación es más grande, y su míni-

mo alcanza frecuentemente un 30%, mientras que en las horas de la noche la humedad relativa es alrededor de un 90%. - En las vertientes las mínimas no son tan marcadas, y la humedad relativa queda en las horas de la noche en un 70-80%, excepto cuando se presentan precipitaciones pluviales.-

La influencia de la orografía es más ostensible en las condiciones del viento, que generalmente se presentan como vientos de montaña y de valle.- La circulación de la corriente atmosférica entre montaña y valle, esquematizada ya por A. Wagner para los valles de los Alpes (Gráfico N° 12), se puede aplicar sin modificaciones a los valles de

las cordilleras tropicales.- Después de una suficiente insolación y proporcionalmente con ésta, aumentan los vientos ascendentes de las vertientes.- El aire asciende sobre ambas vertientes del valle, y en las alturas confluyen hacia el centro del valle para bajar de nuevo, cerrando así el ciclo de circulación.- Este hecho lo comprueban los registros de viento de las estaciones de Chinchiná y el Líbano que se encuentran más o menos sobre las mismas latitudes geográficas y alturas sobre el nivel del mar.- El vien-

Gráfico N° 12.



Esquema de la circulación diurna del aire para Valles.

(Segun A. Wagner, Microclima - R. Geiger)

to ascendente (viento durante el día) en Chinchiná, que está situado en la vertiente Occidental de la Cordillera Central, tiene dirección N-NW, mientras que en el Líbano, que está situado en la vertiente Oriental viene predominante del SE.- Las velocidades del viento, generalmente escasas, en promedio alcanzan solamente hasta unos 5 Km/h.-

El viento que baja durante la noche de las montañas, siempre es más fuerte y tiene una velocidad promedio de unos 7 Km/h.- El sistema de circulación es análogo al del viento del valle, pero en sentido opuesto: el aire se desprende por las laderas hacia el fondo del valle en donde se eleva de nuevo para cerrar el ciclo de circulación.-

Otros registros de viento, comprueban también la preponderancia de dos corrientes principales, que cambian su dirección entre día y noche, según la ubicación del lugar en la ladera Occidental u Oriental de la Cordillera.- Los vientos del valle de las estaciones ubicadas en la vertiente Occidental de la Cordillera, muestran una dirección predominante Occidental (Chinchiná, N-NW, Esteban Jaramillo, N-NW, Florida alrededor del W, Blonay alrededor del NW).- Las estaciones ubicadas en la vertiente Oriental muestran una dirección Oriental (Líbano SE, Tibacuy NE-E).- Pequeñas desviaciones en la dirección y hora de la iniciación de los vientos, dependen en primer lugar de la dirección del valle, de las distancias de las alturas más próximas y de la insolación efectiva en las diferentes estaciones.- El carácter térmico de es

tos vientos, lo comprueba su anticipado regreso en dirección opuesta por enfriamiento, debido a fuerte nubosidad y precipitaciones pluviales, que se puede repetir varias veces durante un tiempo de carácter variable.-

Un ejemplo observado con frecuencia en Chinchiná, puede explicar más detalladamente este fenómeno: Durante un día con tiempo variable debido a la influencia de una cuña de alta presión, después del paso de una perturbación atmosférica, entre las 8 y las 9 de la mañana, empieza a soplar el viento del valle y, como consecuencia, se forman sobre las montañas nubes de los tipos cumuloideas.- El viento aumenta en fuerza hasta medio día (5 a 10 Km/h.).- Entre las 12 del día y la 1 de la tarde, los altocúmulos cumulogénitos se extienden a lo largo del piso de la inversión térmica, cubriendo el valle por ambos lados.- A medida que aumenta la densidad de la nubosidad de tipo cúmulo, caen sucesivamente unas lluvias ligeras, el viento a ras del suelo toma la dirección del Sureste; luego el progresivo despejamiento del cielo, que empieza por el Sureste, permite una nueva insolación y el proceso se repite.- Entre las 17 y 18 horas, las nubes de desarrollo vertical se aplanan y después cerca de las 19 horas, se inicia el viento de la montaña; éste emprende de nuevo la convección sobre el valle, lo cual se comprueba por el frecuente relampagueo al Occidente de Chinchiná.- Una vez que el sistema del viento de la montaña se encuentra en su pleno desarrollo (media noche) avanzan las tempestades formadas sobre el valle, del Occidente hacia el Oriente, constituyendo una fuente de las frecuentes precipitaciones nocturnas sobre Chinchiná.- Durante el paso de las precipitaciones nocturnas, el viento a ras del suelo cambia por cortos ratos su dirección hacia el N-W para tomar de nuevo su dirección SE.-

También las observaciones de las tempestades (relampagueo) completan el aspecto obtenido hasta el presente.- Durante el día tales tempestades se forman preferentemente en las vertientes y se encaminan hacia el valle, mientras que, por la noche se forman sobre el valle y se dirigen hacia las vertientes.- En algunos casos solamente, no siempre los bordes alcanzan a llegar hasta la estación de Chinchiná á hecho de gran significación para las investigaciones sobre la distribución regional de la precipitación pluvial.- Aunque los datos sobre las tempestades nocturnas no son completos, debido a las pocas observaciones hechas durante la noche, las siguientes cifras muestran sin embargo, la influencia de la circulación local sobre el desarrollo del tiempo.- Para considerar las retardadas tempestades de calor, de acuerdo con las observaciones de precipitación, se consideran como tempestades del día las que acontecen de las 7 a las 20 horas, y las de la noche las ocurridas desde las 20 horas hasta las 7 de la mañana del día siguiente.-

La tabla N° 8 muestra claramente la preponderancia del gran número de tempestades que vienen durante el día desde las vertientes y de las tempestades que se forman sobre el valle.- El desarrollo anual muestra que las tempestades diurnas se presentan con frecuencia durante los meses de Marzo y Abril (18-13) y Octubre, Noviembre (14-13) mientras que la mayoría de las tempestades nocturnas se observa en los meses de Agosto y Septiembre (18-14).-

A grandes rasgos se debe distinguir entre las influencias orográficas en tiempos anticiclónicos y ciclónicos.- Por grande que sea la variabilidad en las manifestaciones del tiempo entre distancias peque

TABLA N° 8

OBSERVACIONES DE LAS TEMPESTADES EN CHINCHINA

1952.- (Tempestades lejanas. relampagueo)

	<u>Enr.</u>	<u>Fbr.</u>	<u>Mrz.</u>	<u>Abr.</u>	<u>May.</u>	<u>Jun.</u>	<u>Jul.</u>	<u>Agot.</u>	<u>Sebr.</u>	<u>Obre.</u>	<u>Nbre.</u>	<u>Dbre.</u>
Número de días con tempestades o relampagueo	6	9	21	25	18	18	19	23	22	24	21	14
Frecuencia de las tempestades según el lugar de origen												
Día :												
Lado de la montaña	6	5	18	13	7	9	8	8	10	14	13	10
Lado del valle	--	--	--	5	1	--	1	3	--	--	4	2
Noche :												
Lado del valle	1	4	10	12	11	12	11	18	14	10	9	10
Lado de la montaña	--	1	4	3	2	1	3	3	1	8	2	2

ñas, las influencias orográficas, son mejor reconocibles durante tiempo anticiclónico.- De todos modos el estudio de las relaciones causales exige referencias muy exactas para la observación, si se quiere conocer del clima tropical algo más que los valores promedios de los factores meteorológicos.-

Las influencias orográficas durante el tiempo anticiclónico, tienen su origen principalmente en la diferencia de las peculiaridades de la radiación, ya que aquí se muestra más claramente la correlación de los elementos meteorológicos entre sí.-

Si se intenta ahora, sobre las bases del material disponible, sacar en conclusión las posibles relaciones durante el tiempo anticiclónico, en el cual el sistema de la circulación local es más activo, se obtendrá la siguiente distribución esquemática de la circulación, (Gráfico N° 13).-

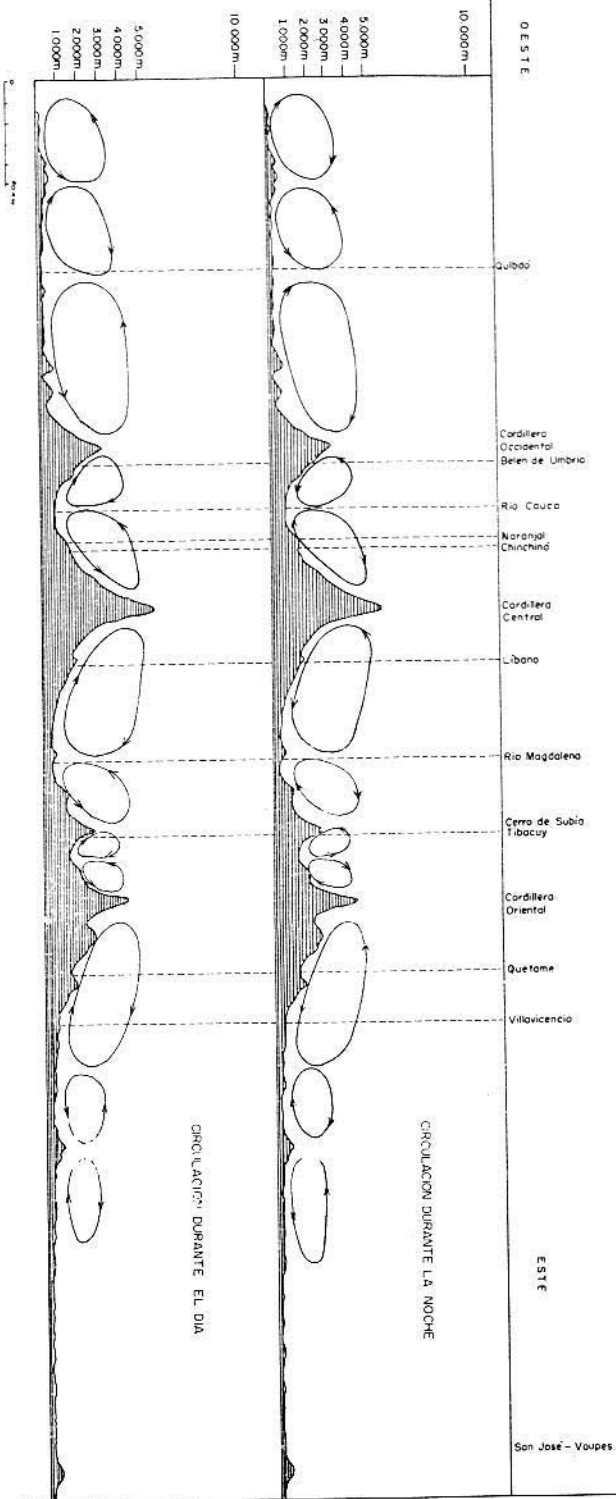
La capa de corriente a ras del suelo, que se puede considerar hasta más o menos 1300 metros sobre la superficie, y la que sigue, o sea la capa térmica de inversión que llega hasta cerca de 3000, abarca el sistema local de circulación de los vientos del valle y de la montaña. La fuerza de desarrollo de tal sistema está sujeta naturalmente a determinadas limitaciones (relación de los dos ejes del elipsoide de rotación), que siendo más fuertes en valles anchos que en estrechos, ejercen influencia sobre la trayectoria de la circulación local por medio de divergencias o convergencias.-

Una comparación de los datos de lluvia obtenidos, según esta hipótesis, no muestra diferencia aparente con los datos registrados en Chinchiná.- Las abundantes lluvias nocturnas de Chinchiná, se deben a un aumento de la actividad pluvial como consecuencia del obligado ascenso de la corriente superior del aire que, en su rumbo hacia la montaña, tiende a elevarse adicionalmente.-

Los vientos del suelo pueden ser desviados en una circulación de terminada por la fricción, o por micro-circulaciones provocadas por accidentes topográficos arrastrando la nubosidad baja, mientras

PERFIL OROGRAFICO DESDE LA COSTA DEL PACIFICO A LOS LLANOS POR LAS LATITUDES DE CINCO A CUATRO GRADOS

ESQUEMA DE LA CIRCULACION TERMICA LOCAL



que las tempestades se desplazan con la corriente invertida.- La nubosidad de convección típica de este sistema de circulación depende en su desarrollo vertical, además del volumen de la circulación, del estado aerológico momentáneo de la atmósfera.- La extensión horizontal cambia estacionalmente a través del año, como lo muestran las observaciones de dos estaciones ubicadas en valles, la una en Cartago en el valle del río Cauca y la otra en Honda, en el valle del río Magdalena, donde se observan rotaciones periódicas del viento durante el día.- Según estas observaciones predomina en Cartago en los meses de Enero a Abril y de Julio a Septiembre, el sistema de circulación de la Cordillera Central, y durante los meses restantes del año predomina el de la Cordillera Occidental (Avianca).- La situación de Honda es parecida: allí, de Enero a Abril y de Septiembre a Diciembre, actúa el sistema de la cordillera Central y durante los meses de Abril a Septiembre, opera el sistema de circulación de la Cordillera Oriental.- En Villavicencio, al pie de la Cordillera Oriental, se observó que los vientos del día proceden durante todo el año de Oriente; más hacia el interior de los llanos, como por ejemplo en San José y en Mitú, en el Vaupés, el sistema local ya no es claramente definido y no se observan regularidades tal como las muestran las estaciones en las regiones de la Cordillera.-

La siguiente tabla N° 9 con sus valores anuales de precipitación muestra la influencia de estos sistemas locales de vientos sobre la cantidad de lluvias.- Se observa que en las zonas de influencia de las trayectorias de circulación fuertemente definida, reina una actividad mayor de precipitación.- Así se explica que en el Chocó, donde el sistema local de los vientos está excepcionalmente bien desarrollado debido al encuentro de los vientos del mar con aire marítimo nuevo y de la tierra con los del valle y la montaña, caigan las lluvias más abundantes (7000 a 8000 mm. anuales).-

La región Occidental del Valle del Cauca, que se considerablemente más seca (800 a 1000 mm. anuales), está bajo la influencia de una trayectoria circular más pequeña y débil de la parte Occidental del Valle del Cauca, debido a la desigualdad orográfica del valle.- Pero los movimientos circulares de las dos laderas de la Cordillera Central son más potentes (cantidades anuales de 2500 a 3000 mm.).- Parece que la baja cantidad de 1000 mm. anuales de lluvias en Tibacuy, tiene también su causa en la formación de un sistema de circulación local.- En la vertiente Oriental de la Cordillera Oriental, donde se observan precipitaciones anuales de 3000 mm., debe suponerse una trayectoria de amplia circulación local.-

Durante el desarrollo del tiempo ciclónico, este sistema local es débil y los vientos a ras del suelo tampoco muestran el típico cambio de rotación entre día y noche, común durante el tiempo anticiclónico. En regiones con vientos nocturnos muy débiles como El Líbano, permanece la dirección del movimiento del aire del SE durante días enteros.- En el tiempo ciclónico se presentan en las cordilleras las conocidas deformaciones de las perturbaciones atmosféricas, tal como se las explican en la descripción del "foehn" y del estancamiento.- Las cordilleras pueden deformar los frentes móviles, tanto en dirección horizontal como vertical.- La deformación en dirección horizontal se efectúa cuando el frente no alcanza la altura de la cordillera y pasan rodeándola.- Una estratificación inestable facilita el paso a las masas de aire sobre la Cordillera y las precipitaciones así provocadas se presentan en forma de chubascos.-

TABLA N° 9

DATOS DE LLUVIA (ANUALES) A LO LARGO DE UN PERFIL DESDE LA COSTA

PACIFICA HASTA LOS LLANOS ENTRE 4° y 5° DE LATITUD NORTE

<u>ESTACION :</u>	<u>CANTIDAD</u> <u>en mm.</u>	<u>DIAS DE</u> <u>LLUVIA</u>	<u>ANOTACIONES :</u>
<u>COSTA PACIFICA</u>			
Buenaventura-Valle	7211.3		Promedio. Avianca
Bajo Calima-Valle	6936		Min. Agricultura
Quibdó-Chocó	6742		" "
Dagua-Valle	3008		" "
<u>CIMA: CORDILLERA OCCIDENTAL</u>			
Belén de Umbría-Caldas	1709.9	126	Fed. Nal. de Cafeteros 1952
Cali-Valle	777.4		Avianca
<u>RIO CAUCA</u>			
Cartago-Valle	875.8		Avianca
"Bella", Calarcá-Caldas	2076.6	212	Fed. Nal. de Cafeteros 1952
"Naranjal", Chinchiná-Cds.	2822.2	250	" " " " "
Chinchiná-Caldas	2469.0	251	" " " " "
" "	2562.3	255	Promedio de 10 años
<u>CIMA: CORDILLERA CENTRAL</u>			
Líbano-Tolima	2748.6	230	Fed. Nal. de Cafeteros 1952
Armero- "	1178		Min. Agricultura
Honda - "	1057	100	Avianca
<u>RIO MAGDALENA</u>			
Guaduas-Cundinamarca	1321.4	117	Fed. Nal. de Cafeteros 1952
La Mesa- "	1344.2	125	" " " " "
<u>SERRANIA DE SUBIA</u>			
Tibacuy-Cundinamarca	1008.8	193	Fed. Nal. de Cafeteros 1952
<u>RIO PANCHE, (CUNDINAMARCA)</u>			
Fusagasuga-Cundinamarca	1261.1	101	Fed. Nal. de Cafeteros 1952
"Caracol", Pandí-Cund.	1351.1	167	" " " " "
<u>CIMA: CORDILLERA ORIENTAL</u>			
Quetame-Cundinamarca	2280.3	207	Fed. Nal. de Cafeteros 1952
Villavicencio-Meta	2559		Avianca
San José-Vaupés	2540		"

=====

Para la relación de la actividad pluvial con la altura, resalta también notoriamente la acción de los sistemas de circulación local, producidos por las características orográficas, lo cual se manifiesta aún en las sumas anuales de precipitación.-

Eligiendo, p.e. un ciclo de circulación, el de las laderas occidentales de la cordillera central, en la latitud de unos 5° Norte aproximadamente, la tabla N° 10 mostrará las variaciones de la precipitación pluvial con la altura.-

TABLA N° 10

VARIACION PLUVIAL EN RELACION CON LA ALTURA A BASE DE OBSERVACION
DE LAS VERTIENTES OCCIDENTALES DE LA CORDILLERA
CENTRAL (Aprox. 5° Lat. N.)

<u>ESTACION</u>	<u>Altura</u> <u>aprox.</u>	<u>Año</u>	<u>Cantidad</u> <u>anual</u> <u>mm.</u>	<u>Días lluviosos</u>	<u>Latitud</u>
Cartago (A.A.)	1000		900		4° 46'
Quimbaya	1300	1952	1840	210	4° 38'
Chinchiná	1360	1952	2510	260	4° 58'
Esteban Jaramillo	1450	1952	2550	240	5° 57'
Dosquebradas	1470	1952	2500	260	4° 51'
Salamina	1850	1952	1800	160	5° 28'
Aranzazu	1900	1952	1750	210	5° 17'
Aguadas	2100	1952	2100	150	5° 57'
El Paso (A.A.)	3000	1952	1650		4° 31'

Se nota claramente el aumento de las cantidades pluviales desde el fondo del valle hasta unos 300-400 mts. de altura relativa desde donde abarca la zona de las máximas pluviales hasta unos 600-700 mts.; para entonces disminuir otra vez hacia las cimas.- Cada uno de los dos sistemas de circulación local (sistema de valle o de montaña) tiene un cierto radio de acción.- Así las precipitaciones de la circulación diaria alcanzan hasta los límites inferiores de dicha zona central, mientras que las nocturnas la sobrepasarán.- Las precipitaciones que se mueven del valle hacia la montaña son reforzadas por el ascenso orográfico del aire (ascenso por estancamiento).- Donde los dos sistemas se sobreponen, se encuentra la zona de máxima precipitación.- Para el ejemplo citado, se localiza esta zona central de máxima precipitación, entre alturas de 1350 a 1700 mts. sobre el nivel del mar, aproximadamente.-

R E S U M E N

Los presentes estudios efectuados en Colombia mostraron, de acuerdo con los resultados en otras zonas tropicales, que la idea clásica sobre el sistema de circulación del alisio y contra-alisio no corresponde completamente a los conocimientos de la meteorología moderna.- El curso del tiempo reinante en la zona montañosa de los trópicos es dirigido por los siguientes factores :

I- La situación momentánea de los centros de acción atmosférica (los dos cinturones subtropicales de alta presión y la franja intermedia de baja presión).-

II- Los sistemas locales de circulación (tierra - mar, valle-montaña) que se presentan por el ciclo diario de los elementos meteorológicos).-

III- Las manifestaciones locales producidas por la orografía.-

I- Se conocen dos situaciones extremas de la distribución de la presión atmosférica sobre Colombia: la meridional a principios del año, y la septentrional a mediados del año, con cuya transición avanza la ITC involucrada en la franja ecuatorial de baja presión y en consecuencia el tiempo ciclónico (invierno); mientras que, durante los períodos de la predominancia de uno de los dos cinturones de alta presión se presenta sobre la parte correspondiente del país el verano intenso (tiempo anticiclónico).- Se ilustran notoriamente estas diferencias de la construcción aerológica por los resultados de las ascensiones efectuadas en Barranquilla.-

Así pues, el curso del tiempo reinante en los trópicos puede ser comprendido también como efecto de la distribución barométrica de los centros de acción atmosférica (distribución de las zonas de alta y baja presión respectivamente).- También se pueden reconocer "frentes meteorológicos", si se toma el concepto "frente" en sentido un poco más amplio, cuyas características principales serían: convergencia y manifestaciones de la forma, y desarrollo de la nubosidad.- Igualmente habría que suponer la división de las depresiones atmosféricas a ras del suelo, por la Cordillera Central que se extiende de Sur a Norte, por cuya consecuencia se explicaría el curso temporalmente anormal del tiempo reinante en las laderas occidentales de la Cordillera Occidental como también en las orientales de la Cordillera Oriental.- (Hasta ahora existen solo escasos datos para estudios detallados).-

Por la distribución general de las corrientes de aire, resultantes de la ubicación de la presión atmosférica, son arrastradas masas de aire de diversas propiedades.- Los valores " θ " difieren entre sí notablemente en las capas inferiores a unos 3000 mts. (Barranquilla). La inestabilidad fue durante el período "invernoso" 5 veces mayor que durante el "veranoso".- De tal manera, se dejan reconocer claramente las diferencias básicas de las dos masas principales: el aire tropical y el ecuatorial.-

De acuerdo con la construcción vertical de las masas de aire, se encontró también en la distribución de los vientos superiores una buena concordancia para las diferentes capas, así :

1.- Corriente a ras del suelo: Capa hasta unos 1200-1500 mts.

- 2.- Corriente de regreso de la compensación térmica (circulación local): Capa de 1500-3000 mts.-
- 3.- Corrientes de dirección predominante de Sureste durante todo el año (durante período seco muy estable en dirección, durante tiempo lluvioso gran cambio de dirección que se repite varias veces en el curso del mes y mayores velocidades): Zona sobre 3000 mts.-
- 4.- Zona de vientos occidentales, que se extiende sobre Barranquilla durante el tiempo "veranoso" desde unos 6000 mts. hasta la altura de las ascensiones (20000 mts.).-

El transcurso anual del tiempo reinante se hace muy notable por la precipitación pluvial.- Debido al paso de la ITC sobre Colombia, que ocurre dos veces al año, resulta el ciclo doble de la distribución pluvial (dos inviernos y dos veranos).- En las regiones septentrional y meridional se aproximan los dos períodos lluviosos en tal forma que se presentan prácticamente como uno sólo, dividido por un corto período menos lluvioso (veranillo).- Sobre la zona central actúan, fuera de los períodos principales de lluvia (Abril-Junio y Octubre-Noviembre), perturbaciones atmosféricas temperales, que son manifestaciones ulteriores del tiempo lluvioso predominante en el Norte o en el Sur del país.- Como consecuencia de esto, la actividad pluvial es mayor en los departamentos centrales y las sumas anuales de precipitación disminuyen para los mismos niveles de altura hacia el Norte y el Sur.

II- La gran influencia de los sistemas de circulación local se manifiesta claramente por las registraciones de los vientos y las observaciones de la nubosidad y precipitación, lo cual se nota especialmente por el ciclo diario de estos elementos.- La circulación local producida por la compensación térmica, que depende del estado momentáneo del tiempo, recoge la corriente a ras del suelo y se cierra con la corriente superior.-

En el ciclo diario del viento, resulta el del valle, con dirección occidental para las laderas occidentales de las cordilleras (Bogotá-Santander Norte, Venecia-Antioquia, Chinchiná, Popayán-Cauca) y oriental para las vertientes orientales (Libano-Tolima, Tibacuy-Cundinamarca).- El viento de la montaña entra con direcciones opuestas y se presenta a veces durante el día si el lado de la montaña se enfrió a causa de densa nubosidad o de precipitaciones, hecho que se puede repetir transitoriamente.- Se observan ráfagas generalmente sólo cuando hay paso de tempestades (hasta 60 Km/h. "Esteban Jaramillo".- Parece que valles con colinas en sus alrededores, de más de 1000 mts. de altura relativa sobre el fondo del valle, producen sus propios sistemas de circulación local.-

También el ciclo diario de la nubosidad y la formación de tempestades demuestran la existencia de la circulación local, en la forma conocida para los valles de los Alpes.- Durante el día se forman las nubes de fuerte desarrollo vertical sobre las cimas y las tempestades son arrastradas por la corriente superior de compensación térmica, moviéndose de la montaña hacia el valle.- Las zonas preferentemente despejadas se encuentran en las partes descendentes de esta circulación, es decir, durante el día sobre el valle y durante la noche sobre las vertientes de la montaña.- Las observaciones de tempestades confirman este hecho.-

Por medio de un perfil esquemático desde la costa pacífica hasta los Llanos se pudo mostrar la influencia de tales circulaciones aún sobre las sumas anuales de precipitación y en consecuencia se debe su poner la relación del tamaño de las mismas (Limitación de los sistemas por la proporción relativa de extensión vertical y horizontal).-

La distribución pluvial en relación con la altura se explica también por las circulaciones locales (día y noche).- En los niveles que son influenciados por ambos sistemas (el del valle y el de la montaña) se observa la mayor cantidad pluvial; mientras, ésta disminuye hacia el valle y hacia las cimas.-

III- En todas las observaciones se manifiestan las influencias orográficas por propiedades muy características.- Así, en estaciones de valle se presenta la mayoría de los elementos meteorológicos con grandes oscilaciones diarias; en estaciones de vertiente son menores.-

En la disminución de la temperatura con la altura se registran desviaciones notables del gradiente normal por condiciones locales, p. e. medias anuales muy bajas en depresiones pequeñas de las laderas ("paila") por la gran pérdida de la duración del brillo solar.-

La humedad relativa muestra un curso inverso al de la temperatura, con mínimas en la tarde hasta de un 30% (buen tiempo) en estaciones de valle, mientras que la oscilación diaria es más pequeña en las vertientes.-

A grandes rasgos, se debe diferenciar entre la evolución de las influencias orográficas durante los tiempos anticiclónico y ciclónico en que se expresan más notoriamente las primeras puesto que son producidas por las condiciones diferentes de la radiación, mientras que la circulación local durante tiempo ciclónico es poco desarrollada.-

Para conocer el clima tropical en forma que detalle más que los valores medios, poco variables, se necesitarán estudios de las relaciones causales, basados en los datos más exactos que sea posible.-

o

Z u z a m m e n f a s s u n g :

Die in Colombia gemachten Studien zeigten, wie bereits in anderen tropischen Gebieten, dass die klassische Auffassung des tropischen Zirkulationssystems von Passat und Antipassat den Erkenntnissen der modernen Meteorologie nicht vollkommen gerecht wird. Der Witterungsablauf im tropischen Gebirgsland wird von folgenden Erscheinungen geleitet

- I- von der jeweiligen Lage der atmosphärischen Aktionszentren (den beiden subtropischen Hochdruckgürteln und der Äquatorialen Tiefdruckfurche).
- II- von lokalen Zirkulationssystemen (Land-Seewind, Tal- und Bergwind), die sich im täglichen Gang der Elemente abzeichnen.
- III- von den örtlichen Auswirkungen verursacht durch die Topographie.

I.- Man kennt zwei extreme Lagen der Druckverteilung über Colombia, eine südliche zu Jahresbeginn und eine nördliche zur Jahresmitte mit deren Verlagerung sich die in der Äquatorialen Tiefdruckfurche eingebettete ITC und somit das zyklonale Wetter (Regenwetter) verschiebt; während in den Zeiten des Vorherrschens eines der beiden Hochdruckgürtels im betreffenden Landesteil die Trockenzeit herrscht. Diese Unterschiede zeigen sich deutlich im aerologischen Aufbau der Atmosphäre aus den Aufstiegsresultaten von Barranquilla.

So kann der Witterungsablauf auch in den Tropen als Auswirkung der barometrischen Verteilung der Aktionszentren (Hoch- und Tiefdruckgebiete) aufgefasst werden. Auch "Fronten" lassen sich erkennen, wenn der Begriff "Front" gelockert ausgelegt wird, und als Hauptmerkmale besonders Konvergenz und Auswirkung in Wolkenform und Wolkenentwicklung angenommen werden. Eine Spaltung der Bodentiefdruckgebiete durch die in Süd-Nordrichtung verlaufende Zentralkordillere ist zu vermuten, wodurch der aussergewöhnliche Witterungsablauf der Westseite der Westkordillere sowie der der Ostseite der Ostkordillere seine Erklärung finden würde. (Zur Zeit sind nur spärliche Unterlagen für genauere Studien vorhanden).

Mit der allgemeinen sich aus der Druckverteilung ergebenden Strömungsverteilung werden verschiedenartige Luftmassen herangeführt. Die "θ"-Werte unterscheiden sich augenscheinlich in den unteren 3.000 m (Barranquilla). Die Labilität ist in der Regenzeit etwa fünfmal grösser als in der Trockenzeit. So lassen sich die grundsätzlichen Unterschiede der beiden Hauptluftmassen: die Tropikluft (TL) und die Äquatorialluft (EL), klar erkennen.

Auch die Höhenwindverteilung zeigt gute Übereinstimmung mit dem vertikalen Aufbau der Luftmassen:

- 1.- Grundströmung, Bodenschicht bis 1.200 - 1.500 m
- 2.- Oberströmung der thermischen Ausgleichströmung (Lokalzirkulation) bis 3.000 m reichend
- 3.- Zone über 3.000 m mit vorherrschender Südostströmung (in der Trockenzeit grosse Richtungsstabilität und in der Regenzeit sich im Laufe des Monats mehrmals wiederholender Richtungswechsel und grössere Windgeschwindigkeiten)
- 4.- Westwindzone, die in Barranquilla in der Trockenzeit bis 6.000 m herabreicht und bis zu Aufstiegshöhen von 20.000 m beobachtet wurde.

Der jahreszeitliche Witterungsablauf zeigt sich am besten im Niederschlag. Dem zweimaligen Durchzug der ITC über Colombia entspricht eine Doppelwelle der Regenverteilung (zwei Regen- und zwei Trockenzeiten). Im extremen Norden und Süden des Landes nähern sich die beiden Regenperioden, dass sie fast in eine einzige übergehen, getrennt nur durch eine kurze trockenere Periode (veranillo). Auf das Zentralgebiet greifen ausser den beiden Hauptregenzeiten (April-Juni, Oktober-November) zeitweilig atmosphärische Störungen über, welche als Auswirkungen der jeweiligen Regenzeit im Norden und Süden des Landes anzusprechen sind. Folglich ist die Niederschlagstätigkeit im Zentralteil des Landes am grössten und die Jahressummen nehmen für die selbe Höhenlage gegen Norden und Süden hin ab.

II.- Der grosse Einfluss der thermischen Lokalzirkulationssysteme wurde eindeutig durch Windregistrierungen, Wolken- und Niederschlagsbeobachtungen festgestellt, wo er sich besonders im täglichen Gang dieser Elemente zeigt. Die Lokalzirkulation umfasst die Grundströmung und die thermische Ausgleichsströmung, deren Höhererstreckung sich mit der Wetterlage ändert.

Im täglichen Gang der Bodenwinde ergaben sich für die Westseiten

der Kordilleren (Blonay-Santander-Norte, Esteban Jaramillo- Antioquia, Chinchiná-Caldas, Florida-Cauca) Talwinde mit westlichen Komponenten und für die Ostseiten (Libano-Tolima, Tibacuy-Cundinamarca) östliche Richtungen. Der Bergwind besitzt entgegengesetzte Richtung und setzt auch tagsüber vorübergehend ein, wenn sich die Bergseite entweder durch starke Bewölkung oder durch Niederschläge abgekühlt hat. Stärkere Böen sind in der Regel nur bei Durchzug von gewittrigen Niederschlägen (bis 60 kmh-Esteban Jaramillo) beobachtet worden. Es scheint, dass Täler mit Begrenzungsbergen von über 1.000 m relativer Höhe schon eigene Lokalzirkulationssysteme besitzen.

Auch im täglichen Gang der Bewölkung und Gewitterbildung tritt die Lokalzirkulation zu tage, wie sie für Alpentäler bekannt ist. Tags über formt sich eine kräftige Quellbewölkung über den Berggipfeln u. die Gewitter ziehen mit der thermischen Oberströmung von Berg gegen das Tal hin. Ausheiterungsgebiete befinden sich vorwiegend, wo die Zirkulation absteigt, tagsüber über Tal, nachts an der Bergseite. Gewitterbeobachtungen bestätigen diese Erscheinung.

An Hand eines Profiles von der Pazifik-Küste zu den Llanos konnte der Einfluss solcher Lokalzirkulationssysteme sogar noch auf die Jahressummen des Niederschläges gezeigt werden, woraus sich die Abhängigkeit der Jahressummen der Niederschläge von der Grösse des Zirkulationsrades vermuten lässt (Begrenzung der Systeme durch das Verhältnis von Längs- und Höhenerstreckung).

Auch die Verteilung der Niederschläge mit der Höhe lässt sich durch die Lokalzirkulation erklären. In den Höhenschichten auf welche beide Zirkulationssysteme (Tal-u. Bergwindssystem) übergreifen, sind die höchsten Niederschlagssummen zu verzeichnen, während sie zum Tal und Berggipfel hin abnehmen.

III.- In allen meteorologischen Beobachtungen ist der orographische Einfluss durch charakteristische Merkmale feststellbar. So zeigen sich in Talstationen grosse Tagesschwankungen in den meisten meteorologischen Elementen und an Hangstationen nur geringe.

In der Temperaturabnahme mit der Höhe sind Abweichungen von normalen Gradienten durch Umgebungseinflüsse feststellbar; zu geringe Temperaturmittelwerte in Kessellagen mit grossen Sonnenscheinverlust.

Einen inversen Verlauf zur Temperatur zeigt die relative Feuchte wo in Tallagen die Mittags-Minima bis 30 % absinken, während in Hanglagen die täglichen Schwankungen ausgeglichener sind.

In grossen Zügen wird man die Auswirkungen der orographischen Einflüsse bei antizyklonalem und zyklonalem Wettergeschehen unterscheiden müssen, wobei jene bei antizyklonalem Wetter leichter erkennbar sind, da sie hauptsächlich durch die Verschiedenheit der Strahlungsbedingungen hervorgerufen werden. Hingegen ist bei zyklonalem Wetter die Lokalzirkulation nur schwach durchgebildet.

Studien der kausalen Zusammenhänge, basiert auf verlässlichem Beobachtungsmaterial werden nötig sein, um vom Tropenklima mehr zu kennen als nur annähernde, sich wenig ändernde Mittelwerte.

S u m m a r y :

The present studies accomplished in Colombia demonstrate that, like in other tropical zones, the "classic" conception of the tropical circulation-system, known as trade- and antitrade winds does not entirely correspond with the knowledge of modern meteorology.- The sequence of weather in tropical mountainous regions is controlled by the following factors:

I- Through the momentary position of the atmospheric centre of action (The two subtropical high-pressure belts and the equatorial trough of low pressure).-

II- Through local circulation-systems (off-shore wind, on-shore wind; valley-breeze, mountain -wind), which occur in the diurnal variation of the meteorological elements.-

III- Through local effects caused by topography.-

I- Two extreme situations of pressure distribution over Colombia are known: a southern one at the beginning of the year, and a northern one in the middle of the year.- With their shifting moves also the intertropical-convergence-line (ITC) which is inlaid in the equatorial trough of low pressure.-Consequently, the cyclonic weather (rain-weather) is shifting also.-On the contrary, at times of predominance of either one of the two high pressure belts the dry season (anticyclonic weather) occurs in the correspondent region of the country.- These differences are demonstrated clearly in the aerological structure of the atmosphere as shown from the ascent results from Barranquilla.-

Therefore, the sequence of the weather in the tropical zones can be understood as a result of barometric distribution of the centres of atmospheric action (regions of high and low pressure).- Also meteorological fronts are recognizable if the term "front" is interpreted in a broader way, the principal signs of which would especially be convergency and effects in the shape of clouds and in their development. A division of the surface layer of the low-pressure area through the south-north running "Central Cordillera" can be assumed.- This could possibly explain the temporarily uncommon course of the prevailing weather on the western slope of the "Cordillera Occidental" and also that of the eastern slope of the "Cordillera Oriental" (At present there are available only few data for special studies).-

Through the general distribution of currents which depends on the pressure distribution, different kinds of air-masses are carried.- Obviously the " θ " values differ in the layers below 3000 m. (Barranquilla).- The inconsistency is five times greater during the rainy than during the dry season.- Thus it is possible to recognize the basic differences between the two main air-masses, the tropic air (TL) and the equatorial air (EL).-

Also the upper-wind distribution agrees well with the vertical structure of the air masses:

1.- Ground current, surface layer up to 1200-1500 m.

- 2.- Upper current of the thermal compensation current (local circulation) to approx. 3000 m.-
- 3.- Zone above 3000 m. with predominant south-east current (during dry season stability of direction and in rainy seas on repeated changes of direction during the month and increased wind velocity).-
- 4.- West-wind zone descending down to 6000 m. and observed to ascend heights up to 20000 m. in the dry season in Barranquilla

The seasonal sequence of weather is most noticeable through the precipitation.- The passing of ITC over Colombia which occurs twice during the year corresponds to a double wave of the distribution of the rain, (two rainy and two dry seasons).- In the extreme northern and southern regions of the country the two rainy periods approach each other to such an extent as to be practically continuous and divided only by a short period of lesser rainfall (veranillo).- Over the central zone, besides the main periods of rainfall (April-June, October-November) there are temporal atmospheric perturbations which are ulterior manifestations of the rain periods in the north and south of the country.- The central part has consequently the strongest activity of precipitation and towards north and south the annual totals diminish for the same altitude.-

II- The strong influence of the local thermal circulation-systems is established through wind-records, cloud- and rainfall observations.- It is marked specially in the diurnal variation of the meteorological elements.- The local circulation comprehends the ground current, whose vertical extension varies with the weather situation.-

Valley breezes with western components resulted in the diurnal variation of the ground wind for the western slopes of the "Cordilleras" (Blonay-Santander Norte, Est. Jaramillo-Venecia-Antioquia, Chinchiná-Caldas, Florida Popayán-Cauca), and with eastern direction for their eastern flanks (Líbano-Tolima, Tibacuy-Cundinamarca).- The mountain wind blows in opposite direction.- It can be observed temporarily also during day time when the mountain slopes cool off either through dense cloudiness or precipitations.- Stronger squalls are observed generally only during thunderstorms (up to 60 kmh - Est. Jaramillo).- Valleys bounded by mountains over 1000 m. relative altitude apparently develop local circulation systems of their own.-

The local circulation as known from the valleys of the Alps is also recognizable in the diurnal variation of cloudiness and in the formation of thunderstorms.- During day time source clouds form themselves above the mountain tops and thunderstorms move with the thermal upcurrent from mountain to valley.- Cleared up zones are preferably found where the circulation descends, in day time above the valley and during the night on the mountain flanks.- Observations of thunderstorms confirm this phenomenon.-

The influence of such local circulations even on the annual sums of rainfall could be demonstrated by means of a diagrammatic section from the Pacific Coast to the "Llanos".- A dependency of the annual total of precipitation from the range of the circulation - system is thus suggested (limitation of the system through proportion of longitudinal and vertical extension).-

The rainfall distribution in relation to the altitude can equally be explained through the local circulation-system (day and night) In those intervals of altitude which are influenced by both of the circulation systems (valley-breeze, mountain-wind), the highest totals of precipitations are registered, while they diminish toward the valley and toward the mountain top.-

III- The orographic influence is recognizable in every meteorological observation through characteristic signs.- The diurnal oscillations of most of the meteorological elements are more specified in valley stations than those observed on slopes.-

In the decreasing of the temperature compared with the altitude are found deviations from the normal gradient.- They are due to local conditions, as low annual temperature averages in topographic depressions with daily big deficiency of sun-shine.-

The relative humidity shows an inverse course to that of the temperature in valley localities where the noon minima descend to 30 per cent, while on slopes the diurnal oscillations are more equal.-

It would be reasonable to differentiate between the effect of the orographic influence during anticyclonic and cyclonic weather.- Those during anticyclonic weather are easier to recognize since they are mainly caused through different kinds of conditions of radiations.-On the contrary the local circulation is only weakly developed during cyclonic weather.-

An investigation of the causal relations based on exact observations would be necessary for a more thorough knowledge of the tropical climate, knowledge which would exceed pure attainments of only approximate mean values with little variations.-

_____ ° _____

_____ ° _____

B I B L I O G R A F I A

- 1)- Avianca, Sección de Meteorología, 1946 (inédito).-
- 2)- Avianca, datos inéditos de ascensiones aerológicas en Barranquilla.-
- 3)- V. U. J. Bjerknes: Physikalische Hydrodynamik, Berlín 1933.-
- 4)- Chromow: Einführung in die synoptische Wetteranalyse, Wien 1946.
- 5)- Federación Nal. de Cafeteros, Sección de Meteorología : Anuario Meteorológico 1952, en imprenta.-
- 6)- Fletscher R. D.: Modern trends in the tropical meteorology of the Americas Rev. Ac. de Colombia de Cienc. Exact., Fis., Quim. y Nat. Vol. 7 (28):
- 7)- Flohn H.: Passatzirkulation und Äquatoriale Westwindzone, Arch. f. Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Bd. III, 1951.-
- 8)- Geiger R.: Das Klima der bodennahen Luftschichten, Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1942.-
- 9)- Hann J.: Handbuch der Klimatologie, Stuttgart, 1910.-
- 10)- Hann - Süring: Lehrbuch der Meteorologie, 5. Auflage.-
- 11)- Köppen - Geiger: Handbuch der klimatologie, 1930.-
- 12)- Ministerio de Agricultura, Serv. Meteor. Nal.: Números e índices internacionales de las estaciones meteorológicas de Colombia Bogotá, 1950.-
- 13)- Sarasola R. P. S.: Las corrientes superiores en Colombia, Rev. Meteor., Montevideo, Uruguay, año X (36-37), 1951.-
- 14)- Trojer H.: Ein Beitrag zu einer dynamischen Klimatologie, I. Teil Klassifikation von Grosswetterlagen, II. Teil: Grosswetterlagen über dem Ostalpengebiet. Publicaciones del Observatorio del Ebro, Miscelánea # 5, Tortosa. 1949.-

_____ ° _____

_____ ° _____

Presentamos nuestro agradecimiento a quienes amablemente colaboraron en la traducción del texto al español o contribuyeron con su buena voluntad y estímulo al desarrollo y publicación de este estudio.-

