

2842

tesis: 2058

**TRABAJO ESPECIAL**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**INSTITUTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA**

**ESTUDIO DEL PROGRESO DE UN "FRENTE FRIO" DESDE  
ARGENTINA HASTA VENEZUELA**

PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE  
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
POR EL BACHILLER:

**MARTHA PERDOMO CORDERO**

PARA OPTAR AL TITULO DE:  
**INGENIERO HIDROMETEOROLOGISTA**

Caracas, Noviembre 1969.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

Trabajo Especial de Grado  
presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Ve-  
nezuela, para optar al tí-  
tulo de:  
**INGENIERO HIDROMETEOROLOGISTA**

0.000000

DEDICATORIA

A mi querida madre

## AGRADECIMIENTO

Debo expresar mi mas profundo agradecimiento a las siguientes personas y entidades, las cuales me brindaron su valiosa cooperación para la realización del presente Trabajo.

Dr. Ferdinand Grosske, Profesor Guía.

Prof. Arturo Klanke

Dr. René Méndez, de la Universidad de Chicago.

Los siguientes Servicios Meteorológicos: Panamá, Brasil, Ecuador, Perú, Colombia, Paraguay, Bolivia, y en especial al Servicio - de Meteorología de las Fuerzas Aéreas de Venezuela.

En general a todos los profesores y demás personas que, de una u otra forma, contribuyeron a mi formación moral y profesional.

## INDICE

	<u>PAG.</u>
Introducción	1
I. Respecto a la Teoría de Masas de Aire y Frentes	3
II. Consideraciones Especiales en el Continente Americano	10
III. Ejemplos Anteriores	14
IV. Análisis Sinóptico de Mapas de Superficie y Fotos de Satélites	23
Conclusiones	52
Bibliografía	53

## INTRODUCCION

Basándome en el trabajo especial (A) en el cual se trata de per seguir un "Frente Frío", proveniente del Hemisferio Sur, hasta su a rribo a Venezuela, cuyo caso es en extremo particular, se tratará en esta oportunidad de ampliar dicha investigación con análisis mas de tallados y completos, añadiendo también fotografías del satélite ar tificial ESSA 1, pertinentes al caso.

Es menester mencionar que, aún teniendo a nuestro alcance toda la información posible, es muy difícil hacer el análisis sinóptico - de los mapas de superficie necesarios, ya que generalmente se encuen tran estaciones meteorológicas que, por una u otra razón dan informa ción errada, sobretodo en los valores de presión.

Sin embargo, haciendo un análisis minucioso y ayudándonos con - las fotografías del satélite artificial ESSA 1 que nos indican las - zonas de nubosidad, en el caso que nos ocupa, creemos haber consegui do el lazo de unión que nos faltaba en el caso anterior (A), para de mostrar que los indicios son bastante fuertes como para creer que un "Frente Frío" del Hemisferio Sur, en su avance hacia el norte, puede cruzar el Ecuador.

No obstante debemos añadir, que las informaciones respecto al - caso tratado no son suficientes para comprobar a ciencia cierta lo - supuesto, ya que actualmente, con la débil red de observaciones en - las latitudes bajas, sobretodo en lo que a observaciones aerológicas se refiere, no es posible obtener resultados mejores.

Tampoco las fotografías del satélite ESSA 1 son muy satisfacto- rias y queda un amplio margen de interpretación subjetiva.

Se espera que con los nuevos satélites meteorológicos como los ATS se puedan obtener fotografías mejores, las cuales puedan darnos indicios mas exactos respecto al paso de Frentes Fríos en su traslado hacia el norte o el sur, sobre el Continente Suramericano, para el caso de que ocurriera otro fenómeno tan impresionante como el del presente trabajo.

Queremos destacar que el fenómeno en cuestión tiene su origen en un Frente Polar del Hemisferio Sur, el cual, en su traslado hacia el norte, se transformó en un "Frente Frio en la altura", y mas tarde en una perturbación, habiendo sido explicado el mecanismo de esta transformación en el referido trabajo anterior (A).

Puesto que es el caso de que en la Cordillera Costanera de Venezuela el cuerpo de aire frío, perteneciente a esta perturbación, tocó la superficie terrestre, y se comportó como un Frente Frio casi ideal, mantendremos en los análisis la representación simbólica para un Frente Frio en la altura.

CAPITULO I

RESPECTO A LA TEORIA DE MASAS DE AIRE Y FRENTE

Cuando se comenzaron a extender las aplicaciones de los análisis de masas de aire y frentes a regiones tropicales, se encontraron indicios de que los conceptos climatológicos de la meteorología tropical encajaban en esta teoría. Por ejemplo, los alisios y monzones (Bergeron) de la escuela climatológica de los meteorólogos tropicales, encajan perfectamente en la descripción de una masa de aire. Los alisios, por ejemplo, tienen una fuente específica, los anticiclones subtropicales y, cuando se encuentran en dicha fuente, son una masa de aire estancada, despaciosa y subsidente, casi en equilibrio todo el tiempo con la superficie del mar. Aquí no habían nubes o quizás pequeñas cantidades de nubes estratiformes. Cuando se va moviendo hacia el Ecuador, la masa se va calentando debido a las aguas calientes de las bajas latitudes y mientras más se acerca al Ecuador más intenso se hace el calentamiento desde abajo y tanto menor la subsidencia arriba, lo cual ocasiona un levantamiento de la inversión de los alisios, la cual se va debilitando mas y mas, hasta que desaparece por completo. Esta variación hacia el sur aparece como un proceso continuo al considerar los datos climatológicos que toman en cuenta valores de promedio. En realidad podemos observar que entre la parte alejada del Ecuador (estable y con su inversión de los alisios) y la parte mas cercana al Ecuador (inestable y sin inversión de los alisios) hay una zona más o menos estrecha donde las características descritas cambian rápidamente, hasta lograr el aspecto de una zona frontal, motivo por el cual se le ha llamado "Frente Ecuatorial" o "Frente Tropical". O sea que si hay aire de diferentes características, podemos hablar de dos masas de aire; la tropical y la ecuatorial y llamamos la zona de transición, si es es-

trecha, "ITC" (Inter Tropical Convergence, Convergencia Intertropical (1)). Luego se encontró que se trata mas bien de una zona de aire inestable la cual se llama, según los trabajos modernos, "ITCZ" (Inter Tropical Convergence Zone, Zona de Convergencia Intertropical) y puesto que muchos meteorólogos lo consideran, por lo menos parcialmente, como un fenómeno con dos bordes, se le llama también ITC- Norte y ITC- Sur.

Sin embargo, a menudo no se puede definir una zona estrecha de aspecto frontal entre aire ecuatorial y tropical, sino que se presenta una paulatina transición de las características diferentes de las dos masas de aire. Observando las nubes, se confirma el hecho del debilitamiento de la inversión de los alisios al acercarse la masa de aire al Ecuador, ya que los cúmulos alcanzan cada vez niveles mas altos y los chaparrones asociados a los cumulonimbus se vuelven mas y mas frecuentes.

Después del año 1933 se concertó aplicar los análisis de frentes y masas de aire a los mapas sinópticos en los trópicos. Este movimiento se desarrolló lentamente, siendo mas activo en el Pacífico y en el Caribe. En 1939 los métodos standard del análisis frontal de las altas latitudes fueron adoptados por el Philippine Weather Service, por los meteorólogos de la Pan American Airways (1) en Nueva Zelanda (2), Australia (3) y en Martinica y otras partes del Caribe (4).

La Segunda Guerra Mundial trajo un inmenso incremento en la cantidad de pronósticos del tiempo requeridos en los trópicos y, con él, gran influencia de meteorólogos cuyo entrenamiento y experiencia fueron obtenidos en las latitudes altas. Estos últimos aplicaron sus conocimientos a los problemas que se les presentaban en los trópicos sin siquiera dudar, lo cual era lógico ya que la literatura existente para esa época, en lo que a meteorología en los trópicos se refería,

era muy escasa o inexistente. El único escrito que pudo haber traído alguna duda respecto al punto de vista por todos aceptados (5) atrajo en aquella época poca atención.

Muchos meteorólogos respecto a los trópicos, siguen adheridos a los principios de la escuela de masas de aire y frentes.

El término frente se aplica a un conjunto de fenómenos atmosféricos que son frecuentemente detectados por nuestros instrumentos y por observaciones visuales. El rasgo más sorprendente de dicho frente es la ocurrencia de un sistema organizado de nubes, extendidas sobre inmensas distancias horizontales; un tipo de nubes se identifica con un frente cálido, otro, con un frente frío y la combinación de ambos, con una oclusión. Sin embargo estos términos son solo aplicados si, acompañando a estos sistemas de nubes, existe una estrecha zona, en la cual los elementos meteorológicos humedad, temperatura y viento, muestran variaciones rápidas. Un observador en tierra, o un piloto en el aire, muy a menudo puede identificar un frente bien desarrollado, sin siquiera ver un mapa sinóptico.

Los adictos a la escuela noruega, no se pararon en la etapa descriptiva sino que formularon una teoría acerca de los frentes; la cual estima, para los frentes observados, que son límites entre masas de aire, teniendo cada una de ellas características meteorológicas iguales o similares, en toda su extensión. Mas aún, la teoría dice que los frentes pueden mantenerse por largo tiempo cuando existe un contraste en la densidad de las dos masas de aire adyacentes, acompañado por una convergencia de viento. Sin embargo, esta teoría no es cierta a priori. No existe una teoría general de la circulación atmosférica de la cual podamos derivar, a partir de princi-

pios físicos, el hecho de que los frentes puedan formarse de esta manera. La experiencia nos permite dar el nombre de frentes, aún en ausencia de las nubes típicas y de los modelos o patrones del tiempo, cuando los sistemas preservan los dos rasgos más esenciales de los frentes teóricos, los cuales son: el contraste en la densidad y la convergencia del viento.

Es menester recordar que Loomes (6) describió ya en 1841 una "línea de turbonada" que es la descripción exacta del fenómeno que hoy en día llamamos frente frío.

Aunque en algún momento se desarrolle una nueva teoría meteorológica, los frentes fríos, cálidos y oclusiones continuarán siendo observados e identificados en mapas sinópticos, aunque la explicación de su formación y de su campo de movimiento sea diferente.

Los meteorólogos que aplicaron la teoría nórdica de los frentes y masas de aire, tuvieron éxito al establecer los hechos siguientes, mediante observaciones y análisis sinópticos:

En los trópicos se observan líneas de cumulonimbus las cuales, - en su forma y en su movimiento, son bastantes similares a los llamados frentes fríos en las latitudes altas. Sin embargo estos "frentes en los trópicos" generalmente se denominan "líneas" o "perturbaciones", para así distinguirlos de los frentes de latitudes mayores. La diferencia consiste en el hecho de que la zona frontal, en un frente de latitudes mayores, llega casi siempre hasta la superficie terrestre, mientras que la perturbación en los trópicos, que tiene aspecto frontal, es mas bien un fenómeno en la altura, el cual generalmente no llega hasta la superficie.

En la gran mayoría de los casos estas "líneas" están acompañadas

por zonas de discontinuidad en el campo de viento. Esta discontinuidad no es tan pronunciada como en las latitudes altas y es generalmente mas gradual. Los vientos en la zona de discontinuidad soplan frecuentemente en sentido ciclónico.

Algunas veces se pueden encontrar diferencias de temperatura entre el aire a cada lado de la "línea". Sin embargo, en ciertas regiones oceánicas, ocurre frecuentemente una caída abrupta de la temperatura en la superficie, cuando va pasando la "línea", pero rápidamente se vuelve al valor normal, después del paso de dicha "línea".

En la altura, se observa una marcada discontinuidad en la humedad específica.

Frecuentemente, pero no siempre, la "línea" está asociada con una vaguada de baja presión en la altura o en la superficie pero, debido a los débiles gradientes de presión y a la gran amplitud de la oscilación de la presión semidiurna, es difícil correlacionar un cambio de presión en el barograma con el paso de una "línea", a menos que ocurra una tormenta violenta en la estación, como ocurrió en el caso que nos ocupa.

A veces se pueden perseguir "líneas", día a día, en la región de los vientos flojos, alrededor o hacia afuera, en las cercanías de tifones, huracanes y ciclones tropicales. Mas aún, estas tormentas - algunas veces parecen originarse en las regiones donde dichas "líneas" han sido detectadas previamente.

Para la mayoría de los meteorólogos de aquella época, estas investigaciones fueron suficientes para identificar estas "líneas" como "frentes" sin ocuparse mucho acerca de la teoría de ellas y adoptaron la teoría de los frentes y de las masas de aire, utilizando pa

ra sus pronósticos sus experiencias en las altas latitudes. El camino fué preparado por Brooks y Braby (7), por Bergeron (8) y otros. Pocos meteorólogos estaban preocupados por la frecuente falta de diferencias de temperatura a través de los "frentes" y, por consiguiente, distinguieron entre "frentes tropicales", donde las diferencias de temperatura eran muy pequeñas (en algunos casos ausentes) y "frentes extratropicales" donde generalmente no hubo dificultad en detectar las diferencias de temperatura.

Habiendo aceptado que los frentes y masas de aire existen en los trópicos, los analistas de la década 1933 - 1943 se concentraron en describir y clasificar las discontinuidades mas importantes en los trópicos.

Primero y mas importante es el llamado "frente ecuatorial" o "frente tropical" o "frente intertropical", cuya existencia sinóptica nunca fué dudada durante este período, pero también hubo otros fenómenos importantes, particularmente en el Pacífico Occidental. Depperman (9) distinguió un "frente tropical" entre el monzón de invierno en el Asia Oriental y los alisios del Pacífico Norte.

Otros "frentes mayores" fueron descritos en diferentes partes de los trópicos (1).

CAPITULO II

CONSIDERACIONES ESPECIALES EN EL CONTINENTE AMERICANO

Siendo la franja tropical una gran asimiladora de masas de aire de otro origen, transformándose la original en aire tropical; los frentes, en zonas tropicales, pierden paulatinamente su propiedad de separar dos masas de aire de diferentes características.

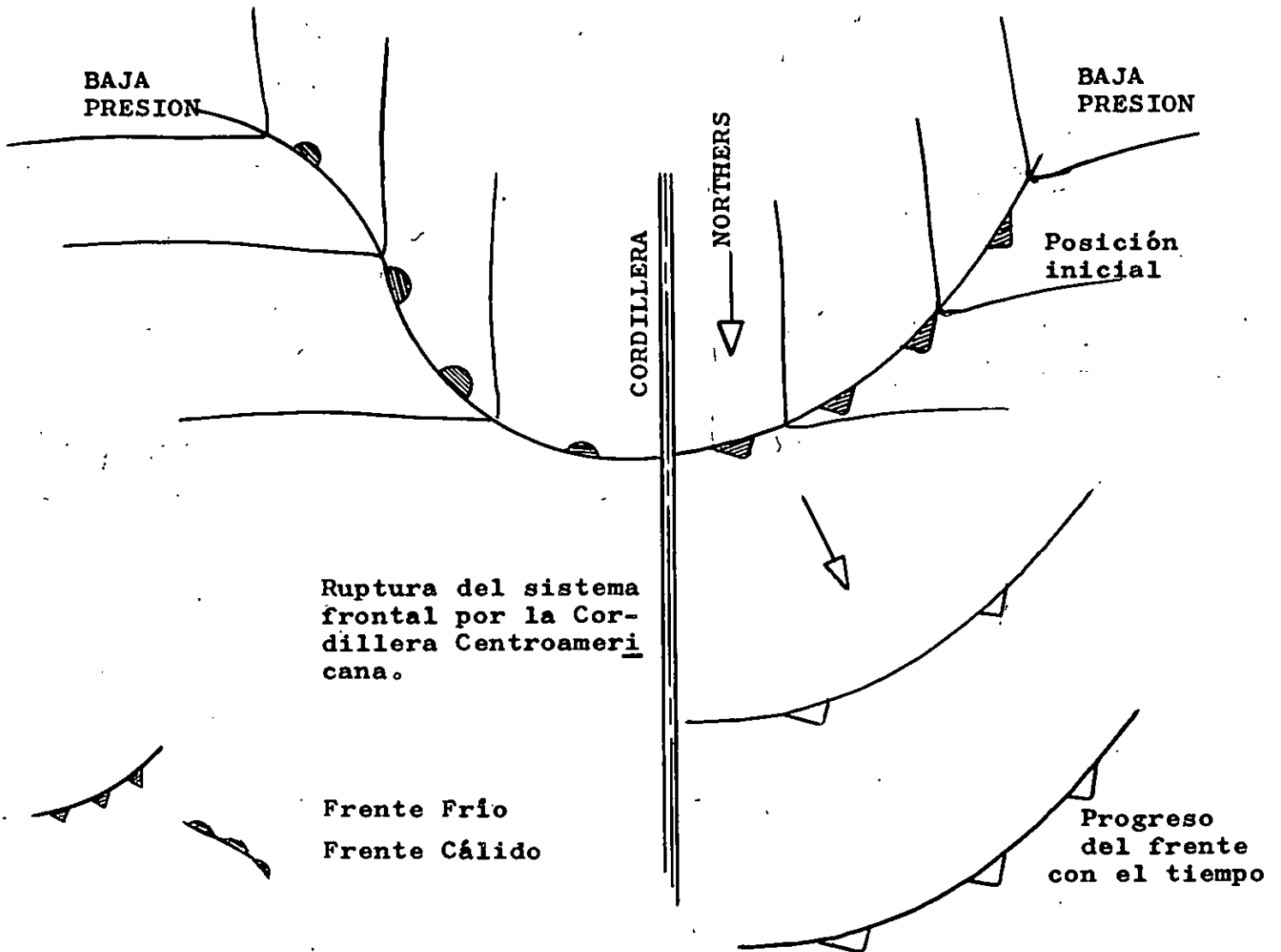
En el caso de un frente cálido se tiene que el aire caliente detrás de él, en su progreso hacia el Ecuador, alcanza relativamente rápido regiones en las cuales la temperatura del aire del sitio es tan elevada como el mencionado aire caliente detrás del frente, lo cual implica que este frente no llega lejos en los trópicos. Por otro lado, cuando se trata de un frente frío, éste se mantiene por mas tiempo, simplemente por su propiedad de traer tras de si aire frío hacia las áreas tropicales. Sin embargo, el aire frío detrás del frente frío se calienta desde abajo al llegar a zonas tropicales, resultando que dicho frente se convierte en un frente en la altura y finalmente, al perder la discontinuidad en la temperatura, aunque manteniendo cierta convergencia de vientos, se convierte en una perturbación.

Se observa que en el Continente Americano estas perturbaciones, las cuales llamamos "frentes fríos" (por su origen), llegan mucho mas al sur que en otras longitudes. "Frentes fríos" del Hemisferio Norte, llegan muy a menudo hasta la Cordillera Costanera de Venezuela, donde se convierten en simples convergencias de igual características que las convergencias orográficas, las cuales también pueden formarse sin la intervención de un frente frío proveniente del norte. Estos "frentes" y convergencias son la causa de las precipitaciones durante la estación seca en el norte de Venezuela. Algunos de estos "frentes fríos", provenientes del Hemisferio Norte, llegan hasta los

llanos venezolanos, donde se "pierden". Hasta ahora no se ha observado ningún caso en que hayan atravesado el Ecuador.

Se cree que la causa del progreso tan grande hacia el Sur, de un "frente frío" del Hemisferio Norte, es que las Cordilleras de Centro América representan una especie de guía, la cual impide que el aire caliente del Pacífico se sobreimponga al aire frío que progresa hacia el sur. Son muy conocidos los "Northers" en Centro - América.

Dibujo Esquemático



En otras partes del mundo no existe este progreso tan grande de "frentes fríos" del Hemisferio Norte hacia el sur, quizás debido a la falta de sistemas montañosos longitudinales que llegan cerca del Ecuador, o lo cruzan.

Siendo la Cordillera de los Andes, una cordillera longitudinal mucho mas alta que la Centroamericana, el llamado "efecto de guía" es mucho mas pronunciado hasta el extremo de que suponemos que pudiera ocurrir el caso de un "frente frío" del Hemisferio Sur que atraviesa el Ecuador, como parece ser el caso que nos ocupa. Ciertamente el Continente Suramericano es la única parte del mundo donde la orografia se presenta favorable para la ocurrencia de este fenómeno.

Un "frente frío" del Hemisferio Norte que llega mucho mas al sur en el Caribe y Suramérica que en otras longitudes, será fuertemente frenado y hasta "destrozado" por las Cordilleras Costaneras situadas al norte de Suramérica, sin embargo este efecto negativo para el mayor progreso hacia el Ecuador no existe en el caso del progreso de un "frente frío" proveniente del Hemisferio Sur.

Considerando que el Ecuador meteorológico en el verano del Hemisferio Norte se encuentra mucho mas arriba que  $9^{\circ}N$ , el "frente frío" proveniente del Hemisferio Sur que suponemos puede llegar hasta aproximadamente esa latitud, en realidad estaría cruzando solamente el Ecuador geográfico, pero no el meteorológico.

Parece que la presencia de un huracán en el Caribe, al norte de Venezuela, favorece el avance de un "frente frío" proveniente del Hemisferio Sur, mientras que respecto al progreso de un "frente frío" proveniente del Hemisferio Norte, no se presenta una situación similar, pues al sur del Ecuador no se forman tan bajas presiones como las que ocurren en un huracán.

CAPITULO III

EJEMPLOS ANTERIORES

Respecto al paso de un "frente frío" del Hemisferio Sur atravesando el Ecuador, en Suramérica, han sido descritos ejemplos anteriores:

Los ingenieros agrónomos Serra y Ratisbonna se refieren en su obra "As Ondas de Frio da Bacia Amazonica", publicada por el Servicio de Meteorología del Brasil en 1941, a un caso que ocurrió entre el 26 de Julio al 3 de Agosto de 1928.

También el destacado meteorólogo Vance A. Myers, de la Oficina de Hidrología del U.S. Weather Bureau en Washington, describe en su obra "A Cold Front Invasion of Southern Venezuela", editada en 1963, el progreso de un "frente frío", desde el 17 hasta el 22 de Julio de 1957 que llegó hasta 5°N.

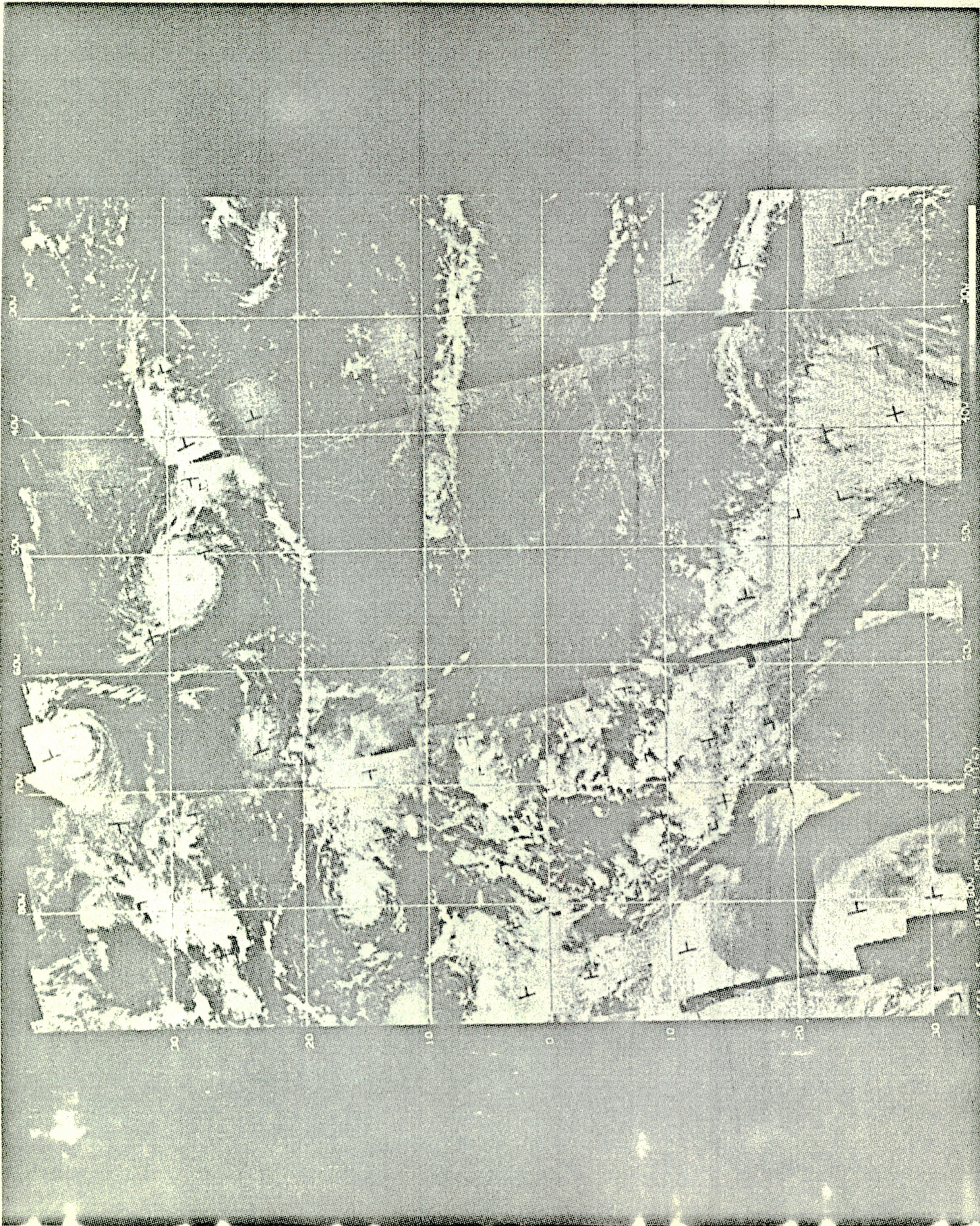
Quiero aprovechar igualmente un valioso aporte enviado por el investigador Dr. René Méndez, del Satellite and Meteorology Research Project de la Universidad de Chicago, quien en carta fechada el 28 de Mayo de 1969 me escribió lo siguiente:

..." adjunto a la presente unas fotografías tomadas por los satélites ESSA 3 y 5 durante el 9 de Septiembre de 1967 y el 17 de Septiembre de 1967. En este período el huracán "BEULAH" se encontraba cerca de la costa norte de Sud-América y al mismo tiempo, según se puede identificar por las fotos existía un Frente extendiéndose desde la latitud 30° S y longitud 25° W hasta Venezuela, en una casi perfecta línea con el huracán "BEULAH". (Sept. 15, 1967)."

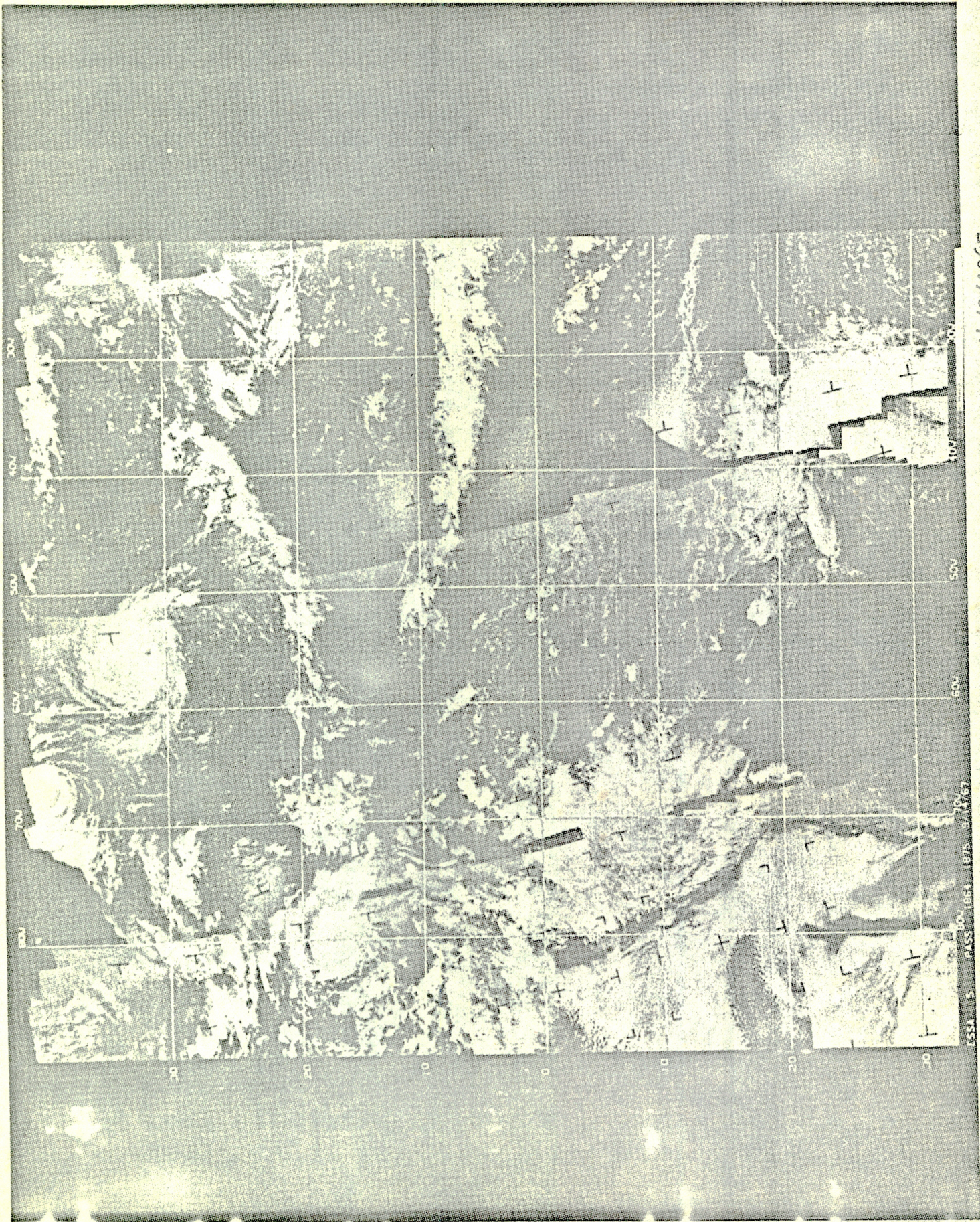
A continuación se reproducen las fotos mencionadas, desde el 12 al 17 de Septiembre de 1967 (Fotos: 1 al 6) y un dibujo que representa el progreso del "Frente" de día a día (Fig. 1), usando para este análisis, solamente las fotos de los satélites anteriormente mencionados. En las copias aquí publicadas, el fenómeno no se puede apreciar como en las fotos originales, por defectos técnicos de la reproducción.



12/9/1967

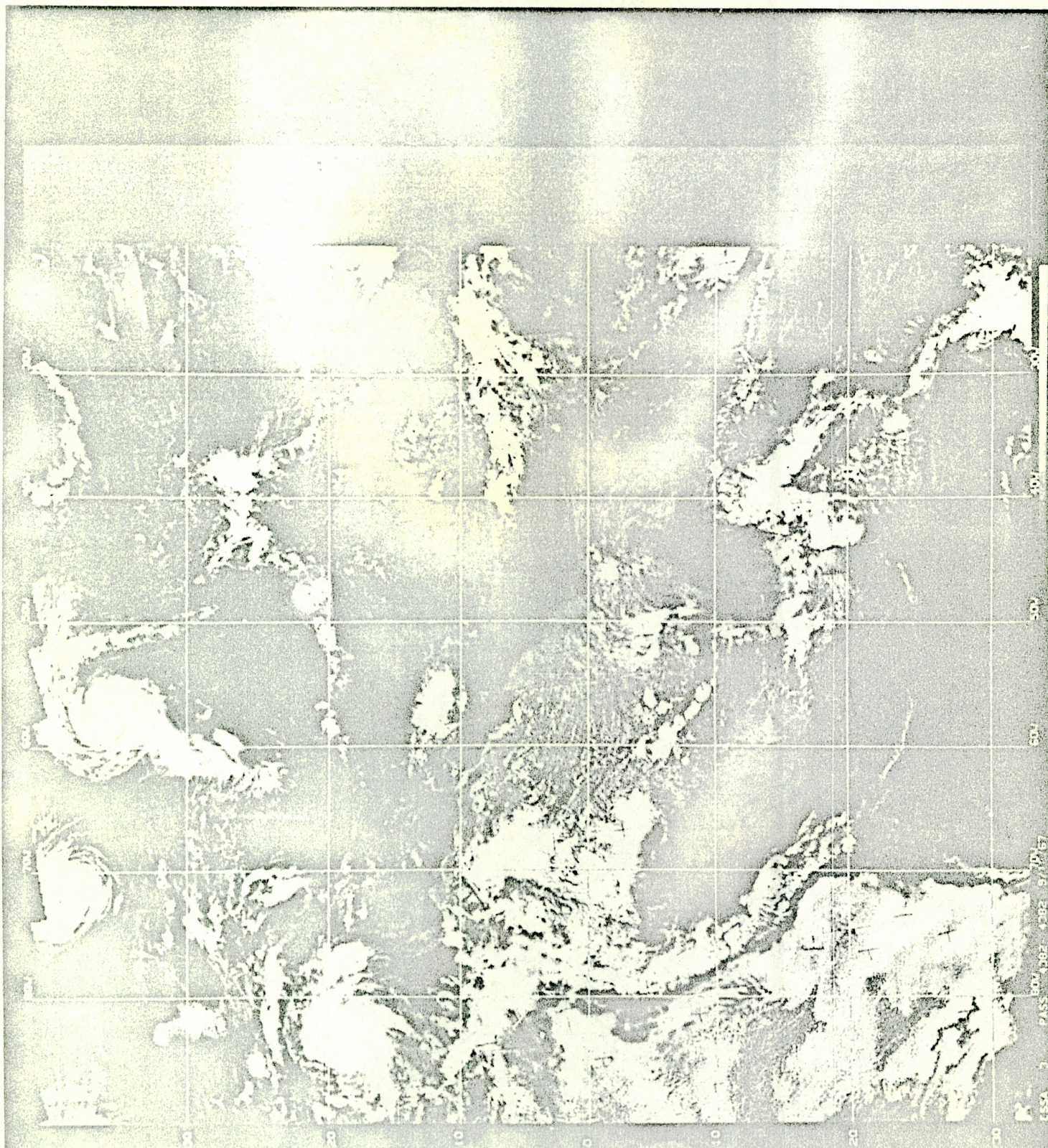


13/9/1967



14/9/1967

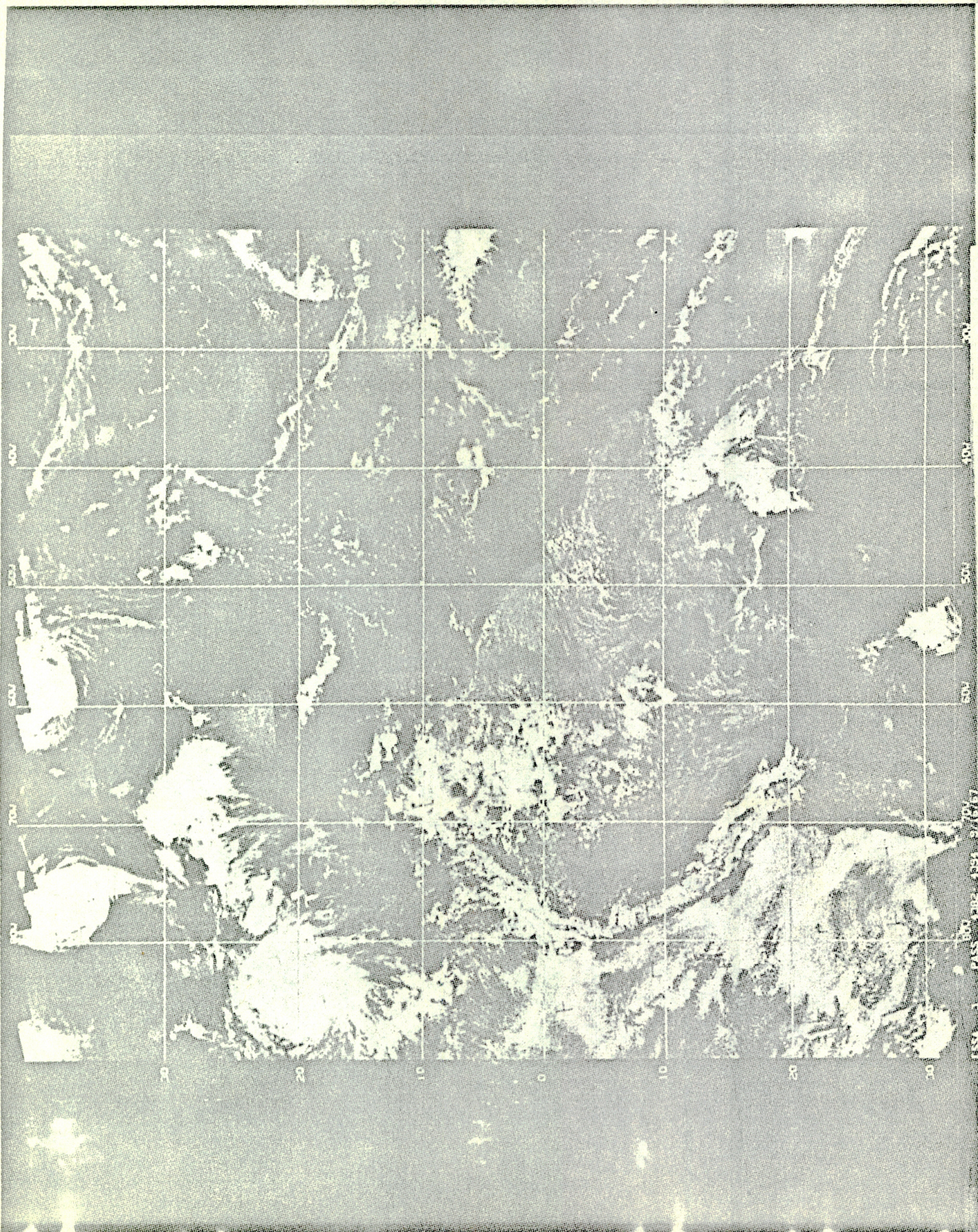
USA 5 MASS 1054 EPF 5 1967



15/9/1967

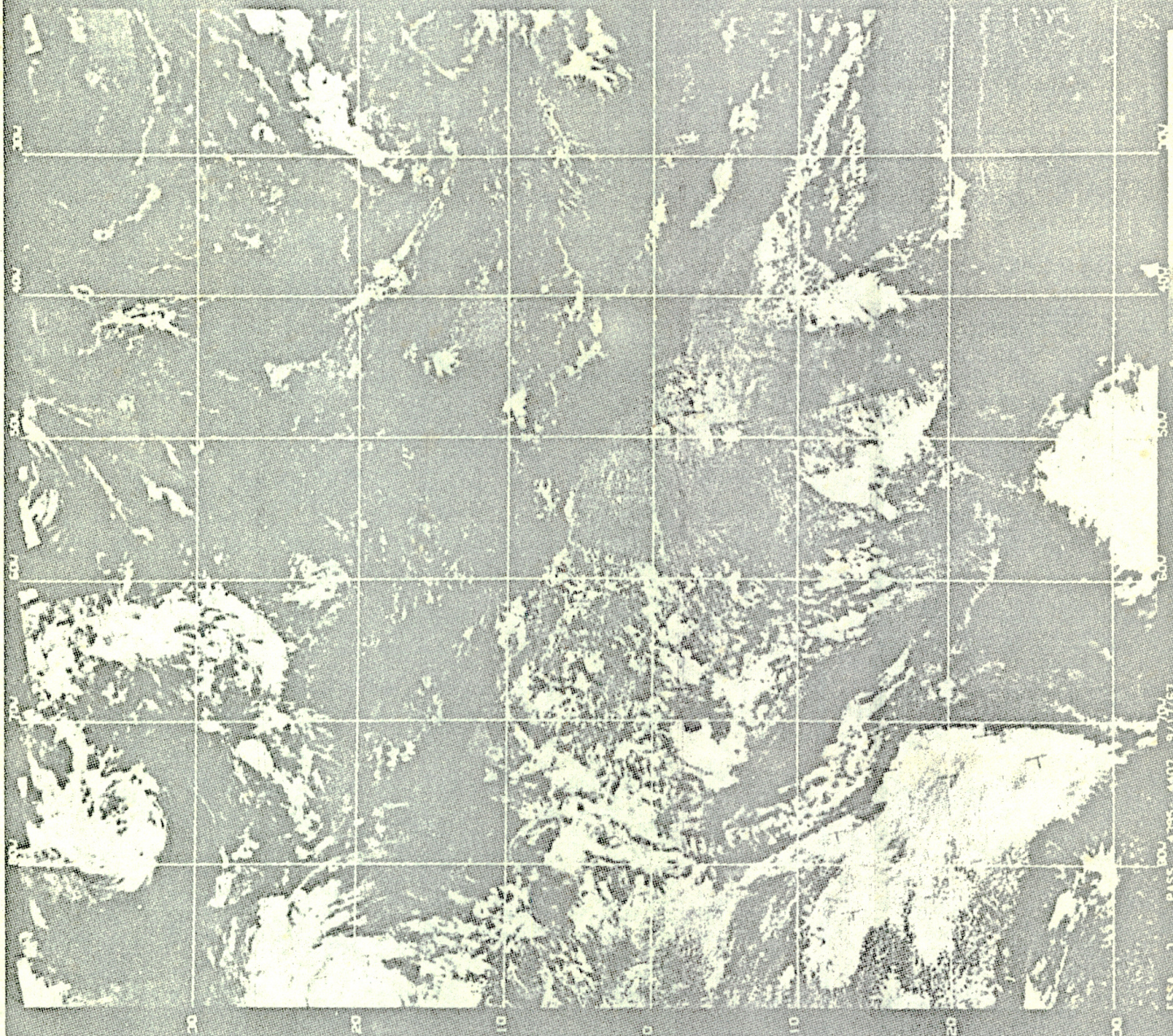
9/15/67

ESSA 3 PASS 1000' OBS 9/15/67



16/9/1967

USA - CLASSIFIED BY 984 P/117



ESSA 3 804 4355-4407 3/17/67

17/9/1967

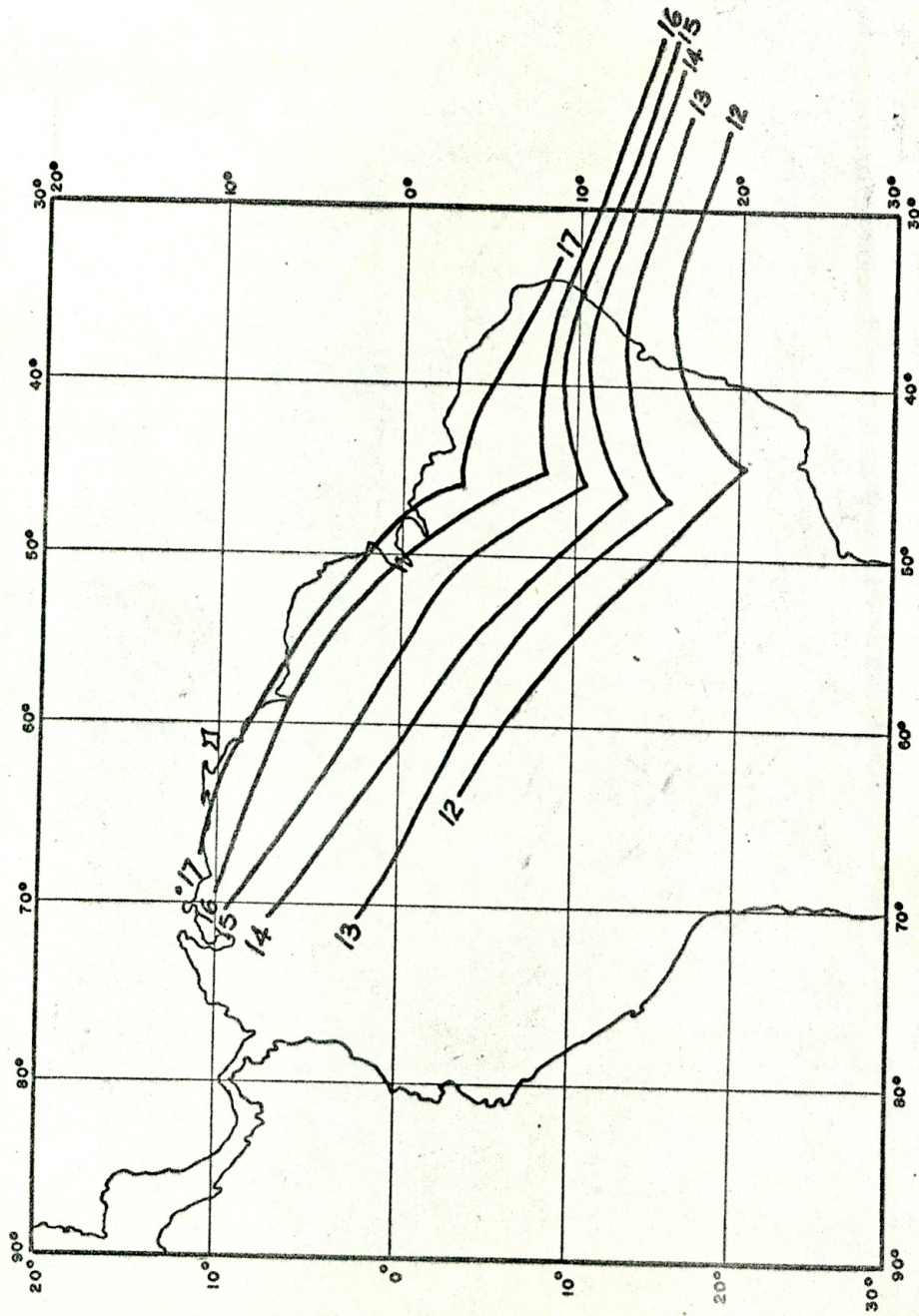


FIG.1.

PROGRESO DEL FRENTE FRIO PROVENIENTE DEL HEMISFERIO SUR DEL 12 AL 17 DE JULIO DE 1967

CAPITULO IV

ANALISIS SINOPTICO DE MAPAS DE SUPERFICIE

Y FOTOS DE SATELITE

En el análisis de la historia del "Frente" constatamos que en varias ocasiones y sobretodo en la franja ecuatorial, el análisis ha sido mas bien una interpretación, debido a la escasez de datos y a los valores obviamente incorrectos de muchas estaciones sinópticas.

Se procedió de la siguiente forma: Tomando como punto de partida el análisis efectuado por el Servicio de Meteorología del Brasil (Fig. 2) para el día 23 de Agosto de 1966, el cual practicamente coincide, sobretodo en la parte inferior, con nuestro análisis, el cual fué hecho con los datos sinópticos obtenidos separadamente (Fig. 3); evaluamos el posible traslado del "frente" y, utilizando los datos sinópticos se consigue la posición mas probable de dicho "frente". Luego se compara esta posición con los análisis de las fotografías del satélite y se aplica la corrección pertinente al caso, si ésta fuera necesaria.

El resultado fué que el progreso del "frente frío", sobre el Continente Suramericano aparece en la secuencia de los análisis que a continuación se exponen, como lógico y razonable. Las discrepancias al contemplar minuciosamente los análisis de los mapas de superficie y las fotografías del satélite, las cuales son generalmente causadas por diferencias en las horas, son mínimas.

Hasta 20° S hemos simbolizado el frente que nos ocupa tal como se hace normalmente, pero mas cerca del Ecuador, lo hemos representado como un "frente en la altura", aunque luego no queda mucho de este "frente", ya que se transforma en una "perturbación", descrita ya en detalle en el trabajo anterior (A). Se cree que está bien empleada esta forma de representación ya que obviamente, en la última parte de su viaje, el fenómeno en cuestión es un cuerpo de aire frío en la altura,

el cual al penetrar en la región de la Cordillera de la Costa Venezolana, tocó nuevamente la superficie terrestre donde se manifestó como un verdadero frente frío hasta el extremo de que las gráficas de las observaciones de Caracas (Figs. A, B, C, D y E) para ese día (30 de Agosto de 1966), se podrían tomar como un ejemplo de la definición de un frente, según la teoría nórdica de los frentes y masas de aire.

A continuación hacemos un estudio detallado del progreso de nuestro "frente frío" sobre el Continente Suramericano, en Agosto de 1966:

#### DIAS

23 Este análisis practicamente coincide con el del Servicio de Meteorología del Brasil (Fig. 2), en su parte inferior, y ha sido utilizado como punto de partida para nuestros análisis. En la parte superior de nuestro análisis seguimos el procedimiento explicado en la página anterior. (Fig. 3).

24 El "frente" se trasladó en dirección NE con una velocidad aproximada de 20 a 30 km/h.

Los campos de nubes observados en las fotografías del satélite (Fotos 1, 2 y 3), coinciden casi perfectamente con el análisis (Fig. 4).

25 En términos generales, el progreso del "frente" sigue con una velocidad similar a la del día 24, tendiendo sus partes extremas a disminuir la velocidad de progreso.

Habiendo intentado en los análisis realizados, que los sinops encajaran lo mas posible, sin mayores contradicciones, resultó que se dibujó la baja de 1012 mb, 50 mas al sur de lo que corresponde al campo de nubes según la fotografía del satélite (Foto 4). Sin embargo esta discrepancia no contradice fundamentalmente el pro -

greso del "frente". (Fig. 5)

26 El progreso del "frente" sigue hacia el NE, en general, aunque un poco mas reducido en su velocidad. Sin embargo, en su parte central se observa una mayor disminuci3n de la velocidad del progreso, hasta que, entre 5 y 12° S dicho "frente" retrocedi3.

El campo de nubes de la fotografía del sat3lite (Foto 5) coincide perfectamente con el an3lisis. (Fig. 6)

27 Para esta fecha el progreso del "frente" se hace mas irregular.

Generalmente sigue progresando hacia el NE, pero con menor velocidad, la cual es en la parte de m3ximo progreso de aproximadamente 20 km/h, mientras que en el extremo NW del sistema observado vemos un ligero retroceso.

El campo de nubes de la fotografía del sat3lite (Foto 6) coincide con el an3lisis. (Fig. 7)

28 Sigue el progreso del "frente", ahora muy lento. Al norte de 5° S la velocidad media es de aproximadamente 5 a 10 km/h, mientras que al sur de 5° S la velocidad de traslado es un poco mayor.

En la parte SE de dicho "frente" el progreso se hace hacia el NE, mientras que en la parte NW el progreso se hace hacia el norte.

(Fig. 8)

En ambos extremos del sistema se ha formado una especie de "frente inducido", cuya din3mica y desarrollo no est3 a nuestro alcance, aunque ha sido observado un fen3meno similar en muchas ocasiones. Existe la posibilidad de que este fen3meno tenga relaci3n con la formaci3n de "squall - lines" delante de un frente fri3 en latitudes mayores.

Los campos de nubes (Fotos 7 y 8) corresponden al an3lisis, pero

en este día dichos campos de nubes están muy desorganizados.

29 Se observa para este día un progreso sumamente lento del sistema hacia el NE, siendo su velocidad aproximada de 0 a 10 km/h.

La "línea inducida" al SE del sistema se disolvió o pudo haberse salido del área analizada. Sin embargo la del NE se mantuvo.

(Fig. 9)

Para este día no se consiguieron fotografías del satélite.

30 El traslado del sistema se hizo mas irregular en este día.

En la parte NW hubo un progreso hacia el NE con una velocidad aproximada de 0 a 15 km/h, en la parte SE la velocidad aproximada de progreso es la misma, pero en la parte central se observa un retroceso. (Fig. 10)

Tampoco para este día se consiguieron fotografías del satélite para el área en cuestión.

31 Al sur de 32N nuestro "frente" se hizo casi estacionario o retrocedió ligeramente, mientras mas al norte siguió progresando hacia el NE con una velocidad aproximada de 20 km/h. (Fig. 11)

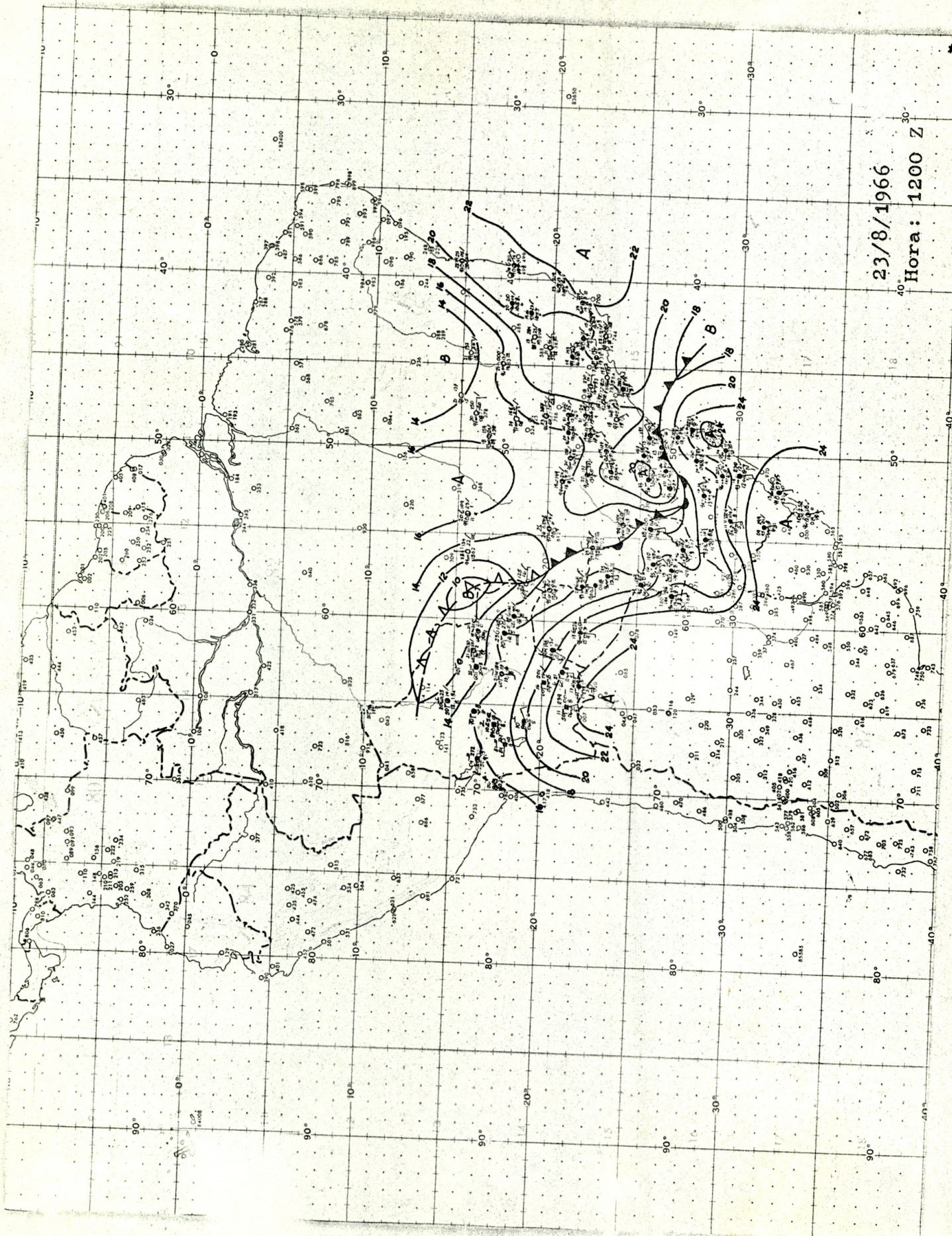
El campo de nubes de la fotografía del satélite (Foto 9) coincide con el análisis.

Los análisis de superficie mencionados fueron hechos con los datos sinópticos de la hora 1200 Z, por lo tanto este último análisis representa la situación sinóptica a las 0800 HLV (Hora Legal de Venezuela). 10 horas mas tarde el "frente" se manifestó en forma espectacular en Caracas, como se mencionó anteriormente.

Las fotografías del satélite ESSA 1 son copias negativas. Por lo tanto los campos de nubes aparecen como un área oscura.

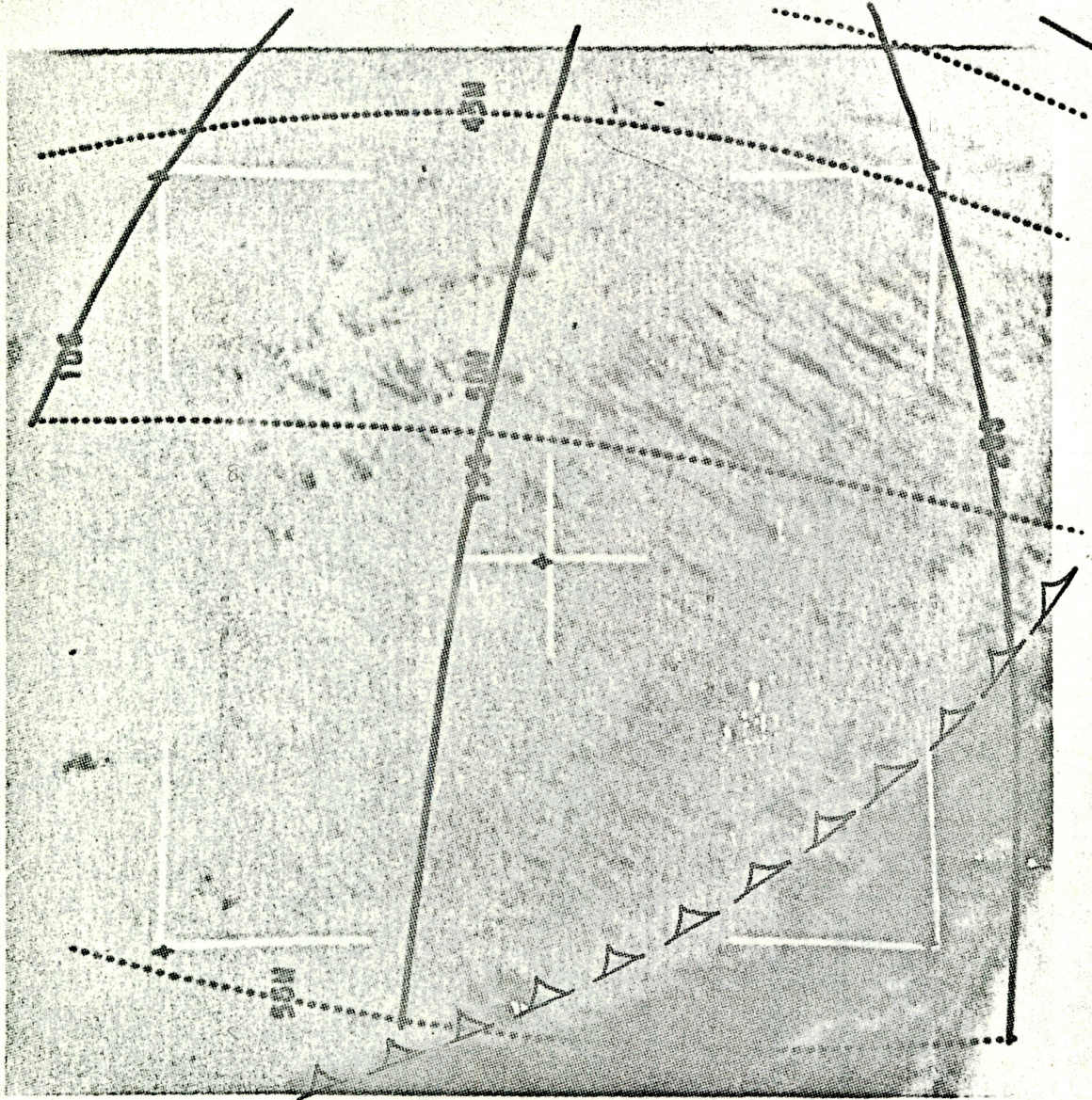
El "frente" y la posición del mismo en el día anterior se han representado sobre dichas fotos.



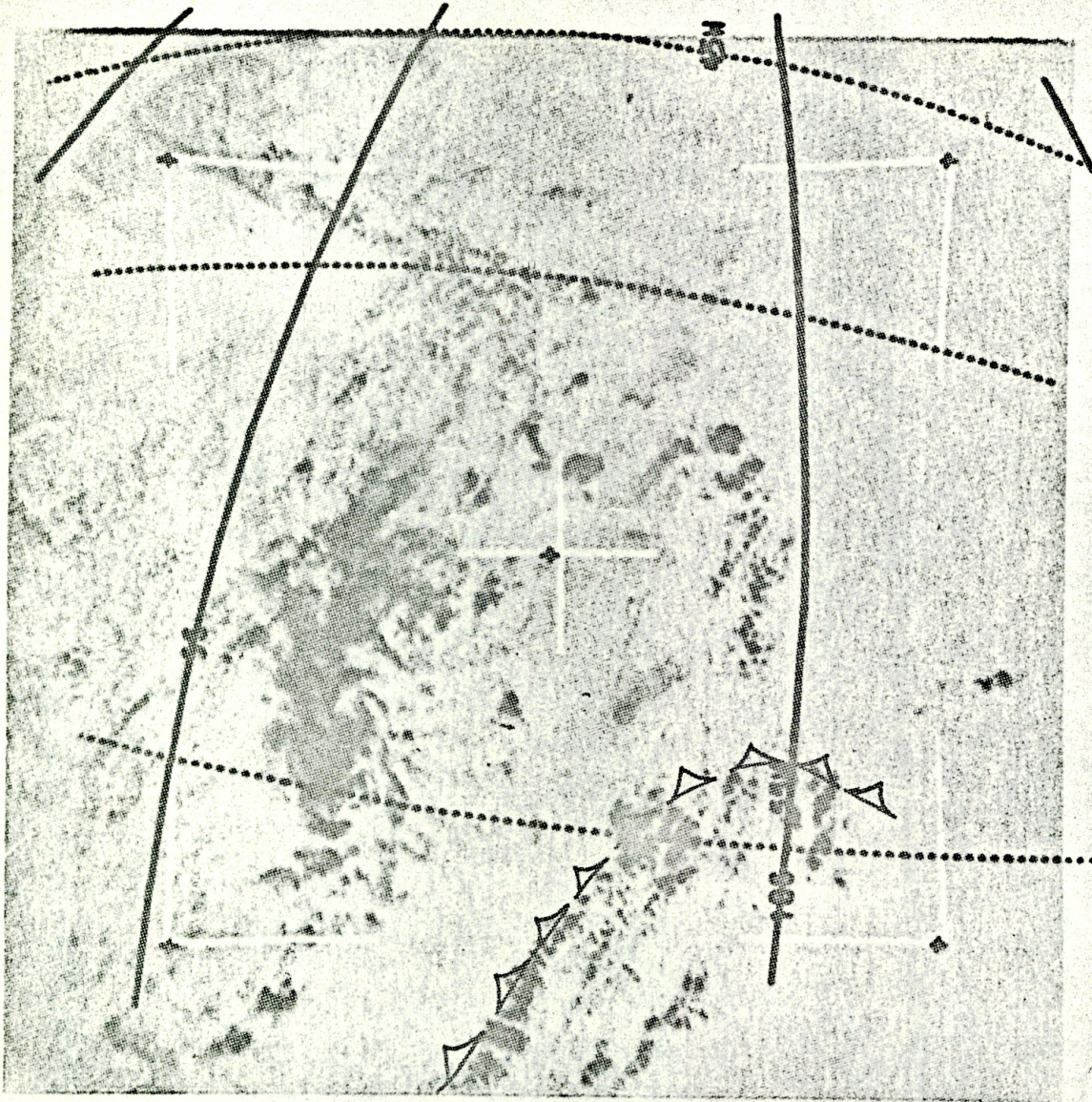


23/8/1966  
Hora: 1200 Z

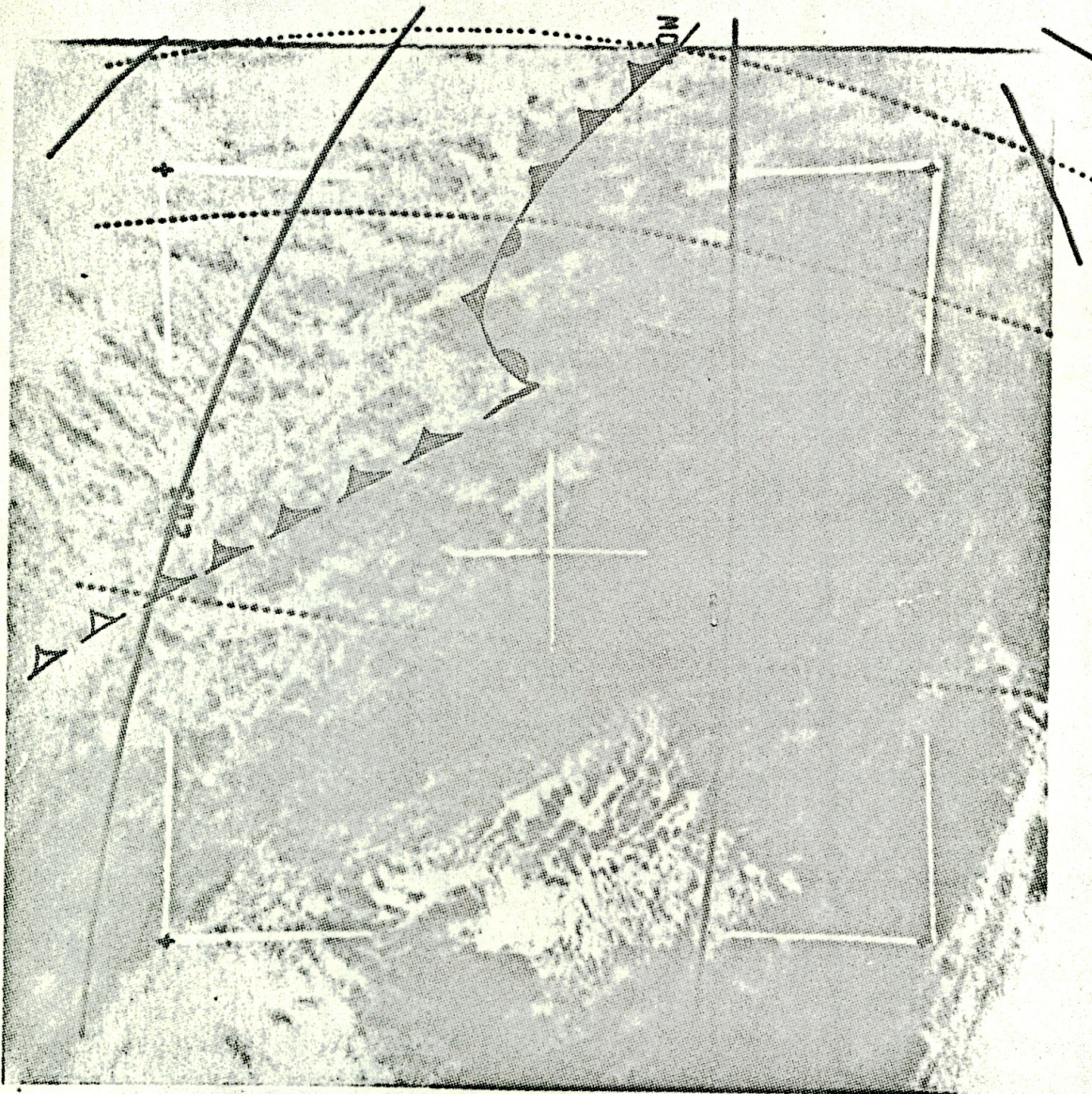
Fig. 3



YR MO DY HR MIN SC TK ZO S ESSA M C LAT SP LONG SP ORBIT FR SUN GLINT,  
 .. 8 24 17 8 37 3 46 F 1 T 1 155 5 50W 5 2904 10 13S 56W

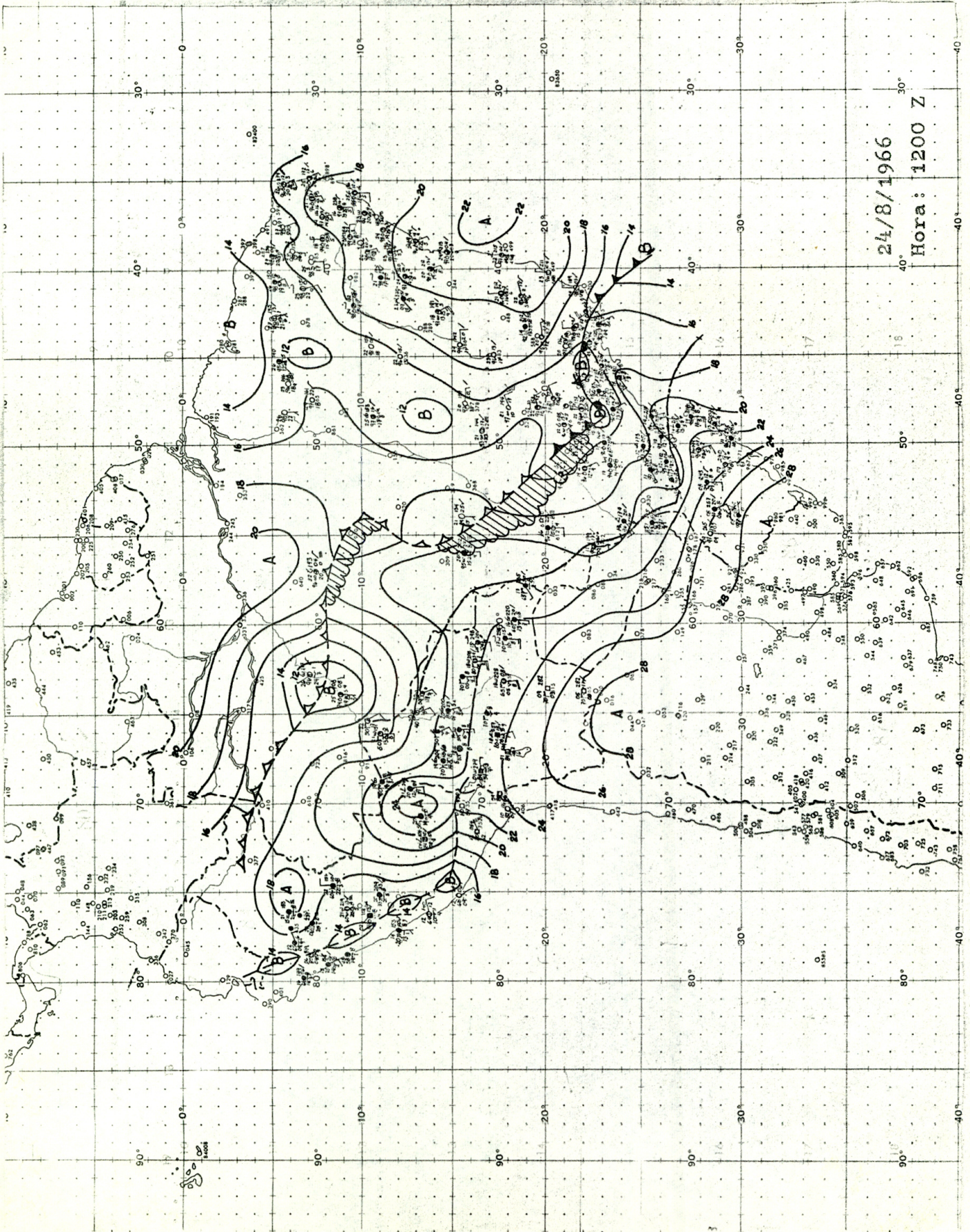


YR MO DY HR MIN SC TK ZO S ESSA M C LAT SP LONG SP ORBIT FR SUN GLINT.  
 65 0 24 17 10 45 3 48 F 1 T 1 10S 5 55W 5 2904 9 65 57W



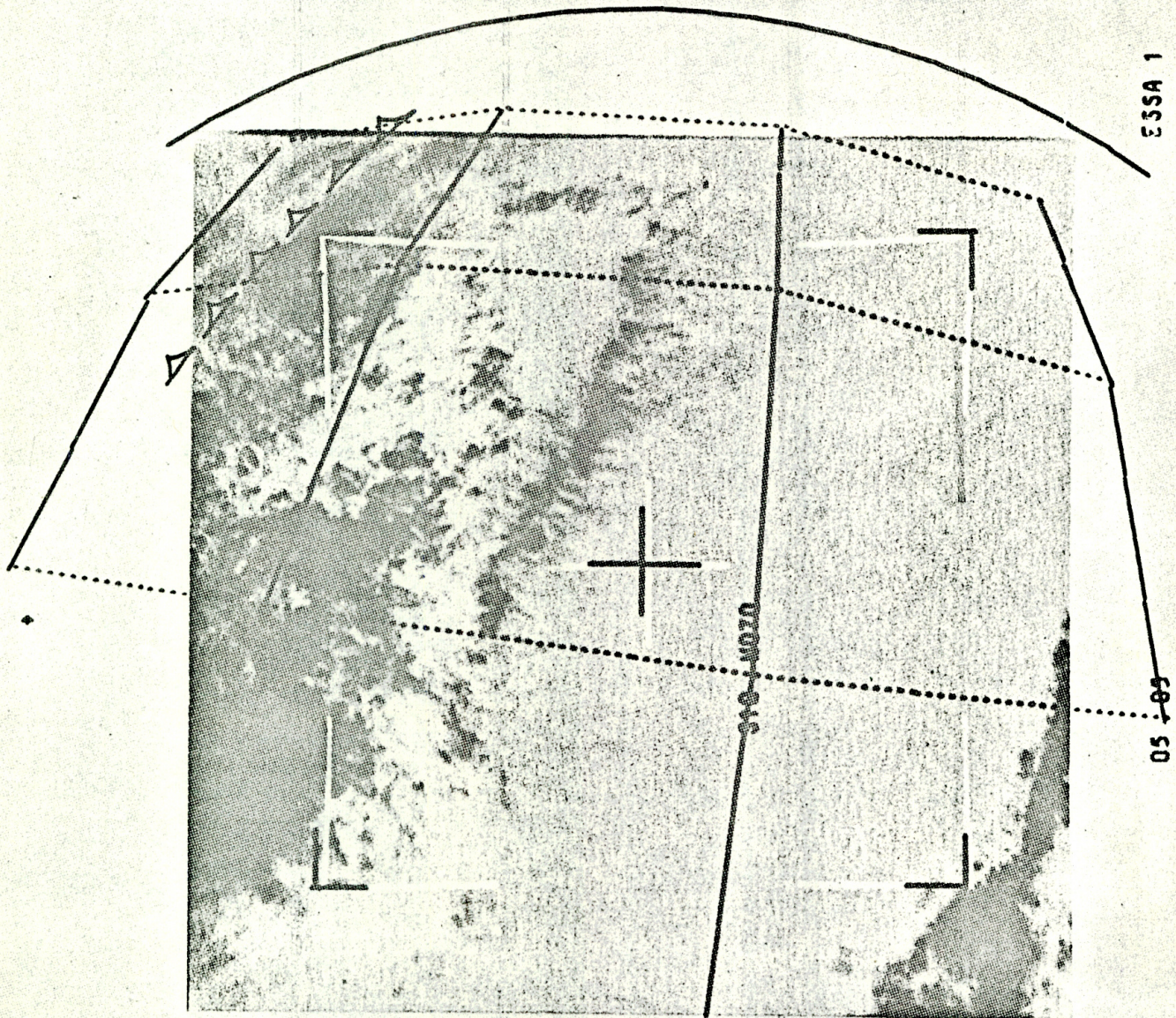
YR MO DY HR MIN SC TK ZO S ESSA M C LAT SP LONG SP ORBIT FR SUN GLINT,  
 66 8 24 17 6 29 3 44 F 1 T 1 25S 5 50W 5 2904 11 NONE

FOTO: 3



24/8/1966  
Hora: 1200 Z

Fig. 4



ESSA 1  
2919 009

3 2 1

05 05

S10 N070  
05 05

FOTO: 4

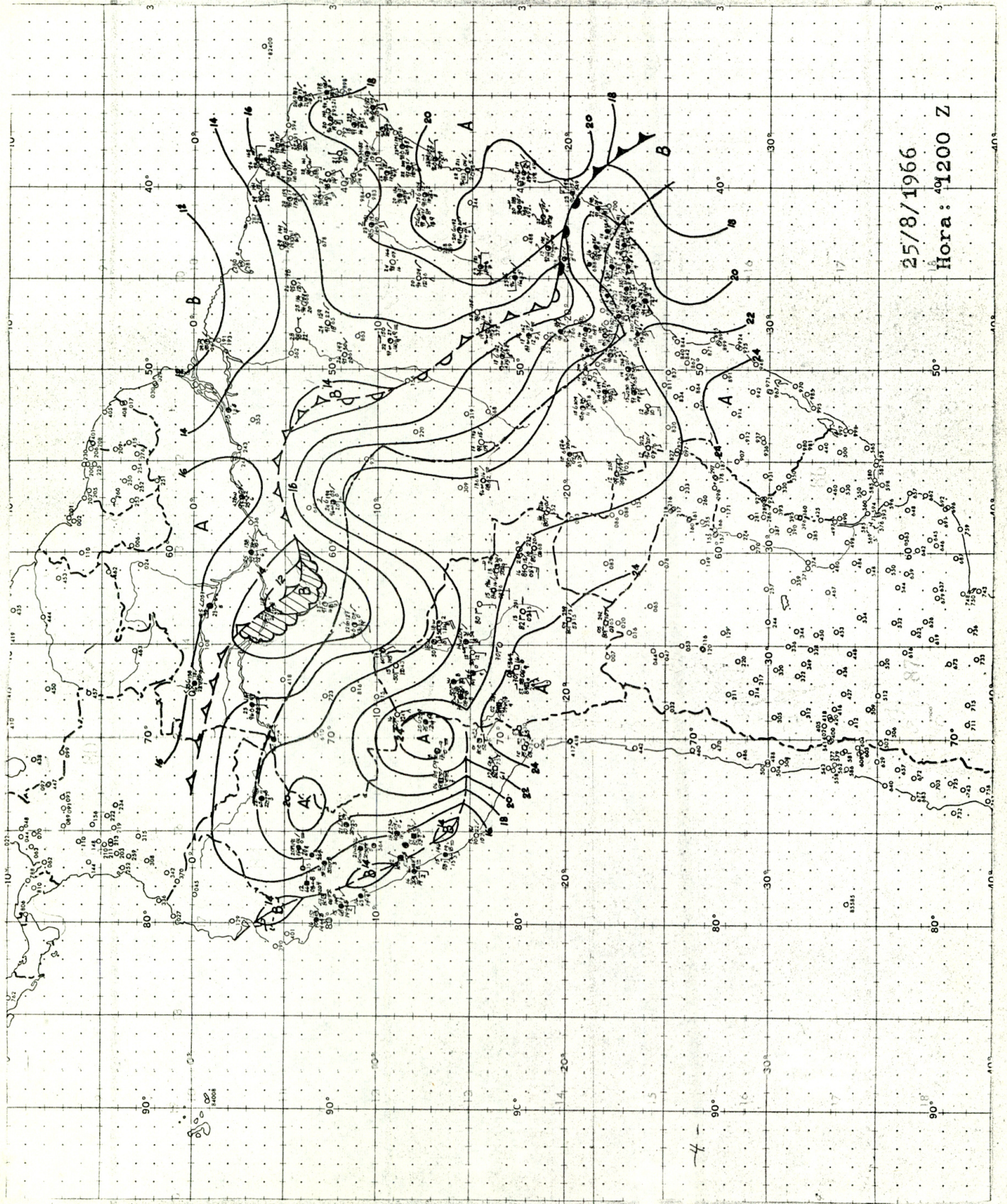
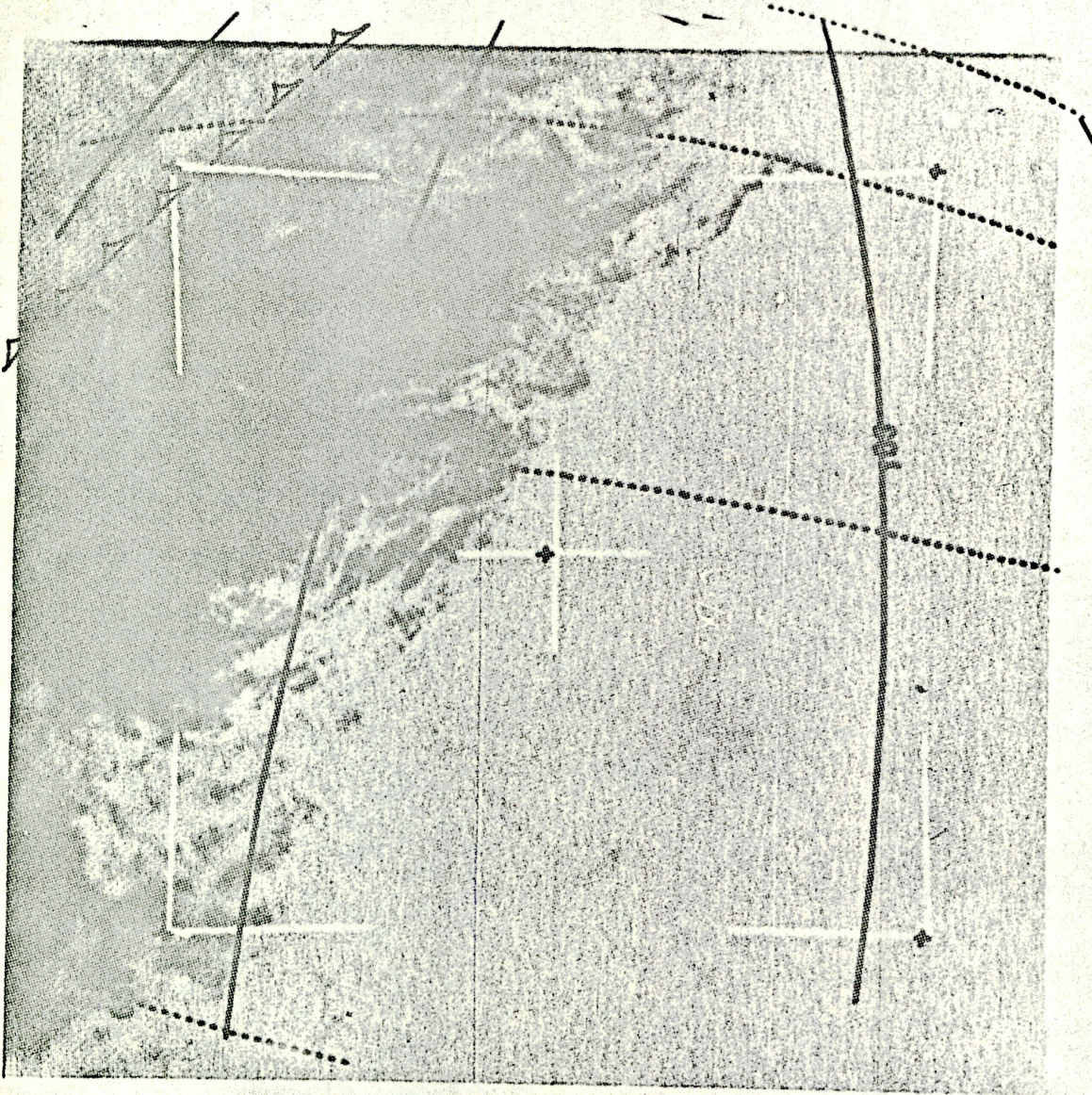


Fig. 5



YR MO DY HR MIN SC TK ZO S ESSA M C LAT SP LONG SP ORBIT FR SUN GLINT.  
66 8 26 17 40 49 3 49 F 1 T 1 5S 5 60W 5 2933 9 6S 65W

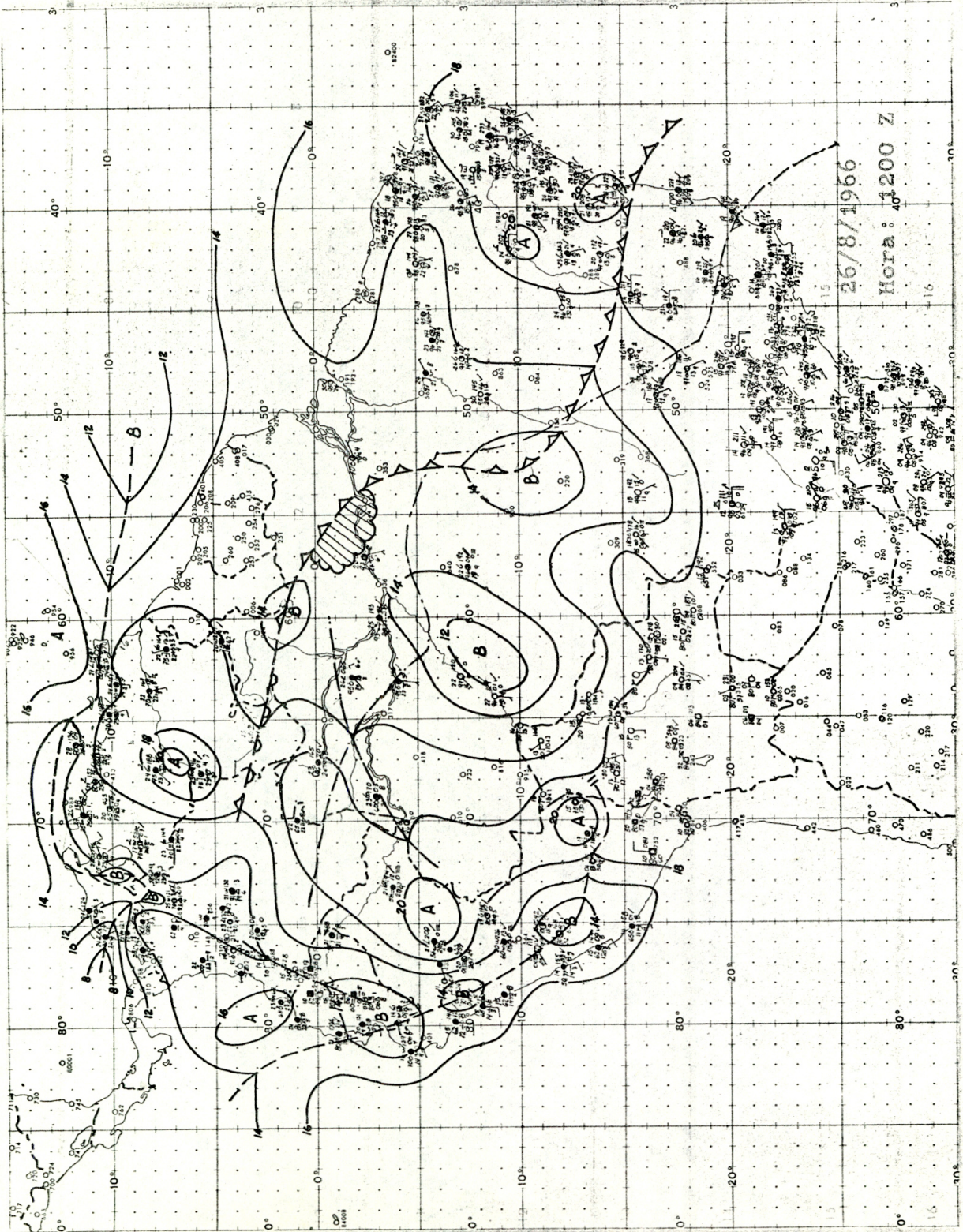
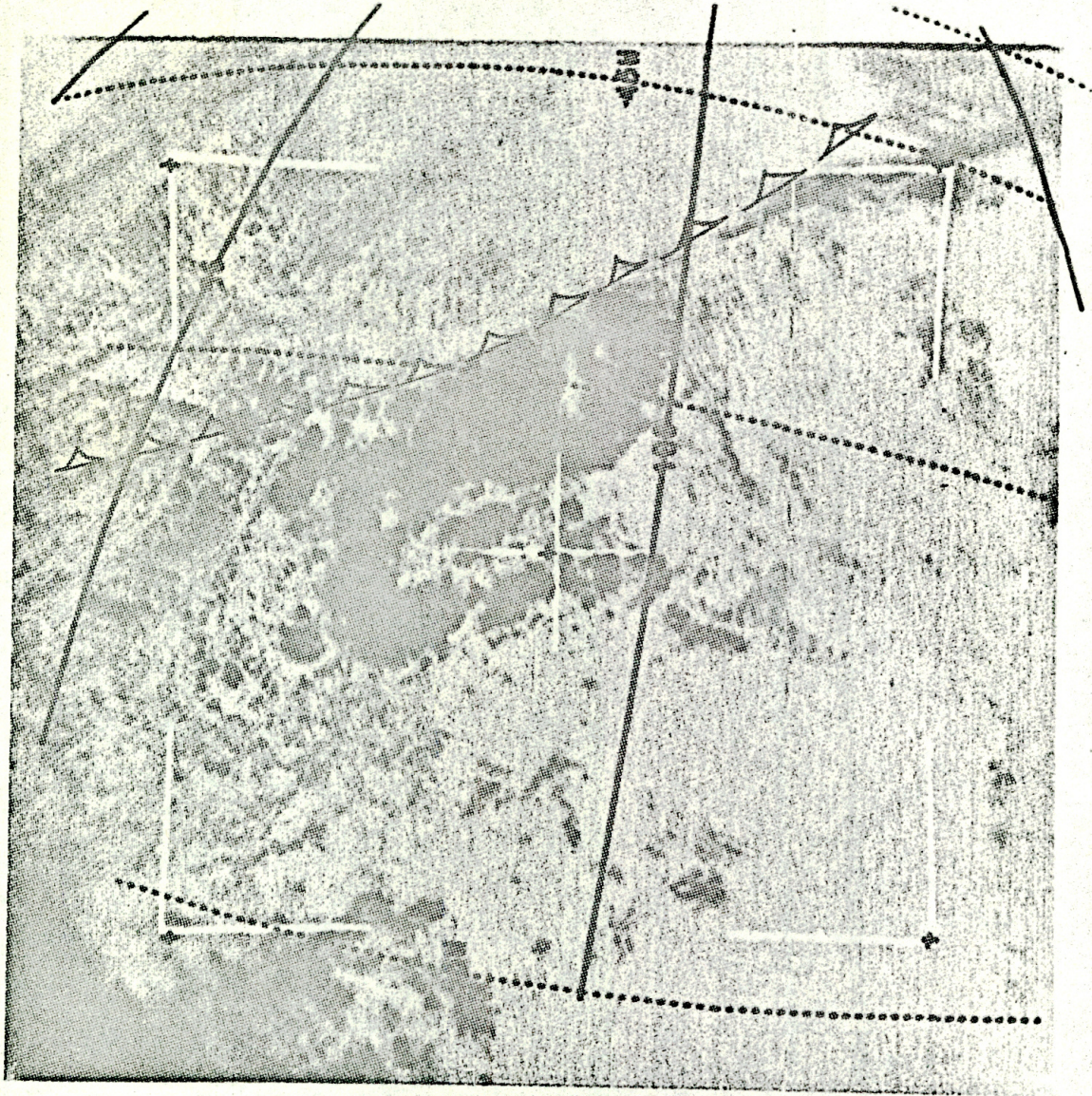


FIG. 6



YR MO DY HR MIN SC TK ZO S ESSA M C LAT SP LONG SP ORBIT FR SUN GLINT-  
66 8 27 17 4 57 3 48 F 1 T 1-10S 5 50W 5 2947 10 8S 56W

PHOTO: 6

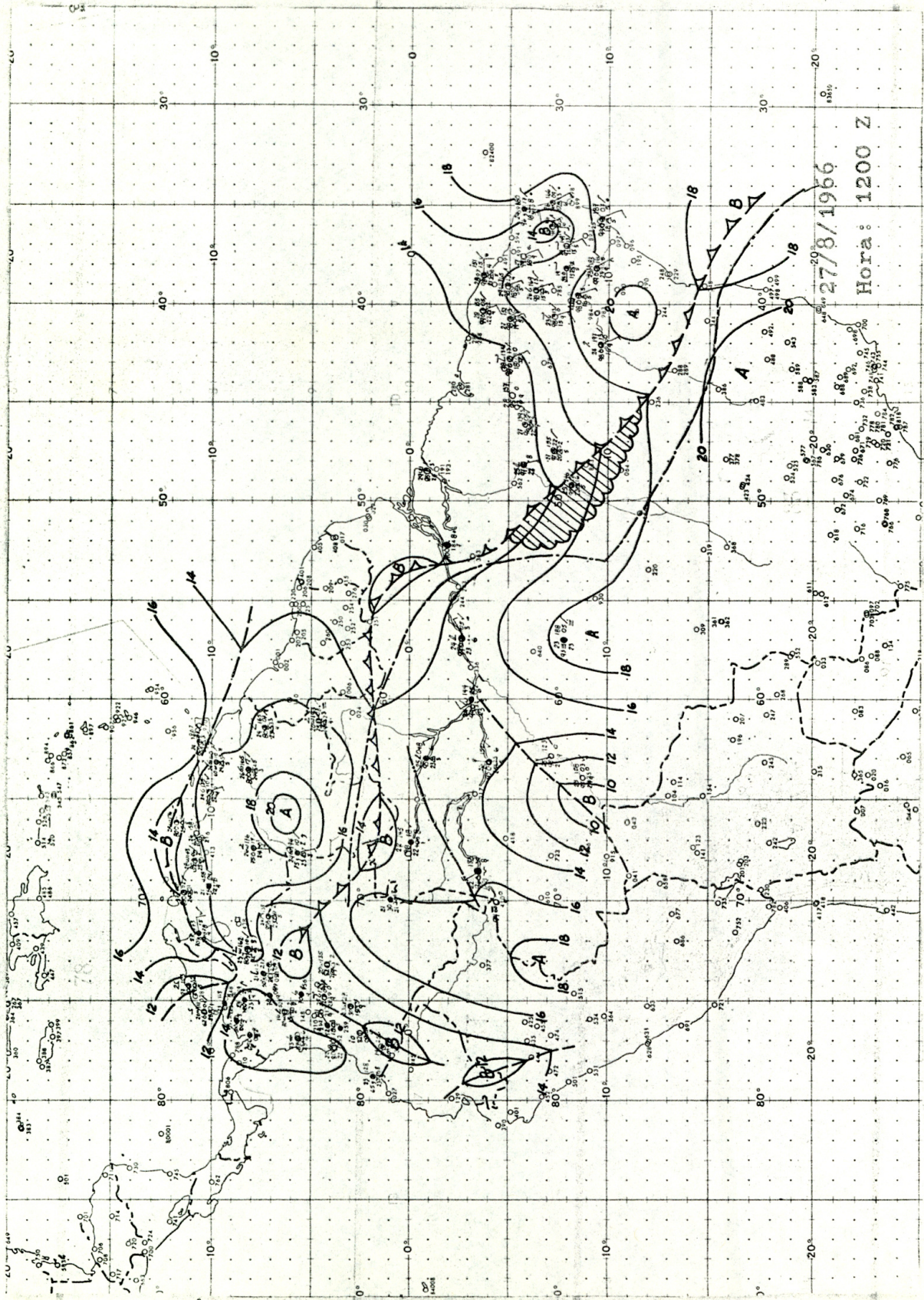


Fig.: 7

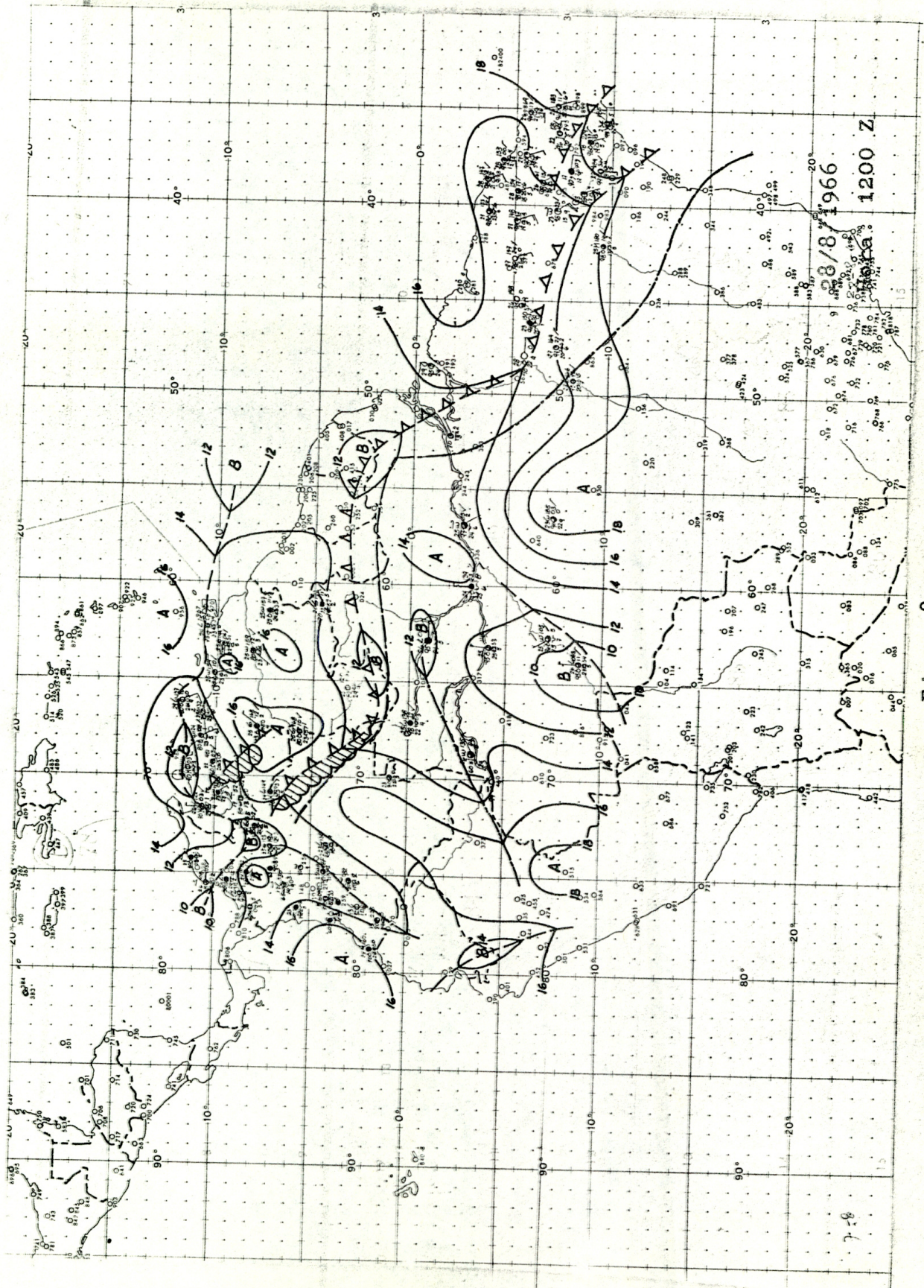
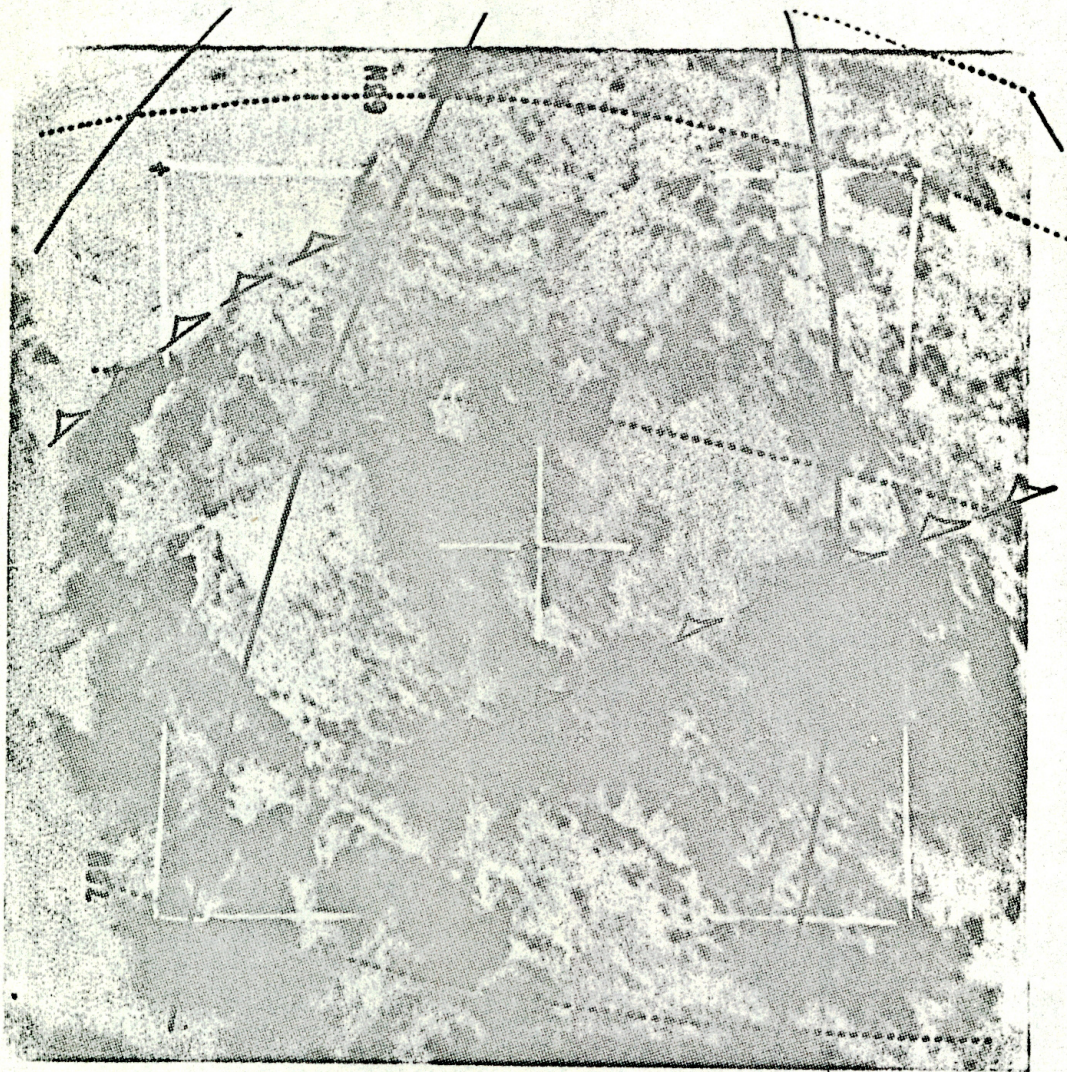
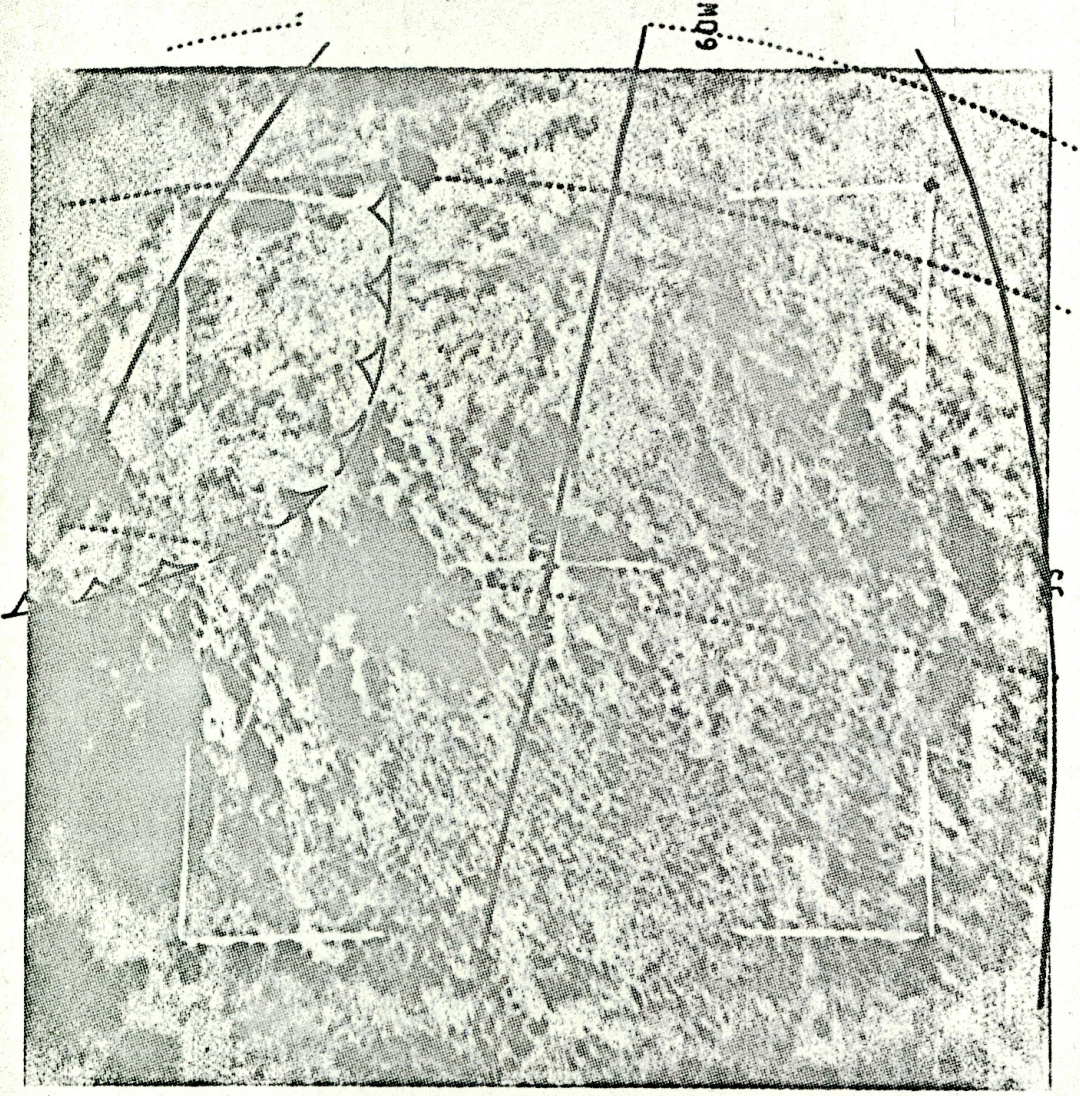


Fig. 8



MO DY HR MIN SC TK ZC S ESSA M C LAT SP LONG SP ORBIT FR SUN GLINT,  
65 8 28 18 14 41 3 53 F 1 T 1 10N 5 70W 5 2962 8 8N 75W

FOTO: 7



YR MO DY HR MIN SC TK ZC S ESSA M C LAT SP LONG SP ORBIT FR SUN GLINT,  
 66 8 28 18 12 33 3 50 F 1 T 1 ON 5 70W 5 2962 9 1N 74W

FOTO: 8

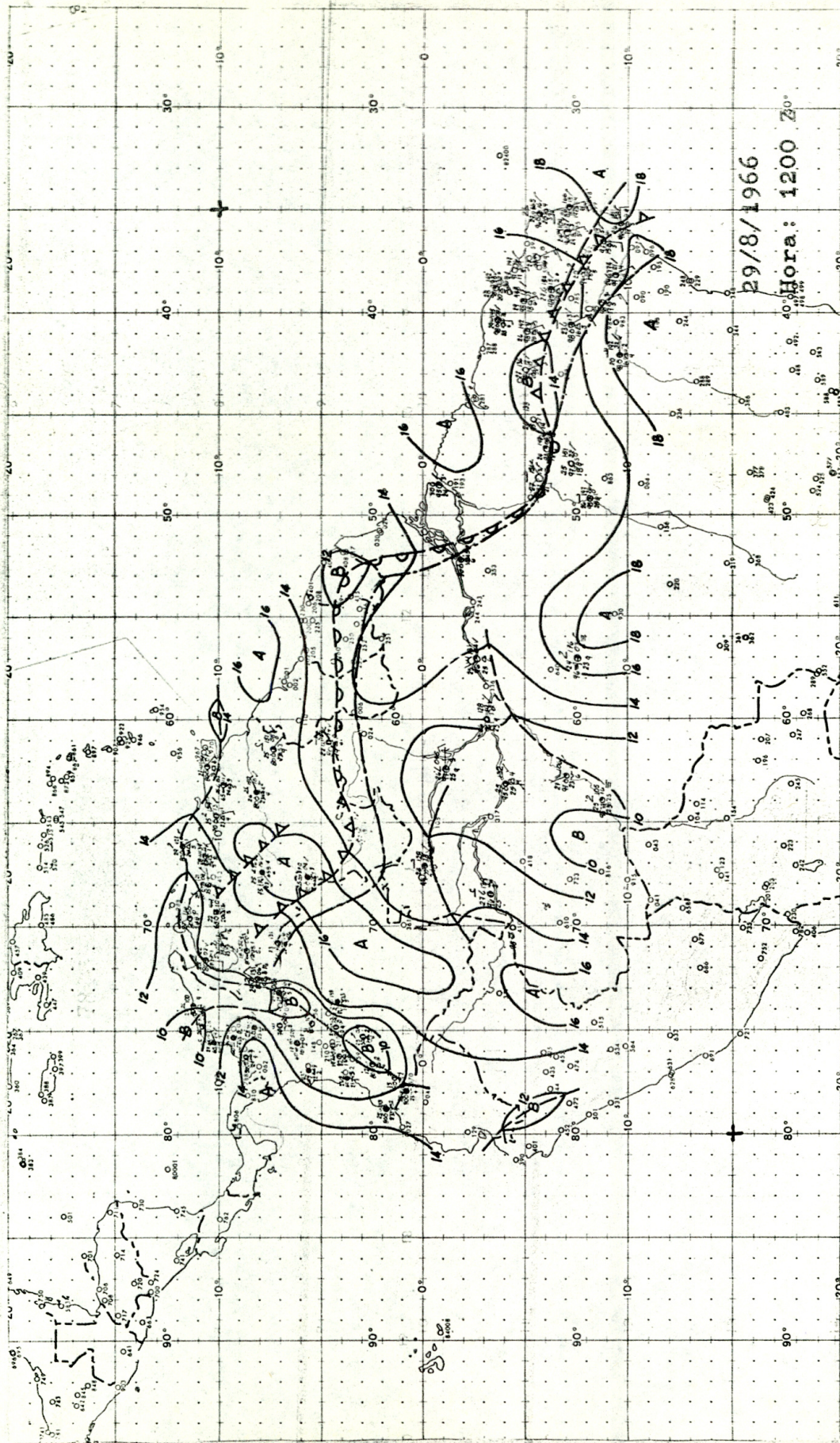


Fig.: 9

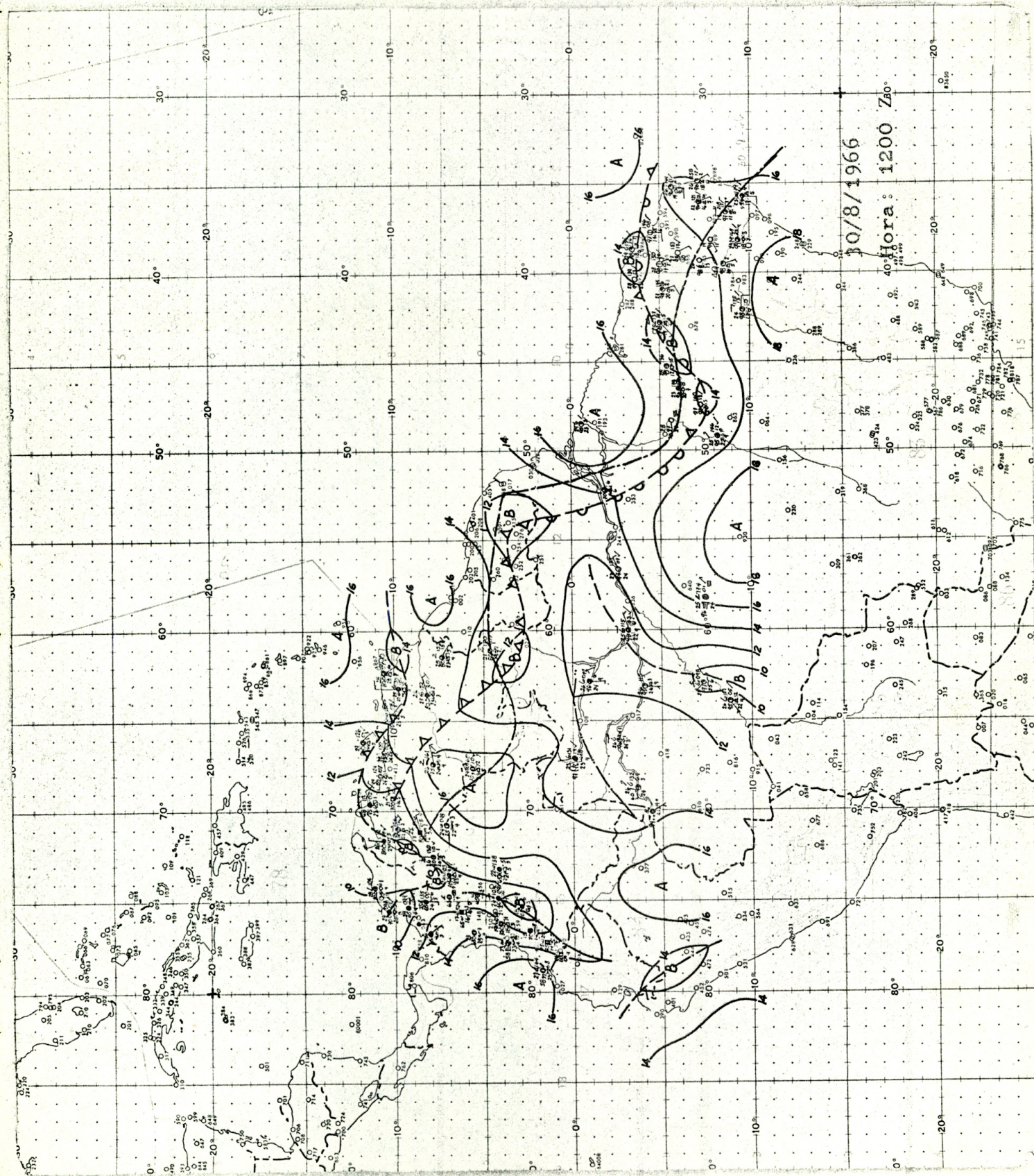


FIG.: 10

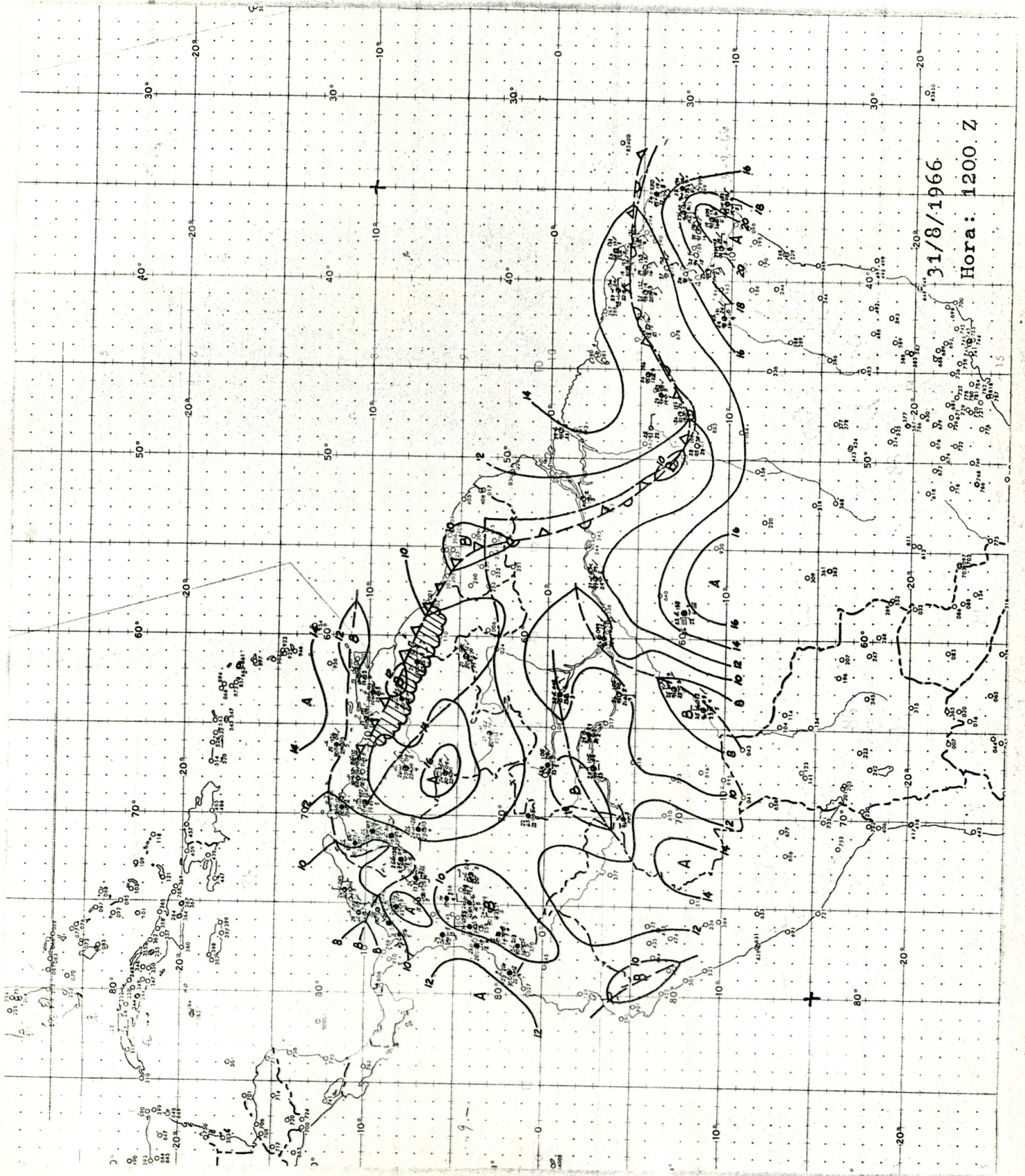
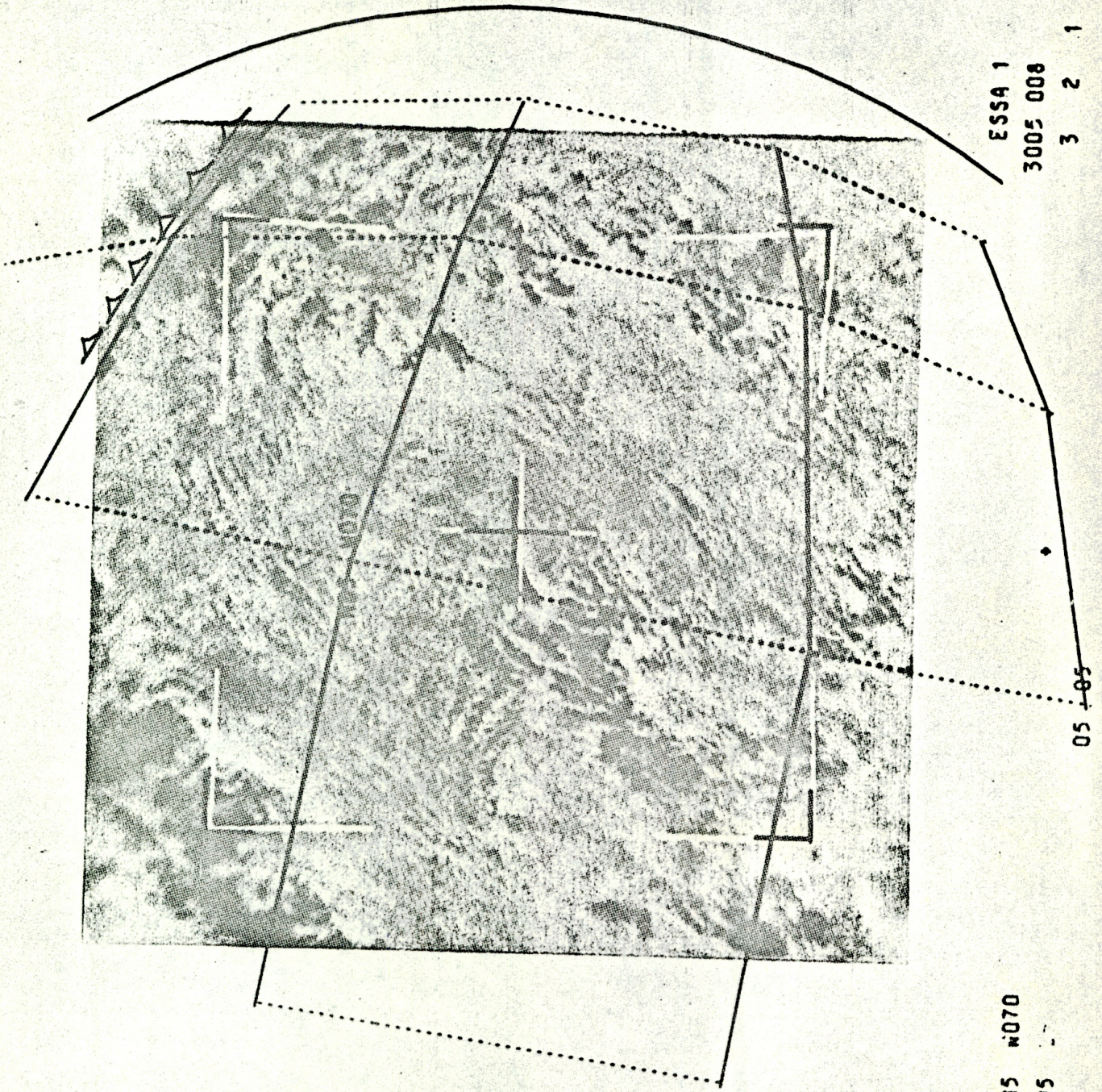


Fig. 11



ESSA 1  
3005 008

3 2 1

N05 W070  
05

05 05

# TERMOGRAMA ESTACION CAGIGAL

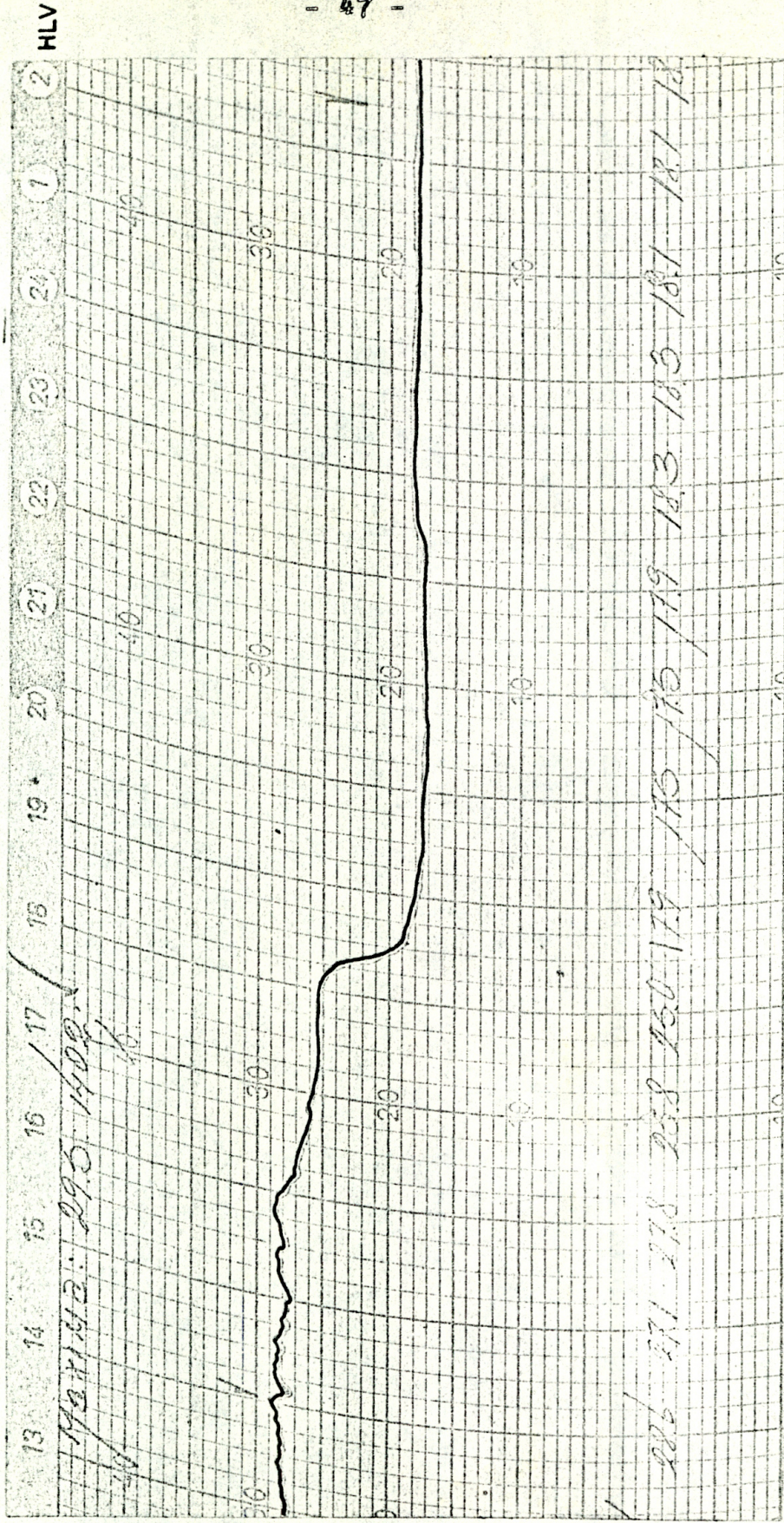
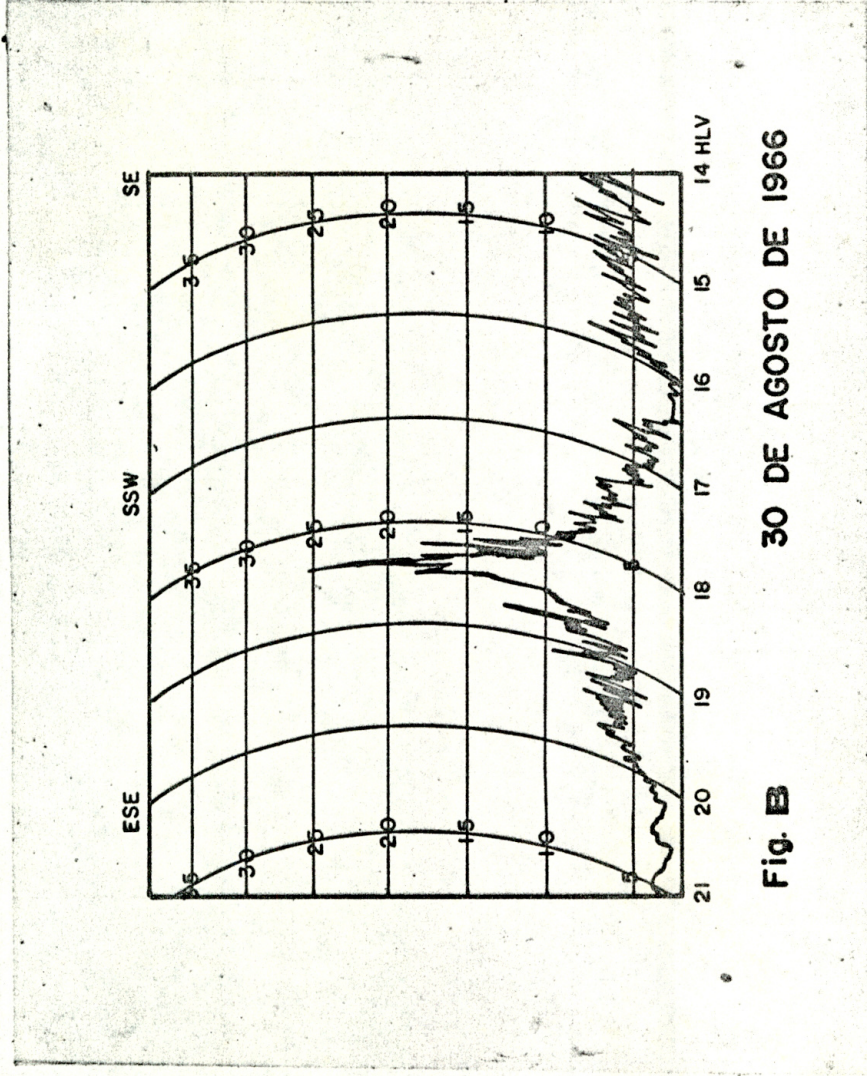


Fig. A

30 DE AGOSTO DE 1966

— Temperatura en °C  
 - - - Temperatura en °C corregida

ANEMOGRAMA ESTACION CAGIGAL



# PLUVIOGRAMA ESTACION CAGIGAL

## PRECIPITACION EN MM

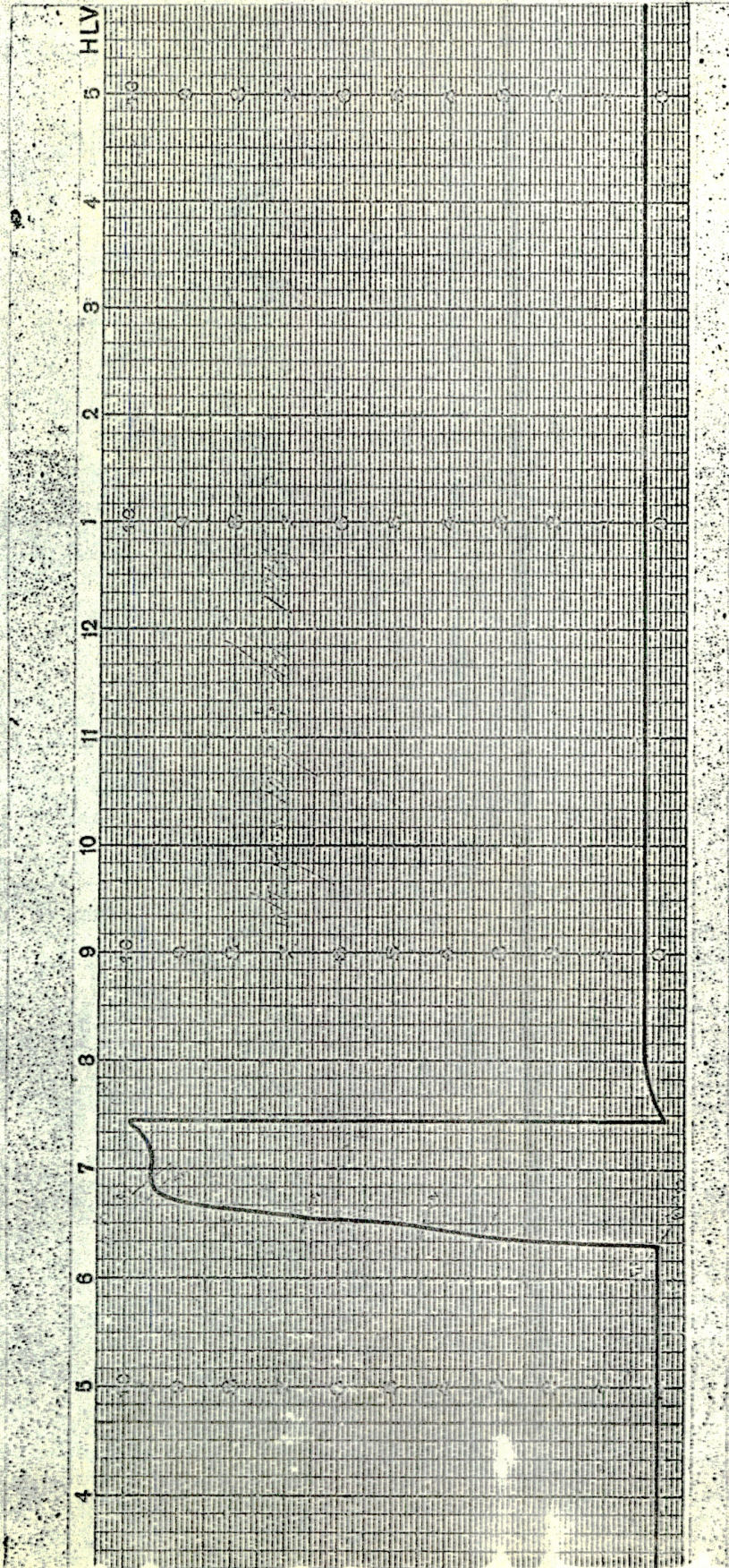


FIG. C

30 DE AGOSTO DE 1966



# BAROGRAMAS ESTACION CAGIGAL

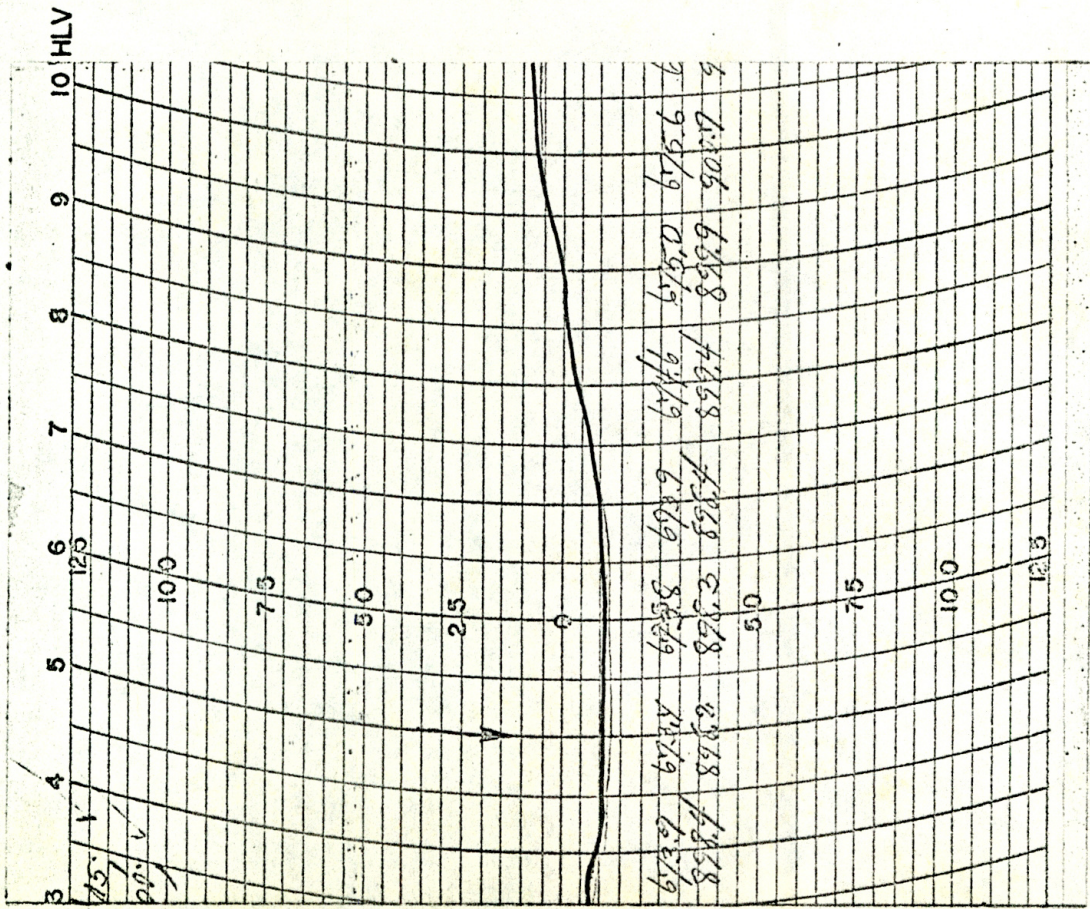


Fig. E

29 DE AGOSTO DE 1966

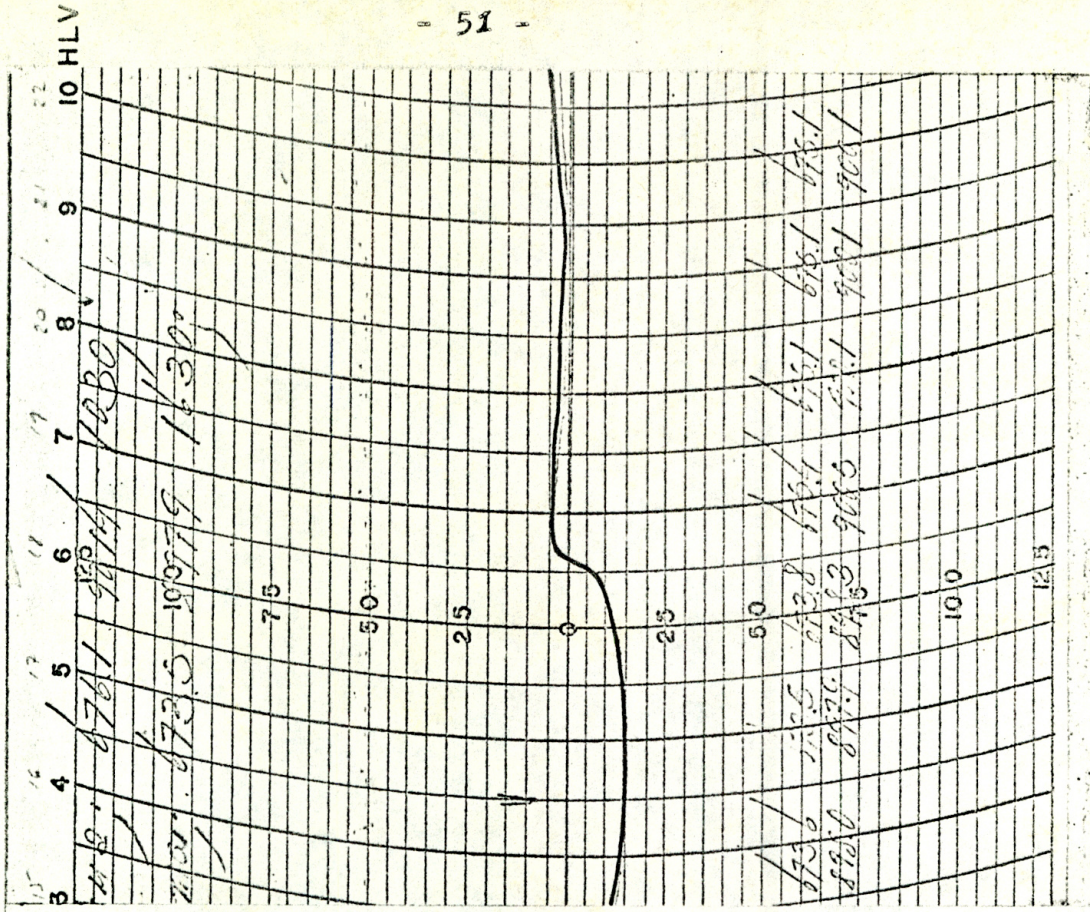


Fig. E'

30 DE AGOSTO DE 1966

— Presion en mm  
 - - - Presion en mm. corregida

## CONCLUSIONES

Mediante los post-análisis minuciosos que se hicieron con los datos sinópticos obtenidos de las estaciones meteorológicas del Brasil, Ecuador, Perú, Paraguay, Colombia, Bolivia y Venezuela y que fueron complementados con fotografías del Satélite ESSA 1, respecto a un Frente Frío nacido en Argentina, se piensa que existe un marcado progreso de dicho Frente sobre los países antes mencionados y que éste va evolucionando lentamente hasta convertirse en una "perturbación", la cual el 30 de Agosto de 1966 alcanzó la costa norte de Venezuela manifestándose en Caracas con características acentuadas de un "Frente Frío" proveniente del SSW. Las gráficas de la estación de Caracas (Cagigal) para este día, serían dignas representantes de la definición de un Frente según la Teoría Nórdica de los Frente.

## BIBLIOGRAFIA

- (A) Perdomo C., M.; "Paso de un Frente Frio del Hemisferio Sur sobre el Continente Suramericano y Venezuela, a fines de Agosto de 1966". Facultad de Ingenieria, Dpto. de Met. e Hid., U.C.V.
- Palmer, C.E.; "Tropical Meteorology". Institute of Geophysics, University of California.
- (1) Day, J.A.; "Synoptic Analysis in the Tropical Pacific". San Fco. Transpacific Division, Pan American Airways, 1942.
- (2) Barnett, M.A.F.; "The Cyclonic Storms in Northern New Zealand on the 2nd February and the 26th March, 1936". New Zealand Meteor. Off., Note N°22.34 pp., Wellington, 1936.
- (4) Frolow, S.; "La Frontologie aux Antilles". Ann. Phys. Globe France d'Outre-mer, 5:118-124 (1938).
- (5) Dunn, G.E.; "Cyclogenesis in the Tropical Atlantic". Bull. Amer. Meteor. Soc., 21:215-229 (1940).
- (6) Loomis, E.; "On the Storm wich was experienced throughtout the United States about the 20th December, 1836". Trans. Amer. Phil. Soc., (New Ser.) 7:125-163 (1841).
- (7) Brooks y Braby; "The Clash of the Trades in the Pacific". Quart J.R. Meteor. Soc., 47:1-13 (121).
- (8) Bergeron, T.; "Richtlinien einer dynamischen Klimatologie". Meteor. Z., 47:246-262 (1930).
- (9) Deppermann, C.E.; "Outlines of Philippine Frontology". Manila, Bureau of Printing, 1936.
- Bjerknes, J.; "La circulación atmosférica dans les latitudes sous - tropicales". Scientia, Sér. phys - math., Paris (1935).

